

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

VANDER LUIZ DA SILVA

ANÁLISE DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EXTERNA
ORIENTADA À INDÚSTRIA 4.0: VÍNCULOS COLABORATIVOS
ENTRE FORNECEDOR E INDÚSTRIA DE MANUFATURA

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2019

VANDER LUIZ DA SILVA

**ANÁLISE DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EXTERNA
ORIENTADA À INDÚSTRIA 4.0: VÍNCULOS COLABORATIVOS
ENTRE FORNECEDOR E INDÚSTRIA DE MANUFATURA**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Ponta Grossa, Paraná. Área de concentração: Gestão Industrial.

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Kovaleski
Coorientadora: Profa. Dra. Regina Negri Pagani

PONTA GROSSA

2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa
n.21/19

S586 Silva, Vander Luiz da

Análise da transferência de tecnologia externa orientada à indústria 4.0: vínculos colaborativos entre fornecedor e indústria de manufatura. / Vander Luiz da Silva, 2019.
111 f.; il. 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. João Luiz Kovaleski
Coorientadora: Profa. Dra. Regina Negri Pagani

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

1. Transferência de tecnologia. 2. Processos de fabricação. 3. Máquinas - Indústria. I. Kovaleski, João Luiz. II. Pagani, Regina Negri. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 670.42



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº334/2019

ANÁLISE DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EXTERNA ORIENTADA À INDÚSTRIA 4.0: VÍNCULOS COLABORATIVOS ENTRE FORNECEDOR E INDÚSTRIA DE MANUFATURA

por

Vander Luiz da Silva

Esta dissertação foi apresentada às 17 horas de **27 de fevereiro de 2019**, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, linha de pesquisa em Gestão do Conhecimento e Inovação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados.

Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Ubiratã Tortato (PUCPr)

Prof. Dra. Daiane M. de G. Chirolí (UTFPR)

Profa. Dra. Fernanda Tavares Treinta
(UTFPR)

Prof. Dr. João Luiz Kovaleski
Orientador e presidente da Banca

Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco
Coordenador do PPGEP
UTFPR - Campus Ponta Grossa

- A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE ARQUIVADA NA SECRETARIA
ACADÊMICA -

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido a vida e ter me fortalecido até aqui.

A minha mãe e meus irmãos e avós maternos por acreditarem nos meus sonhos e sempre estarem dispostos a me ajudar, nos aspectos motivacionais.

Ao meu Orientador, prof. Doutor João Luiz Kovaleski, por ter confiado no meu potencial e ter me escolhido como orientando, bem como, pelas sábias orientações.

À minha coorientadora, prof. Doutora Regina Negri Pagani. É uma das pessoas mais especiais que Deus colocou na minha vida e, portanto, só me cabe agradecer pelas orientações e confiança depositada a mim.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo incentivo financeiro.

Aos membros do grupo de pesquisa Gestão da Transferência de Tecnologia.

Em especial, agradeço a prof. Doutora Fernanda Treinta e a prof. Doutora Daiane M. de G. Chiroli pelas participações na qualificação e defesa do Mestrado.

Agradeço a presença do professor Doutor Ubiratã Tortato em minha defesa do mestrado.

“Uma mente que se abre a um novo conhecimento jamais voltará ao seu estado original.”

Albert Einstein.

RESUMO

SILVA, Vander Luiz. **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.

Na Indústria 4.0, basicamente, tecnologias são projetadas para tornar os processos produtivos mais flexíveis, precisos, confiáveis e avançados e auxiliar na gestão organizacional. Para uma indústria aplicar o conceito de Indústria 4.0 nos seus ambientes organizacional e produtivo, a Transferência de Tecnologia (TT) será necessária. O foco deste estudo está na TT externa (gestão de tecnologias oriundas de organizações externas à indústria requerente). O objetivo do estudo é analisar as especificidades técnicas (barreiras e fases) de TT entre fornecedores e indústria, no Cenário Industrial 4.0. O método de abordagem utilizado foi o qualitativo. A pesquisa é de natureza descritiva, exploratória e bibliográfica. Foi elaborada uma revisão de literatura utilizando-se protocolos estruturados e critérios de seleção de artigos. Cinco eixos de pesquisa foram estabelecidos (os eixos de pesquisa 1 e 2 visam a obtenção de estudos para compreensão da área da Gestão da TT, o eixo 3 para compreensão da Indústria 4.0 no geral, e os eixos 4 e 5 para discussões da TT na Indústria 4.0). Por meio desta revisão, o referencial teórico foi enriquecido e a TT pôde ser caracterizada. As barreiras à TT na Indústria 4.0 foram identificadas e um modelo de TT constituído por dez fases conceituais foi proposto e caracterizado. Este estudo poderá fornecer informações e gerar conhecimento úteis às indústrias interessadas pelo conceito e pelas práticas e tecnologias da Indústria 4.0. Poderá auxiliar pequenas, médias e grandes empresas na transferência de tecnologias convencionais, pois as fases propostas são teóricas. O escopo da TT também pode ser expandido. É sugerida a realização de estudos com maiores aprofundamentos nas abordagens integradas da TT à indústria 4.0.

