

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**VANDER LUIZ DA SILVA**

**MODELO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA  
SUPORTE À IMPLEMENTAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE AVICULTURA  
DE CORTE**

**PONTA GROSSA**

**2023**

**VANDER LUZ DA SILVA**

**MODELO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA  
SUPORTE À IMPLEMENTAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE AVICULTURA  
DE CORTE**

**Industry 4.0 Technology Transfer Model to support technological  
implementation in the poultry industry**

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Kovaleski.

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Regina Negri Pagani.

**PONTA GROSSA**

**2023**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Ponta Grossa**



VANDER LUIZ DA SILVA

**MODELO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA SUPORTE À  
IMPLEMENTAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE AVICULTURA DE CORTE**

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutor Em Engenharia De Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Industrial.

Data de aprovação: 24 de Fevereiro de 2023

Dr. Joao Luiz Kovalski, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. David Nunes Resende, Doutorado - Universidade de Aveiro

Dr. Fernando Henrique Lermen, Doutorado - Universidade Estadual do Paraná (Unespar)

Dra. Joseane Pontes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Sergio Mazurek Tebcherani, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 24/02/2023.

Dedico este trabalho aos meus dois melhores amigos, João da Silva (*in memoriam*) e Rafael Krepel da Silva (*in memoriam*). Dedico também à minha mãe, Vanilda Ferreira da Silva, e aos meus sobrinhos Miguel de Carvalho da Silva, Alicia Rafaela da Silva Alves.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelas conquistas, pois ele me fortalece todos os dias.

À minha mãe, Vanilda Ferreira da Silva, e aos meus irmãos, Alisson Ferreira da Silva e Vanessa Ferreira da Silva, por acreditarem nos meus sonhos e sempre estarem dispostos a me ajudar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Luiz Kovaleski, por ter acreditado no meu potencial e ter me escolhido como orientando, bem como, pelas sábias orientações.

À minha coorientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Regina Negri Pagani. É uma pessoa abençoada e maravilhosa que Deus apresentou em meu caminho. Portanto, só me cabe agradecer pelas orientações, conversas e confiança.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Eliane Fernandes Pietrovski pelo apoio durante todo o estágio de docência, por dois semestres, na UTFPR de Ponta Grossa, PR.

Aos membros do grupo de pesquisa Gestão da Transferência de Tecnologia (GTT), em especial, Myller Augusto Santos Gomes, Andre H. Buss e Rosangela de F. Bail.

Em especial, agradeço aos Professores Dr. Sergio Mazurek Tebcherani, Dra. Joseane Pontes, Dr. David Nunes Resende e Dr. Fernando Henrique Lermen pela presença em minha banca de Defesa de Doutorado e pelas contribuições.

“O que eu faço é uma gota no meio de um oceano. Mas sem ela, o oceano será menor”.  
Madre Teresa de Calcutá (s.d).

## RESUMO

As revoluções industriais foram os principais motores de mudanças impostas nos cenários organizacionais e do trabalho. Tratando-se da recente abordagem de configuração industrial, denominada de Indústria 4.0, os processos adquirem inteligência artificial, a coleta de dados aumenta e a conectividade entre recursos se expande. Se interessadas, as empresas necessitam aplicar investimentos rumo à transição para Indústria 4.0, que dependerá da implementação bem sucedida de tecnologias. Este estudo teve por objetivo propor um Modelo de Transferência de Tecnologias 4.0 (MTT4.0) de suporte à implementação tecnológica. A partir da extensa revisão de literatura, foi proposto um modelo, cuja TT é enfatizada sob a perspectiva do cessionário da tecnologia. Após proposto, para demonstrar uma abordagem prática, dois estudos de casos no setor de avicultura de corte são apresentados. No Brasil, a avicultura de corte é um propulsor da economia e gera reflexos importantes nos índices socioeconômicos do país, no entanto, o setor apresenta baixo nível em maturidade tecnológica em relação aos outros setores. Na aplicação do MTT4.0, para mensurar elementos de TT e gerenciar decisões foram empregados os métodos AHP, padrões Likert e Fuzzy-TOPSIS, respectivamente. Quanto aos resultados semelhantes entre os estudos de casos 1 e 2, pensando na Indústria 4.0, principais necessidades estratégicas foram qualidade do produto, redução de erro humano e redução de desperdício. Entre os principais fatores inibidores de interesse e disponibilidade pela Indústria 4.0 estão a necessidade de elevado investimento, ausência de conhecimento em Indústria 4.0, incertezas nos resultados e dificuldades em realocar pessoas no trabalho. Resultados indicam, comumente, tecnologias de Big Data Analytics e inteligência artificial ao setor de avicultura de corte, tendo por base as aplicabilidades em Indústria 4.0 e os estudos de casos. A Indústria 4.0 tem forte direção ao conceito de uma indústria inteligente, onde há conectividade entre os recursos tecnológicos, pessoas, departamentos e empresas. São sugeridos estudos em Transferência de Tecnologia na Indústria 4.0, apresentando-se resultados de implementações tecnológicas em acompanhamento e/ou efetivadas, e impactos da TT na adoção de Indústria 4.0.

**Palavras-chave:** transferência de tecnologia; indústria inteligente; setor avícola; internet das coisas; transferência de conhecimento e tecnologia.

## ABSTRACT

Industrial revolutions were the main drivers of changes imposed in organizational and labor scenarios. In the case of the recent industrial configuration approach, called Industry 4.0, processes acquire artificial intelligence, data collection increases, and connectivity between resources expands. If interested, companies need to apply investments towards the transition to Industry 4.0, which will depend on the successful implementation of technologies. This study aimed to propose a Technology Transfer Model 4.0 (TTM4.0) to support technological implementation. From the extensive literature review, a model was proposed, whose TT is emphasized from the perspective of the transferee. Once proposed, to demonstrate a practical approach, two case studies in the poultry industry are presented. In Brazil, poultry industry is a driver of the economy and generates important repercussions in the country's socioeconomic indexes; however, it has a low level in technological maturity compared to other sectors. In the application of TTM4.0, to measure TT elements and manage decisions, the AHP, Likert and Fuzzy-TOPSIS standards were used, respectively. As for the similar results among case studies 1 and 2, thinking about Industry 4.0, the main strategic needs were product quality, reduction of human error and reduction of waste. Among the main inhibiting factors of interest and availability by Industry 4.0 are the need for high investment, lack of knowledge in Industry 4.0, uncertainties in results and difficulties in relocating people at work. Results commonly indicate Big Data Analytics and artificial intelligence technologies to the poultry industry, based on the applicability in Industry 4.0 and case studies. Industry 4.0 has strong direction to the concept of an intelligent industry, where there is connectivity between technological resources, people, departments and companies. Studies in Technology Transfer in Industry 4.0 are suggested, presenting results of technological implementations in monitoring and/or effected, and impacts of TT on the adoption of Industry 4.0.

**Keywords:** technology transfer; smart industry; poultry industry; internet of things; knowledge and technology transfer.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Interfaces de temas estudados .....	17
Figura 2 - Passos de execução da Methodi Ordinatio.....	24
Figura 3 - Principais conteúdos e procedimentos no desenvolvimento do modelo .....	27
Figura 4 - Cadeia produtiva da carne de frangos .....	60
Figura 5 - Procedimento de formulação genética dos frangos de corte .....	60
Figura 6 - Modelo Transferência de Tecnologias 4.0 (MTT4.0).....	65
Gráfico 1 - Fatores influenciadores do máximo interesse e disponibilidade da Empresa A pela Indústria 4.0 .....	75
Gráfico 2 - Fatores influenciadores do máximo interesse e disponibilidade da Empresa B pela Indústria 4.0 .....	84
Quadro 1 - Principais estudos de Indústria 4.0 com menção à TT .....	20
Quadro 2 - Particularidades do modelo proposto, no geral .....	21
Quadro 3 - Itens empregados em RSL de temas individuais .....	25
Quadro 4 - Itens empregados em RSL de temas combinados .....	25
Quadro 5 - Instrumentos de coleta de dados e respectivos procedimentos .....	28
Quadro 6 - Principais direcionamentos em análise dos dados.....	29
Quadro 7 - Escala fundamental AHP .....	29
Quadro 8 - Principais abordagens em Transferência de Tecnologia .....	35
Quadro 9 - Estrutura da TT em empresa* e em universidade**, ambos na perspectiva do cedente .....	37
Quadro 10 - Estrutura da TT em empresa, na perspectiva do cessionário .....	38
Quadro 11 - Definições de atores de Transferência de Tecnologia .....	39
Quadro 12 - Mecanismos de Transferência de Tecnologia .....	43
Quadro 13 - Tecnologias pilares da Indústria 4.0 e respectivas aplicações .....	49
Quadro 14 - Principais vantagens projetadas pela Indústria 4.0 .....	51
Quadro 15 - Tecnologias 4.0 e vantagens associadas.....	53
Quadro 16 - Principais barreiras à Indústria 4.0 .....	55
Quadro 17 - Principais modelos de Transferência de Tecnologia .....	63
Quadro 18 - Tecnologias 4.0 e aplicações na avicultura de corte, por principais estudos.....	68
Quadro 19 - Projeção de vantagens da Indústria 4.0, selecionadas .....	72
Quadro 20 - Capacidade da Empresa A, nos aspectos técnico e tecnológico ..	76
Quadro 21 - Condições da Empresa A para atuar em prol da Indústria 4.0 .....	76
Quadro 22 - Avaliações para cada critério definido*.....	77
Quadro 23 - Avaliações quanto aos respectivos desempenhos de cada tecnologia em relação aos critérios* .....	77
Quadro 24 - Capacidade da Empresa B, nos aspectos técnico e tecnológico ..	84
Quadro 25 - Condições da Empresa B para atuar em prol da Indústria 4.0 .....	85
Quadro 26 - Avaliações para cada critério definido** .....	85
Quadro 27 - Avaliações quanto aos respectivos desempenhos de cada tecnologia em relação aos critérios** .....	85
Quadro 28 - Quantidades de trabalhos por tema .....	115
Quadro 29 - Quantidades de trabalhos por combinação de temas (eixo) .....	115
Quadro 30 - Quantidades de trabalhos por tema, após filtragens .....	117

<b>Quadro 31 - Quantidades de trabalhos por combinação de temas (eixo), após filtragens .....</b>	<b>117</b>
<b>Quadro 32 - Modelos de Transferência de Tecnologia e vínculos entre atores .....</b>	<b>125</b>
<b>Quadro 33 - Operações convencionais de TT, sob perspectiva do cessionário .....</b>	<b>132</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de Índice Randômico (IR) .....	30
Tabela 2 - Variáveis linguísticas para critérios .....	31
Tabela 3 - Variáveis linguísticas para alternativas .....	31
Tabela 4 - Consumo brasileiro de carne de frangos .....	58
Tabela 5 - Produção e exportação brasileira de carne de frangos .....	59
Tabela 6 - Totais de estudos com menção ou foco à Tecnologia 4.0 alvo, envolvendo aves .....	69
Tabela 7 - Totais de estudos com menção ou foco à Tecnologia 4.0 alvo, envolvendo frangos .....	70
Tabela 8 - Comparações par a par e sensibilidades às vantagens projetadas pela Indústria 4.0* .....	73
Tabela 9 - Valores normalizados e resultados, em percentual, para cada item analisado* .....	74
Tabela 10 - Matriz de julgamentos* .....	77
Tabela 11 - Matriz de julgamentos normalizada* .....	78
Tabela 12 - Matriz de julgamentos normalizada e ponderada* .....	78
Tabela 13 - Resultados de FPIS e FNIS* .....	78
Tabela 14 - Distância $D^+$ para cada alternativa* .....	78
Tabela 15 - Distância $D^-$ para cada alternativa* .....	79
Tabela 16 - Coeficiente de aproximação para cada alternativa* .....	79
Tabela 17 - Comparações par a par e sensibilidades às vantagens projetadas pela Indústria 4.0** .....	82
Tabela 18 - Valores normalizados e resultados, em percentual, para cada item analisado** .....	83
Tabela 19 - Matriz de julgamentos** .....	86
Tabela 20 - Matriz de julgamentos normalizada e ponderada** .....	86
Tabela 21 - Resultados de FPIS e FNIS** .....	86
Tabela 22 - Distância $D^+$ para cada alternativa** .....	86
Tabela 23 - Distância $D^-$ para cada alternativa** .....	87
Tabela 24 - Coeficiente de aproximação para cada alternativa** .....	87
Tabela 25 - Ordenação de artigos, conforme Methodi Ordinatio .....	119

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
IoT	Internet das Coisas
CPSs	Sistemas Cibernéticos Físicos
GTT	Gestão da Transferência de Tecnologia
TT	Transferência de Tecnologia
MTT4.0	Modelo de Transferência de Tecnologias 4.0
TT4.0	Transferência de Tecnologia(s) 4.0
EP	Engenharia de Produção
ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
FPIS	Solução Fuzzy Ideal Positiva
FNIS	Solução Fuzzy Ideal Negativa
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
IA	Inteligência Artificial
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
SIF	Serviço de Inspeção Federal

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização da pesquisa</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema de pesquisa</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>17</b>
1.3.1	Objetivo geral .....	17
1.3.2	Objetivo específico .....	18
<b>1.4</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>18</b>
1.4.1	Correlação com a Engenharia de Produção.....	21
<b>1.5</b>	<b>Estrutura do trabalho</b> .....	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Classificação da pesquisa</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2</b>	<b>Procedimentos metodológicos</b> .....	<b>23</b>
2.2.1	Estudo teórico.....	23
2.2.2	Estudo prático.....	27
<u>2.2.2.1</u>	<u>População e amostra</u> .....	<u>27</u>
<u>2.2.2.2</u>	<u>Instrumentos de coleta de dados</u> .....	<u>27</u>
<u>2.2.2.3</u>	<u>Análise dos dados</u> .....	<u>29</u>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>Transferência de Tecnologia</b> .....	<b>34</b>
3.1.1	Particularidades e elementos da Transferência de Tecnologia .....	35
<u>3.1.1.1</u>	<u>Estrutura do processo de Transferência de Tecnologia</u> .....	<u>36</u>
3.1.2	Atores de Transferência de Tecnologia .....	39
3.1.3	Políticas de Transferência de Tecnologia.....	39
3.1.4	Fatores de Transferência de Tecnologia .....	41
<u>3.1.4.1</u>	<u>Barreiras à Transferência de Tecnologia</u> .....	<u>41</u>
3.1.5	Mecanismos de Transferência de Tecnologia .....	43
3.1.6	Modelos de Transferência de Tecnologia.....	45
<b>3.2</b>	<b>Indústria inteligente</b> .....	<b>46</b>
3.2.1	Indústria 4.0.....	46
<u>3.2.1.1</u>	<u>Tecnologias da Indústria 4.0</u> .....	<u>47</u>
<u>3.2.1.2</u>	<u>Vantagens projetadas pela Indústria 4.0</u> .....	<u>51</u>
<u>3.2.1.3</u>	<u>Barreiras à Indústria 4.0</u> .....	<u>55</u>
<b>3.3</b>	<b>Setor de avicultura de corte</b> .....	<b>58</b>

<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1</b>	<b>Proposição de um Modelo de Transferência de Tecnologias 4.0 ....</b>	<b>63</b>
<b>4.2</b>	<b>Modelo de Transferência de Tecnologias 4.0: Abordagem prática..</b>	<b>68</b>
4.2.1	Aplicabilidades da Indústria 4.0 no setor de avicultura de corte .....	68
4.2.2	Estudo de caso 1 .....	72
<u>4.2.2.1</u>	<u>Fase I: Análise de necessidade estratégica .....</u>	<u>72</u>
<u>4.2.2.2</u>	<u>Fase II: Interesse e disponibilidade pela Indústria 4.0.....</u>	<u>75</u>
<u>4.2.2.3</u>	<u>Fase III: Capacidade e condições .....</u>	<u>76</u>
<u>4.2.2.4</u>	<u>Fase IV: Definição da tecnologia.....</u>	<u>77</u>
<u>4.2.2.5</u>	<u>Fase V: Planejamento de ações.....</u>	<u>80</u>
<u>4.2.2.6</u>	<u>Fase VI: Investimentos .....</u>	<u>80</u>
4.2.3	Estudo de caso 2.....	80
<b>4.3</b>	<b>Síntese dos resultados e discussão.....</b>	<b>88</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>92</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE A - Pesquisa definitiva em bases de dados.....</b>	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE B - Procedimentos de filtragem .....</b>	<b>116</b>
	<b>APÊNDICE C - Portfólio bibliográfico de artigos.....</b>	<b>118</b>
	<b>APÊNDICE D - Modelos de Transferência de Tecnologia .....</b>	<b>124</b>
	<b>APÊNDICE E - Operações de Transferência de Tecnologia .....</b>	<b>131</b>
	<b>APÊNDICE F - Formulário 1 .....</b>	<b>133</b>
	<b>APÊNDICE G - Formulário 2 .....</b>	<b>138</b>
	<b>APÊNDICE H - Formulário 3 .....</b>	<b>143</b>
	<b>APÊNDICE I - Formulário 4 .....</b>	<b>147</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização da pesquisa

As revoluções industriais foram os principais motores de mudanças impostas na economia e na organização do trabalho humano. Migrando de seu trabalho rotineiro e tranquilo do sistema artesanal, o homem se tornou um trabalhador em uma fábrica (ELIAS, 2006). Desde então, novos métodos de extração de matérias primas e de processamentos foram desenvolvidos, e o trabalho humano passou a ser realizado com o auxílio de máquinas (ELIAS, 2006; LIMA; OLIVEIRA NETO, 2017). De maneira geral, as principais contribuições de cada revolução foram: - Primeira Revolução Industrial (usos de recursos, como energia a vapor, ferro e aço); - Segunda Revolução Industrial (energia elétrica, produção de ferro e aço em larga escala e disposição de máquinas para fabricação industrial em diversos setores); - Terceira Revolução Industrial (automação e redes de telecomunicação), e; - Quarta Revolução Industrial (digitalização de processos e fabricação inteligente) (KUMAR; NAYYAR, 2020).

Assim como fábricas em geral se desenvolveram com o passar dos anos, ramos do agronegócio, representados pelos produtores rurais, centros de pesquisa, agroindústrias e demais empresas obtiveram avanços importantes, destacando-se a introdução de equipamentos e maquinários, usos de sistemas eletrônicos, estudos em biotecnologia e genética e outras soluções tecnológicas diversas (KUABAN *et al.*, 2019). A partir desses e de outros avanços, vantagens se tornaram passíveis de alcances, como a produção em larga escala, eficiência produtiva e a redução de desperdícios.

Em um cenário globalizado, constantes pesquisas e inovações são criadas com propósitos de contribuir para avanços de certo assunto ou área. Recentemente, mais precisamente em 2011, um conceito denominado Indústria 4.0 foi definido em uma feira tecnológica da Alemanha (LEE; KAO; YANG, 2014). Desde então, este conceito tem sido foco de inúmeras discussões e pesquisas nos meios científicos e organizacionais. Indústria 4.0 é retratada como a Quarta Revolução Industrial, uma vez que os conjuntos de novos procedimentos e tecnologias, principalmente da área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) impõem mudanças na produção

e gestão das organizações, em prol da geração de resultados para a competitividade nos mercados nacional e internacional.

A Indústria 4.0 é um conceito que engloba uma diversidade de princípios, tecnologias e procedimentos para tornar os processos produtivos mais autônomos, dinâmicos (TORTORELLA; FETTERMANN, 2017), flexíveis e precisos. Na Indústria 4.0, o processo, além de automatizado, também engloba operações de digitalização (integrações homem e máquina, máquinas e máquina à rede) (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2020a). Este conceito visa tornar processos inteligentes ao modo que máquinas se comuniquem com maior facilidade para troca de informações, controle de falhas (JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017), capacidade de respostas às flutuações nas demandas por produtos de alta qualidade e eficiência operacional (PAPADOPOULOS *et al.*, 2022).

Embora a Indústria 4.0 seja um conceito amplo, ela se insere como parte integrante do conceito Indústria Inteligente. A Indústria Inteligente está em constante aperfeiçoamento, e também pode incluir outros conceitos, como Produção Enxuta, Economia Circular, entre outros exemplos, ao modo que os avanços tecnológicos e científicos emergem.

Basicamente, as tecnologias que compõem o conceito de Indústria 4.0 são as soluções em automação, impressão 3D, simulação, Internet das Coisas (IoT), Sistemas Cibernéticos Físicos (CPSs), Big Data Analytics, computação em nuvem, segurança cibernética, Realidade Aumentada e Realidade Virtual (TÜRKES *et al.*, 2019; PAPADOPOULOS *et al.*, 2022). Devido a Indústria 4.0 possuir características específicas, uma delas a de ampliar funcionalidades da Internet e a presença de inteligência artificial nos ambientes organizacionais, as empresas se interessam em compreendê-la, tendo em vista suas vantagens projetadas (ORTT *et al.* 2020).

Se interessadas, as empresas necessitam aplicar esforços e investimentos rumo à transição para Indústria 4.0, que dependerá da implementação bem sucedida de tecnologias (SIGOV *et al.*, 2022), porém tal prática é complexa (FACCHINI *et al.* 2022). Na área de Gestão da Transferência de Tecnologia (GTT), por exemplo, são estudadas abordagens para disseminação, assimilação e absorção de tecnologias (SEATON; CORDEY-HAYES, 1993) da Indústria 4.0, e a gestão de elementos que atuam em processos de TT, como as próprias tecnologias, nas diferentes formas e conteúdos, mecanismos, barreiras, modelos, políticas, vínculos entre atores, roteiros técnicos, entre outros (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2021a).



As abordagens em Transferência de Tecnologia (TT) são multidisciplinares e abrangem estudos em economia, administração de empresas, políticas públicas, gestão estratégica, entre outras áreas do conhecimento (AUDRETSCH *et al.*, 2016; CUNNINGHAM; O'REILLY, 2018). Assim, enquanto conjunto de processos, a TT visa que determinada tecnologia seja utilizada por outra pessoa, organização e/ou setor, muitas vezes, bem distinto(a) de sua origem (RAITT; MAREK; BRISSON, 2003). Por este e outros motivos, como complexidade tecnológica, surgem modelos de TT com propósitos de subsidiar o desenvolvimento, implementação, adequação e/ou gestão de tecnologia(s) alvo(s).

## **1.2 Problema de pesquisa**

A Indústria 4.0 emprega e intensifica o uso de tecnologias específicas (denominadas de Tecnologias 4.0 ou tecnologias inteligentes), como IoT, inteligência artificial, Big Data Analytics, entre outras, criando-se ambientes mais interativos e inteligentes com a expansão da automação, internet e demais recursos tecnológicos, além da digitalização dos processos. Embora possa ser promissora, na prática, a Indústria 4.0 é um desafio para empresas, pois uma série de questões técnicas deve ser abordada (DIESTE; SAUER; ORZES, 2022).

Além dos diversos desafios enfrentados pelas empresas em decorrência de complexidades na adoção da Indústria 4.0, na prática, alguns setores apresentam maiores limitações. O setor alimentício, por exemplo, apresenta baixo nível em maturidade tecnológica, se comparado aos demais setores (FACCHINI *et al.*, 2022). Tal setor é representado por empresas de diferentes cadeias produtivas, entre elas a avicultura de corte.

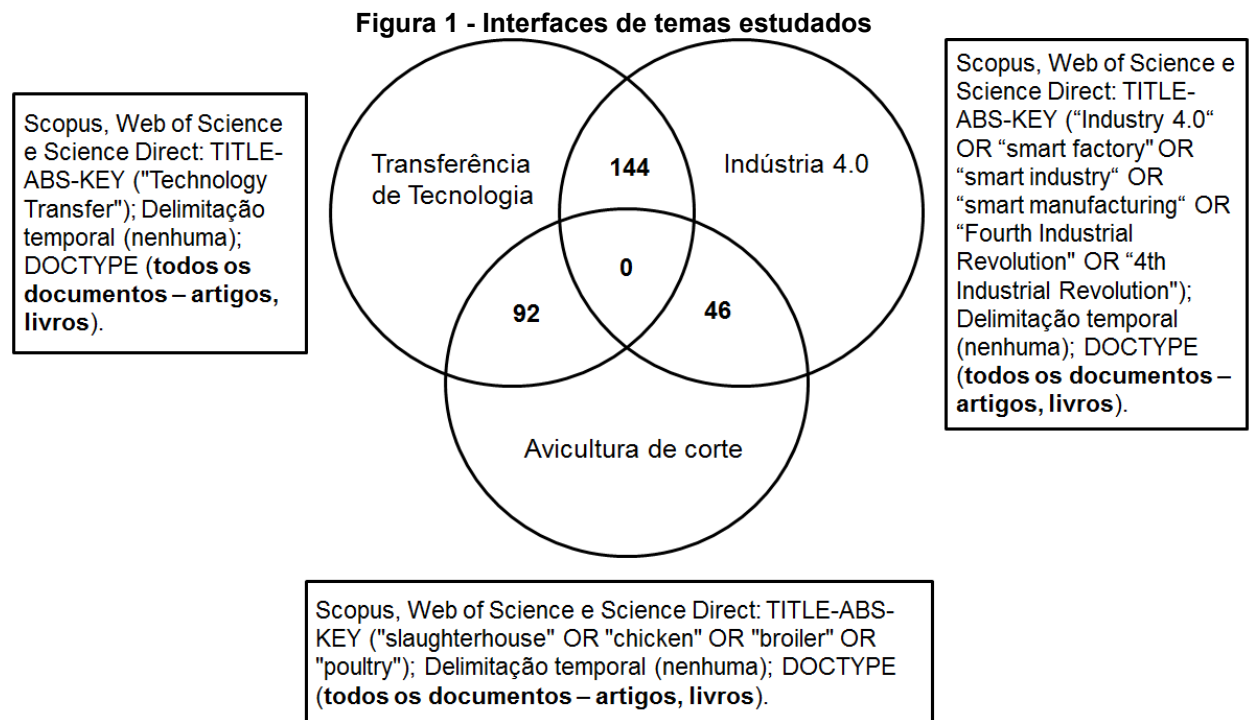
A avicultura de corte brasileira obteve avanços importantes nas áreas de genética animal, manejos nutricional e sanitário e processos de criação e abate dos frangos (SANTINI, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2014). Sem dúvidas, a Transferência de Tecnologia (TT) forneceu subsídios indispensáveis aliados à pesquisa científica e à inovação para alcance dos avanços citados. Contudo, conforme Al-Nasser *et al.* (2015) e Echegaray *et al.* (2022), constantes desenvolvimentos e melhorias nos processos de produção de carne são necessários, isto por meio da TT para suprir às demandas por carne de qualidade, com produtividade, rentabilidade e eficiência de recursos.

Diante do exposto, o seguinte problema de pesquisa é apresentado: Em contextos teórico e prático, como a Transferência de Tecnologia (TT) pode auxiliar empresas em direção à Indústria 4.0?

Em termos de delimitação e escopo do trabalho, em particular, ao relacionar a TT com a Indústria 4.0 será proposto um modelo de TT sob perspectiva do cessionário (aquele que absorve a tecnologia). O modelo possui foco abrangente, tendo em vista sua aplicabilidade aos diferentes setores de empresa.

Com relação à avicultura de corte, a mesma se apresenta enquanto cenário de estudo prático, demonstrando-se, por meio deste, resultados da aplicação do Modelo de Transferência de Tecnologias da Indústria 4.0 (MTT4.0).

Limitando-se ao universo pesquisado, nenhum outro estudo abordou sobre Transferência de Tecnologias 4.0 no setor de avicultura de corte (Figura 1).



**Fonte: Autoria própria (2022).**

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo geral

Propor um Modelo de Transferência de Tecnologias 4.0 (MTT4.0) de suporte à implementação tecnológica.

### 1.3.2 Objetivos específicos

OE1 – Compreender as principais estruturas e elementos de Transferência de Tecnologia (TT);

OE2 – Identificar as contribuições da Indústria 4.0 às organizações;

OE3 – Identificar particularidades na Transferência de Tecnologias 4.0, e;

OE4 – Conduzir procedimentos formais de validação do modelo proposto, mediante sua aplicação em estudo prático no setor de avicultura de corte.

### 1.4 Justificativa

Uma das ideias centrais da Indústria 4.0 é a de construir ambientes cada vez mais inteligentes com comunicação eficiente, extensa coleta de dados e trocas de informações entre dispositivos, máquinas e pessoas, e assim, atuar no cenário físico de uma empresa ao explorar projeções virtuais e aplicar decisões em tempo real (GERHÁTOVÁ; ZITRICKÝ; KLAPITA, 2021). Essas ideias poderão ser incorporadas em processos de empresas, mediante adoção bem sucedida das Tecnologias 4.0, principalmente (SIGOV *et al.*, 2022). Na tentativa de subsidiar a TT4.0, por meio de um modelo proposto, será possível auxiliar empresas no alcance da Indústria 4.0 e de suas respectivas vantagens (resultados de TT).

Tratando-se da configuração de Indústrias Inteligentes, a Indústria 4.0 está sendo amplamente estudada e, portanto, merece destaque. Apesar disso, algumas questões ainda persistem e requerem atenção, principalmente tratando-se da efetiva implementação (roteiros, procedimentos e relatórios de experiências com resultados práticos) (GAJDZIK; GRABOWSKA; SANIUK, 2021). Segundo Hoyer, Gunawan e Reaiche (2020), as empresas enfrentam muitas complexidades em termos de compreensão do conceito e de tecnologias da Indústria 4.0, da infraestrutura e procedimentos técnicos. No setor alimentício e na avicultura de corte, no geral, os estudos sobre implementações em Indústria 4.0 consistem em revisões de literatura (ROMANELLO; VEGLIO, 2022), ou abordam uma tecnologia específica de forma isolada. Portanto, verifica-se que, discussões sobre implementações em Indústria 4.0 são necessárias para avanços de temáticas mais complexas, como é o caso da TT4.0.

Assim como ocorre em todos os setores, avanços tecnológicos emergem e, se viáveis, são adotados (tecnologias são aperfeiçoadas e novas, criadas, por meio

de constantes pesquisas, processos evolutivos e revoluções). Na avicultura de corte, tecnologias de automação e inteligência artificial são empregadas, porém em menor proporção se comparado a outros setores. Além disso, essas tecnologias são pré-requisitos para Indústria 4.0, e a adoção de Tecnologias 4.0 precisa ser intensificada para amplo alcance de vantagens (DIESTE; SAUER; ORZES, 2022). Neste estudo, os resultados obtidos poderão subsidiar o emprego de novas TIC, e a realização de demais pesquisas complementares no setor.

De maneira geral, o presente estudo apresenta as seguintes contribuições: À ciência ao abordar e relacionar três temas (Transferência de Tecnologia, Indústria Inteligente (focando-se na Indústria 4.0) e Avicultura de corte), sendo um deles um tema ainda emergente, cuja participação de estudos sobre a efetiva implementação tecnológica é escassa, bem como, gerar reflexões e estudos complementares; Às empresas do setor estudado, que poderão adotar melhorias em seus processos de produção mediante contribuições do modelo aplicado; Ao governo, principalmente em termos de dimensão econômica, em decorrência de melhorias nos processos organizacionais; À sociedade, que poderá usufruir de produtos de melhor qualidade e competitivos, caso implementados o conceito e princípios de fabricação inteligente; Ao meio ambiente, mediante reduções de desperdícios e de impacto ambiental aliados à eficiência produtiva, e; Por fim, ao trabalhador, que poderá evoluir com as empresas, aperfeiçoando suas competências e tendo suporte tecnológico.

Algumas particularidades reforçam a originalidade deste estudo, entre elas a Transferência de Tecnologia na Indústria 4.0, constatando-se, dentro do universo pesquisado, a carência de estudos sobre operações e procedimentos de TT, como a efetiva implementação da Indústria 4.0 em empresas. A maior parcela dos estudos apenas cita o termo TT, isentando-se de abordagens específicas em Transferência de Tecnologia, conforme o Quadro 1. Em outras palavras, os estudos não focam em processos de TT, seja de forma teórica ou empírica, cujas abordagens limitam-se às implementações de forma superficial em um contexto de TT.

**Quadro 1 - Principais estudos de Indústria 4.0 com menção à TT**

<b>Autor</b>	<b>Título do trabalho</b>	<b>Menção ao termo TT ao longo do trabalho</b>
Thoben, Wiesner e Wuest (2017)	<i>“Industrie 4.0” and smart manufacturing-a review of research issues and application examples</i>	1 vez
Alias et al. (2018)	<i>Big data, modeling, simulation, computational platform and holistic approaches for the fourth industrial revolution</i>	2 vezes
Ituart et al. (2018)	<i>Digital manufacturing applicability of a laser sintered component for automotive industry: a case study</i>	4 vezes
Yun et al. (2018)	<i>The effect of open innovation on technology value and technology transfer: A comparative analysis of the automotive, robotics, and aviation industries of Korea</i>	4 vezes
Ayentimi e Burgess (2019)	<i>Is the fourth industrial revolution relevant to sub-Saharan Africa?</i>	1 vez
Kashyap e Agrawal (2019)	<i>Academia a new knowledge supplier to the industry! Uncovering barriers in the process</i>	7 vezes
Alharb (2020)	<i>Industry 4.0 operators: Core knowledge and skills</i>	1 vez
Ansari et al. (2020)	<i>A knowledge-based approach for representing jobholder profile toward optimal human-machine collaboration in cyber physical production systems</i>	1 vez
Mahmood e Mubarik (2020)	<i>Balancing innovation and exploitation in the fourth industrial revolution: Role of intellectual capital and technology absorptive capacity</i>	1 vez
Ömerali e Kaya (2020)	<i>Should firms investigating in IOT domain buy or implement in their Industry 4.0 initiatives? An application of Type-2 Fuzzy COPRAS</i>	1 vez
Omairi e Ismail (2021)	<i>Towards machine learning for error compensation in additive manufacturing</i>	1 vez

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Outra particularidade deste estudo está no modelo proposto (MTT4.0), em termos de estrutura e elementos abordados em cada conjunto de processos. Essa constatação é suportada por meio da análise de conteúdo de 64 modelos de TT, distribuídos em 18 vínculos colaborativos entre atores, conforme descritos no Apêndice D. Além disso, são incluídos 6 estudos teóricos sobre modelos de TT. O Quadro 2 apresenta as principais particularidades do modelo proposto em relação aos demais modelos de TT.

De forma simplificada pode-se destacar uma particularidade forte do modelo, ou seja, o autoconhecimento organizacional que passa a ser analisado enquanto um importante processo decisório para conceitos complexos, como é o caso da Indústria 4.0.

**Quadro 2 - Particularidades do modelo proposto, no geral**

<b>Observação</b>	<b>Descrição</b>
1	Maior ênfase na Transferência de Tecnologia de caráter exploratória. Enquanto que demais modelos iniciam-se pelo reconhecimento de oportunidades, e seguem para seleção de tecnologias no mercado e efetiva implementação, o modelo prioriza fases de autoconhecimento organizacional para suporte decisório.
2	O modelo aborda fases não apresentadas em nenhum outro modelo de TT, denominadas de interesse e disponibilidade, e condições para obtenção da tecnologia. Tais fases surgem ao lidar com casos de conceito e tecnologias mais complexos e situações de incertezas.
3	Outros modelos, para mesma categoria e foco de TT (TT entre empresas e perspectiva no cessionário, respectivamente), apenas definem as fases ou etapas de TT e não há uma análise quantitativa, conforme realizada.
4	Foco na Transferência de Tecnologia da Indústria 4.0 (conceito amplamente discutido, apesar da carência de estudos sobre a efetiva implementação tecnológica nos cenários organizacionais).
5	Definição de tecnologias candidatas às empresas, baseando-se nos critérios necessidade estratégica, capacidade tecnológica da empresa (facilidades em termos de pré-requisitos) e complexidade da tecnologia. Outra particularidade é a definição da tecnologia ao considerar um conjunto de tecnologias bem distintas, apesar de pertencerem ao mesmo conceito (fabricação inteligente / Indústria 4.0).
6	No modelo são gerados conteúdos importantes para suporte decisório, como, o que é prioridade para empresa (necessidade), o que tem impedido a mesma de adotar tal conjunto de tecnologias ou conceito (fatores inibidores de interesse e disponibilidade), o que há disponível que possa ser agregado (capacidade nos aspectos técnico e tecnológico), quem recorrer (condições), entre outros.
7	O modelo tem por propósito auxiliar empresas nas implementações tecnológicas da Indústria 4.0, iniciando-se pela tecnologia que melhor atenda aos critérios estabelecidos, para expansão posterior, de modo que a Indústria 4.0 seja adotada de forma mais completa possível.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Direcionando as particularidades do Quadro 2 ao setor de avicultura de corte, tem-se a predominância de originalidade deste trabalho. Ressalta-se que na aplicação do MTT4.0, ao longo de suas fases, podem ser incluídas ferramentas ou métodos amplamente difundidos na literatura, como os métodos AHP, Fuzzy-TOPIS e/ou outros, desde que adequados para mensurar elementos e gerenciar decisões e processos de TT.

#### 1.4.1 Correlação com a Engenharia de Produção

Entre as áreas do conhecimento e de formação profissional, este estudo se enquadra na Engenharia de Produção (EP). De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) (1998, p.1): “Compete à EP o projeto, a implantação, operação, melhoria e manutenção de sistemas produtivos integrados de produtos, envolvendo as pessoas, materiais, tecnologias, informações e energia”. Entre as áreas de atuação do profissional, estabelecidas pela ABEPRO (2008), este trabalho se enquadra na Gestão Organizacional, subárea de Gestão da Tecnologia.

Tratando-se da EP, o estudo tem maior ênfase nos processos de produção, gestão de recursos tecnológicos e processos decisórios.

### **1.5 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho está estruturado em cinco Capítulos.

No Primeiro Capítulo, a pesquisa é contextualizada, bem como o problema de pesquisa, objetivos e justificativa são apresentados, respectivamente.

No Segundo Capítulo encontra-se a Metodologia de pesquisa, situando-se os procedimentos de condução de estudos teórico (incluindo-se os procedimentos de elaboração do Referencial Teórico) e prático, respectivamente.

No Terceiro Capítulo consta o Referencial Teórico, incluindo-se a seguinte ordem de temas: Transferência de Tecnologia (TT) (elementos fundamentais de TT), Indústria 4.0 (os conceitos, princípios, tecnologias, vantagens e barreiras, no geral), e, Avicultura de corte (histórico, dados estatísticos e cadeia produtiva da carne de frangos).

No Quarto Capítulo estão os Resultados e Discussão (proposição, aplicação e discussão acerca do Modelo de TT4.0, respectivamente).

No Quinto Capítulo apresentam-se as Considerações Finais.

Por fim, apresentam-se as Referências Bibliográficas e Apêndices.

## **2 METODOLOGIA**

Após traçar procedimentos metodológicos específicos, um estudo teórico foi conduzido para sustentar tipologias (agrupamento de conceitos, elementos de TT, modelos de TT, e assim por diante). Ele também foi útil na construção do MTT4.0. Depois de finalizado, iniciou-se um estudo prático em duas empresas de abate de frangos.

### **2.1 Classificação da pesquisa**

Sob a ótica da abordagem do problema, neste estudo, a pesquisa é quali-quantitativa (SILVA; MENEZES, 2005). A pesquisa qualitativa propicia entendimento de certo tema, estudando-se os aspectos relevantes relacionados ao mesmo, por meio de perspectivas de pessoas e discussões científicas (GODOY, 1995). Segundo Silva, Lopes e Braga Júnior (2014), as questões inéditas ou pouco exploradas necessitam de extensa investigação por parte do pesquisador para, somente então, realizar a pesquisa quantitativa. Na pesquisa quantitativa, os resultados são de base numérica (grandezas físicas, escalas, estatísticas, entre outras) e fornecem suporte ao estudo como um todo.

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória (GIL, 2008). Ela destina-se em conhecer melhor o tema e os aspectos de estudo, seja quanto ao modo de apresentação, significados, comportamentos e implicações (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa é: Bibliográfica, exigindo-se consultas de trabalhos científicos na literatura, e; De campo, pois rege investigar e analisar o que se ocorre em uma realidade específica (GIL, 2008).

### **2.2 Procedimentos metodológicos**

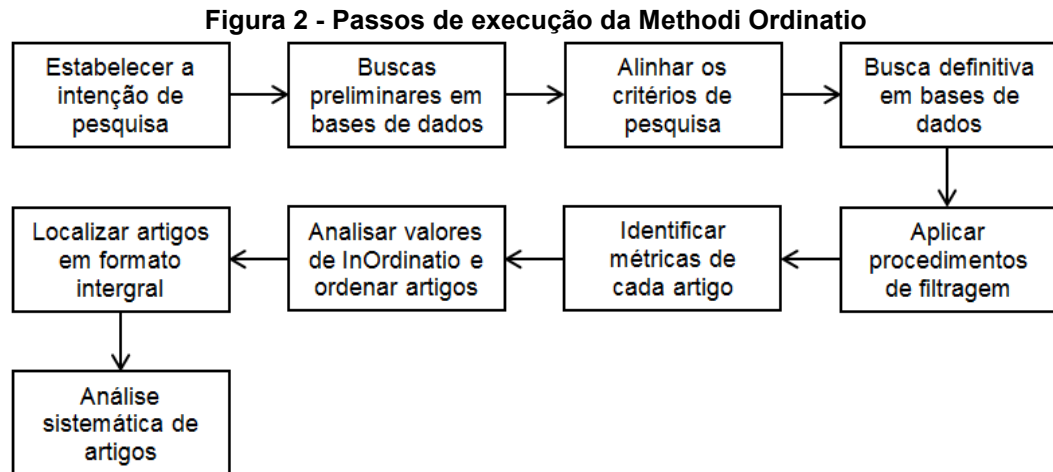
#### **2.2.1 Estudo teórico**

A Revisão Sistemática de Literatura (RSL) foi elaborada seguindo protocolos da Methodi Ordinatio de Pagani, Kovaleski e Resende (2015). A Methodi Ordionatio, diferentemente de outros métodos, é o método de Suporte à Decisão Multicritério (MCDA) que permite ao pesquisador refletir sobre três métricas: Fator de Impacto (IF); número de citações e ano de publicação. A reflexão sobre as métricas gera um



índice, denominado de InOrdinatio (indica a relevância científica do artigo). A partir desse índice, é possível ordenar artigos.

A Methodi Ordinatio compõe nove passos, conforme apresentados na Figura 2. Esses passos e respectivos procedimentos adotados neste estudo são descritos na sequência.



Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Resende (2015, 2018).

Passos 1 e 2. Estabelecer a intenção do estudo e realizar pesquisas prévias em bases de dados. Esses passos são fundamentais para aproximar o pesquisador de seu tema, permitindo-se ajustar os procedimentos antes de RSL definitiva. Na elaboração do presente estudo, cujo problema de pesquisa e objetivos permeiam três temas (Transferência de Tecnologia, Indústria 4.0 e Avicultura de corte), foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) mais detalhada, a definir: i) Temas individuais, e; ii) Diferentes combinações envolvendo os temas, incluindo a avicultura de corte, respectivamente.

Inicialmente, a RSL foi útil para compreensão de processos de Transferência de Tecnologia (TT). Em especial, um levantamento de modelos de TT foi conduzido para reforçar o ineditismo deste estudo, e compreender estruturas de TT.

Outro desdobramento da RSL foi a análise de estudos sobre Indústria 4.0, com maior ênfase nos estudos de casos em empresas, ampliando-se conhecimento de conceitos, tecnologias e cenários de aplicação.

Já as combinações de temas foram realizadas para verificar como os temas estão inter-relacionados entre si, configurando-se os Eixos de pesquisa A, B, C e D, respectivamente.

Passo 3. Definir palavras-chave, base de dados e procedimentos básicos (filtros). Baseando-se nos passos anteriores, o pesquisador define palavras-chave

e/ou combinações que melhor representem seu tema e objetivos, bases de dados e filtros (campo de busca, tipo de material e delimitação temporal, por exemplo). As palavras-chave utilizadas e demais procedimentos são apresentados nos Quadros 3 e 4.

**Quadro 3 - Itens empregados em RSL de temas individuais**

<b>Tema</b>	<b>Itens para filtragem básica</b>
Modelos de Transferência de Tecnologia	Scopus, Web of Science e Science Direct: TITLE-ABS-KEY ("Technology Transfer model"); PUBYEAR (all years); DOCTYPE (all documents).
Implementações em Indústria 4.0	Scopus, Web of Science e Science Direct: TITLE ("Industry 4.0" OR "smart factory" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "smart manufacturing") AND TITLE-ABS-KEY (implementation) AND TITLE-ABS-KEY (compan*); PUBYEAR (all years); DOCTYPE (all documents).

**Fonte: Autoria própria (2022).**

**Quadro 4 - Itens empregados em RSL de temas combinados**

<b>Combinação de temas</b>	<b>Itens para filtragem básica</b>
EIXO A. Transferência de Tecnologia, Indústria 4.0 e Avicultura de corte	Scopus, Web of Science e Science Direct: TITLE-ABS-KEY ("Technology Transfer" AND ("Smart Factory" OR "Industry 4.0" OR "Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution")) AND ("slaughterhouse" OR "meat" OR "chicken" OR "broiler" OR "poultry"); PUBYEAR (all years); DOCTYPE (all documents).
EIXO B. Transferência de Tecnologia e Indústria 4.0	Scopus, Web of Science e Science Direct: TITLE-ABS-KEY ("Technology Transfer" AND ("Smart Factory" OR "Industry 4.0" OR "Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution")); PUBYEAR (all years); DOCTYPE (all documents).
EIXO C. Indústria 4.0 e Avicultura de corte	Scopus, Web of Science e Science Direct: TITLE-ABS-KEY ("Smart Factory" OR "Industry 4.0" OR "Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution") AND ("slaughterhouse" OR "chicken" OR "broiler" OR "poultry" OR "meat"); PUBYEAR (all years); DOCTYPE (all documents).
EIXO D. Transferência de Tecnologia e Avicultura de corte	Scopus, Web of Science e Science Direct: TITLE-ABS-KEY ("Technology Transfer" AND ("slaughterhouse" OR "chicken" OR "broiler" OR "poultry")); PUBYEAR (all years); DOCTYPE (all documents).

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Passo 4. Pesquisa definitiva nas bases de dados. Cada base de dados foi subsidiada com as informações descritas acima, procedendo-se com a pesquisa de um tema por vez, bem como, uma combinação de temas por vez, respectivamente. Todo material obtido foi colecionado no gerenciador Mendeley®. Os resultados do passo 4 são apresentados no Apêndice A.

Passo 5. Procedimentos de filtragem. Neste passo, o material bibliográfico foi submetido aos procedimentos: i) Eliminar trabalhos em duplicidade; ii) Eliminar trabalhos fora do escopo, e; iii) Eliminar os artigos de conferências. Na sequência, somente artigos de periódicos seguem para o próximo passo, pois eles apresentam

métricas que podem ser convertidas em InOrdinatio, conforme Pagani, Kovaleski e Resende (2015, 2018). Os resultados do passo 5 apresentados no Apêndice B.

Passo 6. Identificar as métricas Fator de Impacto (IF), número de citações e ano de publicação de cada artigo. O ano de publicação é fornecido pela própria base de dados, o número de citações é obtido no Google Scholar® e o IF, na lista recente do Clarivate Analytics® da base Web of Science. Correspondentes a cada artigo, as métricas são organizadas em uma planilha eletrônica.

Passo 7. Análise InOrdinatio: InOrdinatio é um valor gerado a partir do ano de publicação (divulgação de novas pesquisas); IF (reconhecimento do periódico e grau de rigor científico nas publicações), e; Número de citações (reconhecimento do artigo pela comunidade científica). Sendo assim, artigos são ordenados, baseando-se na relevância científica acerca das métricas (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015). A Equação 1 é necessária para cálculo de InOrdinatio de cada artigo.

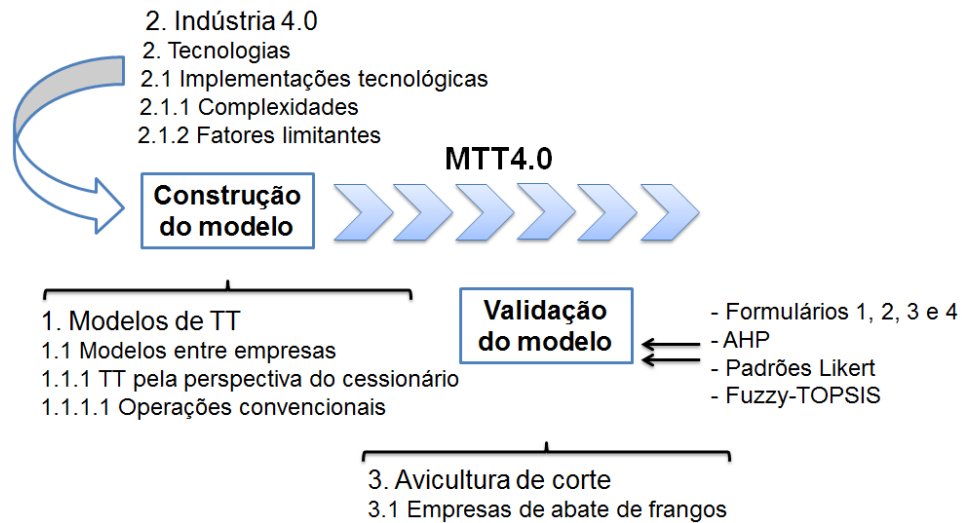
$$\text{InOrdinatio} = \left( \frac{\text{IF}}{1000} \right) + \left( \alpha \times (10 - (\text{ResearchYear} - \text{PublishYear})) \right) + (\text{Ci}) \quad (1)$$

Na Methodi Ordinatio, IF é o Fator de Impacto,  $\alpha$  é um fator de ponderação que varia de 1 a 10 a ser atribuído pelo pesquisador; ResearchYear é o ano em que foi desenvolvida a RSL; PublishYear é o ano que o artigo selecionado foi publicado; e, Ci é o número de vezes que o artigo foi citado (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015). Portanto, é possível obter estudos relevantes no que diz respeito às métricas mencionadas. Ressalta-se que juntamente com a análise de InOrdinatio (artigos com maiores valores), é utilizado o critério relevância de temas. Os resultados do passo 7 são apresentados no Apêndice C.

Passos 8 e 9. Localizar os textos em formato integral e leituras sistemáticas de artigos. Após a localização de cada artigo, procedeu-se com a leitura e análise do conteúdo do mesmo.

A partir da extensa RSL, e após levantamento e análise de modelos de TT (Apêndice D) e operações de TT (Apêndice E) foi proposto um Modelo de TT4.0 (MTT4.0), cuja TT é enfatizada sob a perspectiva do cessionário da tecnologia. O modelo apresenta seis fases e sua validação faz parte do estudo prático. A Figura 3 apresenta os principais construtos de desenvolvimento do modelo.

**Figura 3 - Principais conteúdos e procedimentos no desenvolvimento do modelo**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

Depois de elaborado, o cenário alvo foi a avicultura de corte, representada por duas empresas de abate de frangos. A seguir apresentam-se os procedimentos de aplicação do MTT4.0.

## 2.2.2 Estudo prático

### 2.2.2.1 População e amostra

Pertencente à avicultura de corte, o estudo foi realizado em duas empresas de abate de frangos, localizadas na Região Sul do Brasil. Ambas as empresas são de grande porte, considerando o número de colaboradores. A escolha ocorreu de modo a obter resultados de duas empresas de foco produtivo e porte semelhantes. Cada empresa teve o estudo prático conduzido de forma individual, adotando-se procedimentos metodológicos e número de especialistas equivalentes.

Por empresa, dois coordenadores de operações da produção participaram deste estudo, cujos procedimentos são detalhados a seguir. Todos os julgamentos foram realizados em consenso entre os especialistas. Ressalta-se que nenhuma das empresas é identificada, nem mesmo os resultados obtidos conduz tal identificação.

### 2.2.2.2 Instrumentos de coleta de dados

O Quadro 5 apresenta os instrumentos de coleta de dados e os respectivos procedimentos envolvidos na construção e aplicação dos mesmos, para este estudo.

**Quadro 5 - Instrumentos de coleta de dados e respectivos procedimentos**

<b>Instrumento</b>	<b>Procedimento</b>
Formulário 1: Lista de 12 vantagens projetadas pela Indústria 4.0 para julgamentos (Apêndice F)	<b>Construção do instrumento</b>
	Foram identificadas vantagens projetadas pela Indústria 4.0, passíveis de alcances nas organizações, conforme literatura. Após eliminar ambiguidades, definiu-se um total de 12 vantagens para julgamentos de especialistas, em posterior.
	<b>Aplicação do instrumento</b>
	Os especialistas foram convidados a julgar, baseando-se em particularidades de sua empresa, as vantagens elencadas. Neste caso, foi utilizada a Escala Fundamental de Saaty (2008). Os julgamentos foram realizados em consenso entre os especialistas.
Formulário 2: Questões relacionadas ao interesse e disponibilidade, e capacidade e condições de empresas pela Indústria 4.0 (Apêndice G)	<b>Construção</b>
	Seguindo padrões de escala Likert, foram estruturadas questões que refletem na compreensão de níveis de interesse, disponibilidade, capacidade tecnológica e condições que empresas apresentam para implementações em Indústria 4.0. Neste caso, a literatura foi fundamental aliada aos conhecimentos na área.
	<b>Aplicação</b>
	Verificou-se o interesse e disponibilidade, e, capacidade e condições da empresa em conduzir implementações tecnológicas, respectivamente, focando-se na Indústria 4.0. Para isto, foi aplicado o Formulário 2 aos mesmos especialistas.
Formulário 3: Questões relacionadas aos principais fatores inibidores de interesse e disponibilidade de empresas pela Indústria 4.0 (Apêndice H)	<b>Construção</b>
	Seguindo padrões de escala Likert, foram estruturadas questões que refletem na compreensão de fatores/barreiras à Indústria 4.0, conforme a literatura.
	<b>Aplicação</b>
	Especialistas foram convidados julgar o quanto determinado(a) fator/barreira molda o interesse e disp. da empresa pela Ind. 4.0.
Formulário 4: Tabela de critérios (Parte A) e Tabela de Tecnologias versus critérios (Parte B), para julgamentos (Apêndice I) em variáveis linguísticas	<b>Construção do instrumento</b>
	Seguindo fundamentos do Fuzzy-TOPSIS, inicialmente foi necessário definir critérios (Parte A) e tecnologias da Indústria 4.0 alvos versus critérios (Parte B). Neste estudo, na Parte A, diante da ampla discussão teórica, os seguintes critérios foram definidos: Critério 1 (C1) (atendimento à necessidade estratégica específica, se sobrepondo às diversas vantagens da Indústria 4.0); Critério 2 (C2) (capacidade da empresa, em termos de pré-requisitos tecnológicos já disponíveis), e; Critério 3 (C3) (complexidade técnica da tecnologia alvo / componentes e operacionalização, no geral). Já na Parte B do Formulário 4, 9 tecnologias pilares da Indústria 4.0 foram elencadas, bem como associadas aos critérios
	<b>Aplicação do instrumento</b>
Formulário 4: Tabela de critérios (Parte A) e Tabela de Tecnologias versus critérios (Parte B), para julgamentos (Apêndice I) em variáveis linguísticas	- Seguindo fundamentos do Fuzzy-TOPSIS, inicialmente foi necessário atribuir pesos aos critérios (baseando-se em variáveis linguísticas descritas na Tabela 6), e analisar o desempenho de cada tecnologia frente aos mesmos (Tabela 7).
	- Com relação à atribuição de pesos aos critérios (Parte A), a mesma ocorreu a partir da percepção de especialistas a cada critério, realizada em consenso.
	- Já a análise de cada tecnologia frente aos critérios (Parte B) ocorreu baseando-se em: i) Análise de desempenho da Tecnologia alvo (Tx) quanto ao Critério 1, ou seja, considerando o atendimento ao maior número possível de necessidades (as quatro principais); ii) Tx ao Critério 2, isto é, considerando a capacidade da empresa nos aspectos técnico e tecnológico, e; iii) Tx ao Critério 3, analisando-se as principais características técnicas da tecnologia.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

### 2.2.2.3 Análise dos dados

Após coleta de dados em cada empresa, procedeu-se com a análise dos mesmos, conforme o Quadro 6. Ressalta-se que esses procedimentos fazem parte da validação do modelo e, portanto, podem ser incluídos outras fontes de dados e métodos, se pertinentes, desde que adequados para mensurar elementos de TT e gerenciar decisões. Em especial, neste estudo, foram utilizados os métodos AHP, padrões Likert e Fuzzy-TOPSIS, respectivamente. Cada método foi utilizado de forma única e os valores gerados pelo AHP, por exemplo, não foi inserido no Fuzzy-TOPSIS, pois esse não era o propósito.

**Quadro 6 - Principais direcionamentos em análise dos dados**

Entrada	Suporte à análise	Saída (resultados)
Formulário 1	Emprego da Escala Fundamental de Saaty (2008) e demais procedimentos AHP	Principais vantagens projetadas pela Indústria 4.0 que se destacam na empresa, convertendo-as automaticamente em necessidades.
Formulário 2	Padrões de escala Likert	Níveis de interesse e disponibilidade da empresa, e capacidade (pré-requisitos tecnológicos) e condições para atuar em prol da Indústria 4.0.
Formulário 3		Fatores inibidores de máximo interesse e disponibilidade pela Indústria 4.0.
Formulário 4	Emprego do Método Fuzzy-TOPSIS.	Tecnologias da Indústria 4.0 (Tecnologias 4.0) mais apropriadas à empresa estudada, baseando-se em um conjunto de critérios.
Saída (todos os resultados obtidos)	Análise estratégica (perspectivas técnica e científica acerca dos achados)	Discussão dos resultados

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Conforme o Quadro 6, o primeiro método de suporte utilizado foi a Escala Fundamental de Saaty (2008) (Quadro 7), que integra o AHP. Sua escolha ocorreu pelo fato deste incluir comparações par a par entre critérios e alternativas. Neste contexto, mediante esse método foi possível verificar quais vantagens da Indústria 4.0 se sobressaem, ao analisar uma perante outra (V1 em relação à V2, V1 em relação à V3, e assim por diante), convertendo-as em necessidades estratégicas da empresa. Além disso, ao final é calculado a Razão de Consistência (RC), que indica a coerência entre os julgamentos.

**Quadro 7 - Escala fundamental AHP**

Peso	Descrição
1 - Igual importância	Dois itens contribuem igualmente com o processo decisório
3 – Importância pequena	Experiências ou julgamentos favorecem levemente um item sobre o outro
5 – Importância grande	Experiências ou julgamentos favorecem fortemente um item sobre o outro

7 - Importância muito grande	Um item é fortemente favorecido e seu domínio é demonstrado na prática
9 - Importância absoluta	A evidência que favorece um item sobre o outro é de mais alto nível
2, 4, 6 e 8 - Valores intermediários	-

Fonte: Adaptado de Saaty (2008).

Conforme Saaty (2008), demais procedimentos do AHP aplicados incluem:

– Construir matrizes de decisão AHP, e; – Determinar: Valores de vetor Eigen (obtido mediante média aritmética dos valores de cada linha da matriz para cada critério) e normalizá-los; Número principal de vetor Eigen ( $\lambda_{max}$ ) (somatório do produto do vetor Eigen pelo somatório da respectiva coluna da matriz comparativa); Índice de Consistência (Equação 2), e; Razão de Consistência (RC) (Equação 3).

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (2)$$

$$RC = \frac{IC}{IR} < 0,1 \cong 10\% \quad (3)$$

Saaty (2008) apresenta valores padronizados de IR, conforme Tabela 1.

**Tabela 1 - Valores de Índice Randômico (IR)**

<b>Dimensão de matriz (n)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>IR</b>	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45
<b>Dimensão de matriz (n)</b>	10	11	12	13	14	15	-	-	-
<b>IR</b>	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59	-	-	-

Fonte: Saaty (2008).

Conforme já apresentado no Quadro 6, outro método utilizado neste estudo foi o Fuzzy-TOPSIS. Tal escolha se justifica pela aplicabilidade deste método às situações complexas e/ou incertas (CHEN; LIN; HUANG, 2006), como é o caso das tecnologias da Indústria 4.0, onde muito ainda é difícil de ser mensurado e a efetiva implementação é escassa. Além disso, o método emprega variáveis linguísticas (Tabela 3, por exemplo), o que facilita a mensuração de alternativas em relação ao conjunto de critérios (MAGALHÃES; LIMA JÚNIOR, 2021).

Considerando o Fuzzy-TOPSIS, inicialmente é necessário definir critérios e atribuir pesos, bem como avaliar o desempenho de alternativas em relação aos critérios. Nestes casos, são adotadas variáveis linguísticas, conforme Tabelas 2 e 3, respectivamente.

**Tabela 2 - Variáveis linguísticas para critérios**

Variável	Número fuzzy
Muito Baixo (MB)	(0.0, 0.0, 0.25)
Baixo (B)	(0.0, 0.25, 0.50)
Mediano (M)	(0.25, 0.50, 0.75)
Alto (A)	(0.50, 0.75, 1.0)
Muito Alto (MA)	(0.75, 1.0, 1.0)

Fonte: Lima Júnior (2013), Siddiquie, Khan e Siddiquee (2017), Patias (2017), Magalhães e Lima Júnior (2021).

**Tabela 3 - Variáveis linguísticas para alternativas**

Variável	Número fuzzy
Muito Ruim (MR)	(0.0, 0.0, 2.5)
Ruim (R)	(0.0, 2.5, 5.0)
Mediano (M)	(2.5, 5.0, 7.5)
Bom (B)	(5.0, 7.5, 10.0)
Muito Bom (MB)	(7.5, 10.0, 10.0)

Fonte: Adaptado de Lima Júnior (2013), Siddiquie, Khan e Siddiquee (2017), Patias (2017), Magalhães e Lima Júnior (2021).

Para modelagem, as equações fundamentais adotadas são descritas em Chen (2000) e Chen, Lin e Huang (2006), sendo apresentadas na sequência.

Os resultados das atribuições às alternativas ( $A_1, \dots, A_n$ ) em relação aos critérios ( $C_1, \dots, C_n$ ), foram organizados em uma matriz de decisão  $\tilde{D}$ , expressa pela Equação 4. Por sua vez, os resultados inerentes aos pesos dos critérios foram organizados em um vetor  $\tilde{W}$ , pela Equação 5.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

$$\tilde{W} = \tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n \quad (5)$$

Por meio da Equação 6, após determinar Equações 7 ou 8 - de acordo com o conjunto pertencente, as variáveis da matriz  $\tilde{D}$  foram normalizadas.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (6)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), \text{ onde } c_j^+ = \max_i c_{ij}, \text{ se } j \in B \quad (7)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}^+}, \frac{a_j^-}{b_{ij}^+}, \frac{a_j^-}{a_{ij}^+} \right), \text{ onde } a_j^- = \min_i a_{ij} \text{ se } j \in C \quad (8)$$

A matriz ponderada  $\tilde{V}$  foi obtida por meio da Equação 9. Essa matriz inclui a multiplicação dos elementos  $\tilde{r}_{ij}$  da matriz normalizada  $\tilde{R}$  pelos pesos  $\tilde{w}_j$ , conforme a Equação 10.



$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad (9)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \times \tilde{w}_j \quad (10)$$

Na sequência, foram determinados o vetor de Solução Fuzzy Ideal Positiva (FPIS) e o vetor de Solução Fuzzy Ideal Negativa (FNIS), conforme Equações 11 e 12, respectivamente. De acordo com Chen (2000), valores componentes de solução ideal podem ser definidos como  $\tilde{v}_1^+ = (1,1,1)$  e  $\tilde{v}_1^- = (0,0,0)$ .

$$A^+ = \{\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_j^+, \dots, \tilde{v}_m^+\} \quad (11)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_j^-, \dots, \tilde{v}_m^-\} \quad (12)$$

Já a distância  $D_i^+$  entre valores de FPIS e os resultados de alternativas, e a distância entre valores de FNIS e os resultados de alternativas  $D_i^-$  são definidas por meio das Equações 13 e 14, respectivamente. Nas equações,  $d(.,.)$  indica distância entre dois números fuzzy, conforme o Método Vertex (CHEN, 2000). No caso de números fuzzy do tipo triangular, é necessário encontrar valores de  $d(\tilde{X}, \tilde{Z})$ , utilizando-se a Equação 15.

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+) \quad (13)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad (14)$$

$$d(\tilde{X}, \tilde{Z}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(1_x - 1_z)^2 + (m_x - m_z)^2 + (U_x - U_z)^2]} \quad (15)$$

Por fim, por meio da Equação 16, foi calculado o coeficiente de aproximação ( $CC_i$ ). De acordo com Chen (2000), ele representa o desempenho geral de cada uma das alternativas, cuja alternativa de melhor desempenho global é indicada (quanto mais próximo este resultado estiver de 1.0).

$$CC_i = \frac{D_i^-}{(D_i^+ + D_i^-)} \quad (16)$$

Por fim, após análise dos dados mediante coleta e aplicação de métodos específicos, procedeu-se com a análise estratégica, que consiste basicamente em refletir e discutir sobre a Transferência de Tecnologias 4.0 na avicultura de corte.

Considerando o modelo proposto, a TT4.0 não foi executada em termos de análise de tecnologias no mercado fornecedor, negociações, instalação e gestão,

pois essas operações dependem exclusivamente da empresa e se estendem por períodos maiores de tempo.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Transferência de Tecnologia

O processo de Transferência de Tecnologia (TT) pode ser definido como a transferência de dispositivos físicos, procedimentos técnicos, *know-how* (conjunto de habilidades) ou informações de uma organização ou pessoa para outra (BOZEMAN, 2000). Hameri (1996) define TT como um processo que visa disseminar e adquirir conhecimento, experiência e/ou artefatos correlacionados. Este processo implica em movimentação, disseminação e absorção de tecnologias entre fontes interessadas, diretamente (BESSANT; RUSH, 1995) com propósitos de que certa tecnologia seja utilizada por outra organização, setor ou área, muitas vezes totalmente diferente de sua origem (RAITT; MAREK; BRISSON, 2003).

TT é um processo essencial, pois rege operações complexas relacionadas à absorção e à disseminação de tecnologias, conhecimento, entre outros elementos a serem gerenciados (SEATON; CORDEY-HAYES, 1993; HAMERI, 1996). Portanto, sua complexidade está vinculada aos processos técnicos e políticos, às decisões quanto ao tipo de tecnologia, procedimentos legais e aos aspectos determinantes e limitantes específicos (HENSENGERTH, 2018). As tecnologias possuem formas e composições distintas; Por este motivo, algumas podem ser facilmente incorporadas aos sistemas da organização (como produção), já outras requerem operações mais complexas (TATIKONDA; STOCK, 2003).

A complexidade da TT tem sido analisada por um número crescente de pesquisadores, pois não é um evento instantâneo. Ela demanda a aplicação de recursos, tempo, especialização e vínculos colaborativos entre os interessados (o desenvolvimento e a entrega de uma tecnologia pode não estar limitado a um único fornecedor, mas múltiplos fornecedores) (BESSANT; RUSH, 1995).

Por motivos como busca por melhor desempenho interno ou no mercado, implementação de estratégias e/ou cumprimento de obrigações, as organizações devem adquirir tecnologias, conhecimento e experiências de outras fontes (SILVA *et al.*, 2015). Por meio da TT, as organizações adquirem tecnologias para apoiar os seus processos de produção em termos de melhor desempenho produtivo, aumento de produtividade, qualidade, redução de custos e outras vantagens (ZAMMAR *et al.*,

2015). Enquanto uma área de gestão estratégica, a TT engloba abordagens teóricas e empíricas, conforme apresentadas no Quadro 8.

**Quadro 8 - Principais abordagens em Transferência de Tecnologia**

<b>Abordagem</b>
- Particularidades da TT (características, principais elementos, estrutura, entre outros).
- Análise de papéis desempenhados na TT (atores e interessados).
- Políticas de TT.
- Fatores que influenciam o sucesso do TT.
- Estudos de barreiras à TT.
- Estudos de mecanismos de TT (tipos, características, contribuições e complementaridade).
- Desenvolvimento de modelos de TT.
- Definição e análise de estratégias para TT.
- Efeitos e impactos da TT na gestão organizacional ou industrial.

**Fonte: Silva, Kovaleski, Pagani (2021a).**

Uma série de elementos atua na Transferência de Tecnologia, inseridos nas abordagens já mencionadas. Esses elementos são detalhados a seguir.

### 3.1.1 Particularidades e elementos da Transferência de Tecnologia

O processo de TT é influenciado por alguns determinantes, como políticas, características de atores, características e condições dos intermediários (CALDERA; DEBANDE, 2010) e variações de mecanismos e de modelos de transferências (CUNNINGHAM; O'REILLY, 2018). Bozeman (2000) e Bozeman, Rimes e Youtie (2015) consideram os principais itens que atuam no desempenho da TT, a definir, as características do agente/fonte/ator de transferência, as características do objeto de transferência, as características dos meios de transferência e as características e condições do ambiente demanda. Os autores definem esses itens como:

- Cedente e cessionário (agente/fonte): Este primeiro se refere ao indivíduo, à instituição, organização ou entidade que busca disseminar a tecnologia, e o outro é aquele que absorve a tecnologia;

- Objeto de transferência: Se refere ao conteúdo e ao formato do que será transferido, como uma tecnologia e suas composições;

- Meio de transferência: É o veículo formal ou informal, cuja tecnologia é movimentada e transferida. Também pode ser denominado de canal ou mecanismo de TT, e;

- Ambiente de demanda: Se refere ao conjunto de fatores de mercado e de outros contextos, não necessariamente de mercado, pertencentes às necessidades do objeto transferido.

Os itens definidos, suas características e demais aspectos correlacionados atuam no desempenho da TT, implicando em resultados favoráveis, desafios de gestão ou comprometimento de investimentos e esforços alocados. Eles podem ser medidos em termos de facilidades nos processos da TT, vínculos criados, retorno financeiro, ganhos por parte do cedente e do cessionário, entre outros.

#### 3.1.1.1 Estrutura do processo de Transferência de Tecnologia

Três fluxos estão ativos no processo de TT: O primeiro fluxo engloba bens de capital e equipamentos, proporcionando um aumento da capacidade de produção do cessionário, por exemplo; O segundo fluxo inclui as habilidades e os modos de operacionalização do bem transferido, e; O terceiro fluxo engloba o conhecimento e experiências para criar e gerenciar mudanças tecnológicas (PUEYO *et al.*, 2011).

A Transferência de Tecnologia rege não apenas a movimentação física de tecnologias de um ambiente para outro, mas também sua gestão nos ambientes organizacionais (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2020b). Neste sentido, dependendo das características da transferência, como finalidades e usos, tipo de tecnologia e os destinos, o processo de TT pode apresentar estruturas distintas, a definir:

- Representação de um conjunto de estruturas de TT (configuração de fases) quando a TT é analisada pela perspectiva do cedente (Quadro 9) e pela perspectiva do cessionário (Quadro 10).

**Quadro 9 - Estrutura da TT em empresa\* e em universidade\*\*, ambos na perspectiva do cedente**

<b>Questão básica</b>	<b>Modelo* de Sung e Gibson (2000)</b>	<b>Modelo* de Boh, De-Haan e Strom (2016)</b>	<b>Modelo** de Hilkevics and Hilkevics (2017)</b>
Que tipo de tecnologia será desenvolvido?	i) Criação	i) Geração de ideias	i) Pesquisa e descoberta
Como proceder após formulação de uma ideia ou conceito?	ii) Compartilhamento	-	ii) Divulgação da invenção ao Escritório de Transferência de Tecnologia
Para fins de viabilidade, quais elementos da tecnologia são demonstrados para as partes interessadas? Como são as suas formas e meios de apresentação?	iii) Implementação	ii) Geração de protótipos e estabelecimento de ações para viabilização comercial e técnica	iii) Avaliação da descoberta, em termos de viabilidade.
Quem se beneficiará com a tecnologia? Em que escala de mercado?	-	iii) Determinação da estratégia e processo de comercialização de tecnologia	-
Como estabelecer direitos pessoais e/ou institucionais da tecnologia?	-	-	iv) Depósitos e patentes
De que forma criar redes de partes interessadas por meio da venda e compra de tecnologia?	-	iv) Arrecadação de fundos para apoiar as atividades de mercado interno	-
Como promover a circulação da tecnologia fabricada no mercado?	iii) Comercialização	v) Comercialização	v) Comercialização para agentes interessados
Se possível, como a tecnologia pode ser aprimorada para um público específico?	-	-	vi) Adaptação da tecnologia criada
Como a tecnologia pode ser constantemente aperfeiçoada? Quais são os processos para tal propósito?	-	-	vii) Gestão de tecnologia

Fonte: Autoria própria (2022).

Quadro 10 - Estrutura da TT em empresa, na perspectiva do cessionário

Questão básica	Bessant e Rush (1995)	Deitos (2002)	Grange e Buys (2002)	Jagoda e Ramanathan (2003, 2009)	Rani <i>et al.</i> (2018)
Quem necessita da tecnologia? (pessoa, organização, ambiente, processo, outra tecnologia, sistema)	-	-	-	-	-
Quais são os motivos para adquirir uma tecnologia?	i) Reconhecimento inicial da oportunidade ou necessidade	-	i) Identificação de necessidades	i) Detecção de oportunidades e identificação de tecnologias	i) Aquisição de tecnologia (propósito)
Que tipo de tecnologia atende aos requisitos formulados anteriormente?	ii) Comparação de recursos	-	ii) Pesquisa de tecnologia		ii) Escolha de tecnologia
Em um grupo de tecnologias semelhantes ou substitutas, qual se apresenta mais apropriada?	iii) Seleção de tecnologia	i) Seleção de tecnologia	iii) Avaliação da tecnologia escolhida	ii) Pesquisa de tecnologia no mercado	-
Como obter direitos legais da tecnologia alvo?	iv) Aquisição	ii) Seleção de fornecedores e negociação	-	iii) Negociações	iii) Termos de Condições do TT
Como se preparar para adquirir a tecnologia?	-	-	-	iv) Planejamento de ação para TT	iv) Criação de capacidade para TT
Como integrar a tecnologia na empresa?	v) Implementação e uso de longo prazo	iii) Execução do processo de implementação	-	v) Implementação de tecnologia	v) Aquisição de tecnologia (ação)
Quais são os modos de explorar uma tecnologia instalada?	-	iv) Assimilação de tecnologia transferida	iv) Execução de TT	-	-
Quais melhorias são aplicáveis à tecnologia?	-	v) Adaptação e melhorias	v) Personalização da tecnologia	-	-
Como garantir um processo de TT cada vez mais eficiente? E como explorar tecnologias complementares?	-		vi) Implementação de melhorias	-	-

Fonte: Autoria própria (2022).

### 3.1.2 Atores de Transferência de Tecnologia

No contexto de atores de transferência, entre as denominações estão fontes, agentes ou outros, conforme apresentados no Quadro 11.

**Quadro 11 - Definições de atores de Transferência de Tecnologia**

<b>Ator</b>	<b>Descrição</b>
Cedente	Eles têm por objetivo principal transferir a tecnologia para outras partes interessadas (BOZEMAN, 2000, BOZEMAN, RIMESB; YOUTIE, 2015).
Emissor	
Doador	
Provedor	
Transmissor	
Cessionário	Eles têm por objetivo principal adquirir e absorver tecnologias de fornecedores especializados (BOZEMAN, 2000, BOZEMAN, RIMESB; YOUTIE, 2015).
Receptor	
Destinatário	
Recebedor	

**Fonte: Autoria própria (2022)**

As combinações de atores mais utilizadas são emissor e receptor, cedente e cessionário, doador e destinatário. Atores de TT podem ser entidades institucionais, jurídicas ou pessoas (BLIZNETS; KARTSKHIYA; SMIRNOV, 2018), instituições ou empresas internacionais e nacionais (HENSENGERTH, 2018), organização de base comercial ou não comercial, empresas estatais e privadas, universidades, centros de pesquisas, empresários (BLIZNETS; KARTSKHIYA; SMIRNOV, 2018), estudantes e cientistas (CUNNINGHAM; O'REILLY, 2018).

Embora vários atores estejam diretamente envolvidos nas operações de TT, também surgem outros representantes e apoiadores que se beneficiarão com a TT, como uma empresa, governo, universidade (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000) e a própria sociedade (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009).

O processo de TT envolve basicamente duas condições mínimas, a fonte emissora responsável pela transferência e a fonte receptora, que deve ser capaz de absorvê-la (TAKAHASHI, 2005). As transações em TT não são, necessariamente, baseadas em contextos colaborativos um para um, mas também podem ser um para muitos ou entre muitos (BESSANT; RUSH, 1995).