Palavras-chave: Transferência de tecnologia. Gestão. Modelo de transferência de tecnologia. Indústria 4.0. Fabricação avançada.

ABSTRACT

SILVA, Vander Luiz. **Analysis of External Technology Transfer oriented to the Industry 4.0:** collaborative links between supplier and manufacturing industry. 2019. 111 p. Master's Thesis (Master Degree in Production Engineering) - Federal University of Technology – Paraná, Ponta Grossa, 2019.

In the Industry 4.0, basically, Technologies are designed to make production processes more flexible, accurate, reliable and advanced and assist in organizational management. For an industry which aims to apply the Industry 4.0 concepts in its organizational and productive environments, the Technology Transfer (TT) process will be required. The focus of this study is on the external TT (management of technologies originating from organizations outside the applicant industry). The aim of this study is to analyze the technical specificities (barriers and phases) of TT between suppliers and industry, in the Industrial 4.0 Scenario. The method of approach used was qualitative. The research is of a descriptive, exploratory and bibliographic nature. A literature review was elaborated using structured protocols and criteria to select the scientific material. Five research axes were established (Research axes 1 and 2 aims to obtain studies to understand the area of TT; 3 for understanding the Industry 4.0 in general; and 4 and 5 for TT discussions in the Industry 4.0). Through this review, the theoretical approach was enriched and a TT model was proposed. The barriers to TT in the Industry 4.0 were identified and a TT model consisting of ten phases was proposed and characterized. This study provides useful information to industries interested in Industry 4.0 practices. Can assist small, medium and large companies in the transfer of conventional technologies, because the proposed phases are theoretical. The scope of the TT has been expanded. For future research, more in-depth studies on integrated TT to Industry 4.0 approaches are suggested.

Keywords: Technology transfer. Management. Technology transfer model. Industry 4.0. Advanced manufacturing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processos colaborativos para TT entre os envolvidos.....	16
Figura 2 - Definição de tecnologias e seus elementos.	22
Figura 3 - Interfaces de MTTs.	27
Figura 4 - Níveis de TT, Modelo A.....	28
Figura 5 - Níveis de TT, Modelo B.....	29
Figura 6 - Fases para planejamento e gestão da TT.....	30
Figura 7 - Fases para gestão da TT	31
Figura 8 - Arquitetura simplificada orientada ao CPS.....	38
Figura 9 - Arquitetura da IoT	40
Figura 10 - Arquitetura típica de sistema em nuvem	42
Figura 11 - Funcionalidades básicas do sistema de realidade aumentada	43
Figura 12 - Palavras-chave inseridas em “Industrial 4.0 Scenario”	49
Figura 13 - Classificação de eixos de pesquisa	49
Figura 14 - Resultados obtidos por meio da revisão sistemática de literatura.....	55
Figura 15 - Proposta do modelo de TT com foco na Indústria 4.0.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Elementos do termo tecnologia.....	21
Quadro 2 - Principais abordagens da TT discutida em artigos científicos.....	23
Quadro 3 - Barreiras que inibem o processo de TT.	24
Quadro 4 - Mecanismos do processo de TT.	25
Quadro 5 - Mecanismos de TT com foco na indústria 4.0.	26
Quadro 6 - Outros termos definidos para o Cenário Industrial 4.0.	34
Quadro 7 - Planos nacionais para Indústria 4.0, em países.....	35
Quadro 8 - Agrupamento de tecnologias da Indústria 4.0.	35
Quadro 9 - Barreiras à TT entre fornecedor e indústria na Indústria 4.0.	58
Quadro 10 - Comparativo entre modelos de TT “empresa - empresa”.....	62
Quadro 11 - Estrutura do modelo teórico de TT proposto neste estudo.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados obtidos para elaboração de revisão s. de literatura*	53
Tabela 2 - Resultados obtidos para elaboração de revisão s. de literatura**	53
Tabela 3 - Resultados obtidos para elaboração de revisão s. de literatura***	54
Tabela 4 - Simplificação de resultados obtidos no estudo.....	54
Tabela 5 - Procedimentos de filtragem de artigos.	55
Tabela 6 - Justificativas de seleção de artigos.	56
Tabela 7 - Artigos relacionados diretamente aos estudos sobre a TT, no mundo..	90
Tabela 8 - <i>Ranking</i> dos melhores artigos e valores da <i>Methodi Ordinatio</i>	98