### 3.1.3 Políticas de Transferência de Tecnologia

Na Transferência de Tecnologia (TT) questões políticas devem ser incluídas em relação ao tipo de tecnologia a ser transferida, aos procedimentos fiscais e legais (HENSENGERTH, 2018), fatores determinantes de mercado, legislação e outros.



Instituições governamentais, órgãos de supervisão, empresas de serviços e instituições financeiras estabelecem e fazem cumprir os padrões, leis, regulamentos e diretrizes nos cenários local, regional, nacional e internacional com propósitos de instruir o desenvolvimento, aquisição, movimentação e o uso de certa tecnologia por fontes interessadas. De acordo com Danquah (2018), as políticas e os investimentos são fundamentais para facilitar a TT.

As políticas de TT são formuladas para promover e proteger as tecnologias (BELLAI; GUICHARD, 2006), minimizar impactos em áreas ou setores específicos (KING; NOWACK, 2003), fortalecer sistemas de TT e inovações (CUNNINGHAM *et al.*, 2019), fortalecer vínculos colaborativos internos e estimular a comercialização de tecnologias (AGARWAL; AMBER LI; WHALLEY, 2015), principalmente.

Mudanças institucionais e legais, como, por exemplo, a da Lei Bayh-Dole Act de 1980, nos Estados Unidos, implicaram em melhorias no patenteamento e no licenciamento de instituições de pesquisa (CASTILLO *et al.*, 2018), e permitiu que as universidades comercializassem direitos de patentes financiados pelo governo. Em outros países, políticas semelhantes também foram gradualmente adotadas (DIAS; PORTO, 2018). De acordo com Jefferson *et al.* (2017), as políticas de propriedade intelectual regem aspectos como tipos de direitos abrangentes, a propriedade e a proteção dos direitos de patente, a gestão de conflitos de interesse, restrições, atribuições e deveres para com os envolvidos na TT.

Outras políticas visam garantir o financiamento institucional para pesquisa, inovação, desenvolvimento e comercialização de tecnologia (KOSCHATZKY; HEIJS, 2018) por meio da promoção de pesquisa, proteção de direitos, redução de custos de transferência, entre outros estímulos (AUDRETSCH *et al.*, 2016). Apesar disso, as políticas também podem ser obstáculos em processos específicos de TT.

Conforme Etzkowitz e Leydesdorff (2000): A indústria atua como fonte de produção de bens e serviços e, portanto, necessita de tecnologias; A universidade é provedora de conhecimento e mão de obra, e; O governo tem o principal papel de regulamentar a gestão de recursos públicos e gerar subsídios de TT (VAN HORNE; DUTOT, 2017). Sendo assim, o governo é um importante difusor de políticas, porém elas também são ditadas pelas empresas e por outros atores da TT. Basicamente, essas políticas abrangem questões ambientais, culturais, econômicas, de interesses particulares, entre outras formas e naturezas.

### 3.1.4 Fatores de Transferência de Tecnologia

Uma variedade de fatores pode influenciar, positiva ou negativamente, os resultados da TT. Grupos de fatores apresentam-se como decisões planejadas e conduzidas pelos gestores, estratégias, indicadores, prevalência de barreiras, entre outros. No caso de barreiras, se forem gerenciadas adequadamente, elas podem ser convertidas em Fatores Críticos de Sucesso (FCS).

#### 3.1.4.1 Barreiras à Transferência de Tecnologia

As barreiras à TT são provenientes de naturezas e características distintas. Na ausência de gestão ou incorretamente, elas comprometem a eficácia esperada pela TT em organizações (KUMAR; LUTHRA; HALEEM, 2015). Uma diversidade de estudos se propõe em identificar essas barreiras.

Jung (1980) classifica as barreiras à TT em quatro categorias. São elas:

- Cultural: Dificuldade de comunicação por comunicação ineficiente e formas de linguagem; divergência de entendimentos; costumes; desconfianças; estereótipos de pessoas, entre outras;
- Geográfica: Localização e distância geográfica;
- Organizacional: No geral, todas as restrições sobre a comunicação intra ou entre organizações representam barreiras à TT, como as limitações de gestão nas telecomunicações; documentação irregular; procedimentos burocráticos excessivos; falta de estímulos; falhas de comunicação; entre outros;
- Pessoal, individual ou coletivo: Falta de interesse; capacidades técnicas ou gerenciais limitadas, por parte do cedente e/ou cessionário, e; desconfianças.

Akhavan, Bagheri e Jabbari (2008) classificam as barreiras à TT em:

- Tecnológica: Falta de infraestrutura ou condições precárias em tecnologia e recursos, e; tecnologia disponível inadequada;
- Econômico: Falta de recursos financeiros, e; incertezas;
- Institucional: Falta de apoio gerencial; falta de infraestrutura organizacional; resistência aos riscos e mudanças; idioma, e; cultura, e;
- Político: Conjuntos de regulamentos; incentivos e recompensas inflexíveis; falta de interesse, e; falta de incentivos.

Duan, Nie e Coakes (2010) definem as barreiras à TT em três categorias, no que diz respeito ao: i) Conteúdo da tecnologia (refere-se à consistência do que será

transferido entre atores); ii) Contexto interativo (é o ambiente físico ou virtual onde ocorre a Transferência de Tecnologia), e; iii) Atores - cedente e cessionário (eles são responsáveis por compartilhar e absorver tecnologia, respectivamente, e suas ações podem favorecer o surgimento de barreiras). Baseando-se nestas categorias, Silva, Kovalski e Pagani (2018) apresentam as seguintes barreiras:

i) Barreiras inerentes à tecnologia: Complexidade da tecnologia em relação ao conhecimento incorporado e à sua composição; atributos da tecnologia, e; modos de operacionalização;

ii) Barreiras de contexto interativo: Cooperação deficiente entre o cedente e cessionário; falta de planejamento nas diversas atividades; linguagem global; falha na comunicação (escrita e/ou oral, virtual e/ou técnica); ausência de estímulos; falta de investimentos; localização geográfica (condições do ambiente), e; incertezas com a aplicação da tecnologia, e;

iii) Barreiras inerentes aos atores da TT: Conhecimento e experiência sobre a tecnologia; capacidades técnicas de compartilhamento da tecnologia; habilidades; desconfianças; falta de interesse; linguagens; falhas de comunicação e capacidades descentralizadas de absorção de tecnologia.

Em Namazi e Mohammadi (2018), a TT e o desenvolvimento econômico de um país são influenciados pelos modos como os recursos naturais são utilizados e gerenciados, por políticas governamentais e processos de inovação. Conforme os autores, um país dependente, economicamente, de um determinado recurso natural (petróleo, por exemplo) pode comprometer seu desenvolvimento interno, pois outras atividades industriais podem ficar estagnadas.

Pagani *et al.* (2019) classificaram as barreiras à TT em quatro dimensões: i) Humana (aspectos culturais e relações colaborativas, motivação e capacidades de absorção e retenção de tecnologia); ii) Organizacional (procedimentos de gestão); iii) Estratégica (estratégias organizacionais e governamentais e estratégias de ensino e pesquisa), e; iv) Financeiros (custos e riscos financeiros).

De maneira geral, outras barreiras à TT são falta de recurso financeiro, falta de cooperação e desconfianças entre os atores e apoiadores (PEREZ; SÁNCHEZ, 2003; BURHANUDDIN *et al.*, 2009; KIRBY; EL-HADIDI, 2019), falta de interesses, falta de informações e conhecimento sobre ambientes interno e externo, tecnologias e mercado (PEREZ; SÁNCHEZ, 2003; TOSCANO; MAINARDES; LASSO, 2017), incertezas nos investimentos e invisibilidade (PEREZ; SÁNCHEZ, 2003; TOSCANO;

MAINARDES; LASSO, 2017), procedimentos técnicos inconsistentes, falta de mão de obra qualificada, excesso de burocratização e dificuldades em adquirir o apoio de especialistas e trocas de experiências (BURHANUDDIN *et al.*, 2009).

### 3.1.5 Mecanismos de Transferência de Tecnologia

O mecanismo de TT é o meio formal ou informal, ou canal, através do qual a tecnologia é movida e transferida (BOZEMAN, 2000; BOZEMAN; RIMES; YOUTIE, 2015). Ele facilita o direcionamento e a execução de atividades e/ou operações para transferência desejada. De acordo com Zammar *et al.* (2015), mecanismos permitem que tecnologias, técnicas e novos conhecimentos sejam transferidos entre empresas e outras organizações. Os principais mecanismos de TT são descritos no Quadro 12.

**Quadro 12 - Mecanismos de Transferência de Tecnologia**

<b>Principal ator ou vínculo</b>	<b>Mecanismo</b>	<b>Autor</b>
Universidade. Centro de pesquisa (estudantes, pesquisadores, cientistas e professores)	Procedimentos no Escritório de Transferência de Tecnologia	Zammar <i>et al.</i> (2015)
	Patente e licenciamento	Pinto <i>et al.</i> (2015), Zammar <i>et al.</i> (2015)
	<i>spin-off</i> ou <i>spin-out</i>	Luz <i>et al.</i> (2013), Baglieri, Baldi e Tucci (2018)
	Grupo de pesquisa	Pinto <i>et al.</i> (2015), Zammar <i>et al.</i> (2015)
	Projeto de extensão universitária	
	Curso profissionalizante. Curso universitário	
Publicação científica. Periódicos científicos	Bekkers e Freitas (2008), Zhang e Gallagher (2016), Ferraro e Lovanella (2017), Urban (2018)	
Universidade e empresa (estudantes, cientistas, professores, empresários e gerentes)	Conferências nacional e internacional	Bekkers e Freitas (2008), Zhang e Gallagher (2016), Ferraro e Lovanella (2017)
	<i>workshops</i>	
	<i>Benchmarking</i>	Pinto <i>et al.</i> (2015), Zammar <i>et al.</i> (2015)
	Treinamento	Luz <i>et al.</i> (2013) Kirby e El-Hadidi (2019)
	Consultorias	Bekkers e Freitas (2008)

Universidade e empresa (estudantes, cientistas, professores, empresários e gerentes)	Pesquisa contratual	Bekkers e Freitas (2008), Zammar <i>et al.</i> (2015) Kirby e El-Hadidi (2019)
	Desenvolvimento colaborativo de P&D	Bekkers e Freitas (2008), Zhang e Gallagher (2016), Ferraro e Lovanella (2017)
	Serviços contratados	Zammar <i>et al.</i> (2015)
	Mecanismos específicos dentro da vigilância tecnológica	
Universidade e governo (estudantes, gerentes e formuladores de políticas)	Implementação de centros de desenvolvimento de tecnologia	Luz <i>et al.</i> (2013), Zammar <i>et al.</i> (2015)
	Programas de gestão de tecnologia	
Universidade, governo e empresa (pesquisadores, estudantes e gestores)	Parque tecnológico	Pinto <i>et al.</i> (2015), Zammar <i>et al.</i> (2015)
	Treinamento	
	Programa de educação continuada	
	Treinamento de recursos humanos	
	Mobilidade intelectual	Zhang e Gallagher (2016), Urban (2018), Pagani <i>et al.</i> (2019)
	Patrocínio de P&D	Zammar <i>et al.</i> (2015)
	Incubadora de empresas	Luz <i>et al.</i> (2013), Zammar <i>et al.</i> (2015)
	Doações e bolsas de pesquisa Promoção de pesquisa	Zammar <i>et al.</i> (2015)
Governo e empresa (formuladores de políticas e gestores)	Bolsas de graduação e pós-graduação	Zammar <i>et al.</i> (2015)
	Incentivos	
	Laboratórios governamentais	
Empresa	Investimento estrangeiro direto	Zhang e Gallagher (2016), Urban (2018)
	Acordos de licenciamento	Zhang e Gallagher (2016)
	Empresa subcontratada	Zhang e Gallagher (2016), Ferraro e Lovanella (2017)
	Alianças estratégicas entre empresas	Zhang e Gallagher (2016), Ferraro e Lovanella (2017)
	Compra de tecnologia. Importações	Zhang e Gallagher (2016)
	Contratos de licença, assistência técnica e subcontratação para <i>joint venture</i>	Dinmohammadi e Shafiee (2017)

Fonte: Autoria própria (2022).

Existem mecanismos formais e informais. Mecanismos formais são aqueles que incluem algum instrumento legal na TT, na forma de patente, licença ou acordos de *royalties*, já os mecanismos informais atuam mediante os processos informais de comunicação, como assistência técnica e consultorias (LINK; SIEGEL; BOZEMAN, 2007).

Os mecanismos de TT não se distribuem igualmente ao mesmo grupo de atores, gerando-se vínculos colaborativos entre eles e intermediários. Na TT entre instituições de ensino e pesquisa, Hewitt-Dundas (2012) considera os mecanismos, patentes, licenças, atividades de *spin-out*, pesquisa colaborativa. Em universidades, Bercovitz e Feldmann (2006) destacaram as pesquisas patrocinadas, as licenças de propriedade intelectual, recrutamento e *spin-out* de estudantes.

Grimpe e Hussinger (2013) apresentam mecanismos para colaboração entre universidade e empresa, a definir, a pesquisa colaborativa, contrato de pesquisas, consultoria, licenciamento e aquisição de tecnologias por meio de compras.

Gausemeier *et al.* (2016) listam os mecanismos de TT, porém o foco está na relação interativa entre fornecedor de tecnologia e indústria (duas empresas), a citar material de ensino e aprendizagem, manuais de instrução e uso, palestras, cursos, estágios, vídeos instrutivos, visitas técnicas, artigos, feiras tecnológicas, congressos, consultorias, assistência técnica, aquisição de tecnologias por compras, patentes, licenças, pesquisas contratuais, o investimento direto e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

### 3.1.6 Modelos de Transferência de Tecnologia

Para atender às necessidades de organizações, modelos são utilizados em TT. Esses modelos podem ser classificados em qualitativos (possuem finalidades de descrever as etapas ou certas atividades para gerenciamento da transferência, além dos fatores que influenciam sua eficácia) e quantitativos (objetivam em quantificar, medir e analisar parâmetros em TT) (SINGH; AGGARWAL, 2010).

A adoção de um modelo de TT auxilia no alcance da transferência desejada (SILVA; VIEIRA JÚNIOR; LUCATO, 2013). O modelo adequado é aquele que melhor atende às características e às expectativas da organização e que contempla as características da tecnologia alvo (CARVALHO; CUNHA, 2013). No Apêndice D um portfólio detalhado de modelos de TT é apresentado. Cada modelo possui estrutura particular e auxilia organizações na gestão de tecnologias, políticas, barreiras, entre outros elementos, e subsidiam decisões em TT.

## 3.2 Indústria Inteligente

Indústria inteligente é uma solução em fabricação que fornece processos de produção flexíveis e adaptáveis para resolver problemas complexos (RADZIWON *et al.*, 2014). Este conceito utiliza tecnologias de comunicação, computação e controle para atender às demandas industriais (CHEN *et al.*, 2017). Segundo Lee (2015), a indústria inteligente é a integração de todos os recentes avanços tecnológicos. Para Phukan (2020) um conceito inteligente é aquele que, quando implementado, implica em maior produtividade e eficiência no processamento de recursos, empregando-se tecnologias digitais.

Diante dos conceitos de indústria inteligente descritos, tem-se a Indústria 4.0 atuante como parte integrante da indústria inteligente. As principais particularidades dela são apresentadas a seguir.

### 3.2.1 Indústria 4.0

A Indústria 4.0 se refere à abordagem de configuração industrial, também expressa pelos termos "Industrie 4.0" e Quarta Revolução Industrial (ANDERL, 2014; DRATH; HORCH, 2014). O termo Indústria 4.0 foi discutido pela primeira vez na Alemanha durante a Feira tecnológica de Hannover, realizada em 2011 (DRATH; HORCH 2014). Como país precursor, a Alemanha vem realizando mudanças nos ambientes industrial e organizacional (LEE; KAO; YANG, 2014), tendo como base a implementação de novas técnicas de produção, materiais e escolha diversificada de tecnologias digitais (LALANDA; MORAND; CHOLLET, 2017).

De acordo com Leyh *et al.* (2017), a Indústria 4.0 descreve a transição da produção centralizada para um modo de produção muito flexível e autocontrolado. Na produção, os produtos e todos os sistemas afetados, bem como todas as etapas do processo da engenharia são digitalizados e interconectados para compartilhar e transmitir informações e distribuí-las pelas cadeias de valor verticais e horizontais. A Indústria 4.0 é uma rede inteligente de máquinas e processos industriais, formada por Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para a conectividade física e digital de recursos (BMW, 2018). É um conjunto de sistemas interconectados, cujos fluxos de dados e informações são otimizados (SHAO *et al.*, 2020).

A Indústria 4.0 baseia-se no conceito de Indústria Inteligente. Seu propósito de aplicação é usar a digitalização para projetar, construir e desenvolver um cenário

virtual que guiará decisões em um cenário físico (KUMAR; NAYYAR, 2020). Em outras palavras, a Indústria 4.0 é apresentada como um importante tema de estudo. Do ponto de vista técnico, sua ideia principal é trazer nas empresas a intensificação do uso de recursos digitais e virtuais (OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016).

A Indústria 4.0 abrange os seis princípios (MANAVALAN; JAYAKRISHNA 2019): i) Virtualização (réplicas virtuais de processos físicos em dados digitais); ii) Interoperabilidade (capacidade de equipamentos e componentes se interconectarem via internet); iii) Descentralização (capacidade de sistemas interconectados gerar e aplicar decisões autônomas); iv) Capacidade em tempo real (a troca simultânea de informações entre sistemas); v) Orientação ao serviço (capacidade do sistema de fornecer serviços e funcionalidades às partes interessadas por meio da internet), e; vi) Modularidade (adaptação dos sistemas às alterações ou disfunções que possam ocorrer, adicionando ou substituindo módulos operacionais).

Kumar e Nayyar (2020) descrevem quatro elementos físicos da Indústria 4.0, a definir:

- Sensores inteligentes: Os sensores são capazes de coletar dados sobre produtos e ambientes, fornecer capacidade de compreensão e medição;
- Controles: Os sistemas de controle monitoram as condições de trabalho e de funcionamento de máquinas e processos;
- Conectividade: A comunicação entre dispositivos é possível por meio da conectividade e rede, utilizando internet e tecnologias específicas como roteadores e servidores. Os dispositivos se interagem e executam suas respectivas funções, e;
- Fabricação inteligente: As fábricas inteligentes possuem um conjunto de sistemas flexível, permitindo a auto otimização de desempenho em uma ampla rede com auto adaptação às situações diversas, em tempo real.

### 3.2.1.1 Tecnologias da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 engloba uma nova geração de tecnologias, existentes ou em estudos e testes, por meio de avanços tecnológicos em TIC, robótica, entre outras áreas (ROBLA-GÓMEZ *et al.*, 2017).

Uma mudança acentuada no setor industrial corresponde a um processo avançado de automação e digitalização, combinando recursos físicos e virtuais e da internet (BELLI *et al.*, 2019). Neste contexto, são introduzidas tecnologias industriais recentes de internet, sensores inteligentes, computação em nuvem, análise preditiva



de dados por Big Data e técnicas de simulações (LEE, 2015). Com a Indústria 4.0, a adoção de tecnologias como Internet das Coisas, computação em nuvem, análise de Big Data, sensores inteligentes, robótica, entre outros, está sendo realizada (SHAO *et al.*, 2020). Essas tecnologias são denominadas de Tecnologias 4.0.

Seguindo o conceito de Indústria 4.0, muitos componentes, como sensores, dispositivos mecatrônicos e/ou subsistemas de controle conectados à rede são agrupados em dispositivos de controle físico maiores (embutidos em máquinas) e coletam dados e informações em tempo real (HARRISON; VERA; AHMAD, 2016). A Internet das Coisas (IoT), por exemplo, possibilita a interconexão de sensores e dispositivos, enriquecendo dados (ALAMDAR; KALANTARI; RAJABIFARD, 2017).

O conjunto de dados e informações, coletado por diferentes sensores e/ou outros componentes, pode se tornar auto-organizado em uma rede e mover-se dinamicamente, de acordo com o comportamento real dos processos de produção (SMIRNOV; SANDKUHL; SHILOV, 2013). Esse conjunto é então analisado por meio de tecnologias como Big Data e ferramentas analíticas. Os dados coletados são processados por sistemas eletrônicos específicos (PICCIANO, 2012) e armazenados na nuvem para facilitar a colaboração entre as organizações e as pessoas que operam na mesma cadeia de suprimentos.

Algumas tecnologias são consideradas pilares fundamentais do conceito de Indústria 4.0. São elas (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2020a):

- Sistema Cibernético Físico (CPS);
- Internet das Coisas (IoT);
- Big Data Analytics;
- Computação em Nuvem;
- Realidade Aumentada (AR);
- Realidade Virtual (VR),
- Infraestrutura integrada com redes *wireless*, e;
- Inteligência artificial nas formas de robôs e de *softwares*.

No Quadro 13 são apresentadas as principais aplicações de tecnologias pilares da Indústria 4.0.

**Quadro 13 - Tecnologias pilares da Indústria 4.0 e respectivas aplicações**

<b>Tecnologia</b>	<b>Aplicação</b>
Sistema Cibernético Físico (CPS)	As aplicações de CPSs incluem o gerenciamento da produção industrial, gerenciamento de dispositivos médicos (LETICHEVSKY <i>et al.</i> , 2017), de sistemas automotivos, sistemas militares, controle de processos, distribuição de energia, controle de aeronaves em circulação, entre outros (LEE, 2015). Eles visam projetar produtos melhores, aumentar a eficiência dos processos técnicos e do atendimento ao cliente e criar novos serviços (HERTERICH; UEBERNICKEL; BRENNER, 2015).
Internet das Coisas (IoT).	É um tipo de rede usada para conectar objetos e coisas à rede, fornecendo transmissão confiável e processamento inteligente de informações (LIU <i>et al.</i> , 2017), prever falhas, melhorar o desempenho do sistema e monitorar sistemas (ANNUNZIATA; BILLER, 2014), ambientes (XU <i>et al.</i> , 2018) e pessoas (MISBAHUDDIN <i>et al.</i> , 2018). A IoT permite a captura de dados e eventos de fontes distintas para decisões consistentes (HUNG, 2017). Miorandi <i>et al.</i> (2012) descrevem algumas das aplicações da IoT: Cuidados em saúde (monitoramento de parâmetros do paciente, como temperatura corporal, pressão arterial e atividade respiratória); Gestão de produtos (gestão de estoque e distribuição, embarque e rastreamento de produtos); Cidades inteligentes (otimizar a infraestrutura física de uma cidade, o consumo de energia e geração de resíduos); Gestão de transporte (rastreamento de veículos e tráfego rodoviário); Monitoramento ambiental (detecção distribuída de fenômenos naturais como temperatura, vento e precipitação); Entre outros.
Big Data Analytics	Big Data auxilia principalmente nos processos de tomada de decisão de diferentes naturezas e propósitos (KAMBATLA <i>et al.</i> , 2014; RÜßMANN <i>et al.</i> 2015; WITKOWSKI, 2017), melhorias na produção e qualidade do produto, garante a eficiência do equipamento e auxilia na tomada de decisão em tempo real (RÜßMANN <i>et al.</i> , 2015), suporte de atendimento personalizado ao cliente, análise de dados históricos de segurança da internet, monitoramento e diagnóstico de doenças e gestão de risco financeiro (FAN; HAN; LIU, 2014).
Computação em nuvem	Malathi (2011) descreve as principais características da Computação em nuvem: Autoatendimento sob demanda (permite que os usuários acessem recursos da computação em nuvem sempre que necessários. É possível acessar dados e informações e gerenciar e implantar serviços por provedores); Amplo acesso à rede (a comunicação de rede de alta cobertura em banda larga permite o acesso a uma variedade de recursos de TIC, conectada a uma variedade de plataformas de computação, <i>laptops</i> , impressoras e telefones celulares); Gama de recursos (os recursos de computação em nuvem são agrupados para atender aos vários usuários, por meio de modelos específicos com diferentes recursos físicos e virtuais, distribuídos dinamicamente), e; Transparência do serviço (o uso de recursos de computação em nuvem pode ser monitorado e controlado, proporcionando transparência).
Realidade aumentada	A Realidade aumentada maximiza as características físicas e especificações de componentes e peças para seus usuários por meio de recursos digitais e do ambiente virtual (WEHLE, 2016). Com os recursos de realidade aumentada, as informações e procedimentos relativos aos serviços a serem executados nas indústrias, como a seleção de peças de um depósito e instruções de reparo do produto serão exibidos aos trabalhadores por meio de dispositivos de realidade aumentada (RÜßMANN <i>et al.</i> , 2015).

Inteligência Artificial (IA)	<p>Os robôs garantem previsibilidade, precisão, qualidade e confiabilidade na execução de operações e processos (SINGH; SELLAPPAN; KUMARADHAS, 2013; ULLAH <i>et al.</i>, 2016). Segundo Singh, Sellappan e Kumaradhas (2013), a complexidade da inteligência artificial é um fator importante no robô industrial moderno. Esses autores descrevem as seguintes vantagens do uso de robôs em indústrias: - Produtividade: i) Robôs desenvolvem tarefas mais precisas com alta qualidade; ii) Os robôs dificilmente cometem erros; iii) Produzem mais produtos em menos tempo; iv) Executam tarefas a uma velocidade constante e sem interrupção; e, v) Desempenham tarefas mais rápidas; - Segurança no trabalho: i) Os robôs podem desenvolver tarefas perigosas; ii) Podem realizar tarefas em locais inapropriados para humanos, caracterizados por pouca iluminação ou espaços apertados, e; iii) São capazes de transportar cargas pesadas sem maior risco de acidentes; - Economia de tempo: i) Os robôs economizam tempo como resultado da maior produtividade em um determinado período de tempo; - Economia de custos: i) Robôs reduzem o desperdício de insumos devido à alta precisão na produção, e; ii) Garantem maior retorno financeiro às indústrias a longo prazo.</p>
Simulação	<p>Para atender às necessidades das indústrias são desenvolvidas ferramentas de simulação, cujo principal objetivo é criar mapas virtuais mais próximos da realidade e facilitar os processos de tomada de decisão (GEBOCERMEX, 2016).</p> <p>Na Indústria 4.0, apesar da falta de fornecedores especializados para desenvolver novas ferramentas de simulação, muitos blocos de construção de cenários e aplicativos de conceitos de simulação já estão disponíveis no mercado (RODIČ, 2017).</p> <p>O uso de simulação combinada com outros recursos computacionais e ferramentas tridimensionais torna possível projetar processos e produtos simultaneamente (WANG <i>et al.</i>, 2016) e reflete em vantagens como redução de custos, aumento da qualidade dos produtos ou processos, gestão adequada do conhecimento, melhor decisões, entre outros (RODIČ, 2017). A simulação pode fornecer informações sobre padrões, tendências, áreas de ineficiência e risco potencial para fabricantes de produtos com o objetivo de melhorar os processos, auxiliar o atendimento ao cliente e analisar operações diversas (SHAO; SHIN; JAIN, 2014). As empresas da área tem-se dedicado no desenvolvimento de softwares e recursos de modelagem e simulação, tendo em vista os surgimentos de conceitos tecnológicos e de gestão recentes.</p>
Segurança cibernética ou Ciber segurança	<p>Os procedimentos e tecnologias de segurança devem abordar a vulnerabilidade apresentada por sistemas de TIC e de automação, ameaças cibernéticas e riscos em segurança associados aos sistemas de informação para perda de confiabilidade, integridade ou disponibilidade de dados e informações (LEZZI; LAZOI; CORALLO, 2018). Garantir a privacidade de dados e informações é um desafio no gerenciamento de redes digitais e ambientes virtuais (SUNG, 2018).</p>

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Uma infinidade de contextos de aplicação e de vantagens surge para cada tecnologia aplicada. Quando incorporado um maior número de tecnologias pilares, e atendendo aos requisitos tecnológicos para desenvolvimento da Indústria 4.0, essas vantagens se expandem aos horizontes interno e externo de uma empresa.

### 3.2.1.2 Vantagens projetadas pela Indústria 4.0

A alta variabilidade e os ciclos de vida reduzidos de um produto exigem estruturas de produção ágeis e flexíveis, que podem ser rapidamente reconfiguradas (GORECKY; KHAMIS; MURA, 2017). A Indústria 4.0 requer a integração entre máquinas e equipamentos, pessoas, processos e produtos (GEBHARDT; GRIMM; NEUGEBAUER, 2015; HADDARA; ELRAGA 2015), implicando em vantagens como eficiência de custos e tempo na produção, melhorias de qualidade do produto, produtividade (ALBERS *et al.*, 2016) e transparência dos processos (MABKHOT *et al.*, 2018). Essas vantagens são decorrentes principalmente pela intensificação da automação e inteligência nos processos de produção.

De maneira geral, o conceito e tecnologias da Indústria 4.0 se propõem em auxiliar nos ganhos de produção, reduzindo-se desperdícios com a maior eficiência no processamento de matérias primas. Já outra implicação dessas tecnologias é a flexibilidade de processos, propiciando que produtos mais diversificados possam ser produzidos com atendimentos aos diferentes estilos e necessidades de clientes.

O Quadro 14 apresenta essas e outras vantagens mencionadas, englobando as dimensões econômica, social e ambiental, bem como as interações entre duas ou mais dimensões.

**Quadro 14 - Principais vantagens projetadas pela Indústria 4.0**

<b>Dimensão</b>	<b>Vantagem</b>	<b>Autor</b>
Econômica	- Fortalecimento de vínculos entre fornecedor e empresa	Chen (2017), Zhang, Zhu e Lv (2017), Bányai, Illés e Bányai (2018)
	- Transparência entre as organizações que atuam em cadeia de suprimentos	Kiel <i>et al.</i> (2017), Moeuf <i>et al.</i> (2017), Ardito <i>et al.</i> (2019), Ghadge <i>et al.</i> (2020)
	- Controle facilitado de dados e informações	Krykavskyy, Pokhylchenko e Hayvanovych (2019), Rajput e Singh (2021)
	- Decisões mais consistentes	Kambatla <i>et al.</i> (2014), Rűßmann <i>et al.</i> (2015), Avventuroso, Silvestri e Pedrazzoli (2017), Witkowski (2017), Sun <i>et al.</i> (2018)
	- Respostas rápidas às mudanças e falhas na produção	Jasiulewicz-Kaczmarek, Saniuk e Nowicki (2017), Kiel <i>et al.</i> (2017), Gadre e Deoskar (2020)
	- Flexibilidade de processos produtivos e logísticos	Kiel <i>et al.</i> (2017), Bányai, Illés e Bányai (2018), Gadre e Deoskar (2020)

Econômica	- Personalização de produtos para o cliente	Davies, Coole e Smith (2017), Kiel <i>et al.</i> (2017), Krykavskyy, Pokhylchenko e Hayvanovych (2019), Gadre e Deoskar (2020)
	- Melhorias na qualidade do produto	Albers <i>et al.</i> (2016), Kiel <i>et al.</i> (2017), Rodič (2017), Moeuf <i>et al.</i> (2017), Gnezdova <i>et al.</i> (2019), Ghadge <i>et al.</i> (2020), Rajput e Singh (2021)
	- Redução no tempo de processamento de produtos	Moeuf <i>et al.</i> (2017)
	- Controle de estoque e de produtos	Ghadge <i>et al.</i> (2020)
	- Aumento de produtividade	Kiel <i>et al.</i> (2017), Gadre e Deoskar (2020)
	- Redução de custos	Kiel <i>et al.</i> (2017)
Dimensão econômica e ambiental	- Otimização de máquinas e equipamentos	Kiel <i>et al.</i> (2017), Dossou (2018), Sun <i>et al.</i> (2018), Bányai <i>et al.</i> (2019)
	- Prevenção de falhas	Annunziata e Biller (2017), Gadre e Deoskar (2020)
	- Redução de retrabalho	Gadre e Deoskar (2020)
	- Redução de desperdícios	Kiel <i>et al.</i> (2017), Gadre e Deoskar (2020), Rajput e Singh (2021)
	- Otimização de máquinas e equipamentos	Kiel <i>et al.</i> (2017), Dossou (2018), Sun <i>et al.</i> (2018), Bányai <i>et al.</i> (2019)
	- Prevenção de falhas	Annunziata e Biller (2017), Gadre e Deoskar (2020)
	- Redução de retrabalho	Gadre e Deoskar (2020)
Econômica e ambiental	- Redução de desperdícios	Kiel <i>et al.</i> (2017), Gadre e Deoskar (2020), Rajput e Singh (2021)
	- Eficiência no processamento de recursos	Annunziata e Biller (2017), Čurko, Merkaš e Silović (2017), Kiel <i>et al.</i> (2017), Lee <i>et al.</i> (2019), Gadre e Deoskar (2020), Ghadge <i>et al.</i> (2020), Rajput e Singh (2021),
	- Economia de energia	Kiel <i>et al.</i> (2017), Rajput e Singh (2021)
Ambiental	- Redução do impacto ambiental	Ghadge <i>et al.</i> (2020)
Econômica e social	- Redução de atividades monótonas	Kiel <i>et al.</i> (2017), Ghadge <i>et al.</i> (2020)
	- Segurança de operações no trabalho humano	Rajput e Singh (2021)
	- Redução de erros humanos	Kiel <i>et al.</i> (2017)
Social	- Relacionamento facilitado entre pessoas	Müller, Buliga e Voigt (2018), Ardito <i>et al.</i> (2019)
	- Apoio informativo ao trabalhador	Kiel <i>et al.</i> (2017), Sun <i>et al.</i> (2018)
	- Suporte na execução do trabalho	
	- Aprendizado humano.	Kiel <i>et al.</i> (2017)

Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se que a Indústria 4.0 possui um maior potencial de vantagens na dimensão econômica inerente à produção, sucedendo a dimensão ambiental, como consequência da redução de desperdícios a partir da eficiência produtiva.

De acordo com Türkes *et al.* (2019), alguns dos objetivos de implementação das Tecnologias 4.0 são:

- Digitalizar informações e disponibilizá-las às partes interessadas;
- Integrar sistemas e máquinas para o projeto, desenvolvimento, fabricação e uso de produtos;
- Monitorar e controlar processos físicos, e;
- Aplicar decisões eficientes de modelagem, simulação e análises de dados em tempo real.

O Quadro 15 apresenta as principais Tecnologias 4.0 abordadas em estudos de casos e respectivas vantagens associadas.

**Quadro 15 - Tecnologias 4.0 e vantagens associadas**

<b>Tecnologia</b>	<b>Contexto de aplicação</b>	<b>Vantagem</b>	<b>Autor</b>
Sistema Cibernético Físico (CPS)	Gestão de recursos produtivos	Melhorias na eficiência operacional de processos e gestão de impactos ambientais	Bruton <i>et al.</i> (2016), Jakovljevic, Mitrovic e Pajic (2017)
	Produção	Suporte para controle de subsistema, máquina e/ou processo de produção	Guerreiro <i>et al.</i> (2018)
	Fabricação industrial	Monitorar o funcionamento da máquina, aumentar a produtividade, reduzir o consumo de recursos e o desperdício. Fornecimento de produtos versáteis e flexíveis	Müller, Buliga e Voigt (2018)
	Manutenção de máquinas e equipamentos	Soluções técnicas em manutenção de máquinas. Monitoramento da produção	Li <i>et al.</i> (2019)
	Gestão organizacional. Gestão da produção	Otimização de operações, flexibilidade da produção, processos de tomada de decisão autônomos	Zangiacomi <i>et al.</i> (2020)
Inteligência artificial (robôs colaborativos)	Produção industrial. Logística	Automação do processo. Flexibilidade. Maior precisão na execução de tarefas. Versatilidade dos produtos	Landscheidt e Kans (2016), Kadir e Broberg (2020)

Inteligência artificial ( <i>softwares</i> )	Gestão da produção. Logística	Processamento de dados, automação de processos, otimização de operações, suporte à tomada de decisão	Ellefsen <i>et al.</i> (2019)
	Gestão da produção. Cadeia de suprimentos		Zangiacomi <i>et al.</i> (2020)
Ciber segurança	Sistemas de fabricação	Gerenciamento de ameaças cibernéticas. Reduzir ou evitar ataques e riscos de acessos indevidos aos dados ou tecnologias da empresa	Bracho <i>et al.</i> (2018)
Sistemas de computação em nuvem	Empresas	Armazenamento de dados. Acessibilidade aos dados, às informações e aos recursos computacionais por empresas	Narwane <i>et al.</i> (2019)
	Empresas. Cadeia de suprimentos	Compartilhamento remoto de informação. Colaboração facilitada entre empresas	Zangiacomi <i>et al.</i> (2020)
Tecnologias de Realidade Aumentada	Empresas	Otimização de operações. Treinamento	Zangiacomi <i>et al.</i> (2020)
Big Data Analytics	Manutenção de máquinas e equipamentos	Processamento de dados e recursos de análise para diagnósticos	Li <i>et al.</i> (2019)
	Empresas	Decisão consistente	Bressanelli <i>et al.</i> (2018)
	Fabricação	Gestão do conhecimento. Operações mais eficientes	Kozjek <i>et al.</i> (2020)
	Empresas	Melhor compartilhamento de informações, tomada de decisão, otimização de operações	Zangiacomi <i>et al.</i> (2020)
Internet das Coisas (IoT)	Empresas	Coleta de dados. Maior robustez na compreensão de eventos	Narwane <i>et al.</i> (2019)
	Manutenção de máquinas e equipamentos	Interconexão de objetos. Transmissão de dados	Li <i>et al.</i> (2019)
	Empresas	Comunicação entre objetos. Monitoramento do produto. Rastreamento de produtos	Bressanelli <i>et al.</i> (2018)
	Empresas	Compartilhamento aprimorado de informações	Zangiacomi <i>et al.</i> (2020)

Manufatura aditiva / Impressão 3D	Fabricação de produtos	Projeto e assimilação da estrutura do produto facilitado	Kadir e Broberg (2020)
	Fabricação	Prototipagem	Kadir e Broberg (2020)
	Fabricação	Personalização de produtos	Zangiacomi <i>et al.</i> (2020)
Modelagem e simulação	Gestão de processos. Gestão de negócios. Produção	Otimização de operações e processos	Zangiacomi <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Autoria própria (2022).

Com auxílio da conectividade e disponibilidade de dados e informações, as organizações têm uma melhor direção decisória - mais consistente, nas diversas esferas e níveis decisórios (AVVENTUROSO; SILVESTRI; PEDRAZZOLI, 2017). Os processos inteligentes também fornecem respostas mais rápidas às mudanças na produção e às falhas no decorrer da cadeia produtiva industrial, se comparados aos processos convencionais, mesmo que automatizados (JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017; HADDARA; ELRAGA, 2015).

De acordo com Konur *et al.* (2021) e Bhatia e Kumar (2022), e conforme o Quadro 15, a Indústria 4.0 propicia uma gama de vantagens às empresas, incluindo a flexibilidade na produção com maior eficiência produtiva, principalmente.

### 3.2.1.3 Barreiras à Indústria 4.0

Uma série de barreiras pode ser apresentada às empresas, se interessadas nas Tecnologias 4.0 ou pela adoção integral deste conceito. O tipo de barreira pode representar desafios, em termos de superação e gestão. O Quadro 16 apresenta as principais barreiras à Indústria 4.0.

**Quadro 16 - Principais barreiras à Indústria 4.0**

Natureza	Barreira	Autor
Governamental	- Falta de regulamentações técnicas e políticas	Glass <i>et al.</i> (2018), Kamble, Gunasekaran e Gawankar (2018)
	- Falta de incentivos e/ou financiamentos	
Financeira	- Necessidade de elevado investimento	Huang <i>et al.</i> (2012), Schröder (2017), Orzes <i>et al.</i> (2018), Mogos, Eleftheriadis e Myklebust (2019)
	- Incertezas nos investimentos	Sjödín <i>et al.</i> (2018)
Tecnológica	- Complexidade das tecnologias (componentes técnicos, funcionalidades e modos de operacionalização)	Ford, Mortara e Probert (2012), Huang <i>et al.</i> (2012), Blohmke (2014)



Tecnológica	- Deficiências em infraestrutura tecnológica	Kiel <i>et al.</i> (2017), Glass <i>et al.</i> (2018), Kamble, Gunasekaran e Gawankar (2018), Luthra <i>et al.</i> (2018), Vaidya, Ambad e Bhosle (2018)
Organizacional	- Falta de comprometimento de gestores	Bienhaus e Haddud (2018), Kamble, Gunasekaran e Gawankar (2018), Nagy <i>et al.</i> (2018)
	- Falta de compreensão do conceito, fundamentos e princípios e tecnologias	Sjödin <i>et al.</i> (2018)
Organizacional	- Falta de compreensão dos benefícios da Indústria 4.0	Sjödin <i>et al.</i> (2018)
	- Falta de colaboração entre organizações	
	- Falta de experiências em Indústria 4.0	Kamble, Gunasekaran e Gawankar (2018), Orzes <i>et al.</i> (2018), Moretti <i>et al.</i> (2019), Türkes <i>et al.</i> (2019)
	- Ausência de procedimentos técnicos para adoção da Indústria 4.0.	Schröder (2017), Glass <i>et al.</i> (2018), Orzes <i>et al.</i> (2018)
	- Falta de fornecedores especializados e diversificados	Kiel, Arnold e Voigt (2017), Rodič (2017), Moretti <i>et al.</i> (2019)
	- Preocupação com segurança de dados e informações	Jäger <i>et al.</i> (2016), Rauch, Dallasega e Unterhofer (2019)
Trabalho humano	- Falta de mão de obra qualificada	Glass <i>et al.</i> (2018), Mogos, Eleftheriadis e Myklebust (2019), Rauch, Dallasega e Unterhofer (2019)
	- Dificuldades na alocação e realocação de pessoas no trabalho	
	- Resistências às mudanças organizacionais e no trabalho humano	Krykavskyy, Pokhylchenko e Hayvanovych (2019), Rauch, Dallasega e Unterhofer (2019)

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Na Alemanha, o projeto que impulsionou o conceito da Indústria 4.0 (criação e desenvolvimento) reuniu universidades, centros de pesquisa, indústrias e governo do país com foco na competitividade global (CNI, 2017). Assim, o governo tem papel fundamental, por meio de regulamentações de políticas, técnicas e de infraestrutura, como expansão de redes digitais, melhorias de serviços, incentivos econômicos à educação e pesquisa, entre outras ações. A ausência dessas ações é uma categoria de barreira, já que as empresas precisam de ambiente e condições para instalação de tecnologias, bem como, financiamentos.

Outra barreira à Indústria 4.0 é a necessidade de investimentos financeiros, muitas vezes elevados, pois empresas podem carecer de processos revolucionários internos e modernizações (HUANG *et al.*, 2012, MARTÍNEZ; GALVÁN; PALACIOS, 2013). Com a falta de recursos financeiros, empresas encontram dificuldades em se desenvolverem tecnologicamente. Segundo Müller, Buliga e Voigt (2018), a Indústria 4.0 gera altos investimentos em infraestrutura tecnológica (rede digital, máquinas e tecnologias mais complexas), atividades em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), treinamentos técnicos e suporte em TIC. Em razão da falta de investimentos e/ou gerenciamento inadequado de recursos disponíveis, uma infraestrutura deficiente não poderá acomodar o conceito da Indústria 4.0.

Tecnologias específicas são requisitos para o desenvolvimento da Indústria 4.0, como a automatização de processos, a implementação de sensores, soluções em TIC e segurança de dados, entre outras. A indisponibilidade delas, por algum motivo, é um tipo de barreira. Conforme Gajdzik, Grabowska e Saniuk (2021), a representatividade virtual de uma linha de produção exige alto grau de automação e dispositivos equipados. Em complemento a toda infraestrutura tecnológica, as tecnologias avançadas e particularmente novas para as empresas desencadeiam desafios em Transferência de Tecnologia (SILVA, 2019).

A falta de conhecimento sobre o conceito da Indústria 4.0 e suas tecnologias também é um tipo de barreira. Mesmo na Alemanha, onde o conceito se originou, surgem diferentes perspectivas em relação ao conceito da Indústria 4.0, dificultando o conhecimento sobre como conduzir mudanças nas empresas (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018).

Para adotar o conceito de indústria 4.0, outra barreira identificada é a falta de um modelo ou procedimento técnico que melhor direcione ou auxilie os gerentes na implementação tecnológica (SCHRÖDER, 2017; ORZES *et al.*, 2018).

Para sanar deficiências relacionadas à absorção de tecnologias, é essencial que o compartilhamento delas ocorra por fornecedores qualificados, apresentando o potencial para inserir novos conhecimentos e técnicas na empresa em questão (SILVA, 2019). A ausência de fornecedores qualificados é uma barreira às empresas que buscam novas soluções tecnológicas, diversificadas (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017; MORETTI *et al.*, 2019).

No que diz respeito aos investimentos em tecnologias e treinamentos de pessoas, Müller, Buliga e Voigt (2018) observaram perguntas dos gestores sobre incertezas e medidas de retorno financeiro, comumente enfatizadas como barreiras.

Por fim, na Indústria 4.0, a integração da automação e digitalização de processos exercerão influências no trabalho humano. Por consequência, ocorrerão mudanças nos conteúdos de qualificação de pessoas e no desenvolvimento de habilidades e competências (CHRYSSOLOURIS; MAVRIKIOS; MOURTZIS, 2013; SACKY; BESTER, 2016).

### 3.3 Setor de avicultura de corte

A avicultura era uma atividade familiar, cujos frangos eram destinados ao consumo particular, e o excedente, às trocas entre produtores ou venda informal. Após surgirem fatores como o crescimento populacional, mudanças nos hábitos alimentares, urbanização e descobertas tecnológicas, os vínculos entre produtores e indústrias foram criados pensando na produção em larga escala (VASCONCELOS *et al.*, 2014).

O setor de avicultura de corte gera aos consumidores diversos produtos, o frango inteiro congelado ou resfriado, partes do frango, carne de frango processada, miúdos, matérias primas para fabricação de empanados, hambúrgueres, salsichas, linguiças, farelos, entre outros (SANTINI, 2006). A carne do frango é um integrante fundamental da alimentação humana, fonte de proteína e seu preço é relativamente inferior ao da carne bovina (ESPÍNDOLA, 2012). Por esses motivos, ela tem boa aceitabilidade. A Tabela 4 apresenta dados de consumo de carne de frango no país.

**Tabela 4 - Consumo brasileiro de carne de frangos**

<b>Ano</b>	<b>Consumo per capita (kg/habitante)</b>
2010	44,09
2011	47,38
2012	45,00
2013	41,80
2014	42,78
2015	43,25
2016	41,10
2017	42,07
2018	41,99
2019	42,84
2020	45,27

Fonte: ABPA (2021).

O desenvolvimento da avicultura de corte foi marcado pelo processo gradual de vários avanços científicos e tecnológicos, com a criação de linhagens de melhor

desempenho produtivo, uso de equipamentos automatizados, instalação de sistemas de produção cada vez mais modernos, melhorias nos processos dos manejos de criação, pré-abate e abate, controle de condições sanitárias, expansão de mercados e introdução de produtos diferenciados (SANTINI, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2014).

Segundo Vogado *et al.* (2018), a avicultura de corte está entre as cadeias do agronegócio brasileiro que mais aderiram avanços tecnológicos. Segundo Schmidt e Silva (2018) por reflexos deste desenvolvimento, o Brasil é destaque na produção e na exportação de frangos de corte no mundo. Assim, os três maiores produtores de carne de frangos são Estados Unidos, China e Brasil, respectivamente (EMBRAPA, 2022). A Tabela 5 apresenta dados de produção e exportação de carne de frangos.

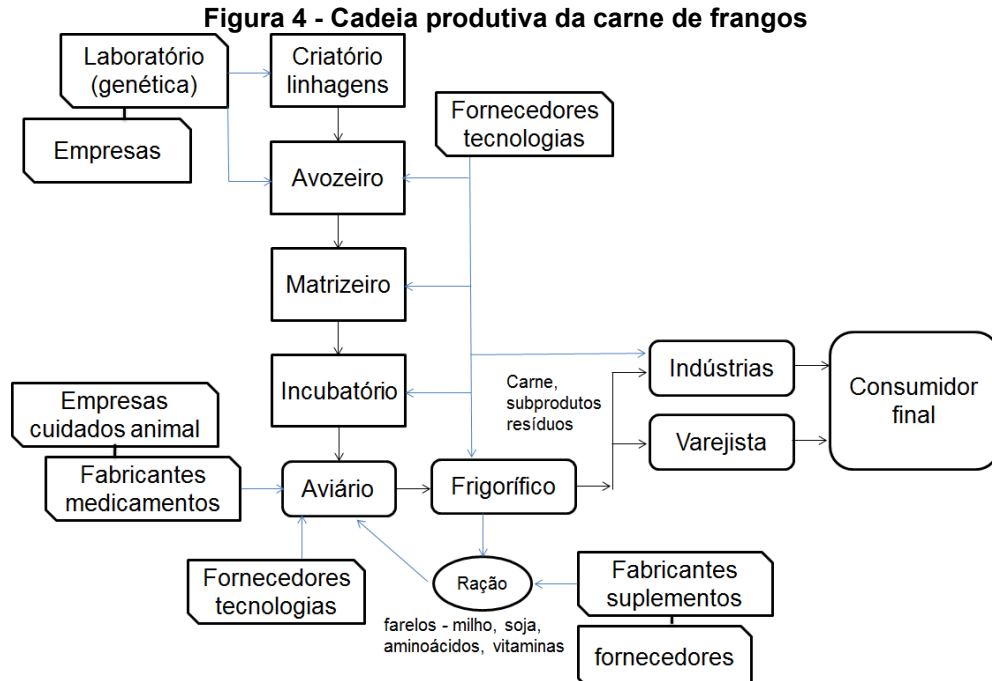
**Tabela 5 - Produção e exportação brasileira de carne de frangos**

<b>Ano</b>	<b>Produção (milhões de toneladas)</b>	<b>Exportação (milhões de toneladas)</b>
2010	12.230	3.820
2011	13.058	3.943
2012	12.645	3.918
2013	12.309	3.892
2014	12.691	4.099
2015	13.140	4.304
2016	12.900	4.384
2017	13.050	4.320
2018	12.855	4.101
2019	13.245	4.214
2020	13.845	4.231

Fonte: ABPA (2021).

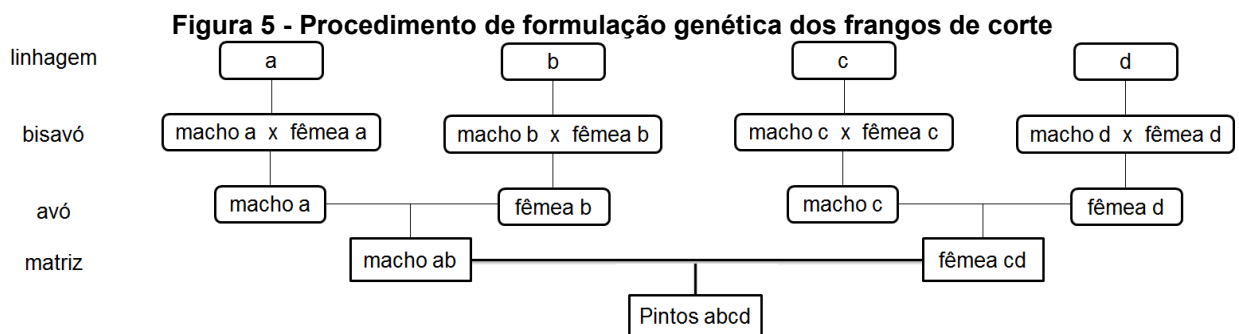
No país, a produção de frangos de corte está concentrada principalmente na região Sul (MEDINA; CAFÉ; OLIVEIRA, 2020). Em 2021, os estados em destaque na produção foram o Paraná (35,54%), Santa Catarina (14,89%) e o Rio Grande do Sul (13,65%) (EMBRAPA, 2022).

A cadeia do frango de corte engloba empresas de genética, sanidade animal e nutrição, produtores, indústrias de equipamentos, empresas de abate e empresas de serviço, entre outras (MEDINA; CAFÉ; OLIVEIRA, 2020) (Figura 4).



Fonte: Adaptado de Triches *et al.* (2004).

A produção se inicia com a importação de frangos de linhagens puras de empresas (MEDINA; CAFÉ; OLIVEIRA, 2020), configurando-se os avozeiros. Após seleção genética e cruzamentos, são geradas matrizes de frangos para produção de ovos férteis (SANTINI, 2006; VASCONCELOS *et al.*, 2014) (Figura 5). Os ovos são incubados e, após o nascimento de pintinhos de um dia, eles seguem para aviários (VASCONCELOS *et al.*, 2014).



Fonte: Jesus Júnior *et al.* (2007).

Por cerca de 42 dias, os frangos são mantidos nos aviários até o momento do abate (VASCONCELOS *et al.*, 2014). Assim, o tempo de crescimento dos frangos é resultante de avanços na área de genética, nutrição, sanidade e cuidados gerais. Já os fornecedores dos setores químico, farmacêutico, de tecnologias, entre outros, fornecem todos os insumos necessários aos produtores (SCHMIDT; SILVA, 2018).

Nos aviários, os frangos recebem alimentos e cuidados em sanidade e de manejos. A principal fonte de alimento é o milho, na forma de rações, além do trigo,

farelo de soja, aditivos, vitaminas e aminoácidos (SANTINI, 2006). Com relação aos manejos, cuidados asseguram a saúde e bem estar animal com medicamentos, procedimentos e infraestrutura adequada de controles de temperatura, umidade e outros parâmetros (SANTINI, 2006).

Com ganho de peso, os frangos são apanhados, manual ou mecanicamente, e seguem para abate - transportados em caixas nos caminhões. É no frigorífico que ocorre o abate. De acordo com Silva, Groff e Oliveira (2015) essas etapas são:

- Recepção e descarregamento: Os frangos chegam ao frigorífico e são mantidos nos caminhões até o momento do descarregamento. No descarregamento, são coletadas amostras de material e identificados frangos doentes e/ou mortos;

- Pendura: Os frangos são suspensos, pelos pés, em ganchos de inox e seguem um pequeno percurso pendurados até a próxima etapa;

- Insensibilização: O contato da cabeça do frango em pequena quantidade de água eletrizada ocasiona perdas de sentido ao mesmo;

- Sangria: Manualmente, cortes na região do pescoço são realizados. O sangue é coletado em calhas para fabricação de subprodutos, como ração;

- Escaldagem: Os frangos são imersos em tanques de água aquecida para amolecimento das penas, procedendo-se com a etapa de depenagem;

- Depenagem: As depenadoras promovem a remoção de penas e funcionam como centrífugas de baixa velocidade;

- Evisceração: Equipamentos específicos realizam extração da cloaca, corte do abdome e retirada de vísceras, de modos automatizados, respectivamente.

- Inspeção: As carcaças (frango inteiro, desprovido de penas e vísceras) são examinadas, adotando-se critérios visuais do Serviço de Inspeção Federal (SIF). As anomalias, de causas patológicas ou não patológicas, são identificadas e, quando necessárias, realizadas condenações parciais ou totais de carcaças de frangos;

- Pré-resfriamento e resfriamento: Os tanques de resfriamento visam reduzir temperatura e proporcionar limpeza e hidratação às carcaças de frangos;

- Gotejamento: As carcaças são retiradas dos tanques de resfriamento e são penduradas, em ganchos de inox, visando eliminar o excesso de água absorvida na etapa anterior;

- Cortes, embalagem e expedição: O frango inteiro é submetido aos cortes - peito, asa, coxa, entre outros, embalados e armazenados em câmaras frias até o momento da expedição. Os miúdos são comercializados e resíduos do frango (como

ossos), utilizados na fabricação de subprodutos. Após esta etapa, demais processos surgem, cada um conforme o tipo de resíduo gerado, necessidade da produção e tipo de produto pretendido.

A comercialização da carne abrange os mercados interno e externo. Os produtos (frango inteiro, cortes e outros produtos e subprodutos) são fornecidos aos atacadistas, varejistas ou outras indústrias e consumidores finais. De acordo com dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) (2021), em 2020, 69,0% da produção foi destinada ao mercado interno e 31,0%, às exportações.

Os produtores normalmente estão integrados aos frigoríficos. Os frigoríficos determinam o sistema de criação, fornecem os insumos e a assistência técnica e compram os frangos para o abate. Os produtores fornecem a infraestrutura, mão de obra e os cuidados em sanidade (MEDINA; CAFÉ; OLIVEIRA, 2020, SOUZA *et al.*, 2021).

É notório o destaque de dois elos da cadeia produtiva do frango, produtores e frigoríficos. Porém, outros elos são fundamentais, como indústrias de máquinas e equipamentos, indústrias de aditivos, laboratórios de genética, empresas de serviços e indústrias de medicamentos (SANTINI, 2006). Quanto aos recursos tecnológicos, cada um deles tem suas particularidades e, em maior parcela, são direcionados às agroindústrias, como frigoríficos e indústrias de processamentos de matérias primas e carnes (RODRIGUES *et al.*, 2014, SCHMIDT; SILVA, 2018).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Transferência de Tecnologia (TT) apresenta ampla influencia no processo de implementação de Tecnologias 4.0 (MICK, 2022). Contudo, conforme a literatura consultada (Eixos de pesquisa B, C e D), estudos não discutem procedimentos e/ou operações técnicas de TT orientada à Indústria 4.0, diretamente. Grande parte deles apenas cita o termo TT (conforme já apresentados no Quadro 1).

Um processo complexo de TT emerge com a Indústria 4.0 e ele depende fortemente da integração de interessados, como universidades, empresas e governo (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2019; ALHARBI, 2020). Basicamente, universidades se engajam em várias áreas de desenvolvimento de conhecimento e capacitação de pessoas, a empresa cria parceria com novos fornecedores na adoção de soluções tecnológicas e desenvolvimento de projetos, e o governo atua como facilitador de incentivos e investimentos, principalmente (VEILE *et al.*, 2019). Segundo Ayentimi e Burgess (2019), a Transferência de Tecnologias 4.0 necessita de alguns requisitos para ocorrer, como interessados e fortes vínculos criados entre eles, mudanças de comportamento organizacional, investimentos em tecnologias, entre outros.

### 4.1 Proposição de um Modelo de Transferência de Tecnologias 4.0

Dentre o total de 64 modelos de TT analisados (Apêndice D), 15 modelos de TT apresentam maiores contribuições para com o modelo proposto. Esses modelos tratam da TT sob perspectiva do cessionário, ou ainda apresentam elementos que se aplicam aos diferentes contextos estudados. No Quadro 17 são apresentados os modelos em questão.

**Quadro 17 - Principais modelos de Transferência de Tecnologia**

<b>Vínculo colaborativo: Empresa – Empresa, em geral</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Bessant e Rush (1995)	O modelo apresenta fases de TT, sob perspectiva do cessionário, são elas reconhecimento inicial da oportunidade ou necessidade, seleção de tecnologia, aquisição no mercado e implementação.
Deitos (2002)	O modelo apresenta algumas etapas para TT, focando-se no cessionário. São elas, seleção de tecnologia, seleção de fornecedores, aquisição, implementação, assimilação de tecnologia transferida, e adaptação e melhorias, respectivamente.
Grange e Buys (2002)	Descrição das etapas básicas de um projeto conceitual de TT. Ele inclui o reconhecimento de necessidade de tecnologia, pesquisa, avaliação – foco nas implicações da tecnologia, implementação, personalização e gerenciamento da tecnologia.



Baek <i>et al.</i> (2007)	O modelo foca em uma etapa específica da TT, a avaliação da tecnologia – focos econômico e humano/competências, que ocorre antes de sua movimentação e implementação. As variáveis analisadas foram o retorno da tecnologia em termos de ganho financeiro e lucro, contribuições da tecnologia devido às suas funções e impactos.
Jagoda e Ramanathan (2009)	Seis etapas são propostas por meio de um modelo, começando com a detecção de oportunidades e necessidades e finalizando-se com a avaliação de impacto que a TT implica. Ao final de cada etapa, há um <i>gate</i> para a tomada de decisões pelos representantes da empresa interessada.
<b>Vínculo colaborativo:</b> Empresas de países desenvolvidos e emergentes	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Di Benedetto, Calantone, Zhang (2003)	Modelo que considera a influência de fatores (atitudes, comportamentos, intenções e estímulos) no processo TT. Mede a formação de atitudes dos gestores e intenções comportamentais que os levam a transferir tecnologia.
Cavalheiro e Joia (2014)	A tecnologia da informação pode ser adotada a partir de um processo com nove etapas: definir problema e percepção, escolha da tecnologia, compra e instalação, análise de capacidades tecnológicas e gerenciais para acomodar a tecnologia, adaptação, difusão e <i>feedback</i> ao cedente.
<b>Vínculo colaborativo:</b> Universidade – Empresa	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Gorschek <i>et al.</i> (2006)	Modelo contendo sete etapas, baseados em relatos de experiências. Inicialmente, é necessário explorar onde aplicar melhorias nos processos de TT. Os pesquisadores devem desenvolver uma agenda de pesquisa e um plano de ação na empresa, definir uma operação alvo ou tecnologia, realizar avaliação da tecnologia – foco na usabilidade, executar ações por meio de um teste piloto, melhorar as ações e, por fim, validar a TT.
Wang (2010)	O modelo compreende seis etapas, focando-se na TT sob perspectiva do cessionário, sendo uma empresa. A primeira etapa envolve a compreensão de necessidade por tecnologia, busca por tecnologias, adaptar a tecnologia por motivos como legislação, capacidade, entre outros, implementar a tecnologia e gerenciar seu ciclo de vida.
Sabeti <i>et al.</i> (2020)	Descrição dos fatores e subfatores inseridos em quatro etapas de TT. Com foco em tecnologias e soluções de gestão do conhecimento, em indústrias automotivas, conjuntos de políticas, fatores ambientais, sociais e econômicos são explorados. O modelo rege as etapas de reconhecimento da tecnologia, absorção e uso.
<b>Vínculo colaborativo:</b> Empresa – Comunidade	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Davies-Colley e Smith (2012)	O modelo de TT está estruturado em seis etapas: construção do relacionamento entre atores e <i>stakeholders</i> em tecnologia; planejamento de ações para TT; sensibilidade (análise de variáveis e fatores que podem afetar a TT); seleção de tecnologia; implementação e adaptação; e avaliação da TT adotada.
<b>Vínculo colaborativo:</b> Diversas organizações	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Gibson e Smilor (1991)	O modelo teve sua elaboração baseada em três tipos de modelos clássicos, o modelo de propriedade, o modelo de disseminação e o modelo de utilização do conhecimento. Neste contexto, os três níveis de TT são desenvolvimento de tecnologia, aceitação de tecnologia e aplicação de tecnologia, respectivamente.
Sung e Gibson (2000)	É uma adaptação do modelo proposto por Gibson e Smilor (1991). Quatro níveis de escopo de TT são englobados. Conforme o modelo, o desenvolvimento e comercialização de tecnologia requer criar, compartilhar, implementar e comercializar.

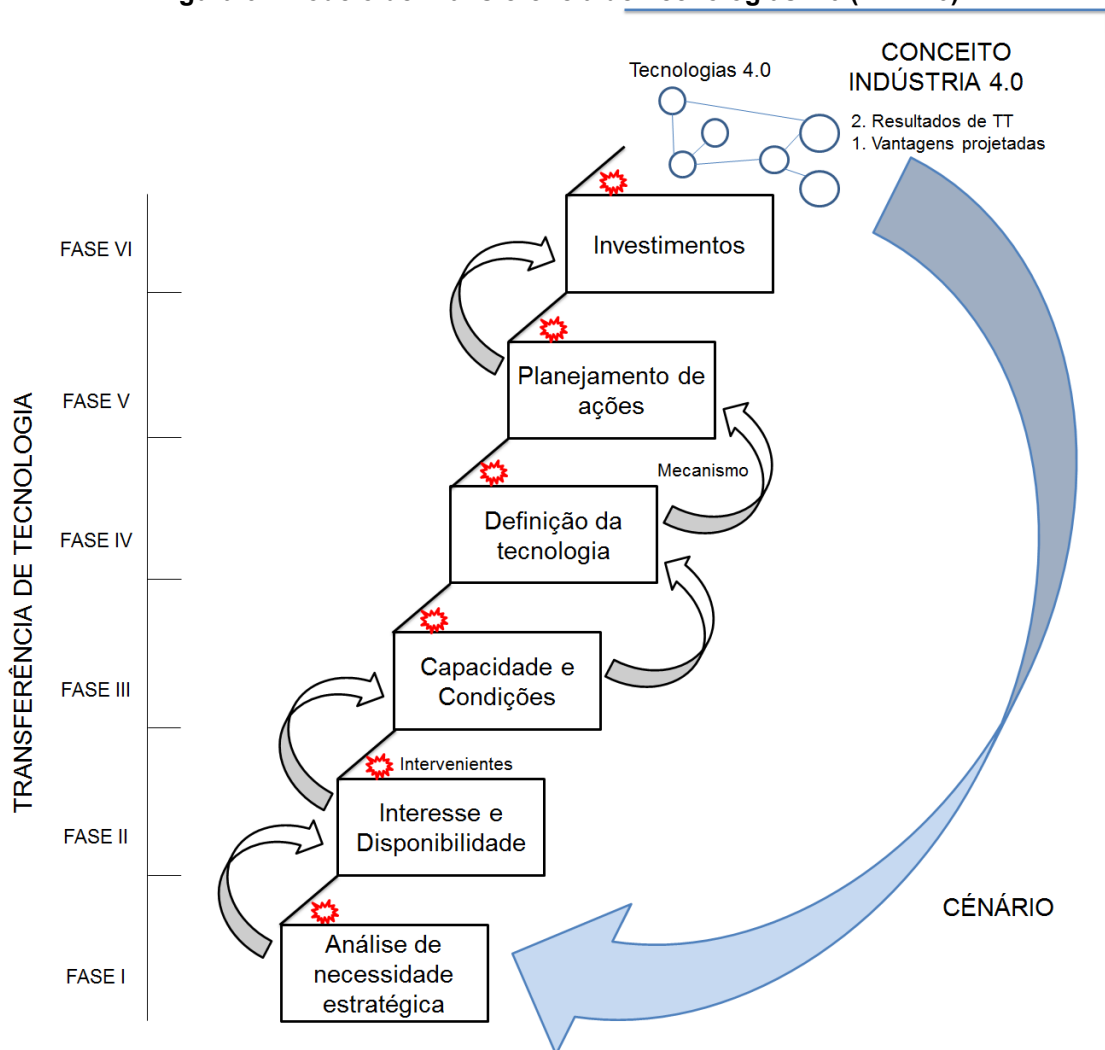
Bozeman (2000)	Este modelo engloba cinco dimensões de transferência de tecnologia: características do agente de transferência, características do meio de transferência, características do objeto de transferência, ambiente de demanda e características do cessionário.
Rani <i>et al.</i> (2018)	A definição das etapas do ciclo de vida de uma tecnologia (desenvolvimento e assimilação até o abandono) pode ser suportada por diversos modelos de TT. Alguns modelos inseridos neste ciclo são relatados e ao final, etapas fundamentais são apresentadas sob perspectiva do cessionário.

Fonte: Autoria própria (2022).

Para suporte à implementação tecnológica, um Modelo de Transferência de Tecnologias 4.0 (MTT4.0) foi proposto (Figura 6). Neste caso, o mesmo pode ser aplicado em diferentes setores de empresas, estando a cargo do decisor associar ferramentas e/ou métodos complementares dentro de cada fase.

Quanto à estrutura do modelo, ressalta-se que operações convencionais de TT foram mantidas, porém foi necessário remodelá-las, conforme as particularidades do conceito de Indústria 4.0. No Apêndice E são descritas essas operações.

Figura 6 - Modelo de Transferência de Tecnologias 4.0 (MTT4.0)



Fonte: Autoria própria (2022).

A Indústria 4.0 é parte integrante do conceito de Indústria Inteligente. Nele, estão inseridos princípios e fundamentos e tecnologias específicos, com propósitos de tornar processos de empresas, modelos de negócios e cadeias de suprimentos mais dinâmicos. Na Indústria 4.0, as principais tecnologias pertencem às áreas de TIC, automação e robótica.

Por se tratar de um conceito amplo e ainda recente, as empresas passam a adotar mudanças gradativamente, priorizando projetos e ações. Conforme o MTT4.0 proposto, diante dos diferentes desafios apresentados pela Indústria 4.0 e realidades de empresas, as mesmas podem realizar implementações tecnológicas de acordo com suas prioridades, recomendando-se projetos complementares posteriores, bem como, susceptíveis expansões. De acordo com Bhatia e Kumar (2022), as empresas precisam avançar passo a passo para implementação das Tecnologias 4.0. Segundo Ghobakhloo e Fathi (2019), a transição para Indústria 4.0 é gradual, cujas empresas priorizam áreas, departamentos e tecnologias. A adoção de Tecnologias 4.0 também pode ser observada como um processo de aprendizagem, conduzindo-se aplicações e ajustes (STENTOFT *et al.*, 2020; ZANGIACOMI *et al.*, 2020).

Na Fase I (análise de necessidade estratégica), vantagens projetadas pela Indústria 4.0 (Quadros 14 e 15, por exemplo) são apresentadas às empresas, e passam a ser redirecionadas conforme as necessidades das mesmas. Em outras palavras, um conjunto de vantagens pode ser atrativo ao modo que atenda certas necessidades específicas. É claro que quanto mais vantagens uma empresa obter, melhor será. Contudo, adotar todas as tecnologias da Indústria 4.0 de uma só vez, realisticamente, não é possível (BHATIA; KUMAR, 2022).

Na Fase II (Interesse e disponibilidade), uma empresa adquire conhecimento em Indústria 4.0 e se posiciona, com certos níveis de interesse e disponibilidade. Diferentemente, embora de forma complementar, o interesse se refere ao fato de uma empresa almejar o conceito, já a disponibilidade consiste na empresa estar disposta e se prontificar a investir na Indústria 4.0. Segundo Bhatia e Kumar (2022), se interessada, a empresa deve estar aberta às mudanças impostas pela Indústria 4.0. Uma implementação tecnológica depende fortemente do apoio e disposição da alta administração da empresa, e colaboração de funcionários, no geral (KIEL *et al.*, 2017; DIESTE; SAUER; ORZES, 2022). Nesta fase, assim como em cada fase, podem surgir intervenientes (fatores), que comprometem o máximo resultado em atendimento à necessidade, interesse, capacidade esperada, entre outros. Na fase

II, foram destacados fatores inerentes ao interesse e disponibilidade pela Indústria 4.0.

Na Fase III (Capacidade e condições) é incluída a capacidade disponível da empresa, em termos de distribuição e estilos de tecnologias e características de processos, como de Produção. Conforme Dieste, Sauer e Orzes (2022), a Indústria 4.0 requer grandes investimentos, principalmente em casos de infraestrutura digital pouco desenvolvida. Outro aspecto incluído nesta fase é, se a empresa apresentar alguma deficiência, quais condições ela possui, como por exemplo, acessos aos financiamentos, parcerias, entre outros.

A Fase IV (Definição da tecnologia) consiste na priorização de uma ou mais Tecnologias 4.0, tendo por base as capacidades de respostas de tecnologias às respectivas necessidades da empresa, e demais implicações, resultantes de fases anteriores, como por exemplo, facilidades devido aos pré-requisitos tecnológicos já existentes, se pertinentes à empresa. Conforme Bhatia e Kumar (2022), pensando na Indústria 4.0, é fundamental definir e priorizar objetivos estratégicos.

Na Fase V (Planejamento de ações em TT), são traçadas ações pensando na tecnologia alvo, como formação de equipe multidisciplinar, distribuição de tarefas, cronogramas, entre outras. Tais ações constituem um projeto de implementação tecnológica, cujo amplo conhecimento em Indústria 4.0 deve ocorrer. De acordo com Dieste, Sauer e Orzes (2022), neste planejamento é necessário o entendimento de Tecnologias 4.0, capacidades e limitações. Além disso, o conhecimento necessita ser produzido de forma contínua (KIEL *et al.*, 2017; DIESTE; SAUER; ORZES, 2022; ROMANELLO; VEGLIO, 2022).

A Fase VI (investimentos) consiste na empresa investir recursos financeiros e de outras naturezas, como tempo e esforços, para a efetiva operacionalização da tecnologia. Nesta fase são incluídas operações e procedimentos técnicos e legais de TT, como negociações, instalação e gestão da tecnologia. Silva (2019) relata que, a TT não se limita à movimentação de uma tecnologia, além disso, a TT somente é efetivada quando a tecnologia passa a ser utilizada pelo cessionário (GRANGE; BUYS, 2002).

Por fim, as vantagens aliadas ao funcionamento adequado da tecnologia são passíveis de alcances, na forma de resultados de TT. Um processo contínuo pode ser conduzido, propiciando a adoção do conceito de Indústria 4.0 em totalidade, na medida do possível.

## 4.2 Modelo de Transferência de Tecnologias 4.0: Abordagem prática

A validação do MTT4.0 foi condicionada mediante aplicação do mesmo no setor de avicultura de corte, tendo por base dois estudos de casos em empresas de abate de frangos.

Inicialmente serão apresentados resultados associados à aplicabilidade da Indústria 4.0 na avicultura de corte, sucedendo os estudos de casos.

### 4.2.1 Aplicabilidades da Indústria 4.0 no setor de avicultura de corte

A Indústria 4.0 tem sido estudada e orientada aos diferentes segmentos e tipos de empresas, como o alimentício. Neste estudo, mediante o Eixo de pesquisa C, foram identificadas aplicações tecnológicas da Indústria 4.0 na avicultura de corte. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 18.

**Quadro 18 - Tecnologias 4.0 e aplicações na avicultura de corte, por principais estudos**

<b>Tecnologia</b>	<b>Aplicação (área de aplicação)</b>	<b>Autor</b>
Internet das Coisas	Tecnologia empregada para monitorar as condições do ambiente, como temperatura, umidade e substâncias químicas nos aviários, visando detectar anormalidades e emitir alertas. (Saúde animal. Gestão da produção)	Kuaban <i>et al.</i> (2019)
Inteligência artificial	Tecnologias de detecção de movimento foram utilizadas para identificar se o animal encontra-se doente, baseando-se em critérios de comportamento. (Saúde animal. Gestão da produção)	Ariza-Colpas <i>et al.</i> (2020)
Internet das Coisas e Big Data	Sistema para monitorar variações de pesos de frangos, em aviários, e gerar conhecimento sobre desenvolvimento animal (Gestão da produção)	Wang, Chen, Chien (2021)
Inteligência artificial	Tecnologias sensíveis ao frescor de alimentos foram empregadas na análise de produtos cárneos. Elas possibilitaram análises de qualidade, frescor, tempo de armazenamento, composição e nível de contaminação. (Gestão da qualidade. Segurança alimentar)	Meng, Wu, Gray (2018)
Inteligência artificial	Tecnologias capazes de detectar parâmetros sensoriais como aroma, sabor e aparência da carne. (Gestão da qualidade)	Zompanti <i>et al.</i> (2020)
Inteligência artificial	Permitiu verificar a distribuição inadequada de temperatura nas câmeras de armazenamento, bem como, o grau de deterioração do alimento por meio de termografia. (Gestão da qualidade. Segurança alimentar)	Massaro, Panarese e Galiano (2020)
Inteligência artificial, <i>blockchain</i> e Internet das Coisas	Tecnologias que permitiram o rastreamento eficiente de alimentos ao longo da cadeia produtiva. (Gestão de suprimentos. Gestão da produção e da qualidade)	Nukala <i>et al.</i> (2016), Galanakis <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Autoria própria (2022).

Nota-se, na avicultura de corte, um maior emprego de Inteligência artificial, nas formas de robôs e *softwares*. Em particular, este tipo de tecnologia permite a coleta e o monitoramento de parâmetros inerentes ao ambiente, ao animal e ao produto em si, além de realizar tarefas como apanhar frangos, redirecionar produtos, entre outras.

Com o intuito de identificar demais aplicações tecnológicas, uma pesquisa complementar foi realizada, em três bases de dados (Tabelas 6 e 7).

**Tabela 6 - Totais de estudos com menção ou foco à Tecnologia 4.0 alvo, envolvendo aves**

Combinação de palavras-chave	Base de dados			Total bruto	Total, sem duplicidade
	Science Direct	Web of Science	Scopus		
"Internet of Things" and "poultry"	0	0	74	74	74
"Big Data" and "poultry"	3	19	26	48	29
"Cyber-Physical System" and "poultry"	0	0	0	0	0
"Cloud computing" and "poultry"	2	4	16	22	18
"Augmented Reality" and "poultry"	0	1	1	2	2
"Virtual Reality" and "poultry"	0	1	10	11	10
"Additive manufacturing" and "poultry"	0	0	1	1	1
"3D printing" and "poultry"	0	0	0	0	0
"Cyber-security" and "poultry"	0	0	0	0	0
"Artificial intelligence" and "poultry"	4	22	62	88	62
"Simulation" and "poultry"	109	394	569	1072	670

Filragem básica: i. Scopus, Web of Science e Science Direct, respectivamente; ii. Combinação de palavras-chave inserida em "TITLE-ABS-KEY"; iii. Período pesquisado "all years", exceto para combinações utilizando "artificial intelligence" e "simulation", cujo período foi  $\geq 2012$ , e; iv. Tipo de documento: "all documents".