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 JUSTIFICATIVA	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA.....	21
2.1.1 Barreiras à TT	23
2.1.2 Mecanismos de TT	24
2.1.3 Modelos de Transferência de Tecnologia (TT).....	26
2.1.3.1 Modelos de Transferência de Tecnologia “empresa - empresa”	28
2.1.3.1.1 Modelos A e B - Níveis de caracterização da TT.....	28
2.1.3.1.2 Modelo C - Fases de planejamento e gestão da TT.....	30
2.1.3.1.3 Modelo D - Fases e gates de planejamento da TT.....	31
2.2 CENÁRIO INDUSTRIAL 4.0.....	32
2.2.1 Análise de termos para o Cenário Industrial 4.0.....	34
2.2.2 Análise de tecnologias da Indústria 4.0	35
2.2.2.1 CPSs	37
2.2.2.2 IoT.....	39
2.2.2.3 Big Data.....	40
2.2.2.4 Computação em nuvem	41
2.2.2.5 Realidade aumentada	43
2.2.2.6 Inteligência artificial	44
2.2.2.7 Simulação.....	45
2.2.2.8 Segurança de Sistemas de Informação e de redes.....	46
3 METODOLOGIA	47
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	47
3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA	47
3.2.1 Elaboração da revisão sistemática de literatura	48
3.2.1.1 Fase 1: Definir e planejar a pesquisa	49
3.2.1.2 Fase 2: Executar a pesquisa	50
3.2.1.3 Fase 3: Ordenar artigos conforme relevância científica	52
3.2.1.4 Fase 4: Selecionar e analisar artigos	51
3.2.2 Identificação de barreiras à TT na Indústria 4.0	51
3.2.3 Elaboração do modelo de TT na Indústria 4.0.....	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53

4.1 RESULTADOS DA BIBLIOMETRIA	53
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	56
4.2.1 Transferência de Tecnologia externa na Indústria 4.0.....	57
4.2.1.1 Barreiras à TT para categoria “empresa - empresa”, na Indústria 4.0.....	58
4.2.1.2 Comparativo entre modelos de TT “empresa - empresa”.....	62
4.2.1.3 Modelo teórico de Transferência de Tecnologia orientado à Indústria 4.0 .	63
4.2.1.3.1 Fase 1. Compreensão do cenário industrial almejado.....	65
4.2.1.3.2 Fase 2. Análise de maturidade da indústria	66
4.2.1.3.3 Fase 3. Análise de necessidades tecnológicas	67
4.2.1.3.4 Fase 4. Análise de tecnologias no mercado.....	68
4.2.1.3.5 Fase 5. Análise da tecnologia identificada	68
4.2.1.3.6 Fase 6. Negociações com fornecedores	69
4.2.1.3.7 Fase 7. Elaboração de plano e ação à TT.....	69
4.2.1.3.8 Fase 8. Execução aplicada à TT.....	70
4.2.1.3.9 Fase 9. Ajustes operacionais na tecnologia transferida	70
4.2.1.3.10 Fase 10. Avaliação de desempenho da tecnologia	70
4.2.1.4 Estrutura do modelo de TT proposto.....	71
5 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS.....	79
APÊNDICE A	89
APÊNDICE	97

1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial se iniciou na Inglaterra no século XVII a partir do surgimento de fatores, como o excesso de mão de obra barata disponível no país, acúmulo de capital pela burguesia, exploração de recursos produtivos e energéticos e inovações tecnológicas, respectivamente (CAVALCANTE; SILVA, 2011).

No decorrer dos anos, nas indústrias, máquinas e equipamentos adquiriram mais funções, novos métodos de extração e transformação de insumos foram desenvolvidos e estruturas organizacionais foram alteradas (LIMA; OLIVEIRA NETO, 2017). Com estes e outros avanços pôde-se criar configurações de indústrias mais dinâmicas, influenciadas pela automatização de processos, descobertas científicas, inovações tecnológicas, aumento de produtividade, redução de desperdícios, entre outras.

Inúmeras questões são discutidas sobre a Indústria 4.0, observada por grupos de especialistas como a próxima revolução industrial (LEE; KAO; YANG, 2014). O foco principal da Indústria 4.0 é criar indústrias com processos inteligentes com características de adaptabilidade e maior eficiência de recursos da produção (JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017).

Tratando-se de um tema recente, discutido pela primeira vez no ano de 2011 durante a Feira de *Hanôver* na Alemanha (DRATH; HORCH, 2014), a Indústria 4.0 gera uma série de questões relacionadas à gestão de tecnologias nas empresas ainda pouco exploradas e/ou inconclusivas.

O conjunto de mudanças advindo da Indústria 4.0, caracterizado pela inserção de sistemas inteligentes e novas tecnologias na indústria de manufatura, modos diversificados de gestão de processos produtivos (LALANDA; MORAND; CHOLLET, 2017) e criação de novas tarefas para o trabalho (WITTENBERG, 2016), implica em desafios para as indústria interessadas (TJAHJONO *et al.*, 2017) nos aspectos infraestrutura, tecnológico e de recursos humanos, financeiro e de gestão.

Para o Cenário Industrial 4.0 há uma infinidade de ações e projeções para o desenvolvimento e expansão de indústrias melhor desenvolvidas. No entanto, para que o conceito de Indústria 4.0 e suas tecnologias sejam aplicados nas indústrias, surgem abordagens de processos, operações e atividades da área da Gestão da Transferência de Tecnologia (TT) que devem ser analisados.

A Gestão da TT é uma área de estudo fundamental, pois por meio desta é possível gerenciar recursos tecnológico, financeiro e humano e realizar operações complexas e tomar decisões relacionadas às questões de disseminação e retenção de múltiplas tecnologias (HAMERI, 1996; DAVENPORT, 2013). Um processo de TT pode se tornar bem complexo (GIBSON; SMILOR, 1991; LIPINSKI; MINUTOLO; CROTHERS, 2008) e poderá envolver toda uma indústria e seus *stakeholders*, conforme é previsto para Indústria 4.0.