**Fonte: Autoria própria (2022).**

**Tabela 7 - Totais de estudos com menção ou foco à Tecnologia 4.0 alvo, envolvendo frangos**

Combinação de palavras-chave	Base de dados			Total bruto	Total, sem duplicidades
	Science Direct	Web of Science	Scopus		
"Internet of Things" and "broiler"	0	0	10	10	10
"Big Data" and "broiler"	1	3	2	6	3
"Cyber-Physical System" and "broiler"	0	0	0	0	0
"Cloud computing" and "broiler"	0	0	2	2	2
"Augmented Reality" and "broiler"	0	0	0	0	0
"Virtual Reality" and "broiler"	0	0	2	2	2
"Additive manufacturing" and "broiler"	0	0	0	0	0
"3D printing" and "broiler"	0	0	0	0	0
"Cyber-security" and "broiler"	0	0	0	0	0
"Artificial intelligence" and "broiler"	2	19	22	43	29
"Simulation" and "broiler"	39	156	173	368	221

Filtragem básica: i. Scopus, Web of Science e Science Direct, respectivamente; ii. Combinação de palavras-chave inserida em "TITLE-ABS-KEY"; iii. Período pesquisado "all years", exceto para combinações utilizando "artificial intelligence" e "simulation", cujo período foi  $\geq 2012$ , e; iv. Tipo de documento: "all documents".

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Inicialmente, Tabelas 6 e 7 foram úteis ao indicar quais Tecnologias 4.0 são frequentes na avicultura, abrangendo aves no geral e frangos, respectivamente. Em ambos, as tecnologias em destaque foram a simulação, inteligência artificial, Internet das Coisas, Big Data Analytics, Computação em nuvem e Realidade Virtual, respectivamente. Limitando-se ao universo pesquisado, não foram encontrados estudos com foco nas tecnologias Cibernéticas físicas (CPSs), Impressão 3D e Ciber Segurança.

Quanto à simulação, uma gama de estudos utilizou simulação de dinâmica de fluidos para desenvolver e avaliar projetos de sistemas de ventilação, em aviários (MOSTAFA *et al.*, 2012; ZAJICEK; KIC, 2012; ZHU *et al.*, 2012; BIANCHI *et al.*, 2015; BUSTAMANTE *et al.*, 2015; BUSTAMANTE *et al.*, 2017; FIDAROS *et al.*, 2018; ZHANG *et al.*, 2019). Outros estudos avaliaram níveis de desenvolvimento de

frangos submetidos às condições distintas do ambiente (oscilações de umidade, de temperatura, entre outras) (ABREU *et al.*, 2015, VALE *et al.*, 2016; MELLO *et al.*, 2018; LOURENÇONI *et al.*, 2019; KÜÇÜKTOPCU; CEMEK, 2019), acompanhando taxas de conversão alimentar, desenvolvimento animal e níveis de estresse.

A inteligência artificial se apresentou na forma de robôs (contendo sensores, câmeras, entre outros componentes), *softwares* e ferramentas analíticas (algoritmos, aprendizado de máquinas e redes neurais). Em Hartung *et al.* (2019), um robô foi responsável por monitorar parâmetros (temperatura, umidade e velocidade do ar), e identificar frangos doentes e mortos. Na forma de *softwares* e/ou de ferramentas, a inteligência artificial tem sido empregada no controle de oscilações de parâmetros do ambiente, identificação de frangos doentes ou mortos (ZHUANG *et al.*, 2018; LIU *et al.*, 2021) e previsão e estimativa de peso animal (HUANG *et al.*, 2012; FERRAZ *et al.*, 2014; JØRGENSEN *et al.* 2019), principalmente.

Em aviários, a IoT e a inteligência artificial, principalmente (ZHANG; CHEN, 2020; WANG; CHEN; CHIEN, 2021) possibilitam controle de variáveis do ambiente, como iluminação, umidade, temperatura e ventilação, a presença de substâncias no ambiente, controle alimentar e análise de comportamento e alterações fisiológicas (hábitos anormais, incidência de doenças e mortes) (ZHANG; CHEN, 2020). Essas tecnologias fornecem informações aos produtores sobre o ambiente, insumos e produtos para monitoramento e detecção precoce de situações anormais (LIU *et al.*, 2021). A IoT atua tanto na coleta de dados, como na distribuição deles para efetiva comunicação (ASTILL *et al.*, 2020).

Na indústria de abate, uma infinidade de sensores é empregada na análise da composição da carne, e qualidade em termos de índice de contaminação, frescor e presença de materiais indesejáveis no produto, como o metal. Em operações da produção, sensores realizam a pesagem de frangos abatidos e orientam robôs para cortes adequados, evitando-se maiores perdas de carne (ECHEGARAY *et al.* 2022). Porém, a disposição de sensores inteligentes é a camada inicial de construção de IoT eficiente (PATEL; PATEL, 2016).

A IoT também foi utilizada em diferentes elos da cadeia produtiva avícola para gerar informações e acompanhar dados de produção, qualidade e segurança alimentar. Vários dos estudos de IoT em cadeia produtiva focaram na rastreabilidade do produto, a destacar Meng (2015), Yu *et al.* (2018) e Esnaola-Gonzalez *et al.* (2020).



Na avicultura de corte, a TT tem sido importante para avanços ao longo de toda cadeia (ECHEGARAY *et al.* 2022); Ela esteve inserida na descoberta e criação, implementação e gestão de tecnologias, contribuindo com melhores resultados em reprodução de frangos (BRILLARD, 2001), sanidade animal (BROCHU *et al.* 2019), infraestrutura e produção (KING, 2017), entre outros. Com a Indústria 4.0, avanços tecnológicos emergem na avicultura de corte (ECHEGARAY *et al.* 2022; MORRONE *et al.*, 2022) e a TT se faz necessária (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2018; SILVA, 2019; MICK, 2022).

Observa-se que algumas das Tecnologias 4.0 se sobressaem em termos de aplicabilidades, contudo, nenhum estudos tem focado na TT4.0 na avicultura de corte.

#### 4.2.2 Estudo de caso 1

Este estudo foi realizado com a participação de especialistas da Empresa A. A mesma atua no abate de frangos e padronização de cortes de carne de frangos. Na sequência são apresentados e discutidos os resultados obtidos, conforme cada fase do MTT4.0.

##### 4.2.2.1 Fase I: Análise de necessidade estratégica

Inicialmente foi verificado o que a empresa almeja com a Indústria 4.0, seja pelo conceito e/ou tecnologias. 12 vantagens projetadas foram listadas (Quadro 19), procedendo-se com as comparações par a par (Tabela 8).

**Quadro 19 - Projeção de vantagens da Indústria 4.0, selecionadas**

<b>Código</b>	<b>Vantagem</b>
tcs	“transparência em cadeia de suprimentos”
qp	“qualidade do produto”
dc	“decisão mais consistente”
rrf	“resposta rápida à falha”
pp	“personalização de produto”
ee	“economia de energia”
rtep	“redução no tempo de entrega de produto”
ram	“redução de atividade monótona”
ria	“redução de impacto ambiental”
pd	“privacidade de dados”
reh	“redução de erro humano”
rd	“redução de desperdício”

**Tabela 8 - Comparações par a par e sensibilidades às vantagens projetadas pela Indústria 4.0\***

Item	tcs	qp	dc	rrf	pp	ee	rtep	ram	ria	pd	reh	rd
tcs	1	0,3333	0,1428	0,1428	3	5	0,1428	5	5	3	0,1428	0,1428
qp	3	1	1	1	5	7	1	7	7	5	1	3
dc	7	1	1	1	5	7	1	7	5	3	0,2	1
rrf	7	1	1	1	5	5	0,3333	5	9	5	0,3333	0,2
pp	0,3333	0,2	0,2	0,2	1	3	0,2	3	5	0,3333	0,1428	0,2
ee	0,2	0,1428	0,1428	0,2	0,3333	1	0,1428	1	1	0,3333	0,1428	0,1428
rtep	7	1	1	3	5	7	1	9	9	7	2	1
ram	0,2	0,1428	0,1428	0,2	0,3333	1	0,1111	1	1	0,3333	0,1111	0,1111
ria	0,2	0,1428	0,2	0,1111	0,2	1	0,1111	1	1	0,3333	0,1111	0,1111
pd	0,3333	0,2	0,3333	0,2	3	3	0,1428	3	3	1	0,2	0,2
reh	7	1	5	3	7	7	0,5	9	9	5	1	1
rd	7	0,3333	1	5	5	7	1	9	9	5	1	1

\*Estudo de caso 1

Legenda: “transparência em cadeia de suprimentos” (tcs); “qualidade do produto” (qp); “decisão mais consistente” (dc); “resposta rápida às falhas” (rrf); “personalização de produto” (pp); “economia de energia” (ee); “redução no tempo de entrega de produto” (rtep); “redução de atividade monótona” (ram); “redução de impacto ambiental” (ria); “privacidade de dados” (pd); “redução de erro humano” (reh); “redução de desperdício” (rd).

**Fonte: Autoria própria (2022).**

A Tabela 9 apresenta os valores normalizados e os resultados admitidos por cada item analisado. Para análise de consistência nos resultados, foi calculada a Razão de Coerência (RC) por meio da Equação 3, sendo aceitável (0,0909), ou seja, inferior a 0,1.

**Tabela 9 - Valores normalizados e resultados, em percentual, para cada item analisado\***

Item	Auto vetor	AVN	Resultado
tcs	0,7284	0,0405	4,05%
qp	2,5544	0,1421	14,21%
dc	2,0384	0,1134	11,34%
rrf	1,7586	0,0978	9,78%
pp	0,4973	0,0277	2,77%
ee	0,2830	0,0157	1,57%
rtep	3,1146	0,1732	17,32%
ram	0,2658	0,0148	1,48%
ria	0,2495	0,0139	1,39%
pd	0,5972	0,0332	3,32%
reh	3,1731	0,1765	17,65%
rd	2,7219	0,1514	15,14%

\*Estudo de caso 1

Fonte: Autoria própria (2022).

Conforme resultados, a Empresa A apresenta maior sensibilidade à redução de erro humano (reh), redução no tempo de entrega de produto (rtep), redução de desperdício (rd) e qualidade do produto (qp), respectivamente. Deste modo, esses podem ser convertidos como necessidades estratégicas.

Pode-se dizer que a redução de erros implica em produtividade e qualidade, proporcionando melhores resultados à empresa. Neste segmento de empresa, a mão de obra humana ainda tem um papel fundamental e expressivo, em todos os níveis, incluindo o operacional.

Em termos de menor tempo de entrega de produtos, aliado à qualidade do produto, por exemplo, a empresa atende demandas interna e externa, e obtêm-se retornos financeiros mais atrativos.

Diante do exposto, notou-se que perspectivas à Indústria 4.0 apresentaram amplo foco na dimensão econômica, com certa predisposição à dimensão ambiental, embora seja resultante da eficiência produtiva (gestão de falhas e de desperdícios).

Observa-se ainda que a redução de atividade monótona e a redução de impacto ambiental não são latentes à empresa, admitindo-se os menores resultados possíveis.

#### 4.2.2.2 Fase II: Interesse e disponibilidade pela Indústria 4.0

O interesse e a disponibilidade abrangem o posicionamento da empresa em obter a Indústria 4.0. Se interessada e disposta, há maior colaboração por parte da empresa, em termos de investimentos.

Neste estudo, a Empresa A apresentou-se muito interessada e com alta disponibilidade para Indústria 4.0. Sua disponibilidade também pode ser verificada na prática, mediante o estudo de projeto para provável execução relativo ao uso de etiquetas inteligentes em produtos.

Na sequência, moldando o interesse e a disponibilidade, apesar de índices favoráveis, foram identificados fatores influenciadores, conforme o Gráfico 1.

**Gráfico 1 - Fatores influenciadores do máximo interesse e disponibilidade da Empresa A pela Indústria 4.0**



Fonte: Autoria própria (2022).

Entre os principais fatores estão elevado investimento, ausência de métodos técnicos, dificuldades em realocar pessoas e a falta de mão de obra qualificada, ambos extremamente influentes (índice 4).

Já os fatores pouco influentes (índice 1), de acordo com o Gráfico 1, são a infraestrutura tecnológica deficiente, falta de fornecedores qualificados, resistências às mudanças, complexidades das tecnologias e falta de políticas governamentais. Nenhum fator se apresentou nada influente (índice 0).

#### 4.2.2.3 Fase III: Capacidade e condições

Em termos de aspectos técnico e tecnológico, verificou-se a capacidade da empresa para acomodar conceito de Indústria 4.0. No Quadro 20 são apresentados os principais resultados.

**Quadro 20 - Capacidade da Empresa A, nos aspectos técnico e tecnológico**

Aspecto	Capacidade
Automatização de processos de produção	61 a 80% dos processos
Tecnologia de sensor	São frequentes, distribuídos em algumas etapas da produção de carne de frangos
Etiqueta inteligente	Sendo estudada, para provável execução
Tecnologia autoadaptável	Máquinas são utilizadas com atendimentos às pequenas oscilações em produtos
Inteligência artificial	Dois robôs, em pelo menos dois pontos diferentes da produção
Máquina conectada à internet	61 a 80% das máquinas de produção
Coleta de dados	Muito frequentes, onde em cada etapa da produção é coletado algum tipo de dado
Cruzamento de dados	Frequentemente
Modelagem e simulação	Raramente, abrangendo uma única área (Controle da Produção)
Rastreabilidade	É realizada para cada variedade de produto
Plataforma integrada	Sendo estudada, para provável execução

Fonte: Autoria própria (2022).

De maneira geral, observa-se que a capacidade da empresa engloba pré-requisitos importantes no desenvolvimento de Indústria 4.0, embora necessite de expansão, intensificando a presença de tecnologias inteligentes e procedimentos inter-relacionados.

Além da capacidade para gerenciar novos conceitos e/ou tecnologias, é fundamental possuir condições. As condições não se limitam ao recurso financeiro, mas conhecimento, acessibilidades, entre outros. O Quadro 21 apresenta principais resultados de estudo na Empresa A.

**Quadro 21 - Condições da Empresa A para atuar em prol da Indústria 4.0**

Aspecto	Condição
Conhecimento	Em termos de conhecimento interno em Indústria 4.0, no geral, há conhecimento intermediário para alta administração
Estágio	Muitos estágios são realizados por estudantes, em diferentes departamentos da empresa
Parceria	Há parcerias com universidades nacionais
Departamento de P&D	Várias unidades no país, incluindo uma unidade local
Cultura organizacional	Diversas novas tecnologias são adotadas, porém em mesmo departamento
Financiamento	Acesso amplo e facilitado
Incentivo governamental	Incentivo alto

Fonte: Autoria própria (2022).

Conforme o Quadro 21, a empresa em questão possui condições favoráveis para implementações tecnológicas. Porém, os fatores mencionados pelo Gráfico 1 ainda precisam ser gerenciados, pois inibem o emprego do conceito de Indústria 4.0 em sua totalidade.

#### 4.2.2.4 Fase IV: Definição da tecnologia

As avaliações de especialistas, realizadas em consenso, para cada critério e cada tecnologia em relação aos critérios, são apresentadas nos Quadros 22 e 23, respectivamente.

**Quadro 22 – Avaliações para cada critério definido\***

<b>Critério</b>	C1. Atendimento à necessidade estratégica	C2. Facilidades (pré-requisitos já existentes)	C3. Complexidade tecnológica (componentes e operacionalização)
<b>Julgamento</b>	MA	A	B

Fonte: Autoria própria (2022).

**Quadro 23 - Avaliações quanto aos respectivos desempenhos de cada tecnologia em relação aos critérios\***

<b>Tecnologia 4.0</b>	<b>Critério</b>		
	C1. Atendimento à necessidade estratégica	C2. Facilidades (pré-requisitos já existentes)	C3. Complexidade tecnológica (componentes e operacionalização)
T1. Big Data Analytics	B	B	M
T2. Computação em nuvem	MR	B	B
T3. Internet das Coisas (IoT)	MB	M	MR
T4. Inteligência artificial	MB	M	M
T5. Manufatura aditiva	MR	MR	B
T6. Realidade aumentada	R	R	B
T7. Segurança Cibernética	MR	R	M
T8. Simulação	R	B	MB
T9. Sistema Cibernético Físico (CPS)	M	R	R

Fonte: Autoria própria (2022).

A partir das avaliações, foi construída a matriz de julgamentos (Tabela 10).

**Tabela 10 - Matriz de julgamentos\***

<b>Alternativa</b>	<b>C1</b>			<b>C2</b>			<b>C3</b>		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
T1	5	7,5	10	5	7,5	10	2,5	5	7,5
T2	0	0	2,5	5	7,5	10	5	7,5	10
T3	7,5	10	10	2,5	5	7,5	0	0	2,5
T4	7,5	10	10	2,5	5	7,5	2,5	5	7,5
T5	0	0	2,5	0	0	2,5	5	7,5	10
T6	0	2,5	5	0	2,5	5	5	7,5	10
T7	0	0	2,5	0	2,5	5	2,5	5	7,5
T8	0	2,5	5	5	7,5	10	7,5	10	10
T9	2,5	5	7,5	0	2,5	5	0	2,5	5

<b>Peso</b>	0,75	1	1	0,5	0,75	1	0	0,25	0,5
-------------	------	---	---	-----	------	---	---	------	-----

\*Estudo de caso 1

Fonte: Autoria própria (2022).

Posteriormente, por meio das Equações 6 e 7, a matriz de julgamentos foi normalizada, conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Matriz de julgamentos normalizada\*

	C1			C2			C3		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
T1	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75
T2	0	0	0,25	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1
T3	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0	0	0,25
T4	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75
T5	0	0	0,25	0	0	0,25	0,5	0,75	1
T6	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1
T7	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0,25	0,5	0,75
T8	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1	0,75	1	1
T9	0,25	0,5	0,75	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5

Fonte: Autoria própria (2022).

Utilizando-se as Equações 9 e 10, foi determinada a matriz de julgamentos normalizada e ponderada, conforme Tabela 12.

Tabela 12 - Matriz de julgamentos normalizada e ponderada\*

	C1			C2			C3		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
T1	0,375	0,75	1	0,25	0,5625	1	0	0,125	0,375
T2	0	0	0,25	0,25	0,5625	1	0	0,1875	0,5
T3	0,5625	1	1	0,125	0,375	0,75	0	0	0,125
T4	0,5625	1	1	0,125	0,375	0,75	0	0,125	0,375
T5	0	0	0,25	0	0	0,25	0	0,1875	0,5
T6	0	0,25	0,5	0	0,1875	0,5	0	0,1875	0,5
T7	0	0	0,25	0	0,1875	0,5	0	0,125	0,375
T8	0	0,25	0,5	0,25	0,5625	1	0	0,25	0,5
T9	0,1875	0,5	0,75	0	0,1875	0,5	0	0,0625	0,25

Para cada critério, foi determinada a Solução Ideal Positiva (FPIS) e Solução Ideal Negativa (FNIS), por meio das Equações 12 e 13, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 - Resultados de FPIS e FNIS\*

	C1			C2			C3		
<b>FPIS</b>	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5
<b>FNIS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2022).

Por meio das Equações 13 e 15, foi calculada a distância  $D^+$  entre valores de FPIS e os resultados de alternativas, conforme apresentada na Tabela 14.

Tabela 14 - Distância  $D^+$  para cada alternativa\*

	C1	C2	C3	$D^+$
T1	0,3886	0,5013	0,3680	1,2579
T2	0,9242	0,5013	0,3404	1,7659
T3	0,2526	0,6374	0,4621	1,3521
T4	0,2526	0,6374	0,3680	1,2580
T5	0,9242	0,9242	0,3404	2,1888
T6	0,7773	0,7979	0,3404	1,9156

T7	0,9242	0,7979	0,3680	2,0901
T8	0,7773	0,5013	0,3227	1,6013
T9	0,5694	0,7979	0,4098	1,7772

Fonte: Autoria própria (2022).

Já por meio das Equações 14 e 15, foi calculada a distância  $D^-$  (Tabela 15).

	C1	C2	C3	$D^-$
T1	0,7535	0,6780	0,2282	1,6596
T2	0,1443	0,6780	0,3083	1,1306
T3	0,8787	0,4895	0,0722	1,4404
T4	0,8787	0,4895	0,2282	1,5964
T5	0,1443	0,1443	0,3083	0,5970
T6	0,3227	0,3083	0,3083	0,9394
T7	0,1443	0,3083	0,2282	0,6809
T8	0,3227	0,6780	0,3227	1,3235
T9	0,5316	0,3083	0,1488	0,9886

Fonte: Autoria própria (2022).

Após determinadas as distâncias, foi calculado o coeficiente de aproximação ( $CC_i$ ) de cada alternativa por meio da Equação 16 (Tabela 16).

**Tabela 16 - Coeficiente de aproximação para cada alternativa\***

Tecnologia 4.0	$CC_i$
T1. Big Data Analytics	0,5688
T4. Inteligência artificial	0,5593
T3. Internet das Coisas (IoT)	0,5158
T8. Simulação	0,4525
T2. Computação em nuvem	0,3903
T9. Sistema Cibernético Físico (CPS)	0,3574
T6. Realidade aumentada	0,3290
T7. Segurança Cibernética	0,2457
T5. Manufatura aditiva	0,2143

\*Estudo de caso 1

Fonte: Autoria própria (2022).

Conforme a Tabela 16, as tecnologias indicadas à Empresa A são Big Data Analytics (0,5688), inteligência artificial (0,5593), Internet das Coisas (IoT) (0,5158) e modelagem e simulação (0,4525), respectivamente. É possível ainda constatar o distanciamento entre cada tecnologia.

As tecnologias identificadas, além de serem candidatas pelo atendimento aos critérios, incluindo a necessidade estratégica da Empresa A, são fundamentais para avanços posteriores.

Apesar de não ser promissora no atendimento às principais necessidades da empresa, a simulação apresentou boa posição, pois exige menor capacidade nos aspectos técnico e tecnológico e apresenta baixa complexidade.



#### 4.2.2.5 Fase V: Planejamento de ações

No início das implementações tecnológicas, o uso de projetos pilotos para analisar a rentabilidade dos investimentos é fundamental. Outra prática é mapear os efeitos e benefícios da implementação gradual e aplicar ajustes (ZANGIACOMI *et al.*, 2020). Neste contexto, após definir a tecnologia, é necessário elaborar um plano inicial de ações, em termos de formação de equipe, cronograma, definição de outras atividades e operações de TT, e assim por diante.

Diante dos resultados obtidos, a empresa pode intensificar a presença de sensores e atuadores em seus processos produtivos, implementar tecnologias de Big Data e passar a incluir o maior número possível de dados, de diferentes fontes e formatos, em análises de melhoria contínua.

Outro passo é iniciar a digitalização de seus processos, de forma gradativa, bem como de áreas e departamentos. É fundamental ainda, garantir a inteligência de processos.

Quanto à Internet das Coisas, não basta conectar máquinas à internet ou então coletar dados por sensores, é preciso que as máquinas e dispositivos realizem trocas simultâneas, em tempo real e de forma autônoma. Diante da complexidade, a adoção de Internet das Coisas demanda um planejamento mais minucioso.

Em outras palavras, é importante implementar sensores, coletar um maior número possível de dados de fontes distintas, gerar valor aos dados, proporcionar a inteligência aos processos produtivos, e conectar as máquinas e equipamentos entre si, prioritariamente.

#### 4.2.2.6 Fase VI: Investimentos

Esta fase não foi executada, pois rege operações e procedimentos técnicos em TT, como negociação, adequação organizacional – nos aspectos tecnológico e gerencial, movimentação e instalação da tecnologia, bem como ajustes operacionais e gestão da tecnologia, respectivamente. Essas operações exigem a aplicação de investimentos e outros recursos, dependendo exclusivamente da empresa.

#### 4.2.3 Estudo de caso 2

A Empresa B também é uma empresa de grande porte, conforme o número de colaboradores, e atua no abate de frangos e padronização de cortes de carne de

frangos. Sendo assim, adotando-se mesmos procedimentos, são apresentados na sequência os resultados obtidos, porém de forma bem resumida.

Na Tabela 17 apresentam-se as comparações par a par, entre vantagens projetadas pela Indústria 4.0.

Tabela 17 - Comparações par a par e sensibilidades às vantagens projetadas pela Indústria 4.0\*\*

Item	tcs	qp	dc	rrf	pp	ee	rtep	ram	ria	pd	reh	rd
tcs	1	0,25	3	1	3	5	3	7	4	1	0,2	1
qp	4	1	3	1	5	7	4	7	5	1	1	3
dc	0,3333	0,3333	1	0,2	5	7	1	5	5	0,3333	0,2	0,3333
rrf	1	1	5	1	7	7	4	7	5	1	3	1
pp	0,3333	0,2	0,2	0,1428	1	5	1	5	3	0,2	0,1428	0,1428
ee	0,2	0,1428	0,1428	0,1428	0,2	1	0,1428	1	1	0,2	0,1111	0,1428
rtep	0,3333	0,25	1	0,25	1	7	1	7	5	0,3333	0,2	0,3333
ram	0,1428	0,1428	0,2	0,1428	0,2	1	0,1428	1	1	0,2	0,1111	0,1428
ria	0,25	0,2	0,2	0,2	0,3333	1	0,2	1	1	0,2	0,2	1
pd	1	1	3	1	5	5	3	5	5	1	1	1
reh	5	1	5	0,3333	7	9	5	9	5	1	1	1
rd	1	0,3333	3	1	7	7	3	7	1	1	1	1

\*\*Estudo de caso 2

Legenda: “transparência em cadeia de suprimentos” (tcs); “qualidade do produto” (qp); “decisão mais consistente” (dc); “resposta rápida às falhas” (rrf); “personalização de produto” (pp); “economia de energia” (ee); “redução no tempo de entrega de produto” (rtep); “redução de atividade monótona” (ram); “redução de impacto ambiental” (ria); “privacidade de dados” (pd); “redução de erro humano” (reh); “redução de desperdício” (rd).

Fonte: Autoria própria (2022).

A Tabela 18 apresenta os valores normalizados e os resultados admitidos por cada item analisado. Para análise de coerência entre os resultados, foi calculada a Razão de Coerência (RC), apresentando-se aceitável (0,0866), ou seja, inferior a 0,1.

**Tabela 18 - Valores normalizados e resultados, em percentual, para cada item analisado\*\***

<b>Item</b>	<b>Auto vetor</b>	<b>AVN</b>	<b>Resultado</b>
tcs	1,5478	0,0935	9,35%
qp	2,7366	0,1654	16,54%
dc	0,9325	0,0564	5,64%
rrf	2,6164	0,1581	15,81%
pp	0,5376	0,0325	3,25%
ee	0,2475	0,0150	1,50%
rtep	0,8341	0,0504	5,04%
ram	0,2475	0,0150	1,50%
ria	0,3636	0,0220	2,20%
pd	2,0536	0,1241	12,41%
reh	2,6466	0,1600	16,00%
rd	1,7825	0,1077	10,77%

\*\*Estudo de caso 2

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Na Empresa B há maior sensibilidade às vantagens qualidade do produto (qp), redução de erro humano (reh), resposta rápida à falha (rrf), privacidade de dados (pd) e redução de desperdício (rd), respectivamente. Essas vantagens podem ser convertidas em principais necessidades estratégicas da empresa.

Quanto aos menores resultados, apresentam-se a redução de atividades monótonas, economia de energia, redução de impacto ambiental e personalização de produtos, respectivamente.

A Empresa B apresentou-se pouco interessada e com disponibilidade baixa para implementações em Indústria 4.0. Os principais fatores inibidores são descritos no Gráfico 2.

**Gráfico 2 - Fatores influenciadores do máximo interesse e disponibilidade da Empresa B pela Indústria 4.0**



Fonte: Autoria própria (2022).

Entre os principais fatores estão o elevado investimento, as incertezas em resultados, a falta de conhecimento, complexidades de tecnologias e resistências às mudanças (ambos índices 4). Nenhum fator se apresentou nada influente (índice 0).

Em termos de aspectos técnico e tecnológico, verificou-se a capacidade da empresa para acomodar conceito de Indústria 4.0. No Quadro 24 são apresentados os principais resultados.

**Quadro 24 - Capacidade da Empresa B, nos aspectos técnico e tecnológico**

Aspecto	Capacidade
Automatização de processos de produção	De 21% a 40% dos processos
Tecnologia de sensor	São frequentes, distribuídos em algumas etapas da produção de carne de frangos
Etiqueta inteligente	Um tipo de etiqueta inteligente é utilizado em um produto específico
Tecnologia autoadaptável	Nenhuma máquina atende, sem intervenção, às oscilações de produtos.
Inteligência artificial	Não se utiliza essa tecnologia
Máquina conectada à internet	Até 20% das máquinas de produção
Coleta de dados	Pouco realizada
Cruzamento de dados	Raramente
Modelagem e simulação	Não se aplica
Rastreabilidade	É realizada para cada variedade de produto produzido
Plataforma integrada	Plataforma instalada, porém o volume de dados é baixo

Fonte: Autoria própria (2022).

De maneira geral, focando-se no conceito de Indústria 4.0, há limitações em automatização de processos e conectividade, principalmente. Sem dúvidas, caso interessada e disposta a atuar em prol da Indústria 4.0, a empresa deverá investir de forma expressiva em infraestrutura técnica e tecnológica.

Quanto às condições que a Empresa B possui, o Quadro 25 apresenta os principais resultados de estudo.

**Quadro 25 - Condições da Empresa B para atuar em prol da Indústria 4.0**

Aspecto	Condição
Conhecimento	Em termos de conhecimento interno em Indústria 4.0, no geral, há conhecimento para alta administração
Estágio	Poucos estágios são realizados
Parceria	Nenhuma parceria com universidade
Departamento de P&D	Não possui
Cultura organizacional	Diversas novas tecnologias são adotadas, porém em mesmo departamento
Financiamento	Possui em pequena parcela, embora, facilitado
Incentivo governamental	Incentivo baixo

Fonte: Autoria própria (2022).

Seguindo a estrutura do modelo proposto (Figura 6), outra parte do estudo consistiu na definição de tecnologia. Neste contexto, as avaliações de especialistas, realizadas em consenso, para os critérios e cada tecnologia em relação aos critérios, são apresentadas nos Quadros 26 e 27, respectivamente.

**Quadro 26 - Avaliações para cada critério definido\*\***

Critério	C1. Atendimento à necessidade estratégica	C2. Facilidades (pré-requisitos já existentes)	C3. Complexidade tecnológica (componentes e operacionalização)
Julgamento	MA	M	A

Fonte: Autoria própria (2022).

**Quadro 27 - Avaliações quanto aos respectivos desempenhos de cada tecnologia em relação aos critérios\*\***

Tecnologia 4.0	Critério		
	C1. Atendimento à necessidade estratégica	C2. Facilidades (pré-requisitos já existentes)	C3. Complexidade tecnológica (componentes e operacionalização)
T1. Big Data Analytics	MB	M	B
T2. Computação em nuvem	MR	B	B
T3. Internet das Coisas (IoT)	B	MR	MR
T4. Inteligência artificial	MB	M	M
T5. Manufatura aditiva	MR	MR	B
T6. Realidade aumentada	R	R	B
T7. Segurança Cibernética	M	R	M
T8. Simulação	MR	B	MB
T9. Sistema Cibernético Físico (CPS)	M	MR	R

A partir das avaliações, foi construída a matriz de julgamentos (Tabela 19). Semelhante aos procedimentos adotados no estudo de caso 1, obteve-se a matriz de julgamentos normalizada e ponderada (Tabela 20), FPIS e FNIS (Tabela 21) e distância  $D^+$  e distância  $D^-$  (Tabelas 22 e 23, respectivamente).

**Tabela 19 - Matriz de julgamentos\*\***

Alternativa	C1			C2			C3		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
T1	7,5	10	10	2,5	5	7,5	5	7,5	10
T2	0	0	2,5	5	7,5	10	5	7,5	10
T3	5	7,5	10	0	0	2,5	0	0	2,5
T4	7,5	10	10	2,5	5	7,5	2,5	5	7,5
T5	0	0	2,5	0	0	2,5	5	7,5	10
T6	0	2,5	5	0	2,5	5	5	7,5	10
T7	2,5	5	7,5	0	2,5	5	2,5	5	7,5
T8	0	0	2,5	5	7,5	10	7,5	10	10
T9	2,5	5	7,5	0	0	2,5	0	2,5	5
<b>Peso</b>	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1

\*\*Estudo de caso 2

Fonte: Autoria própria (2022).

**Tabela 20 - Matriz de julgamentos normalizada e ponderada\*\***

	C1			C2			C3		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
T1	0,5625	1	1	0,0625	0,25	0,5625	0,25	0,5625	1
T2	0	0	0,25	0,125	0,375	0,75	0,25	0,5625	1
T3	0,375	0,75	1	0	0	0,1875	0	0	0,25
T4	0,5625	1	1	0,0625	0,25	0,5625	0,125	0,375	0,75
T5	0	0	0,25	0	0	0,1875	0,25	0,5625	1
T6	0	0,25	0,5	0	0,125	0,375	0,25	0,5625	1
T7	0,1875	0,5	0,75	0	0,125	0,375	0,125	0,375	0,75
T8	0	0	0,25	0,125	0,375	0,75	0,375	0,75	1
T9	0,1875	0,5	0,75	0	0	0,1875	0	0,1875	0,5

Fonte: Autoria própria (2022).

**Tabela 21 - Resultados de FPIS e FNIS\*\***

	C1			C2			C3		
	<b>FPIS</b>	1	1	1	0,75	0,75	0,75	1	1
<b>FNIS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2022).

**Tabela 22 - Distância  $D^+$  para cada alternativa\*\***

	C1	C2	C3	$D^+$
T1	0,2526	0,5026	0,5013	1,2565
T2	0,9242	0,4208	0,5013	1,8463
T3	0,3886	0,6932	0,9242	2,0060
T4	0,2526	0,5026	0,6374	1,3926
T5	0,9242	0,6932	0,5013	2,1187
T6	0,7773	0,6038	0,5013	1,8824
T7	0,5694	0,6038	0,6374	1,8106
T8	0,9242	0,4208	0,3886	1,7337
T9	0,5694	0,6932	0,7979	2,0605

Fonte: Autoria própria (2022).

**Tabela 23 - Distância  $D^-$  para cada alternativa\*\***

	C1	C2	C3	$D^-$
T1	0,8787	0,3572	0,6780	1,9139
T2	0,1443	0,4895	0,6780	1,3118
T3	0,7535	0,1083	0,1443	1,0061
T4	0,8787	0,3572	0,4895	1,7254
T5	0,1443	0,1083	0,6780	0,9306
T6	0,3227	0,2282	0,6780	1,2289
T7	0,5316	0,2282	0,4895	1,2492
T8	0,1443	0,4895	0,7535	1,3873
T9	0,5316	0,1083	0,3083	0,9481

Fonte: Autoria própria (2022).

Por fim, foi calculado o coeficiente de aproximação ( $CC_i$ ) admitido por cada alternativa, conforme a Tabela 24.

**Tabela 24 - Coeficiente de aproximação para cada alternativa\*\***

Tecnologia 4.0	$CC_i$
T1. Big Data Analytics	0,6037
T4. Inteligência artificial	0,5534
T8. Simulação	0,4445
T2. Computação em nuvem	0,4154
T7. Segurança Cibernética	0,4083
T6. Realidade aumentada	0,3950
T3. Internet das Coisas (IoT)	0,3340
T9. Sistema Cibernético Físico (CPS)	0,3151
T5. Manufatura aditiva	0,3052

\*\*Estudo de caso 2

Fonte: Autoria própria (2022).

Conforme a Tabela 24, as tecnologias indicadas à Empresa B são Big Data Analytics (0,6037), inteligência artificial (0,5534), modelagem e simulação (0,4445), computação em nuvem (0,4154) e segurança cibernética (0,4083), respectivamente.

Baseando-se no Quadro 25, a empresa em questão necessita, inicialmente, criar parcerias com universidades e empresas e gerar conhecimento tecnológico, caso decida investir na Indústria 4.0.

Baseando-se nos resultados obtidos, para a empresa obter avanços em fabricação inteligente, deve-se realizar a automatização de processos, empregar um maior número de sensores e extrair conhecimento de dados (a partir de ferramentas analíticas).

Já a inteligência artificial, nas formas de dispositivos inteligentes e *softwares*, são importantes para garantir a inteligência dos processos, gradativamente.

Outro importante conjunto de tecnologias é a segurança cibernética. Assim, a empresa adquire privacidade de dados, na medida em que um volume maior de dados passa a ser gerado e armazenado em nuvem.



Quanto à IoT, apesar de promissora para atendimento de necessidades, a mesma apresentou baixo resultado diante da capacidade limitante da empresa para acomodar tal conjunto de tecnologias, além de complexidades técnicas.

### **4.3 Síntese dos resultados e discussão**

A Indústria 4.0 é promissora, principalmente por empregar tecnologias e princípios de fabricação inteligente. No entanto, até que a mesma se torne realidade nas organizações, um processo complexo e uma gama de decisões precisam ser gerenciados. Na TT4.0, o autoconhecimento organizacional (necessidade, interesse, capacidade e condições) é fundamental, pois influencia na definição da tecnologia, planejamento de ações e investimentos, respectivamente.

Nas empresas de abate de frangos, diferentemente de empresas de outros setores, as necessidades por Tecnologias 4.0 podem ser distintas. Focando-se nos resultados semelhantes entre Empresa A e Empresa B, por exemplo, as principais necessidades foram qualidade do produto (14,21% e 16,54%, respectivamente), redução de erro humano (17,65% e 16,00%, respectivamente) e a redução de desperdício (15,14% e 10,77%, respectivamente). Tratando-se de um alimento, as empresas têm maiores preocupações com relação à qualidade do produto, além disso, a qualidade pode ser perceptível pelo consumidor a nível de praticidades. Em outras palavras, obter qualidade reflete em competitividade e rentabilidade ao setor. Essas empresas também empregam mão de obra humana de forma expressiva, o que justifica a necessidade de reduzir erros humanos e desperdícios (sendo este não limitando ao fator humano).

Pensando na adoção de Indústria 4.0, não é prioridade para as empresas a redução de impacto ambiental (1,39% e 2,20%, respectivamente para Empresas A e B), redução de atividade monótona (1,48% e 1,50%, respectivamente), economia de energia (1,57% e 1,50%, respectivamente) e personalização de produto (1,77% e 3,25%, respectivamente para Empresas A e B). No caso do setor automotivo, por exemplo, a personalização de produto é mais requisitada.

Entre os principais fatores inibidores do máximo interesse e disponibilidade pela Indústria 4.0, em ambas as empresas, foram elevado investimento, ausência de algum conhecimento em Indústria 4.0, incertezas em resultados e dificuldades em realocar pessoas no trabalho. A falta de políticas governamentais foi o fator menos influente entre os demais. Semelhantemente, em 39 empresas de diferentes portes

e setores, Calabrese, Ghiron e Tiburzi (2020) identificaram os principais receios em implementações em Indústria 4.0, entre eles estão elevado investimento, falta de qualificação e incertezas nos resultados.

Stentoft *et al.* (2020) analisaram as intervenientes para a Indústria 4.0 em 190 empresas dinamarquesas. No estudo, as intervenientes comumente citadas por gestores foram ausências de procedimentos técnicos e mão de obra especializada.

Yüksel (2020) abordou questões acerca da adoção de Indústria 4.0 em 84 empresas da Turquia, dos diferentes tamanhos. Como resultado, foram apontados principais fatores, a definir, falta de capacitação, elevado investimento e ausência de conhecimento. Para os autores, no geral as empresas têm interesse no conceito, embora o retorno na forma de resultado não seja totalmente claro.

Em uma pesquisa com 270 pequenas e médias empresas, os fatores que inibem a adoção de tecnologias integradas baseadas em IoT e Computação em nuvem são elevados custos, infraestrutura tecnológica deficiente e questões de segurança de dados (NARWANE *et al.*, 2019).

De maneira geral, as empresas ainda não aplicam o conceito de Indústria 4.0, em sua totalidade, principalmente por questões financeiras, pois mesmo que o recurso financeiro esteja disponível, as mesmas não podem alocar tanto recurso de forma intensa e revolucionária. Neste contexto, é importante que as Tecnologias 4.0 sejam adotadas de forma gradual, sempre pensando em expansões posteriores.

Realocar pessoas é outro fator inibidor de interesse e disponibilidade pela Indústria 4.0. Nas empresas de abate de frangos, devido o maior número de pessoas empregadas, surgem receios. Portanto, um desafio às empresas é tornar os processos inteligentes, sem que o trabalho humano seja amplamente afetado. A tecnologia necessita ser aliada importante do trabalho, e as pessoas precisam ser qualificadas e realocadas ao modo que todos possam obter ganhos.

Para suporte na transição para Indústria 4.0, é essencial que a viabilidade da implementação tecnológica seja claramente apresentada. Além disso, as empresas precisam de conhecimento técnico e tecnológico. A carência dos mesmos moldam, negativamente, interesses pela Indústria 4.0.

Quanto à capacidade nos aspectos técnico e tecnológico, as tecnologias de sensores são frequentes, distribuídos em algumas etapas da produção de carne de frangos, e há rastreabilidade para cada variedade de produto produzido, em ambas as empresas. É característico da avicultura de corte o emprego de uma série de

sensores, ao longo de toda cadeia produtiva, embora o conceito de Indústria 4.0 está além do emprego de sensores, exigindo-se adequações significativas em infraestrutura tecnológica física e digital.

Em cinco empresas do setor automotivo, Zheng e Ming (2017) constataram que nenhuma delas possui o desenvolvimento completo de todas dimensões para produção inteligente, em termos de automação, digitalização e sistemas integrados. Com foco em uma Tecnologia 4.0 específica, a tecnologia de inteligência artificial, estudos de múltiplos casos em grandes empresas do setor de vestuário revelaram que, essas empresas possuem níveis iniciais de maturidade em inteligência artificial, nas dimensões estratégia, gestão organizacional, gestão de dados e infraestrutura tecnológica (ELLEFSEN *et al.*, 2019). Conforme Müller (2019), desenvolvimentos tecnológicos relevantes pensando na Indústria 4.0 incluem a intensificação da automatização de processos, a digitalização de operações e a interconexão entre máquinas, produtos, departamentos e empresas.

Nas Empresas A e B, diversas novas tecnologias são adotadas, porém em mesmo departamento. Tal fato é uma das condições que as mesmas possuem, ou seja, há experiência com novas implementações tecnológicas, contudo, tratando-se da Indústria 4.0, a complexidade tecnológica é maior. A TT4.0 é complexa, tanto em virtude dos elementos e processos de TT, como pela inserção de abordagens da Indústria 4.0, que passam a ser difundidas.

Por fim, resultados indicam, comumente, tecnologias de Big Data Analytics e inteligência artificial às Empresas A e B. Demais tecnologias se alternam entre as empresas estudadas. Zangiacomini *et al.* (2020) apresentaram uma pesquisa com 20 empresas de mesma cadeia de suprimentos, mediante entrevistas com gestores. Foi constatado que cada empresa demonstrou interesse pela adoção de tecnologias específicas, como IoT e robôs colaborativos, principalmente.

Já Chiarini, Belvedere, Grando (2020) identificaram Tecnologias 4.0 já em uso em empresas italianas (sensores, robôs inteligentes, impressão 3D, realidade aumentada, simulação, Big Data Analytics, computação em nuvem e Internet das Coisas). 200 gestores das empresas responderam a um questionário. De acordo com este estudo, 25,6% das empresas estão implementando essas tecnologias, 18,9% estão elaborando projetos e 18,1% já concluíram as implementações.

Em termos de planejamento de ações relativas à TT, cada projeto pode apresentar determinada complexidade. Assim, após definição da tecnologia, cabe a

organização estabelecer um plano de atuação, que pode ser elaborado em parceria com outras organizações, procedendo-se com os investimentos em TT.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a abordar sobre a Transferência de Tecnologias da Indústria 4.0, no setor de avicultura de corte. Um modelo de TT foi proposto, cuja TT foi analisada pela perspectiva do cessionário. No modelo, operações convencionais de TT foram inseridas, porém foi necessário redirecioná-las, conforme respectivas particularidades da Indústria 4.0. As seis fases do modelo, denominado de MTT4.0 são análise de necessidade estratégica, interesse e disponibilidade, capacidade e condições, definição de tecnologia, planejamento de ações e investimentos.

Entre todas as fases do MTT4.0, a de investimentos é mais complexa, pois nela é realizada a implementação tecnológica, incluindo operações de negociação acerca da tecnologia alvo, adequação organizacional, movimentação da tecnologia, ajustes operacionais e a avaliação e gestão da tecnologia, respectivamente.

O modelo foi aplicado em duas empresas de abate de frangos, pertencentes ao setor de avicultura de corte. Como resultado de uma abordagem prática, passos para implementações tecnológicas podem ser visualizados, ao longo de cada fase do MTT4.0.

Apesar de setor e principal produto fornecido equivalentes, além de ambas serem de grande porte, as empresas estudadas possuem realidades distintas. Assim, enquanto a Empresa A se demonstrou bem desenvolvida tecnologicamente, a Empresa B possui maiores limitações em fabricação inteligente.

Uma limitação do estudo é que a Fase V foi parcialmente desenvolvida e a Fase VI não foi desenvolvida, ou seja, planejamento e aplicação de investimentos, respectivamente. A Fase VI demanda investimento de esforços, recursos financeiros e outros por parte da empresa, bem como maiores períodos de tempo. Assim, essas fases seguem como recomendações.

A Indústria 4.0 tem forte direção ao conceito de uma indústria inteligente, onde há conectividade entre os recursos tecnológicos, pessoas, departamentos e as empresas. A coleta de dados também é expressiva, cujos dados ganham valor e as decisões são facilitadas. Neste contexto, são sugeridos estudos em Indústria 4.0, apresentando-se resultados de implementações tecnológicas em acompanhamento e/ou efetivadas.

## REFERÊNCIAS

- ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção). **Áreas e subáreas de Engenharia de Produção**. 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção). **Engenharia de Produção: grande área e diretrizes curriculares**. Rio Grande do Sul, Brasil: ABEPRO, 1998.
- ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal). **Gráfico de setores**. 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/mercados/>. Acesso em: 22 mai. 2021.
- ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal). **Relatório anual**. 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/relatorios/>. Acesso em: 20 mai. 2021.
- ABREU, L.; YANAGI JUNIOR, T.; FASSANI, E.; CAMPOS, A.; LOURENÇONI, D. Fuzzy modeling of broiler performance, raised from 1 to 21 days, subject to heat stress. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 967-978, 2015.
- AGARWAL, M.; AMBER LI, Y. A. O.; WHALLEY, J. Innovation and Technology Transfer Policies in China, India, and Brazil. *In*: WORLD SCIENTIFIC REFERENCE ON ASIA AND THE WORLD ECONOMY, 2015, Singapura. **Anais [...]** Singapura: Singapore World Scientific, 2015.
- AKHAVAN, A. N.; BAGHERI, A.; JABBARI, N. An empirical studying of barriers for technology transfer: The case of Iran. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF INNOVATION AND TECHNOLOGY, 2008, Singapura. **Anais [...]** Singapore: IEEE Engineering Management Society, 2008.
- ALAMDAR, F.; KALANTARI, M.; RAJABIFARD, A. Understanding the provision of multi-agency sensor information in disaster management: A case study on the Australian state of Victoria. **International journal of disaster risk reduction**, v. 22, p. 475-493, 2017.
- ALBERS, A.; GLADYSZ, B.; PINNER, T.; BUTENKO, V.; STÜRMLINGER, T. Procedure for Defining the System of Objectives in the Initial Phase of an Industry 4.0 Project Focusing on Intelligent Quality Control Systems. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 262-267, 2016.
- ALHARBI, O. Industry 4.0 operators: Core knowledge and skills. **Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal**, v. 5, n. 4, p. 177-183, 2020.
- ALIAS, A. P.; NORMA, D.; AL-RAHMI, W.; YAHAYA, N.; AL-MAATOUK, Q. Big data, modeling, simulation, computational platform and holistic approaches for the fourth industrial revolution. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 7, n. 4, p. 3722-3725, 2018.
- AL-NASSER, A.; AL-KHLAIFA, H.; AL-BAHOUH, M.; KHALIL, F.; BOAREKI, M.; RAGHEB, G. Challenges facing poultry production in Kuwait. **World's Poultry Science Journal**, v. 71, n. 2, p. 339-348, 2015.

- ANDERL, I. R. Industrie 4.0 Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. *In: INTERNATIONAL SEMINAR ON HIGH TECHNOLOGY, 2014*, São Paulo, Brasil. **Anais [...] São Paulo: Organização de Sistemas Computacionais para Projeto e Manufatura, 2014.**
- ANNUNZIATA, M.; BILLER, S. **The Future of Work Starts Now**. 2017. Disponível em: <http://www.ge.com>. Acesso em: 14 jan. 2020.
- ANSARI, F.; HOLD, P.; KHOBREH, M. A knowledge-based approach for representing jobholder profile toward optimal human-machine collaboration in cyber physical production systems. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 28, p. 87-106, 2020.
- ARDITO, L.; PETRUZZELLI, A. M.; PANNIELLO, U.; GARAVELLI, A. C. Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration. **Business Process Management Journal**, v. 25, n. 2, p. 323-346, 2019.
- ARIZA-COLPAS, P. P.; ALBERTO, P. M. M.; CESAR, M. O. R.; ANDRÉS, C. M. C.; ALEXANDER, M. P. F.; ALFREDO, O. G. D.; CARDENA-RUIZ, C. A.; BEATRIZ, R. V. M. Teleagro's telecommunications architecture-Georeferencing and detection of bovine cattle zeal. **Procedia Computer Science**, v. 170, p. 1065-1070, 2020.
- ASTILL, J.; DARA, R. A.; FRASER, E. D.; ROBERTS, B.; SHARIF, S. Smart poultry management: Smart sensors, Big Data, and the Internet of Things. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 170, 105291, 2020.
- AUDRETSCH, D. B.; LEHMANN, E. E.; PALEARI, S.; VISMARA, S. Entrepreneurial finance and technology transfer. **The Journal of Technology Transfer**, v. 41, n. 1, p. 1-9, 2016.
- AVVENTUROSO, G.; SILVESTRI, M.; PEDRAZZOLI, P. A. Networked Production System to Implement Virtual Enterprise and Product Lifecycle Information Loops. **IFAC-PapersOnLine**, v. 50, n. 1, p. 7964-7969, 2017.
- AYENTIMI, D. T.; BURGESS, J. Is the fourth industrial revolution relevant to sub-Saharan Africa? **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 31, n. 6, p. 641-652, 2019.
- BAEK, D.; SUL, W.; HONG, K.; KIM, H. A technology valuation model to support technology transfer negotiations. **R&D Management**, v. 37, n. 2, p. 123-138, 2007.
- BAGLIERI, D.; BALDI, F.; TUCCI, C. L. University technology transfer office business models: One size does not fit all. **Technovation**, v. 76, p. 51-63, 2018.
- BÁNYAI, T.; ILLÉS, B.; BÁNYAI, Á. Smart Scheduling: An Integrated First Mile and Last Mile Supply Approach. **Hindawi Complexity**, v. 2018, n. 1, p. 1-15, 2018.
- BEKKERS, R.; FREITAS, I. M. B. Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter? **Research Policy**, v. 37, n. 10, p. 1837-1853, 2008.
- BELLAIS, R.; GUICHARD, R. Defense innovation, technology transfers and public policy. **Defence and Peace Economics**, v. 17, n. 3, p. 273-286, 2006.

- BELLI, L.; DAVOLI, L.; MEDIOLI, A.; MARCHINI, P. L.; FERRARI, G. Towards Industry 4.0 with IoT: Optimizing Business Processes in an Evolving Manufacturing Factory. **Frontiers in ICT**, v. 6, p. 17, 2019.
- BERCOVITZ, J.; FELDMAN, M. Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. **The Journal of Technology Transfer**, v. 31, n. 1, p. 175-188, 2006.
- BESSANT, J.; RUSH, H. Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer. **Research Policy**, v. 24, n. 1, p. 97-114, 1995.
- BHATIA, M. S.; KUMAR, S. Critical Success Factors of Industry 4.0 in Automotive Manufacturing Industry. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 69, n. 5, 2022.
- BIANCHI, B.; GIAMETTA, F.; LA FIANZA, G.; GENTILE, A.; CATALANO, P. Microclimate measuring and fluid dynamic simulation in an industrial broiler house: testing of an experimental ventilation system. **Veterinaria Italiana**, v. 51, n. 2, p. 85-92, 2015.
- BIENHAUS, F.; HADDUD, A. Procurement 4.0: factors influencing the digitisation of procurement and supply chains. **Business Process Management Journal**, v. 24, n. 4, p. 965-984, 2018.
- BLIZNETS, I. A. Y.; KARTSKHIYA, A. A.; SMIRNOV, M. G. Technology Transfer in Digital Era: Legal Environment. **Journal of History Culture and Art Research**, v. 7, n. 1, p. 354-363, 2018.
- BLOHMKE, J. Technology complexity, technology transfer mechanisms and sustainable development. **Energy for Sustainable Development**, v. 23, p. 237-246, 2014.
- BMWi (Federal Ministry of Economy and Energy of Germany). **Was ist Industrie 4.0?** 2018. Disponível em: <https://www.plattform40.de>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- BOH, W. F.; DE-HAAN, U.; STROM, R. University technology transfer through entrepreneurship: faculty and students in spinoffs. **The Journal of Technology Transfer**, v. 41, n. 4, p. 661-669, 2016.
- BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. **Research Policy**, v. 29, n. 5, p. 627-65, 2000.
- BOZEMAN, B.; RIMES, H.; YOUTIE, J. The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. **Research Policy**, v. 44, n. 1, p. 34-49, 2015.
- BRACHO, A.; SAYGIN, C.; WAN, H.; LEE, Y.; ZARREH, A. A simulation-based platform for assessing the impact of cyber-threats on smart manufacturing systems. **Procedia Manufacturing**, v. 26, p. 1116-1127, 2018.
- BRESSANELLI, G.; ADRODEGARI, F.; PERONA, M.; SACCANI, N. Exploring how usage-focused business models enable circular economy through digital technologies. **Sustainability**, v. 10, n. 3, p. 1-21, 2018.



BRILLARD, J. P. Future strategies for broiler breeders: an international perspective. **World's Poultry Science Journal**, v. 57, n. 3, p. 243-250, 2001.

BROCHU, N. M.; GUERIN, M. T.; VARGA, C.; LILLIE, B. N.; BRASH, M. L.; SUSTA, L. A two-year prospective study of small poultry flocks in Ontario, Canada, part 1: prevalence of viral and bacterial pathogens. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 31, n. 3, p. 327-335, 2019.

BRUTON, K.; WALSH, B. P.; ÓG CUSACK, D.; O'DONOVAN, P.; O'SULLIVAN, D. T. Enabling effective operational decision making on a combined heat and power system using the 5C architecture. **Procedia CIRP**, v. 55, p. 296-301, 2016.

BURHANUDDIN, M. A.; ARIF, F.; AZIZAH, V.; PRABUWONO, A. S. Barriers and challenges for technology transfer in Malaysian small and medium industries. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION MANAGEMENT AND ENGINEERING, 2009, Malásia. **Anais [...]** Malásia: IEEE, 2009.

BUSTAMANTE, E.; CALVET, S.; ESTELLÉS, F.; TORRES, A. G.; HOSPITALER, A. Measurement and numerical simulation of single-sided mechanical ventilation in broiler houses. **Biosystems Engineering**, v. 160, p. 55-68, 2017.

BUSTAMANTE, E.; GARCÍA-DIEGO, F. J.; CALVET, S.; TORRES, A. G.; HOSPITALER, A. Measurement and numerical simulation of air velocity in a tunnel-ventilated broiler house. **Sustainability**, v. 7, n. 2, p. 2066-2085, 2015.

CALABRESE, A.; GHIRON, N. L.; TIBURZI, L. 'Evolutions' and 'revolutions' in manufacturers' implementation of industry 4.0: a literature review, a multiple case study, and a conceptual framework. **Production Planning & Control**, 1-15, Doi 10.1080/09537287.2020.1719715, 2020

CALDERA, A.; DEBANDE, O. Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. **Research Policy**, v. 39, n. 9, p. 1160-1173, 2010.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. **International Journal of Technology Management**, v. 46, n. 3, p. 201-234, 2009.

CARVALHO, I. D.; CUNHA, N. C. V. Proposal for a technology transfer model for Brazilian public universities. *In*: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANA DE GESTÃO DE TECNOLOGIA, 2013, Portugal. **Anais [...]** Portugal: University of Porto, 2013.

CASTILLO, F.; GILLESS, J. K.; HEIMAN, A.; ZILBERMAN, D. Time of adoption and intensity of technology transfer: an institutional analysis of offices of technology transfer in the United States. **The Journal of Technology Transfer**, v. 43, n. 1, p. 120-138, 2018

CAVALHEIRO, G. M. C.; JOIA, L. A. Towards a heuristic frame for transferring e-government technology. **Government Information Quarterly**, v. 31, n. 1, p. 195-207, 2014.

CHEN, B.; WAN, J.; SHU, L.; LI, P.; MUKHERJEE, M.; YIN, B. Smart factory of industry 4.0: Key technologies, application case, and challenges. **IEEE Access**, v. 6, p. 6505-6519, 2017.

- CHEN, C. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy sets and systems**, v. 114, n. 1, p. 1-9, 2000.
- CHEN, R. Y. An intelligent value stream-based approach to collaboration of food traceability cyber physical system by fog computing. **Food Control**, v. 71, p. 124-136, 2017.
- CHEN, T.; LIN, C.; HUANG, S. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. **International journal of production economics**, v. 102, n. 2, p. 289-301, 2006.
- CHIARINI, A.; BELVEDERE, V.; GRANDO, A. Industry 4.0 strategies and technological developments. An exploratory research from Italian manufacturing companies. **Production Planning & Control**, 31(16), 1385-1398, 2020.
- CHRYSSOLOURIS, G.; MAVRIKIOS, D.; MOURTZIS, D. Manufacturing Systems: Skills & Competencies for the Future. **Procedia CIRP**, v. 7, p. 17-24, 2013.
- CNI (Conselho Nacional de Indústria). **New Industrial Era Will Transform**. 2017. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br>. Acesso em: 19 dez. 2019.
- CUNNINGHAM, J. A.; LEHMANN, E. E.; MENTER, M.; SEITZ, N. The impact of university focused technology transfer policies on regional innovation and entrepreneurship. **The Journal of Technology Transfer**, v. 44, n. 5, p. 1451-1475, 2019.
- CUNNINGHAM, J. A.; O'REILLY, P. Macro, meso and micro perspectives of technology transfer. **The Journal of Technology Transfer**, v. 43, n. 3, p. 545-557, 2018.
- ĆURKO, K.; MERKAŠ, Z.; SILOVIĆ, T. Perspective of Smart Enterprises Development in the Republic of Croatia. **Transactions on Business and Economics**, v. 14, p. 378-390, 2017.
- DANQUAH, M. Technology transfer, adoption of technology and the efficiency of nations: Empirical evidence from sub Saharan Africa. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 131, p. 175-182, 2018.
- DAVIES-COLLEY, C.; SMITH, W. Implementing environmental technologies in development situations: The example of ecological toilets. **Technology in Society**, v. 34, n. 1, p. 1-8, 2012.
- DAVIES, R.; COOLE, T.; SMITH, A. Review of Socio-technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 11, n. 2017, p. 1288-1295, 2017.
- DEITOS, M. L. **Technology Management in Small and Medium Enterprises**. Brasil: Edunioeste, 2002.
- DIAS, A. A.; PORTO, G. S. Technology transfer management in the context of a developing country: evidence from Brazilian universities. **Knowledge Management Research & Practice**, v. 16, n. 4, p. 525-536, 2018.

DI BENEDETTO, C. A.; CALANTONE, R. J.; ZHANG, C. International technology transfer. **International. Marketing Review**, v. 1, p. 1, 2003.

DIESTE, M.; SAUER, P. C.; ORZES, G. Organizational tensions in industry 4.0 implementation: A paradox theory approach. **International Journal of Production Economics**, v. 2022, p. 108532, 2022.

DINMOHAMMADI, A.; SHAFIEE, M. Determination of the most suitable technology transfer strategy for wind turbines using an integrated AHP-TOPSIS decision model. **Energies**, v. 10, n. 5, p. 642, 2017.

DOSSOU, P. E. Impact of Sustainability on the supply chain 4.0 performance. **Procedia Manufacturing**, 17, 452-459, 2018.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? **IEEE industrial Electronics Magazine**, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014.

DUAN, Y.; NIE, W.; COAKES, E. Identifying key factors affecting transnational knowledge transfer. **Information & management**, v. 47, n. 7, p. 356-363, 2010.

ECHEGARAY, N.; HASSOUN, A.; JAGTAP, S.; TETTEH-CAESAR, M.; KUMAR, M., TOMASEVIC, I.; ... LORENZO, J. M. Meat 4.0: Principles and applications of Industry 4.0 technologies in the meat industry. **Applied Sciences**, v. 12, n. 14, p. 6986, 2022.

ELIAS, N. Tecnização e civilização. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 2, p. 1-33, 2006.

ELLEFSSEN, A. P.; OLEŚKÓW-SZŁAPKA, J.; PAWŁOWSKI, G.; TOBOŁA, A. Striving for excellence in AI implementation: AI maturity model framework and preliminary research results. **LogForum**, v. 15, n. 3, p. 363-376, 2019.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Central de inteligência de aves e suínos: estados brasileiros**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/brasil>. Acesso em: 14 set. 2022.

ESNAOLA-GONZALEZ, I.; GÓMEZ-OMELLA, M.; FERREIRO, S.; FERNANDEZ, I.; LÁZARO, I.; GARCÍA, E. An IoT platform towards the enhancement of poultry production chains. **Sensors**, v. 20, n. 6, p. 1549, 2020.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Geosul**, v. 27, n. 53, p. 89-113, 2012.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research Policy**, v. 29, p. 109-123, 2000.

FACCHINI, F.; DIGIESI, S.; PINTO, L. F. R. Implementation of I4. 0 technologies in production systems: opportunities and limits in the digital transformation. **Procedia Computer Science**, v. 200, p. 1705-1714, 2022.

FAN, J.; HAN, F.; LIU, H. Challenges of big data analysis. **National Science Review**, v. 1, n. 2, p. 293-314, 2014.

FERRARO, G.; IOVANELLA, A. Technology transfer in innovation networks: An empirical study of the Enterprise Europe Network. **International Journal of Engineering Business Management**, v. 9, p. 1-14, 2017.

FERRAZ, P.; JUNIOR, T.; JULIO, Y.; DE OLIVEIRA CASTRO, J.; GATES, R.; REIS, G.; CAMPOS, A. Predicting chick body mass by artificial intelligence-based models. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 49, p. 559-568, 2014.

FIDAROS, D.; BAXEVANOU, C.; BARTZANAS, T.; KITTAS, C. Numerical study of mechanically ventilated broiler house equipped with evaporative pads. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 149, p. 101-109, 2018.

FORD, S.; MORTARA, L.; PROBERT, D. Disentangling the Complexity of Early-Stage Technology Acquisitions. **Research-Technology Management**, v. 55, n. 3, p. 40-48, 2012.

GADRE, M.; DEOSKAR, A. Industry 4.0–digital transformation, challenges and benefits. **International Journal of Future Generation Communication and Networking**, v. 13, n. 2, p. 139-149, 2020.

GAJDZIK, B.; GRABOWSKA, S.; SANIUK, S. A Theoretical Framework for Industry 4.0 and Its Implementation with Selected Practical Schedules. **Energies**, v. 14, n. 4, p. 940, 2021.

GALANAKIS, C. M.; RIZOU, M.; ALDAWOUD, T. M.; UCAK, I.; ROWAN, N. J. Innovations and technology disruptions in the food sector within the COVID-19 pandemic and post-lockdown era. **Trends in Food Science & Technology**, v. 110, p. 193-200, 2021.

GAUSEMEIER, J.; DUMITRESCU, R.; EBBESMEYER, P.; FECHTELPETER, C.; HOBSCHEIDT, D.; KÜHN, A. **On the road to Industry 4.0: Technology Transfer in the SME sector**. Alemanha: Owl Clustermanagement GmbH, 2016.

GEBHARDT, J.; GRIMM, A.; NEUGEBAUER, L. M. Entwicklungen 4.0–Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung. **Journal of Technical Education**, v. 3, n. 2, p. 45-61, 2015.

GEBOCERMEX. **Industry 4.0 driven by simulation**. 2017. Disponível em: <http://www.gebocermex.com>. Acesso em: 17 dez. 2019.

GERHÁTOVÁ, Z.; ZITRICKÝ, V.; KLAPITA, V. Industry 4.0 Implementation Options in Railway Transport. **Transportation Research Procedia**, v. 53, p. 23-30, 2021.

GHADGE, A.; ER KARA, M.; MORADLOU, H.; GOSWAMI, M. The impact of Industry 4.0 Implementation on Supply Chains. **Journal Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 4, 669-686, 2020.

GHOBAKHLOO, M.; FATHI, M. Corporate survival in Industry 4.0 era – the enabling role of lean-digitized manufacturing. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 1, p. 1-30, 2019.

GIBSON, D. V.; SMILOR, R. W. Key variables in technology transfer: A field-study based empirical analysis. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 8, p. 287-312, 1991.

- GIL, A. C. **How to design research projects**. São Paulo: Atlas, 2008.
- GLASS, R.; MEISSNER, A.; GEBAUER, C.; STURMER, S.; METTERNICH, J. Identifying the barriers to Industrie 4.0. **Procedia CIRP**, v. 72, p. 985-988, 2018.
- GNEZDOVA, J. V.; BARKOVSKAYA, V. E.; RAMAZANOV, I. A.; LATORTSEV, A. A.; KALUGINA, S. A. Nonuniformity of digital Transformation of industry. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, v. 10, n. 2, p. 1733-1739, 2019.
- GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.
- GORECKY, D.; KHAMIS, M.; MURA, K. Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 30, n. 1, p. 182-190, 2017.
- GORSCHKE, T.; GARRE, P.; LARSSON, S.; WOHLIN, C. A model for technology transfer in practice. **IEEE Software**, v. 23, n. 6, p. 88-95, 2006.
- GRANGE, L. I.; BUYS, A. J. A review of technology transfer mechanisms. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 13, n. 1, p. 81-99, 2002.
- GRIMPE, C.; HUSSINGER, K. Formal and informal knowledge and technology transfer from academia to industry: Complementarity effects and innovation performance. **Industry and Innovation**, v. 20, n. 8, p. 683-700, 2013.
- GUERREIRO, B. V.; LINS, R. G.; SUN, J.; SCHMITT, R. Definition of Smart Retrofitting: First steps for a company to deploy aspects of Industry 4.0. *In*: ADVANCES IN MANUFACTURING, 2018, Polônia. **Anais [...] Polônia: Springer**, 2018.
- HADDARA, M.; ELRAGA, L. A. The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future. **Procedia Computer Science**, v. 64, p. 721-728, 2015.
- HAMERI, A. P. Technology transfer between basic research and industry. **Technovation**, v. 16, n. 2, p. 51-92, 1996.
- HARRISON, R.; VERA, D.; AHMAD, B. Engineering Methods and Tools for Cyber–Physical Automation Systems. **Proceedings of the IEEE**, v. 104, n 5, p. 973-985, 2016.
- HARTUNG, J.; LEHR, H.; ROSÉS, D.; MERGEAY, M.; VAN DEN BOSSCHE, J. Chickenboy: A farmer assistance system for better animal welfare, health and farm productivity. *In*: PRECISION LIVESTOCK FARMING, 9., 2019, Cork, Republic of Ireland. **Anais [...] Cork, Republic of Ireland: ECPLF**, 2019.
- HENSENGERTH, O. South-South technology transfer: Who benefits? A case study of the Chinese-built Bui dam in Ghana. **Energy Policy**, v. 114, p. 499-507, 2018.
- HERTERICH, M. M.; UEBERNICKEL, F.; BRENNER, W. The impact of Cyber-physical Systems on Industrial Services in Manufacturing. **Procedia CIRP**, v. 30, p. 323-328, 2015.

HEWITT-DUNDAS, N. Research intensity and knowledge transfer activity in UK universities. **Research Policy**, v. 41, n. 2, p. 262-275, 2012.

HILKEVICS, S.; HILKEVICS, A. The comparative analysis of technology transfer models. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 4, n. 4, p. 540-558, 2017.

HOYER, C.; GUNAWAN, I.; REAICHE, C. H. The Implementation of Industry 4.0—A Systematic Literature Review of the Key Factors. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 37, n. 4, p. 557-578, 2020.

HUANG, J.; LING, J.; YANG, J.; ZHÃO, Q. Key Successful Factors in Knowledge Transfer during M&A in Traditional Industries: An Empirical Study. **Journal of International Technology and Information Management**, v. 21, n. 4, p. 42-66, 2012.

HUANG, P.; LIN, P.; YAN, S.; XIAO, M. Building model-driven decision support system for seasonal broiler growth performance prediction International Review on. **Computers and Software**, v. 7, p. 891-902, 2012.

HUNG, M. Leading the IoT, gartner insights on how to lead in a connected world. **Gartner Research**, v. 1, p. 1-29, 2017.

ITUARTE, I. F.; CHEKUROV, S.; TUOMI, J.; MASCOLO, J. E.; ZANELLA, A.; SPRINGER, P.; PARTANEN, J. Digital manufacturing applicability of a laser sintered component for automotive industry: a case study. **Rapid Prototyping Journal**, v. 24, n. 7, p. 1203-1211, 2018.

JÄGER, J.; SCHÖLLHAMMER, O.; LICKEFETT, M.; BAUERNHANSL, T. Advanced complexity management strategic recommendations of handling the Industrie 4.0 complexity for small and medium enterprises. **Procedia CIRP**, v. 57, p. 116-121, 2016.

JAGODA K.; RAMANATHAN, K. A Stage-Gate Model for Guiding International Technology Transfer. In: PORTLAND INTERNATIONAL CENTER FOR MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 2003, Estados Unidos. **Anais [...]** Estados Unidos: Portland State University, 2003.

JAGODA K.; RAMANATHAN, K. Backward integration through international technology transfer: a case study from the textile industry of Sri Lanka. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE ADMINISTRATIVE SCIENCES ASSOCIATION OF CANADA, 2009, Canadá. **Anais [...]** Canadá: Ontario Bissett School of Business, 2009.

JAKOVLJEVIC, Z.; MITROVIC, S.; PAJIC, M. Cyber Physical Production Systems - An IEC 61499 Perspective. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED MANUFACTURING ENGINEERING AND TECHNOLOGIES, 2016, Sérvia. **Anais [...]** Sérvia: Springer, 2016.

JASIULEWICZ-KACZMAREK, M.; SANIUK, A.; NOWICKI, T. The Maintenance Management in the Macro-Ergonomics Context. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 487, p. 35-46, 2017.

JEFFERSON, D. J.; MAIDA, M.; FARKAS, A.; ALANDETE-SAEZ, M.; BENNETT, A. B. Technology transfer in the Americas: common and divergent practices among

major research universities and public sector institutions. **The Journal of Technology Transfer**, v. 42, n. 6, p. 1307-1333, 2017.

JESUS JÚNIOR, C.; LIMA DE PAULA, S. R.; ORMOND, J. G. P.; MESQUITA, N. **A cadeia da carne de frango: tensões, desafios e oportunidades**. Rio de Janeiro, Brasil: BNDES, 2007.

JØRGENSEN, A.; DUEHOLM, J.; FAGERTUN, J.; MOESLUND, T. Weight Estimation of Broilers in Images Using 3D Prior Knowledge. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 11482, p. 221-232, 2019.

JUNG, W. Barriers to technology transfer and their elimination. **The Journal of Technology Transfer**, v. 4, n. 2, p. 15-25, 1980.

KADIR, B. A.; BROBERG, O. Human well-being and system performance in the transition to industry 4.0. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 76, p. 1-13, 2020.

KAMBATLA, K.; KOLLIAS, G.; KUMAR, V.; GRAMA, A. Trends in big data analytics. **Parallel Distrib. Comput.**, v. 74, p. 2561-2573, 2014.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; GAWANKAR, S. A. Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 117, p. 408-425, 2018.

KASHYAP, A.; AGRAWAL, R. Academia a new knowledge supplier to the industry! Uncovering barriers in the process. **Journal of Advances in Management Research**, v. 16, n. 5, p. 715-733, 2019.

KIEL, D.; ARNOLD, C.; VOIGT, K. I. The influence of the Industrial Internet of Things on business models of established manufacturing companies - A business level perspective. **Technovation**, v. 68, p. 4-19, 2017.

KIEL, D.; MÜLLER, J. M.; ARNOLD, C.; VOIGT, K. Sustainable Industrial value creation – Benefits and challenges of Industry 4.0. **International Journal of Innovation Management**, v. 21, n. 8, p. 1740015, 2017.

KING, A. Technology - The future of Agriculture. **Nature**, v. 544, p. 21-23, 2017.

KING, D. R.; NOWACK, M. L. The impact of government policy on technology transfer: an aircraft industry case study. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 20, n. 4, p. 303-318, 2003.

KIRBY, D. A.; EL HADIDI, H. H. University technology transfer efficiency in a factor driven economy: the need for a coherent policy in Egypt. **The Journal of Technology Transfer**, v. 44, n. 5, p. 1367-1395, 2019.

KONUR, S.; LAN, Y.; THAKKER, D.; MORKYANI, G.; POLOVINA, N.; SHARP, J. Towards design and implementation of Industry 4.0 for food manufacturing. **Neural Computing and Applications**, v. 2021, p. 1-13, 2021.

- KOSCHATZKY, K.; HEIJS J. Technology transfer from polytechnics and universities in Germany. Some «best practices. **Revista Vasca de Economía**, 94, p. 156-177, 2018.
- KOZJEK, D.; VRABIČ, R.; RIHTARŠIČ, B.; LAVRAČ, N.; BUTALA, P. Advancing manufacturing systems with big-data analytics: A conceptual framework. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 33, n 2, p. 169-188, 2020.
- KRYKAVSKYY, Y.; POKHYLCHENKO, O.; HAYVANOVYCH, N. Supply chain development drivers in industry 4.0 in Ukrainian enterprises. **Oeconomia Copernicana**, v. 10, n. 2, p. 273-290, 2019.
- KUABAN, G. S.; CZEKALSKI, P.; MOLUA, E. L.; GROCHLA, K. An architectural framework proposal for IoT driven agriculture. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER NETWORKS*, 2019, Polônia. **Anais [...]** Polônia: Springer, 2019.
- KÜÇÜKTOPCU, E.; CEMEK, B. Modelling indoor environmental conditions in a commercial broiler house. **Tarım Bilimleri Dergisi**, v. 25, p. 440-448, 2019.
- KUMAR, A.; NAYYAR, A. **Si 3-Industry: A Sustainable, Intelligent, Innovative, Internet of Things Industry: A Roadmap to Industry 4.0 – Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development**. Switzerland: Springer Nature, 2020.
- KUMAR, S.; LUTHRA, S.; HALEEM, A. Benchmarking supply chains by analyzing technology transfer critical barriers using AHP approach. **Benchmarking: An International Journal**, v. 22, p. 538-558, 2015.
- LALANDA, P.; MORAND, D.; CHOLLET, S. Autonomic Mediation Middleware for Smart Manufacturing. **IEEE Internet Computing**, v. 21, n. 1, p. 32-39, 2017.
- LANDSCHEIDT, S.; KANS, M. Method for assessing the total cost of ownership of industrial robots. **Procedia CIRP**, v. 57, p. 746-751, 2016.
- LEE, J. Smart Factory Systems. **Informatik Spektrum**, v. 38, n. 3, p. 230-235, 2015.
- LEE, J.; KAO, H. A.; YANG, S. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. **Procedia CIRP**, v. 16, p. 3-8, 2014.
- LEE, M.; PARK, S.; LEE, K. S. What Are the Features of Successful Medical Device Start-Ups? Evidence from KOREA. **Sustainability (Switzerland)**, 11, 1-17, 2019.
- LETICHEVSKY, A. A.; LETYCHEVSKYI, O. O.; SKOBELEV, V. G.; VOLKOV, V. A. Cyber-Physical Systems. **Cybernetics and Systems Analysis**, v. 53, n. 6, p. 821-834, 2017.
- LEYH, C.; BLEY, K.; SCHÄFFER, T.; BAY, L. 2017. The Application of the Maturity Model SIMMI 4.0 in Selected Enterprises. *In: TWENTY-THIRD AMERICAS CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS*. 2017. Boston, Estados Unidos. **Anais [...]** Boston, 2017.
- LEZZI, M.; LAZOI, M.; CORALLO, A. Cybersecurity for Industry 4.0 in the current literature: A reference framework. **Computers in Industry**, v. 103, p. 97-110, 2018.