Entre as áreas do conhecimento e de atuação do profissional de Engenharia de Produção, estabelecidas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) (2008), este trabalho está inserido na área de Gestão Organizacional, subárea de Gestão da Tecnologia.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

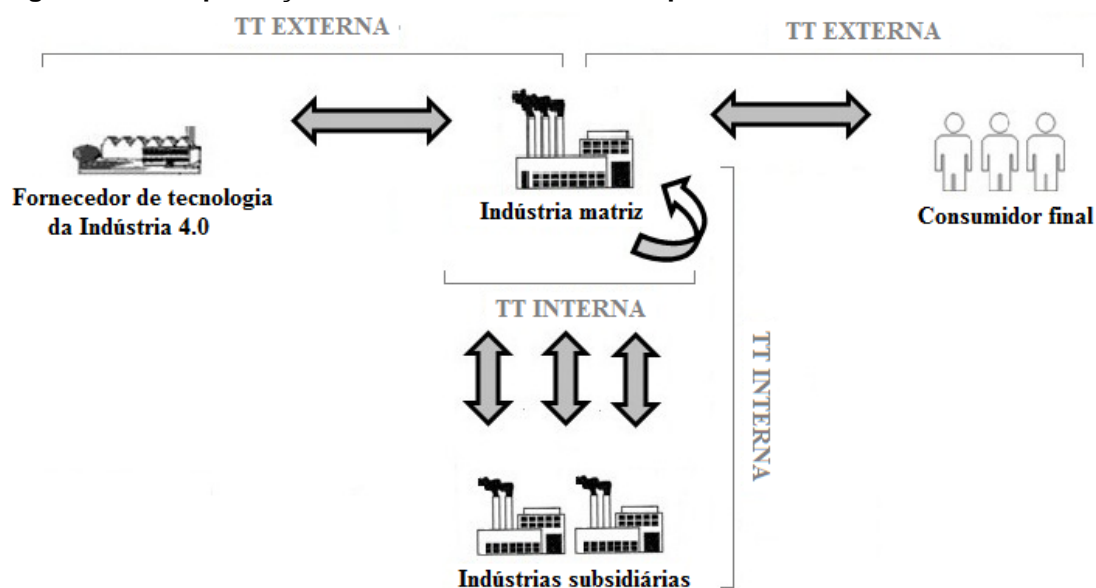
A TT é uma área repleta de abordagens já consolidadas na literatura tendo os primeiros registros de trabalhos (nas bases de dados Scopus, Science Direct e Web of Scicence, por exemplo) nos anos de 1960. No decorrer dos anos, passou-se a ser associada e estudada sob múltiplas abordagens organizacionais.

Já a Indústria 4.0 é um tema atual e muito amplo, cujos resultados de pesquisas e discussões iniciaram-se a partir do ano de 2011 após sua definição ter sido apresentada na Alemanha.

Neste contexto, a TT ao ser associada à temática Indústria 4.0 resulta no baixo número de estudos disponíveis. Sendo assim, para que o conceito da Indústria 4.0 se torne uma realidade efetiva nas empresas, a TT irá ocorrer e, portanto, deverá ser melhor explorada.

Para se adequar ao conceito e às práticas da Indústria 4.0, uma indústria precisa se submeter aos processos e às operações de TT externa e interna (Figura 1), que podem ocorrer simultaneamente. Tais processos podem ser complexos e exigir esforços por parte de todos os interessados pela transferência (fornecedores, indústrias, consumidores finais, entre outros). Liu (1993) e Rani *et al.* (2018) também classificaram a TT em externa e interna.

Figura 1 - Exemplificação de vínculos colaborativos para TT



Fonte: Autor (2018)

A TT interna pode ser caracterizada como aquela cuja indústria está limitada aos seus recursos disponíveis, como por exemplo, a transferência de tecnologia que ocorre entre os colaboradores mais experientes e os recém-contratados. Quando a indústria limita-se à TT interna (de matriz para filial ou vice versa, por exemplo) a mesma pode enfrentar dificuldades para permanência no mercado, pois deixará de explorar outras tecnologias no mercado.

Na TT externa, a indústria interage com os recursos advindos do ambiente externo, como de fornecedores, instituições de pesquisas, governo, universidades, entre outras organizações. De acordo com Hung e Tang (2008), com a aquisição de tecnologias externas, as indústrias poupam recursos e investimentos para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) que, na prática, poderiam ser inviáveis.

Enquanto estágio central de uma cadeia de suprimentos, a indústria de manufatura atua tanto como fonte emissora como receptora de tecnologias. Sendo fonte emissora interage com organizações e/ou consumidores finais. Já como fonte receptora, com fornecedores, ou vice-versa. Neste estudo, a indústria será foco de discussões ao ser fonte receptora, interagindo-se com fornecedores. No contexto da TT, as definições de fontes emissora (visa compartilhar a tecnologia) e receptora (absorver a tecnologia) são descritas por Takahashi (2005).

Se interessada pelo conceito de Indústria 4.0, uma indústria de manufatura deverá ser reestruturada, de modo a integrar as novas tecnologias, os métodos e os

requisitos necessários ao seu ambiente organizacional. De acordo com Tortorella e Fettermann (2017), a Indústria 4.0 abrange uma infinidade de sistemas, tecnologias e procedimentos que visam melhorar os processos produtivos, tornando-os mais autônomos, dinâmicos, flexíveis e precisos, gerando toda uma mobilidade em torno de buscas por adequações tecnológicas e de gestão industrial.

Tratando-se de tecnologias atuais e mais complexas, a Indústria 4.0 cria a necessidade de fortes vínculos colaborativos para eficácia da TT entre fornecedor de tecnologia e indústria, principalmente. O fornecedor de tecnologia é definido como a organização que cria, produz e disponibiliza a tecnologia para a indústria por meio de comercializações com fins lucrativos.

Diante do exposto, no presente estudo apresenta-se o seguinte problema de pesquisa: **Como pode ser caracterizada a Transferência de Tecnologia externa no contexto da Indústria 4.0?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar as especificidades técnicas (barreiras e fases) de Transferência de Tecnologia (TT), entre fornecedores e indústria, no Cenário Industrial 4.0.

1.2.2 Objetivos Específicos

OE1 - Pesquisar atores e fatores de influência no processo de Transferência de Tecnologia;

OE2 - Identificar as principais barreiras que afetam a eficácia da TT entre fornecedores e indústria, e;

OE3 - Propor um modelo teórico de TT voltado à implementação do conceito de Indústria 4.0 em indústrias de manufatura.

1.3 JUSTIFICATIVA

A Indústria 4.0 já é uma realidade em países como a Alemanha, porém muito há para ser desenvolvido e aplicado nas indústrias, principalmente nos países emergentes que apresentam limitações de recursos diversos. No estudo de Müller, Buliga e Voigt (2018), o conceito de Indústria 4.0 a ser aplicado nas pequenas e médias indústrias da Alemanha é retratado, observando-se desafios necessários até mesmo para este país.

As indústrias no geral, não nascem com características da Indústria 4.0. Elas passam por um processo evolutivo, adotando-se novas tecnologias de suas próprias matriz e filiais, fornecedores, instituições de pesquisas, entre outros. Desta forma, para que uma indústria seja considerada apta para acompanhar a Quarta Revolução Industrial, será necessária, de uma forma ou de outra, a TT. Pois, irá auxiliar para que as tecnologias sejam efetivamente fornecidas e absorvidas pelos interessados (pessoas, representantes de organizações e universidades, entre outros). De acordo com Carvalho e Cunha (2013), tecnologias devem ser desenvolvidas e transferidas para atender as reais necessidades do mercado, que se encontra cada vez mais competitivo. O mercado é dinâmico e constantemente precisa de tecnologias para atender necessidades específicas das organizações e das pessoas.

Cabe ressaltar que para alcance de vantagens competitivas no mercado, é necessário que os negócios adquiram tecnologias eficientes para produção e gestão de processos organizacionais e produtivos. A Indústria 4.0 é uma realidade que vem se desenvolvendo em empresas de diversos países.

Na Indústria 4.0, os estágios de uma cadeia de suprimentos passarão por alterações tecnológicas significativas, incluindo as indústrias de manufatura. Sendo assim, a elaboração desta pesquisa e de estudos similares é importante para o enriquecimento do assunto na atualidade.

Muitas das indústrias apresentam disfunções e baixo desempenho produtivo por carências ou deficiências de tecnologias e de gestão (MAJEED; RUPASINGHE, 2017). A Transferência de Tecnologia (TT) é fundamental e não rege somente a movimentação física de tecnologias, mas também, a gestão dessas nos ambientes organizacional e industrial. De acordo com Grange e Buys (2002), a TT somente é efetivada quando a tecnologia movida é utilizada pela fonte receptora.

Uma tecnologia pode ser facilmente incorporada no sistema produtivo da indústria. Outras demandam operações mais complexas e detalhadas (TATIKONDA; STOCK, 2003). Neste contexto, um processo de TT pode se tornar muito complexo, embora, essencial. Para aquisição de tecnologias são envolvidos pessoas, recursos financeiros e investimentos, esforços e empenhos, o que se espera uma eficiente TT para alcance de resultados favoráveis.

Por meio de revisão sistemática de literatura foi constatada a carência de estudos sobre TT com direcionamento para a Indústria 4.0. A Gestão da TT é uma área já consolidada, contudo, tratando-se de discussões em um contexto industrial atual, surgem diversas questões e, deste modo, torna-se necessário discuti-las.

Este trabalho poderá auxiliar as indústrias no alcance de desenvolvimento tecnológico por meio de discussões do conceito e de tecnologias da Indústria 4.0 e da TT. De acordo com Herterich, Uebernickel e Brenner (2015), com o aumento na concorrência entre os negócios, explorar novas e potenciais tecnologias está se tornando essencial para as indústrias.

O estudo poderá fornecer subsídios para que investidores e gestores de indústrias e profissionais das diversas áreas do conhecimento passem a entender sobre modos de gerenciar tecnologias.