LI, B. R.; WANG, Y.; DAI, G. H.; WANG, K. S. Framework and case study of cognitive maintenance in Industry 4.0. **Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering**, v. 20, n. 11, p. 1493-1504, 2019.

LIMA JÚNIOR, F. R. **Comparação entre Fuzzy TOPSIS e Fuzzy AHP no apoio à tomada de decisão para seleção de fornecedores**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

LIMA, E. C.; OLIVEIRA NETO, C. R. Revolução Industrial: considerações sobre o pioneirismo industrial inglês. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 1, n. 194, p. 102-113, 2017.

LINK, A.; SIEGEL, D.; BOZEMAN, B. An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer. **Industrial and Corporate Change**, v. 16, n. 4, p. 641-655, 2007.

LIU, H. W.; CHEN, C. H.; TSAI, Y. C.; HSIEH, K. W.; LIN, H. T. Identifying images of dead chickens with a chicken removal system integrated with a deep learning algorithm. **Sensors**, 21, 2021.

LIU, Y.; PENG, Y.; WANG, B.; YAO, S.; LIU, Z. Review on Cyber-physical Systems. **Journal of Automatica Sinica**, v. 4, n. 1, p. 27-40, 2017.

LOURENÇONI, D.; JUNIOR, T.; YANAGI, S.; DE ABREU, P.; CAMPOS, A. Productive responses from broiler chickens raised in different commercial production system - part II: Impact of climate change. **Engenharia Agrícola**, v. 39, p.11-17, 2019.

LUTHRA, S.; GARG, D.; MANGLA, S. K.; BERWAL, Y. P. S. Analyzing challenges to Internet of Things adopting and diffusion: An India context. **Procedia Computer Science**, v. 125, p. 733-739, 2018.

LUZ, A. A.; KOVALESKI, J. L.; JUNIOR, P. P. A.; ZAMMAR, A.; STANKOWITZ, R. F. Mechanisms for transfer of technology in higher education institutions. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 2, p. 38-54, 2013.

MABKHOT, M. M.; AL-AHMARI, A. M.; SALAH, B.; ALKHALEFAH, H. Requirements of the smart factory system: A survey and perspective. **Machines**, v. 6, n. 2, p. 23, 2018.

MAGALHÃES, W. R.; LIMA JUNIOR, F. R. A model based on FMEA and Fuzzy TOPSIS for risk prioritization in industrial processes. **Gestão & Produção**, v. 28, 2021.

MAHMOOD, T.; MUBARIK, M. S. Balancing innovation and exploitation in the fourth industrial revolution: Role of intellectual capital and technology absorptive capacity. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 160, p. 1-9, 2020.

MALATHI, M. Cloud computing concepts. **IEEE**, v. 1, p. 236-239, 2011.

MANAVALAN, E.; JAYAKRISHNA, K. A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. **Computers & Industrial Engineering**, v. 127, p. 925-953, 2019.

- MARTÍNEZ, A. B.; GALVÁN, R. S.; PALACIOS, T. B. Study of factors influencing knowledge transfer in family firms. **Intangible Capital**, v. 9, n. 4, p. 1216-1238, 2013.
- MASSARO, A.; PANARESE, A.; GALIANO, A. Infrared Thermography applied on Fresh Food Monitoring in Automated Alerting Systems. In: IEEE INTERNATIONAL WORKSHOP ON METROLOGY FOR INDUSTRY 4.0 & IoT, 2020, Itália. **Anais [...]** Itália: IEEE, 2020.
- MEDINA, G. S.; CAFÉ, M. B.; OLIVEIRA, J. L. Participação do capital brasileiro na cadeia produtiva do frango de corte: estratégia para o desenvolvimento do agronegócio nacional. **Revista Agropampa**, v. 3, n. 3, 21-34, 2020.
- MELLO, J. L. M.; BOIAGO, M. M.; GIAMPIETRO-GANECO, A.; BERTON, M. A.; SOUZA, R. A.; BORBA, F. F.; SOUZA, P. A.; BORBA, H. Physiological response of broilers raised under simulated conditions of heat waves. **Archives de Zootecnia**, v. 67, n. 58, p. 220-227, 2018.
- MENG, Q.; CUI, Y.; WANG, H.; LI, S. Research on Food Safety Traceability Technology based on Internet of Things. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 8, n. 2, 126-130, 2015.
- MENG, Z.; WU, Z.; GRAY, J. Microwave sensor technologies for food evaluation and analysis: Methods, challenges and solutions. **Transactions of the Institute of Measurement and Control**, v. 40, n. 12, p. 3433-3448, 2018.
- MICK, M. M. A. P. **Modelo de maturidade para determinar a influencia da transferência de tecnologia na Indústria 4.0**. 2022. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, 2022.
- MIORANDI, D.; SICARI, S.; PELLEGRINI, F.; CHLAMTAC, I. Internet of things: Vision, applications and research challenges. **Ad hoc networks**, v. 10, n. 7, p. 1497-1516, 2012.
- MISBAHUDDIN, S.; ZUBAIRI, J. A.; ALAHDAL, A. R.; MALIK, M. A. IoT-Based Ambulatory Vital Signs Data Transfer System. **Journal of Computer Networks and Communications**, v. 2018, p. 1-8, 2018.
- MOEUF, A.; PELLERIN, R.; LAMOURI, S.; TAMAYO-GIRALDO, S.; BARBARAY, R. The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 3, p. 1118-1136, 2017.
- MOGOS, M. F.; ELEFThERiADIS, R. J.; MYKLEBUST, O. Enablers and inhibitors of Industry 4.0: results from a survey of industrial companies in Norway. **Procedia CIRP**, 81, 624-629, 2019.
- MORETTI, E. A.; ANHOLON, R.; RAMPASSO, I. S.; SILVA, D.; SANTA-EULALIA, L. A.; IGNÁCIO, P. S. A. Main difficulties during RFID implementation: an exploratory factor analysis approach. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 31, n. 8, p. 943-956, 2019.
- MORRONE, S.; DIMAURO, C.; GAMBELLA, F.; CAPPAL, M. G. Industry 4.0 and Precision Livestock Farming - PLF: An up to Date Overview across Animal Productions. **Sensors**, v. 22, n. 2, p. 4319, 2022.

MOSTAFA, E.; LEE, I. B.; SONG, S. H.; KWON, K. S.; SEO, I. H.; HONG, S. W.; HWANG, H. S.; BITOG, J.; HAN, H. T. Computational fluid dynamics simulation of air temperature distribution inside broiler building fitted with duct ventilation system. **Biosystems Engineering**, v. 112, p. 293-303, 2012.

MÜLLER, J. M.; BULIGA, O.; VOIGT, K. I. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 132, p. 2-17, 2018.

MÜLLER, J. M. Business model innovation in small-and medium-sized enterprises. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 30, n. 8, p. 1127-1142, 2019.

NAGY, J.; OLÁH, J.; ERDEI, E.; MÁTÉ, D.; POPP, J. The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain - The Case of Hungary. **Sustainability (Switzerland)**, 10, 1-25, 2018.

NAMAZI, M.; MOHAMMADI, E. Natural resource dependence and economic growth: A TOPSIS/DEA analysis of innovation efficiency. **Resources Policy**, v. 59, p. 544-552. 2018.

NARWANE, V. S.; RAUT, R. D.; GARDAS, B. B.; KAVRE, M. S.; NARKHEDE, B. E. Factors affecting the adoption of cloud of things. **Journal of Systems and Information Technology**, v. 21, n. 4, p. 397-418, 2019.

NUKALA, R.; PANDURU, K.; SHIELDS, A.; RIORDAN, D.; DOODY, P.; WALSH, J. Internet of Things: A review from 'Farm to Fork'. In: IRISH SIGNALS AND SYSTEMS CONFERENCE, 27., 2016, Reino Unido. **Anais [...]** Reino Unido: IEEE, 2020.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers in industry**, v. 83, p. 121-139, 2016.

OMAIRI, A.; ISMAIL, Z. H. Towards Machine Learning for Error Compensation in Additive Manufacturing. **Applied Sciences**, v. 11, n. 5, p. 2375, 2021.

OMERALI, M.; KAYA, T. Should firms investigating in IOT domain buy or implement in their Industry 4.0 initiatives? An application of Type-2 Fuzzy COPRAS. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v. 39, n. 5, p. 1-14, 2020.

ORTT, R.; STOLWIJK, C.; PUNTER, M. Implementing Industry 4.0: assessing the current state. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 5, p. 825-836, 2020.

ORZES, G.; RAUCH, E.; BEDNAR, S.; POKLEMBIA, R. Industry 4.0 Implementation Barriers in Small and Medium Sized Enterprises: A Focus Group Study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT, 2018, Tailândia. **Anais [...]** Tailândia: IEEE. 2018.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ci.Inf.**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 161-187, 2018.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi ordinatio®: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, Springer, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PAGANI, R. N.; RAMOND, B.; SILVA, V. L.; ZAMMAR, G.; KOVALESKI, J. L. Key factors in university-to-university knowledge and technology transfer on international student mobility. **Knowledge Management Research & Practice**, v. 18, n. 4, p. 11-19, 2019.

PAPADOPOULOS, T.; SINGH, S. P.; SPANAKI, K.; GUNASEKARAN, A.; DUBEY, R. Towards the next generation of manufacturing: implications of big data and digitalization in the context of industry 4.0. **Production Planning & Control**, v. 33, n. 2, p. 101-104, 2022.

PATEL, K. K.; PATEL, S. M. Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. **International Journal of Engineering Science and Computing**, v. 6, n. 5, p. 6122-6131, 2012.

PATIAS, J. **Aplicação dos métodos AHP e fuzzy Topsis em incubadoras de empresas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2017.

PEREZ, M. P.; SÁNCHEZ, A. M. The development of university spin-offs: early dynamics of technology transfer and networking. **Technovation**, v. 23, n. 10, p. 823-831, 2003.

PHUKAN, K. Implementation strategy and opportunities with Industry 4.0. **Hydrocarbon Processing**, v. 2020, p. 1, 2020.

PICCIANO, A. G. The Evolution of Big Data and Learning Analytics in American Higher Education. **Journal of Asynchronous Learning Networks**, v. 16, n. 3, p. 9-20, 2012.

PINTO, M. M. A.; KOVALESKI, J. L.; YOSHINO, R. T. O processo de transferência de tecnologia em uma indústria metalúrgica: um estudo de caso. **Espacios**, v. 36, p. 1-7, 2015.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista Saúde Pública**, v. 29, n. 4, p. 318-325, 1995.

PUEYO, A.; GARCÍA, R.; MENDILUCE, M.; MORALES, D. The role of technology transfer for the development of a local wind component industry in Chile. **Energy Policy**, v. 39, n. 7, p. 4274-4283, 2011.

RADZIWON, A.; BILBERG, A.; BOGERS, M.; MADSEN, E. S. The smart factory: exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. **Procedia Engineering**, v. 69, p. 1184-1190, 2014.

RAITT, D.; MAREK, S.; BRISSON, P. International cooperation in technology transfer: Experience and lessons learned. *In*: INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL CONGRESS, 2003, Alemanha. **Anais [...] Alemanha: International Astronautical Federation**, 2003.

- RAJPUT, S.; SINGH, S. P. Connecting circular economy and Industry 4.0. **International Journal of Information Management**, v. 49, p. 98-113, 2019.
- RANI, S. S.; RAO, B. M.; RAMARAO, P.; KUMAR, S. Technology Transfer - Models and Mechanisms. **International Journal of Mechanical Engineering and Technology**, v. 9, n. 6, p. 971-982, 2018.
- RAUCH, E.; DALLASEGA, P.; UNTERHOFER, M. Requirements and Barriers for Introducing Smart Manufacturing in Small and Medium-Sized Enterprises. **IEEE Engineering Management Review**, v. 47, n. 3, p. 87-94, 2019.
- ROBLA-GÓMEZ, S.; BECERRA, V. M.; LLATA, J. R.; GONZALEZ-SARABIA, E.; TORRE-FERRERO, C.; PEREZ-ORIA, J. Working together: A review on safe human-robot collaboration in industrial environments. **IEEE Access**, v. 5, p. 26754-26773, 2017.
- RODIČ, B. Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm. **Oganizacija**, v. 50, n. 3, p. 193-207, 2017.
- RODRIGUES, W. O. P.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; ROSA, C. O.; CALDARELLI, C. E. Evolução da avicultura de corte no Brasil, **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 1666-1684, 2014.
- ROMANELLO, R.; VEGLIO, V. Industry 4.0 in food processing: drivers, challenges and outcomes. **British Food Journal**, v. 124, n. 13, p. 375-390, 2022.
- RÜßMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. **Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. Alemanha: The Boston Consulting Group, 2015.
- SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **Int. J. Services Science**, v. 1, n. 1, 83-98, 2008.
- SABETI, M.; HASHEMZADEH, G.; GELARD, P.; RABIEI, M. Designing a knowledge based technology transfer model using the fourth generation approach in the automotive industry. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 20, p. 106-125, 2020.
- SACKEY, S. M.; BESTER, A. Industrial engineering curriculum in industry 4.0 in a South African context. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 27, n. 4, p. 101-114, 2016.
- SANTINI, G. A. **Dinâmica tecnológica da cadeia de frango de corte no Brasil: análise dos segmentos de insumos e processamento**. 2006. 269 f. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.
- SCHMIDT, N. S.; SILVA, C. L. Pesquisa e Desenvolvimento na Cadeia Produtiva de Frangos de Corte no Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 56, n. 3, 467-482, 2018.
- SCHRÖDER, C. **The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-sized Enterprises**. Alemnha: Friedrich-Ebert-Stiftung, 2017.

SEATON, R. A. F.; CORDEY-HAYES, M. The development and application of interactive models of industrial technology transfer. **Technovation**, v. 13, p. 45-53, 1993.

SHAO, G.; SHIN, S. J.; JAIN, S. Data analytics using simulation for smart manufacturing. In: PROCEEDINGS OF THE WINTER SIMULATION CONFERENCE, 2014, Geórgia. **Anais [...]** Geórgia: IEEE, 2014.

SHAO, X. F.; LIU, W.; LI, Y.; CHAUDHRY, H. R.; YUE, X. G. Multistage implementation framework for smart supply chain management under industry 4.0. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 162, p. 1-11, 2020.

SIDDIQUIE, R. Y.; KHAN, Z. A.; SIDDIQUEE, A. N. Prioritizing decision criteria of flexible manufacturing systems using fuzzy TOPSIS. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, p. 913-927, 2017.

SIGOV, A.; RATKIN, L.; IVANOV, L. A.; XU, L. D. Emerging enabling technologies for industry 4.0 and beyond. **Information Systems Frontiers**, v. 2022, p. 1-11, 2022.

SILVA, D.; LOPES, E. L.; BRAGA JÚNIOR, S. S. Pesquisa quantitativa, elementos, paradigmas e definições. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 5, n. 1, p. 1-18, 2014.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Methodology of the research and elaboration of dissertation**. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, L. C. S.; KOVALESKI, J. L., GAIA, S., SEGUNDO, G. S. A., TEN CATEN, C. S. Technology transfer process in Brazilian public universities through technological innovation centers. **Interciencia**, v. 40, n. 10, p. 664-669, 2015.

SILVA, R. C.; VIEIRA JUNIOR, M.; LUCATO, V. Recent models of technology transfer and a study of their relevant characteristics. **Espacios**, v. 34, n. 10, p. 15-25, 2013.

SILVA, V. L. **Análise da transferência de tecnologia externa orientada à Indústria 4.0: vínculos colaborativos entre fornecedor e indústria de manufatura**. 2019. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, 2019.

SILVA, V. L.; GROFF, A. M.; OLIVEIRA, G. D. Identificação de causas não patológicas de condenação parcial de carcaças de frangos. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 2015, Maringá, Brasil. **Anais [...]** Maringá: Unicesumar, 2015.

SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Fundamental elements in Technology Transfer: an in-depth analysis. **Technology Analysis & Strategic Management**, 2021a, 1-20. DOI: 10.1080/09537325.2021.1894328

SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Influências do conceito e das tecnologias da indústria 4.0 no ambiente industrial. **Exacta**, v. 18, n. 2, p. 420-437, 2020a.

SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 31, n. 5, 546-562, 2018.

SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Technology Transfer and Human Capital in the Industrial 4.0 Scenario: A Theoretical Study. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies**, v. 11, n. 1, p. 102-122, 2019.

SILVA, V. L.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Technology Transfer Management in organization: an exploratory study of international theoretical and empirical approaches. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 10, n. 2, p. 5486-5504, 2020b.

SINGH, A.; AGGARWAL, G. Technology Transfer Introduction, Facts and Models. **International Journal of Pharma World Research**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2010.

SINGH, B.; SELLAPPAN, N.; KUMARADHAS, P. Evolution of Industrial Robots and their Applications. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v. 3, p. 763-768, 2013.

SJÖDIN, D. R.; PARIDA, V.; LEKSELL, M.; PETROVIC, A. Smart Factory Implementation and Process Innovation: A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing Moving to smart factories presents specific challenges that can be addressed through a structured approach focused on people, processes, and technologies. **Journal Research Technology Management**, v. 61, n. 5, p. 22-31, 2018.

SMIRNOV, A.; SANDKUHL, K.; SHILOV, N. Multilevel self-organisation of cyber-physical networks: synergic approach. **International Journal of Integrated Supply Management**, v. 8, n. 1, p. 90-106, 2013.

SOUZA, S. V.; GANDRA, É. R. S.; REIS NETO, J. F.; GARCIA, R. G. Fatores críticos de sucesso na produção de frango de corte a partir da percepção do produtor integrado da região da Grande Dourados/MS. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 3, p. 1-25, 2021.

STENTOFT, J.; ADSBØLL WICKSTRØM, K.; PHILIPSEN, K.; HAUG, A. Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidences from small and medium-sized manufacturers. **Production Planning and Control**, v. 32, p. 1-18, 2020.

SUN, J.; GAO, M.; WANG, Q.; JIANG, M.; ZHANG, X.; SCHMITT, R. Smart services for enhancing personal competence in *Industrie* 4.0 digital factory. **Log Forum, Scientific Journal of Logistics**, v. 14, n. 1, p. 51-57, 2018.

SUNG, T. K. Industry 4.0: A Korea perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 40-45, 2018.

SUNG, T. K.; GIBSON, D. V. Knowledge and Technology Transfer: Levels and Key Factors. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY POLICY AND INNOVATION*. 2000, Texas, Estados Unidos. **Anais [...]** Estados Unidos: The University of Texas, 2000.

- TAKAHASHI, V. P. Technological knowledge transfer: study of multiple cases in the pharmaceutical industry. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 2, p. 255-269, 2005.
- TATIKONDA, M. V.; STOCK, G. N. Product technology transfer in the upstream supply chain. **Journal of Product Innovation Management**, v. 20, n. 6, p. 444-467, 2003.
- THOBEN, K.; WIESNER, S.; WUEST, T. "Industrie 4.0" and smart manufacturing-a review of research issues and application examples. **International Journal of Automation Technology**, v. 11, n. 1, p. 4-16, 2017.
- TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2975-2987, 2017.
- TOSCANO, F. L. P.; MAINARDES, E. W.; LASSO, S. V. Exploring Challenges in University Technology Transfer in Brazil. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 14, n. 4, p. 175, 2017.
- TRICHES, D.; SIMAN, R. F.; CALDART, W. L. **A cadeia produtiva da carne de frango da região da Serra Gaúcha: uma análise da estrutura de produção e mercado**. Rio Grande do Sul, Brasil: Universidade de Caxias do Sul, 2004.
- TÜRKEKES, M. C.; ONCIOIU, I.; ASLAM, H. D.; MARIN-PANTELESCU, A.; TOPOR, D. I.; CĂPUSNEANU, S. Drivers and Barriers in Using Industry 4.0: A Perspective of SMEs in Romania. **Processes**, v. 7, n. 3, p. 1-20, 2019.
- ULLAH, M. I.; AJWAD, S. A.; IRFAN, M.; IQBAL, J. Non-linear Control Law for Articulated Serial. **Elektronika ir Elektrotechnika**, v. 22, n. 1, p. 1-5, 2016.
- URBAN, F. China's rise: Challenging the North-South technology transfer paradigm for climate change mitigation and low carbon energy. **Energy Policy**, v. 113, p. 320-330, 2018.
- VAIDYA, S.; AMBAD, P.; BHOSLE, S. Industry 4.0 - A Glimpse. **Procedia Manufacturing**, v. 20, p. 233-238, 2018.
- VALE, M.; DE MOURA, D.; NÄÄS, I.; CURI, T.; LIMA, K. Effect of a simulated heat wave in thermal and aerial environment broiler-rearing environment. **Engenharia Agrícola**, v. 36, p. 271-280, 2016
- VAN HORNE, C.; DUTOT, V. Challenges in technology transfer: an actor perspective in a quadruple helix environment. **The Journal of Technology Transfer**, v. 42, n. 2, p. 285-301, 2017.
- VASCONCELOS, M. C.; BASSI, N. S. S.; SILVA, C. L. **Caracterização das tecnologias e inovação na cadeia produtiva do frango de corte no Brasil**. Santa Catarina: Editora Unisul, 2014.
- VEILE, J. W.; KIEL, D.; MÜLLER, J. M.; VOIGT, K. I. Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 5, p. 977-997, 2019.



VOGADO, G. M. S.; VOGADO, K. T. S.; FONSECA, W. J. L.; FONSECA, W. L.; VOGADO, W. F.; OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, N. M.; LUZ, C. S. M. Evolução da avicultura brasileira. **Nucleus Animalium**, v. 8, n. 1, p. 49-58, 2018.

WANG, J. F. Framework for university-industry technology transfer: View of a technology receiver. *In*: SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATION SYSTEMS, NETWORKS AND APPLICATIONS, 2010, Switzerland, **Anais [...]** Switzerland: IEEE, 2010.

WANG, C. Y.; CHEN, Y. J.; CHIEN, C. F. Industry 3.5 to empower smart production for poultry farming and an empirical study for broiler live weight prediction. **Computers & Industrial Engineering**, v. 151, p. 106931, 2021.

WANG, W.; ZHU, X.; WANG, L.; QIU, Q.; CAO, Q. Ubiquitous robotic technology for smart manufacturing system. **Computational Intelligence and Neuroscience**, v. 1, p. 1-14, 2016.

WEHLE, H. D. **Augmented Reality and the Internet of Things (IoT)**. 2016.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/288642701\\_Augmented\\_Reality\\_and\\_the\\_Internet\\_of\\_Things\\_IoT\\_Industry\\_40\\_en](https://www.researchgate.net/publication/288642701_Augmented_Reality_and_the_Internet_of_Things_IoT_Industry_40_en). Acesso em: 17 Jan. 2020.

WITKOWSKI, K. Internet of Things, Big Data, Industry 4.0: Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. **Procedia Engineering**, v. 182, p. 763-769, 2017.

XU, X.; ZHANG, L.; SOTIRIADIS, S.; ASIMAKOPOULOU, E.; LI, M.; BESSIS, N. CLOTHO: A large-scale Internet of Things-based crowd evacuation planning system for disaster management. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 5, n. 5, p. 3559-3568, 2018

YU, X.; LIU, P.; REN, W.; ZHANG, C.; WANG, J.; ZHENG, Y. Safety traceability system of livestock and poultry industrial chain. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLOUD COMPUTING AND SECURITY, 2018, Haicou, China. **Anais [...]** Haicou, China: Springer, 2018.

YÜKSEL, H. An empirical evaluation of industry 4.0 applications of companies in Turkey: The case of a developing country. **Technology in Society**, 63, 101364, 2020.

YUN, J. J.; JEONG, E.; LEE, Y.; KIM, K. The effect of open innovation on technology value and technology transfer: A comparative analysis of the automotive, robotics, and aviation industries of Korea. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 2459, 2018.

ZAJICEK, M.; KIC, P. Improvement of the broiler house ventilation using the CFD simulation. **Agronomy Research**, v. 10, n. 1, p. 235-242, 2012.

ZAMMAR, G.; JUNIOR, E. K.; KOVALESKI, J. L.; ZAMMAR, L.; YOSHINO, R. T.; KOVALESKI, F. Application of technology transfer in predictive practices for analyzing the behavior of mechanical equipment: The case of a planetary gearbox. **Espacios**, v. 36, p. 1-12, 2015.

ZANGIACOMI, A.; PESSOT, E.; FORNASIERO, R.; BERTETTI, M.; SACCO, M. Moving towards digitalization: A multiple case study in manufacturing. **Production Planning & Control**, v. 31, n. 2, p. 143-157, 2020.

ZHANG, F.; GALLAGHER, K. S. Innovation and technology transfer through global value chains: Evidence from China's PV industry. **Energy Policy**, v. 94, p. 191-203, 2016.

ZHANG, H.; CHEN, C. Design of Sick Chicken Automatic Detection System Based on Improved Residual Network. *In: IEEE Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference*, 4., 2020, Chongqing, China. **Anais [...]** Chongqing, China: IEEE, 2020.

ZHANG, S.; DING, A.; ZOU, X.; FENG, B.; QIU, X.; WANG, S.; ZHANG, S.; QIAN, Y.; YAO, H.; WEI, Y. Simulation analysis of a ventilation system in a smart broiler chamber based on computational fluid dynamics. **Atmosphere**, 10, 2019.

ZHANG, Y.; ZHU, Z.; LV, J. CPS-Based smart control model for shopfloor material handling. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 14, n. 4, p. 1764-1775, 2017.

ZHENG, M.; MING, X. Construction of cyber-physical system-integrated smart manufacturing workshops: A case study in automobile industry. **Advances in Mechanical Engineering**, v. 9, n. 10, p. 1-17, 2017.

ZHU, S.; LIU, P.; YANG, N.; HE, J.; YE, Z. Optimization of local ventilation system for gaseous pollutants removal in broiler house using CFD simulation. *In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM*, 9., 2012, Valencia, Spain. **Anais [...]** Valencia, Spain: ASABE, 2012.

ZHUANG, X.; BI, M.; GUO, J.; WU, S.; ZHANG, T. Development of an early warning algorithm to detect sick broilers. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 144, p. 102-113, 2018.

ZOMPANTI, A.; GRASSO, S.; SANTONICO, M.; PENNAZZA, G. A Sensor System for Non-Destructive Monitoring of Food Ripening Processes. *In: IEEE INTERNATIONAL WORKSHOP ON METROLOGY FOR INDUSTRY 4.0 & IoT*, 2020, Itália. **Anais [...]** Itália: IEEE, 2020.

## **APÊNDICE A - Pesquisa definitiva em bases de dados**

## PESQUISA DEFINITIVA EM BASES DE DADOS

**Quadro 28 - Quantidades de trabalhos por tema**

Tema	Palavra-chave	Base de dados		
		Scopus	Web of Science	Science Direct
Modelos de Transferência de Tecnologia	TITLE-ABS-KEY ("Technology Transfer model")	166 documentos	73 documentos	21 documentos
Implementações em Indústria 4.0	TITLE ("Industry 4.0" OR "smart factory" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "smart manufacturing") AND TITLE-ABS-KEY (implementation) AND TITLE-ABS-KEY (compan*)	403 documentos	279 documentos	97 documentos

Fonte: Autoria própria (2022).

**Quadro 29 - Quantidades de trabalhos por combinação de temas (eixo)**

Eixo	Palavras-chave	Base de dados		
		Scopus	Web of Science	Science Direct
A	TITLE-ABS-KEY (("Technology Transfer") AND ("Smart Factory" OR "Industry 4.0" OR "Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution") AND ("slaughterhouse" OR "meat" OR "chicken" OR "broiler" OR "poultry"))	0 documento	0 documento	0 documento
B	TITLE-ABS-KEY (("Technology Transfer") AND ("Smart Factory" OR "Industry 4.0" OR "Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution"))	116 documentos	27 documentos	1 documento
C	TITLE-ABS-KEY (("Smart Factory" OR "Industry 4.0" OR "Smart Industry" OR "Smart Manufacturing" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution") AND ("slaughterhouse" OR "chicken" OR "broiler" OR "poultry" OR "meat"))	23 documentos	15 documentos	8 documentos
D	TITLE-ABS-KEY (("Technology Transfer") AND ("slaughterhouse" OR "chicken" OR "broiler" OR "poultry"))	57 documentos	25 documentos	10 documentos

Fonte: Autoria própria (2022).

## **APÊNDICE B - Procedimentos de filtragem**

## PROCEDIMENTOS DE FILTRAGEM

**Quadro 30 - Quantidades de trabalhos por tema, após filtrações**

Filtragem		Modelos de Transferência de Tecnologia	Implementações em Indústria 4.0
Total bruto em três bases	(=)	260 documentos	779 documentos
Eliminar duplicidades	(-)	69 documentos	260 documentos
Livro ou capítulo de livro	(-)	12	5
Artigo de conferência	(-)	59	139
Artigo fora do escopo e/ou baixo valor de InOrdinatio	(-)	50	281
Portfólio bibliográfico	(=)	70 artigos	94 artigos

Fonte: Autoria própria (2022).

**Quadro 31 - Quantidades de trabalhos por combinação de temas (eixo), após filtrações**

Filtragem		Eixo B (TT e Indústria 4.0)	Eixo C (Indústria 4.0 e avicultura de corte)	Eixo D (TT e avicultura de corte)
Total bruto em três bases	(=)	144 documentos	46 documentos	92 documentos
Eliminar duplicidades	(-)	40 documentos	13 documentos	39 documentos
Livro ou capítulo de livro	(-)	0	0	3
Artigo de conferência	(-)	48	14	5
Artigo fora do escopo e/ou baixo valor de InOrdinatio	(-)	26	8	30
Portfólio bibliográfico	(=)	30 artigos	11 artigos	15 artigos

Fonte: Autoria própria (2022).

## **APÊNDICE C - Portfólio bibliográfico de artigos**

## PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

Tabela 25- Ordenação de artigos, conforme Methodi Ordinatio

Indústria 4.0 e avicultura de corte					
Autor	Título	Ano	Número citação	Fator Impacto (2019)	InOrdinatio
Harteis, C.	<i>Machines, Change and Work: An Educational View on the Digitalization of Work</i>	2018	51	0	121,00
Galanakis, C. M., Rizou, M., Aldawoud, T. M., Ucak, I., Rowan, N. J.	<i>Innovations and technology disruptions in the food sector within the COVID-19 pandemic and post-lockdown era</i>	2021	16	11,077	116,01
Oltra-Mestre, M., Hargaden, V., Coughlan, P. and Segura-García del Río, B.	<i>Innovation in the Agri-Food sector: Exploiting opportunities for Industry 4.0</i>	2021	1	2,113	101,00
Wang, C.-Y., Chen, Y.-J. and Chien, C.-F.	<i>Industry 3.5 to empower smart production for poultry farming and an empirical study for broiler live weight prediction</i>	2021	1	4,135	101,00
Bader, F. and Rahimifard, S.	<i>A methodology for the selection of industrial robots in food handling</i>	2020	10	4,477	100,00
Barbut, S.	<i>Meat industry 4.0: A distant future?</i>	2020	1	1,382	91,00
Arana-Arexolaleiba, N., Urrestilla-Anguiozar, N., Chrysostomou, D. and Bøgh, S.	<i>Transferring Human Manipulation Knowledge to Industrial Robots Using Reinforcement Learning</i>	2019	3	0	83,00
Kuaban, G., Czekalski, P., Molua, E. and Grochla, K.	<i>An Architectural Framework Proposal for IoT Driven Agriculture</i>	2019	3	0	83,00
Cruz Introini, S., Boza, A. and Alemany, M.	<i>Traceability in the Food Supply Chain: Review of the literature from a technological perspective</i>	2018	12	0	82,00
Meng, Z., Wu, Z. and Gray, J.	<i>Microwave sensor technologies for food evaluation and analysis: Methods, challenges and solutions</i>	2018	6	1,649	76,00
Kersten, T.	<i>Industry 4.0: Self-Sufficient Production prevents Standstill With smart Processes in a productive and sustainable Future</i>	2016	1	0	51,00
Transferência de Tecnologia e avicultura de corte					
King, A.	<i>Technology: The Future of Agriculture</i>	2017	165	42,778	225,04
Al-Nasser, A., Al-Khalaifah, H., Al-Mansour, H., Ahmad, A. and Ragheb, G.	<i>Evaluating farm size and technology use in poultry production in Kuwait</i>	2020	3	1,802	93,00



Al-Nasser, A., Al-Khalaifah, H., Khalil, F. and Al-Mansour, H.	<i>Poultry industry in the Gulf Cooperation Council with emphasis on Kuwait</i>	2020	2	1,802	92,00
Brochu, N., Guerin, M., Varga, C., Lillie, B., Brash, M. and Susta, L.	<i>A two-year prospective study of small poultry flocks in Ontario, Canada, part 2: causes of morbidity and mortality</i>	2019	11	1,135	91,00
Rojano, F., Bournet, P.-E., Hassouna, M., Robin, P., Kacira, M. and Choi, C.	<i>Assessment using CFD of the wind direction on the air discharges caused by natural ventilation of a poultry house</i>	2018	7	1,903	77,00
Humphries, F.	<i>Sharing aquatic genetic resources across jurisdictions: playing 'chicken' in the sea</i>	2018	2	2,511	72,00
Rahnama, H., Fadaei, M. and Baghersalimi, S.	<i>Healthy food choice: Survey results from Iranian consumers toward antibiotic-free chicken</i>	2017	12	2,78	72,00
Hussaro, K., Intanin, J. and Sombat, T.	<i>Biogas production of animal manure with wastewater from toddy palm process with circulate system for the community: Case study Phechaburi Province</i>	2018	0	0	70,00
Mowery, D.	<i>The Bayh-Dole Act and High-Technology Entrepreneurship in U.S. Universities: Chicken, Egg, or Something Else?</i>	2005	109	0	49,00
Al-Nasser, A., Al-Khlaifa, H., Al-Bahouh, M., Khalil, F., Boareki, M. and Ragheb, G.	<i>Challenges facing poultry production in Kuwait</i>	2015	6	1,802	46,00
Bassi, N., da Silva, C. and de Figueiredo, E.	<i>Technology transfer model proposal in public research institutions: The search for a more effective process in the broiler chain in Brazil</i>	2015	5	0	45,00
Manning, L. and Baines, R.	<i>Globalisation: A study of the poultry-meat supply chain</i>	2004	90	2,103	20,00
Wynne, A. and Lyne, M.	<i>Rural economic growth linkages and small scale poultry production: A survey of producers in Kwazulu-Natal</i>	2004	23	0	-47,00
Brillard, J.	<i>Future strategies for broiler breeders: An international perspective</i>	2001	19	1,802	-81,00
Mench, J. and Duncan, I.	<i>Poultry Welfare in North America: Opportunities and Challenges</i>	1998	37	2,659	-93,00

Transferência de Tecnologia e Indústria 4.0					
Autor	Título	Ano	Número citação	Fator Impacto (2019)	InOrdinatio
Thoben, K.-D., Wiesner, S. and Wuest, T.	<i>“Industrie 4.0” and smart manufacturing-a review of research issues and application examples</i>	2017	646	0	706,00
Sung, T.	<i>Industry 4.0: A Korea perspective</i>	2018	378	5,846	448,01
Yun, J. and Liu, Z.	<i>Micro- and macro-dynamics of open innovation with a Quadruple-Helix model</i>	2019	142	2,576	222,00
Veile, J., Kiel, D., Müller, J. and Voigt, K.- I.	<i>Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry</i>	2019	80	3,385	160,00
da Silva, V., Kovaleski, J. and Pagani, R.	<i>Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review</i>	2019	75	1,867	155,00
Da Silva, V., Kovaleski, J., Pagani, R., Silva, J. and Corsi, A.	<i>Implementation of Industry 4.0 concept in companies: empirical evidences</i>	2020	26	2,861	116,00
Ayentimi, D.T. and Burgess, J.	<i>Is the fourth industrial revolution relevant to sub-Saharan Africa?</i>	2019	31	1,867	111,00
Schott, P., Ahrens, R., Bauer, D., Hering, F., Keller, R., Pullmann, J., Schel, D., Schimmelpfennig, J., Simon, P., Weber, T., Abele, E., Bauernhansl, T., Fridgen, G., Jarke, M. and Reinhart, G.	<i>Flexible IT platform for synchronizing energy demands with volatile markets</i>	2021	9	0	109,00
Mahmood, T. and Mubarik, M.	<i>Balancing innovation and exploitation in the fourth industrial revolution: Role of intellectual capital and technology absorptive capacity</i>	2020	18	5,846	108,01
Yun, J., Jeong, E., Lee, Y. and Kim, K.	<i>The effect of open innovation on technology value and technology transfer: A comparative analysis of the automotive, robotics, and aviation industries of Korea</i>	2018	36	2,576	106,00
Obradović, T., Vlačić, B. and Dabić, M.	<i>Open innovation in the manufacturing industry: A review and research agenda</i>	2021	4	5,729	104,01
Omairi, A. and Ismail, Z.	<i>Towards machine learning for error compensation in additive manufacturing</i>	2021	1	2,474	101,00

Rosienkiewicz, M., Helman, J., Cholewa, M., Molasy, M. and Krause-Juettler, G.	<i>Analysis and assessment of bottom-up models developed in central europe for enhancing open innovation and technology transfer in advanced manufacturing</i>	2021	0	0	100,00
Tirto, T., Ossik, Y. and Omelyanenko, V.	<i>ICT support for industry 4.0 innovation networks: Education and technology transfer issues</i>	2020	10	0	100,00
Michna, A. and Kmiecik, R.	<i>Open-mindedness culture, knowledge-sharing, financial performance, and industry 4.0 in smes</i>	2020	9	2,576	99,00
Ansari, F., Hold, P. and Khobreh, M.	<i>A knowledge-based approach for representing jobholder profile toward optimal human-machine collaboration in cyber physical production systems</i>	2020	8	2,991	98,00
Margherita, E. and Braccini, A.	<i>Industry 4.0 Technologies in Flexible Manufacturing for Sustainable Organizational Value: Reflections from a Multiple Case Study of Italian Manufacturers</i>	2020	11	3,63	101,00
Kruger, S. and Steyn, A.	<i>Enhancing technology transfer through entrepreneurial development: practices from innovation spaces</i>	2020	7	4,147	97,00
Garbellano, S. and Da Veiga, M.	<i>Dynamic capabilities in Italian leading SMEs adopting industry 4.0</i>	2019	14	0	94,00
Barbosa, G., Shiki, S. and da Silva, I.	<i>R&amp;D roadmap for process robotization driven to the digital transformation of the industry 4.0</i>	2020	1	0,849	91,00
Alharbi, O.	<i>Industry 4.0 operators: Core knowledge and skills</i>	2020	0	0	90,00
Beyaz, H. and Yildirim, N.	<i>A Multi-criteria Decision-Making Model for Digital Transformation in Manufacturing: A Case Study from Automotive Supplier Industry</i>	2020	0	0	90,00
Cabrera, H., Pérez, B., León González, J. and León, A.	<i>Devise and basic concepts for the understanding of the industries 4.0</i>	2020	0	0	90,00
Kho, J. and Jeong, J.	<i>System Integration and Functional Priorities to Maximize Profit and Loss for Smart Factory</i>	2020	0	0	90,00

Ömerali, M. and Kaya, T.	<i>Should firms investigating in IOT domain buy or implement in their Industry 4.0 initiatives? An application of Type-2 Fuzzy COPRAS Academia a new</i>	2020	0	1,851	90,00
Kashyap, A. and Agrawal, R.	<i>knowledge supplier to the industry! Uncovering barriers in the process Digitalizing the maritime industry: A case study of</i>	2019	10	0	90,00
Ellingsen, O. and Aasland, K.	<i>technology acquisition and enabling advanced manufacturing technology</i>	2019	8	1,957	88,00
Ituarte, I. F., Chekurov, S., Tuomi, J., Mascolo, J., Zanella, A., Springer, P. and Partanen, J.	<i>Digital manufacturing applicability of a laser sintered component for automotive industry: a case study</i>	2018	15	3,099	85,00
Botha, A.	<i>Rapidly arriving futures: Future readiness for industry 4.0</i>	2018	14	0,488	84,00
Alias, N., Al-Rahmi, W., Yahaya, N. and Al-Maatouk, Q.	<i>Big data, modeling, simulation, computational platform and holistic approaches for the fourth industrial revolution</i>	2018	4	1,957	74,00

---

Fonte: Autoria própria (2022).

## **APÊNDICE D - Modelos de Transferência de Tecnologia**

## MODELOS DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

**Quadro 32 - Modelos de Transferência de Tecnologia e vínculos entre atores**

<b>Vínculo colaborativo 1. Intra-empresa (departamentos)</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Malik 2002	Neste modelo a representação da informação e do produto (tecnologia) flui do emissor para o receptor e interage com os demais elementos de TT.
<b>Vínculo colaborativo 2. Empresa – Empresa, no geral</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Bar-Zakay 1971	O modelo descreve as principais atividades que provavelmente serão realizadas pelo emissor e receptor da tecnologia, ambos incluídos em projetos de TT. As etapas do modelo são pesquisas internas e externas sobre a transferência de tecnologia alvo, desenvolvimento e alinhamento de projetos, implementação de ações e manutenção de projetos.
Smilor, Gibson e Avery 1989	Modelo para auxiliar no desenvolvimento de tecnologia voltado para o consórcio formado por empresas e pessoas/especialistas. Três dimensões constituem o modelo, modo, iniciativa e continuidade.
Seaton e Cordey-Hayes 1993	Modelo TT cuja estrutura contém três pilares fundamentais: acessibilidade; mobilidade, e; receptividade. O primeiro corresponde ao nível de disponibilidade de tecnologias, o segundo, à facilidade de obtenção de tecnologias e, por fim, à capacidade da fonte receptora para encontrar vantagens da TT.
Bessant e Rush 1995	O modelo apresenta fases de TT, sob perspectiva do cessionário, são elas reconhecimento inicial da oportunidade ou necessidade, seleção de tecnologia, aquisição no mercado e implementação.
Rebentisch, Ferretti 1995	O modelo representa a estrutura da TT, ou seja, o escopo da transferência pretendida (a proporção que ela apresenta em termos de funcionalidades e complexidade), canal/mecanismo de transferência, a natureza, tipo e características do conhecimento inserido na tecnologia e no processo de TT, e a capacidade e adaptabilidade da empresa adquirir tecnologias. Esses quatro elementos devem ser considerados na TT.
Bennett <i>et al.</i> 1996	O modelo apresenta elementos relacionados ao aspecto de valor da tecnologia, ou seja, o valor da tecnologia a ser fabricada, o valor percebido pelo desenvolvedor, o valor no mercado concorrente e o valor definido pelo comprador.
Deitos 2002	O modelo apresenta algumas etapas para TT, focando-se no cessionário. São elas, seleção de tecnologia, seleção de fornecedores, aquisição, implementação, assimilação de tecnologia transferida, e adaptação e melhorias, respectivamente.
Grange, Buys 2002	Descrição das etapas básicas de um projeto conceitual de TT. Ele inclui o reconhecimento de necessidade de tecnologia, pesquisa, avaliação – foco nas implicações da tecnologia, implementação, personalização e gerenciamento da tecnologia.
Baek <i>et al.</i> 2007	O modelo foca em uma etapa específica da TT, a avaliação da tecnologia – focos econômico e humano/competências, que ocorre antes de sua movimentação e implementação. As variáveis analisadas foram o retorno da tecnologia em termos de ganho financeiro e lucro, contribuições da tecnologia devido às suas funções e impactos.
Cormican, O'Connor 2009	TT é representada na perspectiva do cedente; As etapas são definição de uma equipe internamente para participar da TT, gerar um plano de treinamento, planejar o projeto, e transferir a tecnologia.
Jagoda, Ramanathan 2009	Seis etapas são propostas por meio de um modelo, começando com a detecção de oportunidades e necessidades e finalizando-se com a avaliação de impacto que a TT implica. Ao final de cada etapa, há um <i>gate</i> para a tomada de decisões pelos representantes da empresa interessada.

Novickis, Lesovskis, Mitasiunas 2011	Um breve modelo sobre drivers/requisitos de TT é descrito. O cedente desempenha funções de desenvolvimento de tecnologia e o cessionário realiza um grande esforço em etapas de adaptação e implementação da tecnologia alvo.
Khabiri, Rasti, Senin 2012	Este modelo aborda os elementos que atuam no processo de TT envolvendo pequenas e médias empresas. São elas, as características do cedente, as variáveis do ambiente do cedente, o cessionário e seu ambiente, o ambiente em que os dois atores agem juntos, a tecnologia, os mecanismos de TT e a mensagem.
Mohamed et al. 2012	Os fatores identificados foram classificados em fatores facilitadores e determinantes da TT. Estes são suporte TT, infraestrutura em TT, ambiente, capacidade de aprendizado e desempenho da TT.
Boh, De-Haan e Strom 2016	A TT é analisada sob perspectiva do cedente. As etapas da TT, apresentadas no modelo são geração de ideias, estabelecimento de ações para viabilização comercial e técnica, arrecadação de fundos para apoiar as atividades de mercado interno, e comercialização, respectivamente.
Milskaya, Mednikov, Loginova 2016	O modelo tem como foco central a inovação empresarial. Nele, a inovação de um processo ou produto pode ser alcançada por meio de novas tecnologias. O primeiro passo da TT é explorar as inovações tecnológicas do mercado, seguido da identificação de aspectos inovadores a serem aprimorados, avaliação da tecnologia, comercialização e avaliação de resultados em TT.
Hamdan, Fathi, Mohamed 2018	O modelo verifica como o processo de TT é influenciado por políticas específicas de um país-alvo (Malásia) e como outros modelos de TT evoluem para acomodar mudanças imposta entre países.
Medina, Gasca, Camargo 2019	Um modelo TT é apresentado, composto por seis fases. O modelo tem a TT exclusivamente voltada para a competitividade, por meio da identificação de tecnologia no mercado e processos de inovação.
Hafeez <i>et al.</i> 2020	Medida pelo modelo, a capacidade de absorção influencia o desempenho alcançado com a transferência de tecnologia. A capacidade de absorção foi avaliada nas etapas de aquisição, assimilação, transformação e exploração de tecnologia, e a eficácia da TT foi avaliada em termos de desempenho dos bens produzidos e desempenho organizacional.
<b>Vínculo colaborativo 3. TT entre empresas de diferentes países</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Sharif, Haq 1980	Modelo matemático que incorpora dois elementos importantes na tecnologia transferência: tempo e distância. Suas interações nos níveis de tecnologia assimilação e difusão são avaliadas.
Reddy, Zhao 1989	Uma modelo descreve os principais procedimentos e requisitos a serem realizados em TT pelos países de origem e destino, e ambos atuando simultaneamente juntos.
Wang, Blomström 1992	Modelo para análise de custos de investimento estrangeiro direto para TT entre uma multinacional de país desenvolvido e uma subsidiária de país em desenvolvimento. Políticas são apontados para TT internacional no país receptor.
Liu 1993	Equações diferenciais não lineares são incorporadas em um modelo. Este modelo apresenta quatro cenários de desempenho TT, baseados na absorção de tecnologia e capacidades do cessionário.

Jayaraman, Bhatti, Saber 2004	Modelo matemático que mede a taxa de assimilação de tecnologia pelo cedente e cessionário. Inclui também a análise da influência de fatores que favorecem ou inibem melhores resultados na assimilação, como potencial tecnológico, distância tecnológica entre atores, entre outros.
Yamakami, Suzuki 2008	Neste modelo, três etapas compõem um processo de TT. Todos eles correspondem a um tipo específico de treinamento de usuários para a disseminação de conhecimento e uso de tecnologia.
<b>Vínculo colaborativo 4. TT entre empresas de países desenvolvidos e emergentes</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Wong 1995	O modelo visa implementar a tecnologia em diferentes países. Esse modelo compreende oito grupos, como treinamento, capacidade de absorção de tecnologia, cultura do país, investimentos governamentais, entre outros.
Di Benedetto, Calantone, Zhang 2003	Modelo que considera a influência de fatores (atitudes, comportamentos, intenções e estímulos) no processo TT. Mede a formação de atitudes dos gestores e intenções comportamentais que os levam a transferir tecnologia.
Cavalheiro, Joia 2014	A tecnologia da informação pode ser adotada a partir de um processo com nove etapas: definir problema e percepção, escolha da tecnologia, compra e instalação, análise de capacidades tecnológicas e gerenciais para acomodar a tecnologia, adaptação, difusão e <i>feedback</i> ao cedente.
Hassan, Jamaluddin 2016	O modelo TT ilustra as influências dos fatores facilitadores nos resultados da TT.
<b>Vínculo colaborativo 5. Intra-universidade</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Alonso, Chacon 2015	Representação de processos de TT por meio de estudo de casos em ambientes escolares. A TT ocorreu entre professor e estudante
Li, Zhang, Jin 2018	O modelo inclui análise de gestão de tecnologia e impactos da TT na economia, sociedade e meio ambiente, conduzida por universidades.
<b>Vínculo colaborativo 6. Universidade – Universidade</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Pagani <i>et al.</i> 2019	O modelo inclui, além da interface Universidade – Universidade, outros elementos da TT, como <i>stakeholders</i> (alunos, pesquisadores, orientadores e gestores), meios de transferência, barreiras de TT e desempenho na forma de resultados.
<b>Vínculo colaborativo 7. Universidade – Entidade comunitária</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Ossa <i>et al.</i> 2018	O modelo de TT abrange cinco etapas voltadas para o desenvolvimento e comercialização de tecnologia (sistemas).
<b>Vínculo colaborativo 8. Universidade – Mercado consumidor</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Novickis, Mitasiunas, Ponomarenko 2017	São estruturados dez passos para a transferência de tecnologia e conhecimento, focando-se em processos de <i>marketing</i> (desde avaliação de cenários de mercado até captação de recursos e divulgação de tecnologia ao cessionário).
<b>Vínculo colaborativo 9. Universidade – Instituição governamental</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Casaramona <i>et al.</i> 2015	De acordo com os modelos apresentados, a transferência de conhecimento em um ambiente internacional deve considerar a cooperação internacional e criar um ambiente adequado para a exploração do conhecimento. O modelo inclui a harmonização de regras e procedimentos dos países, e deve abordar diferentes comportamentos culturais.



<b>Vínculo colaborativo 10. Universidade – Empresa</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Goodman, 1975	Quatro canais de TT são inseridos no modelo. São eles: TT entre dois atores distintos, tendo a universidade como mediadora; comunicação direta da universidade para com a indústria; transferência bidirecional e mútua entre acadêmico e indivíduo parceiro; e outros atores, que podem participar da TT junto com a universidade e indústria, incluindo outras instituições acadêmicas.
Siegel <i>et al.</i> 2004	O modelo de TT começa com a fase de descoberta científica, cujo cientista desempenha um papel fundamental, juntamente com os incentivos do governo e a gestão do conhecimento do ambiente universitário. A última etapa é a comercialização formal da tecnologia. Ao longo do processo, atores e barreiras ao TT são exploradas. TT entre cientista e gestor.
Gorschek <i>et al.</i> 2006	Modelo contendo sete etapas, baseados em relatos de experiências. Inicialmente, é necessário explorar onde aplicar melhorias nos processos de TT. Os pesquisadores devem desenvolver uma agenda de pesquisa e um plano de ação na empresa, definir uma operação alvo ou tecnologia, realizar avaliação da tecnologia – foco na usabilidade, executar ações por meio de um teste piloto, melhorar as ações e, por fim, validar a TT.
Wang 2010	O modelo compreende seis etapas, focando-se na TT sob perspectiva do cessionário, sendo uma empresa. A primeira etapa envolve a compreensão de necessidade por tecnologia, busca por tecnologias, adaptar a tecnologia por motivos como legislação, capacidade, entre outros, implementar a tecnologia e gerenciar seu ciclo de vida.
Hidalgo, Albors 2011	O modelo TT compreende vínculos colaborativas em projetos entre universidade e indústria. A ideia do modelo é resumir contextos individuais de TT e gerar uma abordagem de fatores influenciadores.
Bradley, Hayter, Link 2013	O modelo TT descreve o caminho de uma tecnologia gerada pela universidade para a empresa. Este modelo associa fatores para melhoria do desempenho da TT, mecanismos em cada etapa, atores, entre outros
Koschatzky, Heijs 2018	Análise detalhada de modelos específicos de transferência de tecnologia. São analisados dois modelos que integram universidades politécnicas, o Steinbeis e o Institutes An com outras empresas An. O Steinbeis trabalha diretamente para PMEs, enquanto que o Institutes An se concentra em transferir tecnologias para outros segmentos e setores com financiamentos independentes.
Mikkonen <i>et al.</i> 2018	O modelo aborda a TT integrada, no qual os atores (universidade e empresa) trabalham juntos e participam de todas as decisões e ações de pesquisa e desenvolvimento de <i>software</i> .
Jessop, Reyes 2018	O modelo visa suprir as deficiências de TT entre universidades e empresas (pequenas e médias empresas), fortalecendo as atividades de mercado. Uma etapa inicial do modelo é explorar a tecnologia em centros especializados, e realizar análises de viabilidade de aspectos econômicos e ambientais e comercialização de tecnologias.
Sabeti <i>et al.</i> 2020	Descrição dos fatores e subfatores inseridos em quatro etapas de TT. Com foco em tecnologias e soluções de gestão do conhecimento, em indústrias automotivas, conjuntos de políticas, fatores ambientais, sociais e econômicos são explorados. O modelo rege as etapas de reconhecimento da tecnologia, absorção e uso.
<b>Vínculo colaborativo 11. Universidade – Empresa – Governo</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Etzkowitz, Leydesdorff 2000	Na TT, a indústria atua como fonte de produção de bens e/ou serviços, a universidade é fornecedora de conhecimento e mão de obra especializada e o governo regulamenta a gestão dos recursos públicos. Esses três atores e suas interações são simplificadas em um modelo.

<b>Vínculo colaborativo 12. Universidade – Empresa – Governo – Sociedade civil</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Carayannis, Campbell 2009	Além da universidade, governo e empresa, uma quarta hélice está inserida no modelo. Ela é associada à dimensão social como valores, estilos de vida, cultura, mídia e arte.
<b>Vínculo colaborativo 13. TT entre centros de pesquisa</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Horigian <i>et al.</i> 2015	Uma rede nacional de ensaios clínicos mexicanos entre pesquisadores de dependência química foi estabelecida para gerar evidências locais sobre tratamentos eficazes de usuários. A TT é retratada a partir de relato de caso.
<b>Vínculo colaborativo 14. Centro de pesquisa – Empresa</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Bassi <i>et al.</i> 2015	A principal premissa do modelo é intensificar a interação entre desenvolvedores e operadores da tecnologia e seus usuários.
Teixeira <i>et al.</i> 2016	O modelo apresenta cinco esferas, que vão desde a definição de tecnologia e busca por incentivos até a disponibilidade da tecnologia no mercado. A principal contribuição deste modelo é eliminar a etapa de criação de uma empresa, que é alcançado pela internalização da tecnologia.
Yu 2016	A colaboração entre a indústria e os centros integrados de descoberta de medicamentos oferece múltiplos benefícios: aumentar a eficiência de P&D, compartilhar conhecimento e experiência, facilitar a resolução conjunta de problemas, compartilhar custos associados ao acesso aos laboratórios, equipamentos, materiais e serviços auxiliares. Um modelo específico descreve a TT entre esses atores e os benefícios.
González, Rodríguez 2016	Descrição de um processo de TT baseando-se nas dimensões de Bozeman (2000): características dos atores, canais e fatores.
Passarelli, Cariola, Vecellio 2018	O modelo de co-desenvolvimento de tecnologia tem em seus estágios iniciais a colaboração direta do órgão de pesquisa com a empresa, fornecendo recursos e condições para formação de conceito, inovação e transferência de tecnologia. Este modelo é relatado através de um estudo de caso.
<b>Vínculo colaborativo 15. Spin-offs – Indústria</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Festel 2015	Os modelos de TT usados por spin-offs são identificados a partir de estudos de caso. Os spin-offs atuam como prestadora de serviços para a indústria, cujos processos fundamentais de TT são descritos.
<b>Vínculo colaborativo 16. Empresa – Comunidade</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Davies-Colley, Smith 2012	O modelo de TT está estruturado em seis etapas: construção do relacionamento entre atores e <i>stakeholders</i> em tecnologia; planejamento de ações para TT; sensibilidade (análise de variáveis e fatores que podem afetar a TT); seleção de tecnologia; implementação e adaptação; e avaliação da TT adotada.
<b>Vínculo colaborativo 17. Empresa – Instituição governamental</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Lee <i>et al.</i> 2020	Modelo de TT para gestão de resíduos na produção de carvão. O modelo visa adquirir tecnologia para um país. As interfaces do modelo são abordagens legais sobre gestão de resíduos, análise técnica e científica de tecnologia viável e criação de uma rede internacional de transferência de tecnologia.

<b>Vínculo colaborativo 18. Diversas organizações</b>	
<b>Autor</b>	<b>Principais características ou abordagens</b>
Gibson, Smilor 1991	O modelo teve sua elaboração baseada em três tipos de modelos clássicos, o modelo de propriedade, o modelo de disseminação e o modelo de utilização do conhecimento. Neste contexto, os três níveis de TT são desenvolvimento de tecnologia, aceitação de tecnologia e aplicação de tecnologia, respectivamente.
Sung, Gibson 2000	É uma adaptação do modelo proposto por Gibson e Smilor (1991). Quatro níveis de escopo de TT são englobados. Conforme o modelo, o desenvolvimento e comercialização de tecnologia requer criar, compartilhar, implementar e comercializar.
Bozeman 2000	Este modelo engloba cinco dimensões de transferência de tecnologia: características do agente de transferência, características do meio de transferência, características do objeto de transferência, ambiente de demanda e características do cessionário.
Heslop, McGregor, Griffith 2001	O modelo permite uma análise imediata da transferência de tecnologia. Em outras palavras, são listados os caminhos que ajudam os tomadores de decisão a investir na transferência de tecnologia.
Choi 2009	O processo conceitual de TT é simplificado e representado por uma árvore, que é alimentada por dois elementos importantes: a definição de um bom plano de TT e o uso de mão de obra qualificada em todas as etapas desse processo. Um resultado esperado da TT é a inovação tecnológica.
Hassan <i>et al.</i> 2015	O processo bem-sucedido de transferência de tecnologia pode beneficiar empresas permanentes em países em desenvolvimento de várias maneiras, como melhorar a competitividade doméstica e internacional. A TT internacional, representada em modelos, é uma das estratégias de aquisição de tecnologia avançada para melhorar a capacidade de desenvolvimento de um país.
Rani <i>et al.</i> 2018	A definição das etapas do ciclo de vida de uma tecnologia (desenvolvimento e assimilação até o abandono) pode ser suportada por diversos modelos de TT. Alguns modelos inseridos neste ciclo são relatados e ao final, etapas fundamentais são apresentadas sob perspectiva do cessionário.
<b>Principais revisões de literatura sobre modelos de TT</b>	
Climent 1993	Uma revisão de literatura seleciona e categoriza 12 modelos como linear, multilinear, holístico e interdependente, entre outras categorias, de acordo com respectivas estruturas. Cada categoria é descrita e exemplificada.
Wahab <i>et al.</i> 2009	Uma revisão de literatura apresenta modelos de TT entre 1990 e 2000.
Silva, Vieira Júnior, Lucato 2013	Com base em uma revisão da literatura de 2000 a 2010, 9 modelos são descritos. São analisadas suas respectivas estruturas e mecanismos de TT.
Pagani <i>et al.</i> 2016	São identificados os principais modelos TT de 1990 a 2015 da literatura internacional.
Hilkevics e Hilkevics 2017	Modelos de TT são identificados e as diferenças entre os modelos são relatadas (macro visualização dos tipos de modelo existentes).
Mendoza e Sanchez 2018	Limitado ao período de 2008 a 2015, 15 modelos TT são revisados. São relatadas as características, mecanismos e fatores críticos de TT.
Observação: Os autores citados e suas obras estão devidamente referenciados no artigo "Technology Transfer Models: links between actors and main approaches", de autoria própria, no periódico Independent Journal of Management & Production.	

**Fonte: Autoria própria (2022).**

## **APÊNDICE E - Operações de Transferência de Tecnologia**

## OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

**Quadro 33 - Operações convencionais de TT, sob perspectiva do cessionário**

<b>Conjunto de operações</b>	<b>Base teórica</b>
Reconhecimento de oportunidades em um conceito ou estilo de tecnologia	De La Garza e Mitropoulos (1991), Bessant e Rush (1995), Grange e Buys (2002), Di Benedetto, Calantone e Zhang (2003), Gorschek <i>et al.</i> (2006), Jagoda e Ramanathan (2003, 2009), Wang (2010) e Cavalheiro e Joia (2014), Rani <i>et al.</i> (2018)
Seleção de tecnologia	De La Garza e Mitropoulos (1991), Bessant e Rush (1995), Deitos (2002), Grange e Buys (2002), Mohan e Ramakrishna (2003) e Jun, Park e Jang (2015), Rani <i>et al.</i> (2018)
Planejamento de ações	Jagoda e Ramanathan (2003, 2009) e Rani <i>et al.</i> (2018)
Negociações	Bennett <i>et al.</i> (1997), Jagoda e Ramanathan (2003, 2009) e Rani <i>et al.</i> (2018)
Adequação organizacional	Mohan e Ramakrishna (2003), Jagoda e Ramanathan (2003, 2009), Cormican e O'Connor (2009), Davies-Colley e Smith (2011), Cavalheiro e Joia (2014), Dinmohammadi e Shafiee (2017) e Rani <i>et al.</i> (2018)
Movimentação tecnológica	Deitos (2002) e Grange e Buys (2002)
Instalação da tecnologia	Bessant e Rush (1995), Deitos (2002), Grange e Buys (2002), Jagoda e Ramanathan (2003, 2009), Wang (2010) e Novickis, Lesovskis e Mitasiunas (2011)
Ajustes operacionais	De La Garza e Mitropoulos (1991), Davies-Colley e Smith (2011), Dinmohammadi e Shafiee (2017) e Rani <i>et al.</i> (2018)
Avaliação e gestão da tecnologia	De La Garza e Mitropoulos (1991), Deitos (2002), Grange e Buys (2002), Wang (2010), Davies-Colley e Smith (2011), Novickis, Lesovskis e Mitasiunas (2011) e Cavalheiro e Joia (2014)
Observação: Os autores citados e suas obras estão referenciados no artigo "Technology Transfer Models: links between actors and main approaches", de autoria própria, no periódico Independent Journal of Management & Production.	

**Fonte: Autoria própria (2022).**

**APÊNDICE F - Formulário 1**

## FORMULÁRIO 1: Necessidade estratégica

i) Selecione uma preferência para julgamento, e;

ii) Proceda-se com o julgamento.

Preferência		Julgamento
“transparência em cadeia de suprimentos”	“qualidade do produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“decisão mais consistente”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“resposta rápida à falha”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“personalização de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“economia de energia”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“redução no tempo de entrega de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“redução de atividade monótona”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“redução impacto ambiental”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“privacidade de dados”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“transparência em cadeia de suprimentos”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“qualidade do produto”	“decisão mais consistente”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“qualidade do produto”	“resposta rápida à falha”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9

Preferência		Julgamento
“qualidade do produto”	“personalização de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“qualidade do produto”	“economia de energia”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“qualidade do produto”	“redução no tempo de entrega de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“qualidade do produto”	“redução de atividade monótona”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“qualidade do produto”	“redução impacto ambiental”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“qualidade do produto”	“privacidade de dados”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“qualidade do produto”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“qualidade do produto”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“decisão mais consistente”	“resposta rápida à falha”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“decisão mais consistente”	“personalização de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“decisão mais consistente”	“economia de energia”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“decisão mais consistente”	“redução no tempo de entrega de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“decisão mais consistente”	“redução de atividade monótona”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“decisão mais consistente”	“redução impacto ambiental”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“decisão mais consistente”	“privacidade de dados”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“decisão mais consistente”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“decisão mais consistente”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“resposta rápida à falha”	“personalização de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“resposta rápida à falha”	“economia de energia”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“resposta rápida à falha”	“redução no tempo de entrega de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“resposta rápida à falha”	“redução de atividade monótona”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9



Preferência		Julgamento
“resposta rápida à falha”	“redução impacto ambiental”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“resposta rápida à falha”	“privacidade de dados”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“resposta rápida à falha”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“resposta rápida à falha”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“personalização de produto”	“economia de energia”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“personalização de produto”	“redução no tempo de entrega de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“personalização de produto”	“redução de atividade monótona”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“personalização de produto”	“redução impacto ambiental”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“personalização de produto”	“privacidade de dados”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“personalização de produto”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“personalização de produto”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“economia de energia”	“redução no tempo de entrega de produto”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“economia de energia”	“redução de atividade monótona”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“economia de energia”	“redução impacto ambiental”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“economia de energia”	“privacidade de dados”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“economia de energia”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“economia de energia”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução no tempo de entrega de produto”	“redução de atividade monótona”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução no tempo de entrega de produto”	“redução impacto ambiental”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução no tempo de entrega de produto”	“privacidade de dados”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução no tempo de entrega de produto”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9

Preferência		Julgamento
“redução no tempo de entrega de produto”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução de atividade monótona”	“redução impacto ambiental”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução de atividade monótona”	“privacidade de dados”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução de atividade monótona”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução de atividade monótona”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução impacto ambiental”	“privacidade de dados”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução impacto ambiental”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução impacto ambiental”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“privacidade de dados”	“redução de erro humano”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“privacidade de dados”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9
“redução de erro humano”	“redução de desperdício”	( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9

**APÊNDICE G - Formulário 2**

**FORMULÁRIO 2: Interesse e disponibilidade, e, capacidade e condições**

Marque uma única opção por questão.

**1. Há conhecimento em Indústria 4.0?**

- Nenhum conhecimento
- Muito pouco conhecimento (apenas alguns significados, isolados)
- Conhecimento básico (conceito e tipos de tecnologias)
- Conhecimento intermediário (funcionamento e características de cada tecnologia)
- Conhecimento avançado (conceito, componentes tecnológicos e procedimentos técnicos)

**2. A empresa participou de algum estudo sobre Indústria 4.0, conduzido por estudantes?**

- Nenhuma participação
- Uma única participação
- Poucas participações
- Várias participações, em mesmo departamento
- Muitos estudos são desenvolvidos na empresa de forma contínua, focando-se na Ind. 4.0

**3. A empresa possui interesse na Indústria 4.0?**

- Nenhum interesse
- Interesse muito baixo
- Interesse baixo
- Realmente interessada
- Muito interessada

**4. A empresa está disposta a investir na Indústria 4.0?**

- Nenhuma disponibilidade
- Disponibilidade muito baixa
- Disponibilidade baixa
- Disponibilidade alta
- Disponibilidade muito alta

**5. Na empresa, há projetos em Indústria 4.0?**

- Nenhum projeto
- Projeto sendo estudado, para provável execução
- Projeto iniciado
- Projeto em andamento (instalação tecnológica)
- Projeto concluído

**6. Os processos de produção são automatizados?**

- De 0 a 20% dos processos
- De 21 a 40% dos processos
- De 41 a 60% dos processos
- De 61 a 80% dos processos
- De 81 a 100% dos processos

**7. É empregada tecnologia de sensores no departamento de produção?**

- Não se utiliza essa tecnologia
- Muito pouco, um ou dois tipos de sensores
- Poucos sensores
- São frequentes, distribuídos em algumas etapas de produção
- Muito frequentes, distribuídos em cada etapa de produção

**8. Na empresa, como é a distribuição de coleta de dados no departamento de produção?**

- Não é realizado nenhuma coleta de dados
- Muito pouco realizado, um ou dois pontos de coleta
- Pouco realizado
- Frequentemente, embora em pontos específicos
- Muito frequentes. Em cada etapa da produção é coletado algum tipo de dado

**9. Na empresa, dados de diferentes naturezas são combinados?**

- Nunca
- Raramente
- Eventualmente
- Frequentemente
- Muito frequente

**10. Etiquetas inteligentes são incorporadas em produtos?**

- Nenhum tipo
- Um tipo de etiqueta está sendo estudada, para provável aplicação
- Um tipo de etiqueta inteligente é utilizada em um produto específico
- Frequentemente, embora em alguns produtos
- São utilizadas etiquetas inteligentes em todos os produtos

**11. A empresa dispõe de tecnologias auto adaptáveis aos produtos distintos?**

- Nenhuma máquina atende, sem intervenção, às oscilações de produtos
- Uma máquina é utilizada, porém atende oscilações pequenas
- Mais de uma máquina é utilizada, porém atendem oscilações pequenas
- Uma máquina é utilizada, com atendimento às grandes oscilações, sem intervenções
- Várias máquinas são utilizadas, com atendimentos às grandes oscilações de produtos

**12.** A empresa aplica recursos de modelagem e simulação?

- ( ) Nunca
- ( ) Raramente
- ( ) Eventualmente
- ( ) Frequentemente
- ( ) Muito frequentes

**13.** Qual é o alcance de aplicação de recursos de modelagem e simulação?

- ( ) Nenhum
- ( ) Muito baixo, uma única etapa da produção
- ( ) Baixo, em algumas etapas da produção
- ( ) Alto, embora abrange uma única área
- ( ) Muito alto, por diferentes áreas e departamentos

**14.** Na empresa, é empregada inteligência artificial na forma de robôs?

- ( ) Não se utiliza essa tecnologia
- ( ) Muito pouco. É empregado um robô em um ponto específico da produção
- ( ) Pouco. Dois robôs em pelo menos dois pontos diferentes da produção
- ( ) São frequentes. Vários robôs, distribuídos em certas etapas de produção
- ( ) Muito frequentes. Vários robôs, distribuídos ao longo de toda produção

**15.** Na empresa, realiza-se a rastreabilidade de produtos?

- ( ) Não se realiza
- ( ) Um tipo de rastreabilidade está sendo estudado, para provável aplicação
- ( ) Um tipo de rastreabilidade é realizada em um produto específico
- ( ) Frequentemente, embora em alguns produtos
- ( ) A rastreabilidade é realizada para cada variedade de produto produzido

**16.** Na empresa, as máquinas da produção estão conectadas à internet?

- ( ) De 0 a 20% das máquinas
- ( ) De 21 a 40% das máquinas
- ( ) De 41 a 60% das máquinas
- ( ) De 61 a 80% das máquinas
- ( ) De 81 a 100% das máquinas

**17.** Uma mesma plataforma virtual é, simultaneamente, acessada pela empresa e por produtores, onde ambos armazenam dados?

- ( ) Não há esse tipo de plataforma
- ( ) Um tipo de plataforma está sendo estudado, para provável aplicação
- ( ) Uma plataforma foi instalada, porém somente uma empresa gerencia os dados
- ( ) Uma plataforma foi instalada, porém o volume de dados e interações é baixo
- ( ) A plataforma apresenta amplo volume de dados e interações mútuas

**18. A empresa realiza estágio para estudantes?**

- ( ) Não realiza
- ( ) Um programa de estágio está sendo estudado, para provável execução
- ( ) Poucos estágios são realizados
- ( ) Vários estágios, em mesmo departamento
- ( ) Muitos estágios, em diferentes departamentos da empresa

**19. A empresa tem parcerias com universidades?**

- ( ) Nenhuma
- ( ) Uma parceria está sendo estudada, para provável execução
- ( ) Parcerias com universidades locais ou regionais
- ( ) Parcerias com universidades nacionais
- ( ) Parcerias com universidades nacionais e do exterior

**20. A empresa busca melhoria contínua de seus processos, adotando-se novas tecnologias?**

- ( ) Não
- ( ) Raramente é adotada alguma tecnologia nova
- ( ) Uma ou outra tecnologia é implementada na empresa, de forma eventual
- ( ) Diversas novas tecnologias são adotadas, porém em mesmo departamento
- ( ) Constantemente novas tecnologias são adotadas, nos diferentes departamentos da empresa

**21. A empresa possui departamento de Pesquisa & Desenvolvimento?**

- ( ) Não possui
- ( ) Possui uma unidade, mas em outra localidade
- ( ) Possui várias unidades no país
- ( ) Possui várias unidades no país, incluindo uma unidade local
- ( ) Possui unidades no Brasil e exterior, e uma local

**22. A empresa possui acesso aos financiamentos?**

- ( ) Não possui
- ( ) Possui em pequena parcela, apesar de ser extremamente burocrático
- ( ) Possui amplo acesso, apesar de ser extremamente burocrático
- ( ) Possui em pequena parcela, embora, facilitado
- ( ) Possui acesso amplo e facilitado

**23. No geral, a empresa possui incentivo governamental?**

- ( ) Nenhum
- ( ) Muito baixo
- ( ) Baixo
- ( ) Alto
- ( ) Muito alto

**APÊNDICE H - Formulário 3**



**FORMULÁRIO 3: Barreiras inerentes ao máximo interesse e disponibilidade, possível, à Indústria 4.0, por parte da empresa**

Marque uma única opção por questão.

**1.** Quanto “elevado investimento” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- Nada influente
- Pouco influente
- Mediano
- Bem influente
- Extremamente influente

**2.** Quanto “incertezas em resultados” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- Nada influente
- Pouco influente
- Mediano
- Bem influente
- Extremamente influente

**3.** Quanto “falta de conhecimento” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- Nada influente
- Pouco influente
- Mediano
- Bem influente
- Extremamente influente

**4.** Quanto “ausência de métodos técnicos” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- Nada influente
- Pouco influente
- Mediano
- Bem influente
- Extremamente influente

**5.** Quanto “infraestrutura organizacional deficiente” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- ( ) Nada influente
- ( ) Pouco influente
- ( ) Mediano
- ( ) Bem influente
- ( ) Extremamente influente

**6.** Quanto “falta de fornecedores especializados” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- ( ) Nada influente
- ( ) Pouco influente
- ( ) Mediano
- ( ) Bem influente
- ( ) Extremamente influente

**7.** Quanto “dificuldades em realocar pessoas” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- ( ) Nada influente
- ( ) Pouco influente
- ( ) Mediano
- ( ) Bem influente
- ( ) Extremamente influente

**8.** Quanto “falta de mão de obra qualificada” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- ( ) Nada influente
- ( ) Pouco influente
- ( ) Mediano
- ( ) Bem influente
- ( ) Extremamente influente

**9.** Quanto “preocupação com segurança de dados” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- ( ) Nada influente
- ( ) Pouco influente
- ( ) Mediano
- ( ) Bem influente
- ( ) Extremamente influente

**10.** Quanto “resistências às mudanças” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- ( ) Nada influente
- ( ) Pouco influente
- ( ) Mediano
- ( ) Bem influente
- ( ) Extremamente influente

**11.** Quanto “complexidades de tecnologias” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- ( ) Nada influente
- ( ) Pouco influente
- ( ) Mediano
- ( ) Bem influente
- ( ) Extremamente influente

**12.** Quanto “falta de políticas governamentais” influencia no interesse e disponibilidade da empresa pela Indústria 4.0?

- ( ) Nada influente
- ( ) Pouco influente
- ( ) Mediano
- ( ) Bem influente
- ( ) Extremamente influente

**APÊNDICE I - Formulário 4**

## FORMULÁRIO 4: Definição da tecnologia

### Legenda:

Muito Baixo - MB

Baixo - B

Mediano - M

Alto - A

Muito Alto - MA

### Parte A. Julgar o peso de cada critério.

<b>Critério</b>	C1. Atendimento à necessidade estratégica	C2. Facilidades (pré-requisitos já existentes)	C3. Complexidade tecnológica (componentes e operacionalização)
<b>Julgamento</b>			

### Legenda:

Muito Ruim - MR

Ruim - R

Mediano - M

Bom - B

Muito Bom - MB

### Parte B. Julgar o desempenho de cada tecnologia em relação aos critérios.

<b>Tecnologia</b>	<b>Critério</b>		
	C1. Atendimento à necessidade estratégica	C2. Facilidades (pré-requisitos já existentes)	C3. Complexidade tecnológica (componentes e operacionalização)
T1. Big Data Analytics			
T2. Computação em nuvem			
T3. Internet das Coisas (IoT)			
T4. Inteligência artificial			
T5. Manufatura aditiva			
T6. Realidade aumentada			
T7. Segurança Cibernética			
T8. Simulação			
T9. Sistema Cibernético Físico (CPS)			