As abordagens e as discussões de TT apresentadas neste estudo visam auxiliar na gestão de recursos tecnológico, financeiro e humano nas indústrias, e se enquadram na área de Engenharia Organizacional, considerada uma das dez áreas de atuação do Engenheiro de Produção no mercado de trabalho. De acordo com ABEPRO (2008, p. 1), a Engenharia Organizacional refere-se ao:

“Conjunto de conhecimentos relacionados à gestão das organizações, englobando em seus tópicos o planejamento estratégico e operacional, as estratégias de produção, a gestão empreendedora, a propriedade intelectual, a avaliação de desempenho organizacional, os sistemas de informação e sua gestão e os arranjos produtivos.”

Portanto, este estudo também fornece contribuições aos acadêmicos e aos profissionais de Engenharia de Produção e outras áreas afins.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos.

No primeiro capítulo (**Introdução**), a pesquisa é contextualizada, o problema de pesquisa, objetivos e justificativas são apresentados.

No segundo capítulo (**Fundamentação teórica**) os conceitos e teorias sobre Transferência de Tecnologia (TT) e Indústria 4.0 são relatados, respectivamente.

Posteriormente, no terceiro capítulo (**Metodologia**), a pesquisa adotada é classificada, bem como, os procedimentos metodológicos são retratados.

No Quarto capítulo (**Resultados e discussão**) encontram-se resultados de bibliometria, caracterização da TT na indústria 4.0, da análise de barreiras à TT e, por fim, a proposição de um modelo teórico de TT, respectivamente.

O quinto capítulo (**Conclusões**) descreve sínteses de objetivos e resultados alcançados, contribuições, limitação da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

Na sequência apresentam-se as **Referências bibliográficas** utilizadas e os **Apêndices** 1 e 2, respectivamente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Para compreender o significado de Transferência de Tecnologia (TT) é preciso, inicialmente, definir os elementos integrantes do termo tecnologia (Quadro 1).

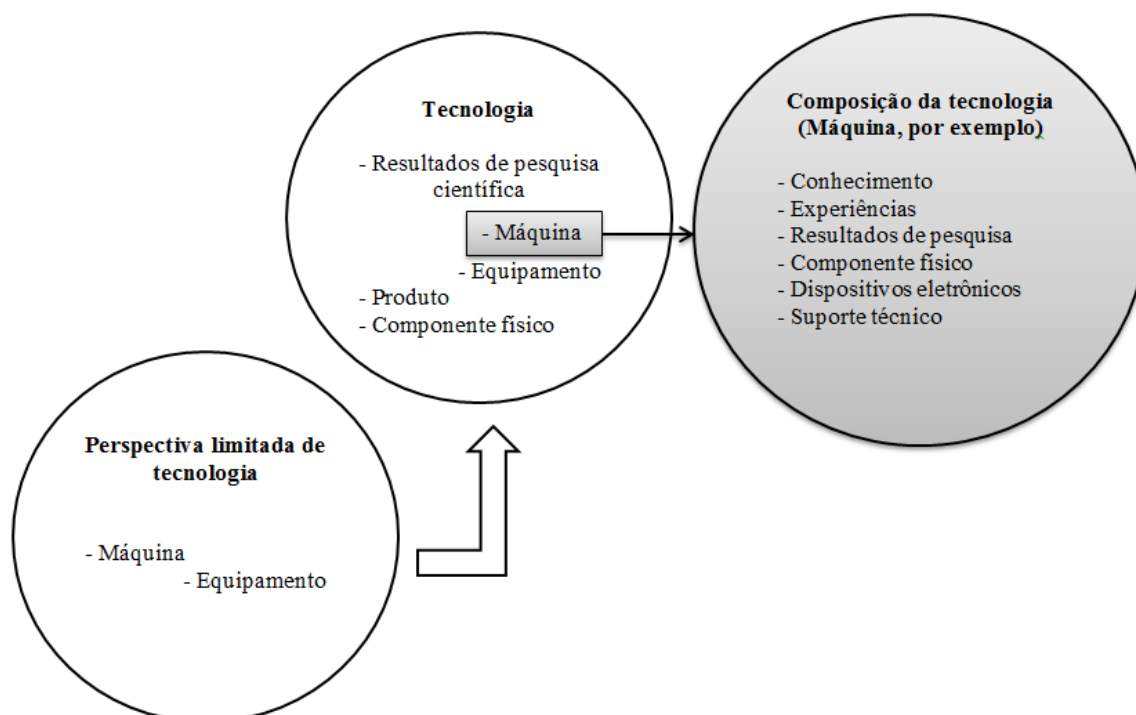
Quadro 1 - Elementos do termo tecnologia.

Categoria	Elemento	Autor
Bem tangível	Componente físico e dispositivo	Hameri (1996) Hidayat <i>et al.</i> (2009) Davenport (2013) Schlüter e Hetterscheid (2017)
	<i>Hardware</i>	Schlüter e Hetterscheid (2017)
	Máquina e equipamento	Gibson e Smilor (1991) Kumar, Kumar e Persaud (1999) Sung e Gibson (2000) Hidayat <i>et al.</i> (2009) Swinner e Kuijpers (2016)
	Protótipo	Gibson e Smilor (1991)
	Produto	Kumar, Kumar e Persaud (1999) Swinner e Kuijpers (2016)
Bem tangível e/ou intangível	Resultado de pesquisa científica	Gibson e Smilor (1991) Sung e Gibson (2000) Hidayat <i>et al.</i> (2009) Abdurazzakov (2015) Rocha <i>et al.</i> (2016) Caramihai, Tănase e Purcărea (2017) Göllü (2018)
	Ferramenta	Kumar, Kumar e Persaud (1999)
Bem intangível	<i>Software</i> lógico	Schlüter e Hetterscheid (2017)
	Experiência	Hameri (1996) Hidayat <i>et al.</i> (2009) Davenport (2013)
	Conhecimento	Hameri (1996) Davenport (2013) Hidayat <i>et al.</i> (2009) Swinner e Kuijpers (2016) Bliznets, Kartskhiya e Smirnov (2018)
	Suporte técnico	Hidayat <i>et al.</i> (2009)

Fonte: Autor (2018)

A tecnologia não se limita a uma máquina ou equipamento, pois dependendo da natureza e dos fins de aplicação de um produto, este pode ser considerado uma tecnologia. Outra questão é que uma tecnologia específica inclui elementos em sua estrutura, como conhecimento, componentes físicos e/ou outros, conforme descreve a Figura 2.

Figura 2 - Definição de tecnologia e seus elementos



Fonte: Autor (2018)

Mediante os conceitos e elementos apresentados inerentes à tecnologia, este trabalho define a TT como um conjunto de processos que visa disseminar e reter tecnologias de naturezas distintas, seja um conhecimento aplicável (bem intangível) e/ou então, um resultado de sua implementação como um produto (bem tangível) e/ou outras infinidades de elementos aplicáveis entre dois ou mais envolvidos (pessoas e/ou indústrias e/ou instituições e/ou entidades). De acordo com Hensengerth (2018), a TT não se limita somente a um processo técnico, mas também, político, auxiliando na tomada de decisões com relação ao tipo de tecnologia a ser transferido, procedimentos legais, entre outras. Para Takahashi (2005) e Davenport (2013) o ato de transferir uma tecnologia se refere tanto às questões de compartilhamento quanto de absorção desta.

Diante da definição apresentada da TT enquanto processos, uma definição de Gestão da TT é: Uma área de estudo e de aplicação direcionada aos processos ou aspectos correlacionados específicos diversos, cujo principal fator envolvido é a tecnologia, nas suas diferentes formas, que necessita ser criada e/ou movimentada e/ou configurada e/ou aperfeiçoada e, portanto, gerenciada nas organizações.

A Gestão da TT engloba uma série de abordagens conceituais, gerando-se estudos teóricos e empíricos, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Principais abordagens da Gestão da TT discutidas em artigos científicos

Abordagem-chave	Artigos*
- Critérios para eficácia da TT desejada	1, 43, 66
- Compreensão de processos de TT (características, ganhos, desafios e oportunidades, agentes envolvidos e outras especificidades)	2, 10, 13, 14, 17, 27, 30, 41, 45, 49, 53, 54, 58, 60, 61, 65, 89, 90, 91, 103, 105, 111
- Análise de papéis desempenhados pela TT ou pelos seus agentes em um contexto específico de estudo	11, 34, 47, 67, 71, 83, 92, 94, 99, 106, 107, 108
- Compreensão de políticas de TT ou políticas específicas influenciadoras de sucesso à TT	9, 12, 39, 72
- Avaliação / mensuração de desempenho da TT aplicada a determinado cenário organizacional	22, 32, 35, 57, 70, 88
- Dimensões / barreiras que afetam a TT e/ou outros elementos correlacionados	3, 8, 21, 33, 37, 40, 48, 52, 68, 69, 98, 110
- Definição de estratégias para a TT	28, 75, 87
- Implicações e efeitos da TT na gestão de modelos organizacionais	4, 5, 23, 26, 59, 80
- Proposta de tipologia de aspectos relevantes para compreensão da TT	56, 63, 73, 85, 101, 104
- Proposta de modelo de TT específico	6, 15, 25, 29, 46, 74, 93, 95
- Proposta de modelo útil para avaliar processos de TT ou aspectos inseridos nestes processos	82, 84, 86
- Análises comparativas entre métodos para gestão da TT ou entre modelos de TT	77, 78
- Adequação de modelo de TT proposto por outro estudo	44, 51, 99
- Fatores influenciadores do sucesso da TT	16, 18, 20, 31, 37, 42, 55, 64, 76, 79, 81, 96, 97, 102
- Estudo de mecanismos de TT (tipos, características, contribuições, complementariedades)	7, 19, 24, 38, 50, 62, 109
*Principais dados e informações dos artigos descritos no Apêndice 1	

Fonte: Autor (2018)

Neste trabalho, destacam-se as abordagens de barreiras à TT inerentes às fontes emissora e receptora (TAKAHASHI, 2005; SZULANSKI, 1996; DUAN; NIE; COAKES, 2010), ao contexto interativo e ao escopo da tecnologia a ser transferida (SZULANSKI, 1996; DUAN; NIE; COAKES, 2010), mecanismos de TT e modelos de TT.

2.1.1 Barreiras à Transferência de Tecnologia

As barreiras à TT apresentam-se por diferentes naturezas e se não forem gerenciadas adequadamente, impedem que a TT alcance a sua eficácia esperada pelas organizações. Pagani (2016) apresenta uma tipologia de grupos de barreiras, conforme descritos no Quadro 3.

Quadro 3 - Barreiras que inibem o processo de TT

MTTs de empresas em países desenvolvidos para empresas em países em desenvolvimento	
Autor(es)	Barreiras que inibem o processo de TT
Wang e Blomström (1992).	Os custos de transferência de tecnologia recentes são extremamente altos se comparados às tecnologias mais consolidadas no mercado.
Mohamed <i>et al.</i> (2010); Mohamed <i>et al.</i> (2012).	Os traços culturais das duas partes interessadas podem ter um impacto significativo sobre a eficácia e, conseqüentemente, sobre o sucesso de qualquer processo de TT.
Aronsson, Backlund e Sahlén (2010).	Se as regiões de origem das fontes receptor e emissor não cooperarem, então os incentivos para introduzir a TT parecem ser relativamente fracos.
Cavalheiro e Joia (2014).	Características do conhecimento, incompatibilidades entre organizações, altos custos de treinamento, baixa flexibilidade, comunicação, idioma e a distância geográfica entre emissor e receptor.
MTTs de empresa para empresa (TCT inter e interfirmas)	
Autor(es)	Barreiras que inibem o processo de TT
Malik (2002).	Falta de interesse pelo projeto, ausência de benefícios do mercado, falta de confiança e barreiras linguísticas.
Outras combinações de interfaces em MTTs	
Autor(es)	Barreiras que inibem o processo de TT
Coppola, e Elliot (2007).	Complexidade da tecnologia, ausência ou desigualdade de estímulos, gama cultural e geográfica e conflitos.

Fonte: Pagani (2016).

Observa-se uma diversidade de barreiras que podem afetar o processo de TT. Nem todas as barreiras existentes estão apresentadas no Quadro 3, no entanto, a seleção e classificação de grupos de barreiras foi simplificada por Pagani (2016), facilitando a compreensão macro das mesmas.

2.1.2 Mecanismos de Transferência de Tecnologia

Os mecanismos de TT consistem em canais que facilitam o direcionamento e execução de atividades e/ou operações para transferência desejada. De acordo com Pagani (2016), outras denominações como meios de transferência ou objetos de transferência podem ser utilizados em um mesmo contexto de abordagens de mecanismos.

Para a TT entre instituições de ensino e de pesquisa, Hewitt-Dundas (2012) consideram os mecanismos necessários, patentes, licenças, atividades de *spin-out* e pesquisa colaborativa.

Grimpe e Hussinger (2016) apresentam alguns dos mecanismos de TT entre a universidade e a indústria, como a pesquisa colaborativa, contrato de pesquisa, consultorias, licenciamento e aquisição de tecnologias por meio da compra.

Com foco mais amplo, Pagani (2016) descreve alguns dos mecanismos de TT aplicáveis entre empresas, organizando-os em uma tipologia de Modelos de TTs (MTTs) (Quadro 4).

Quadro 4 - Mecanismos do processo de TT

MTTs de empresas em países desenvolvidos para empresas em países em desenvolvimento	
Autor(es)	Mecanismos envolvidos na TT
Nguyen <i>et al.</i> (2014).	Trabalho colaborativo e resolução de problemas técnicos, formação de agentes, cujos mesmos são encaminhados para as multinacionais onde a tecnologia vem de seminários tecnológicos, e membros da equipe enviados para país doador.
Khabiri <i>et al.</i> (2012).	Mensagens planejadas com informações sobre especificação, processo de bem ou serviço, questões técnicas, entre outras.
Mohamed <i>et al.</i> (2010; 2012)	<i>Joint ventures</i> , interação com centros P&D e universidades locais, formação, participação local com empresas estrangeiras e contrato de gestão.
Fosfuri (2000).	Contrato de licenciamento, exportações e investimento direto.
Aronsson <i>et al.</i> (2010)	Acordo de incentivos.
Ferguson (2005)	Colaboração por parte de todos os países, como coparticipantes.
MTTs de empresa para empresa	
Autor(es)	Mecanismos envolvidos na TT
Sun <i>et al.</i> (2013).	Licenciamento e intermediações dos profissionais da tecnologia da informação.
Malik (2002).	Know-how implícito, circulação de pessoas e transferência de informação.
Festel (2013).	Aquisição de uma tecnologia da <i>spin-off</i> ; Desenvolvimento de novos produtos com uma <i>spin-off</i> acadêmica como prestador de serviços; Aquisição de um produto desenvolvido pela <i>spin-off</i> .
Coppola e Elliot (2007).	Programa autodidata escrito.
Silva <i>et al.</i> (2013).	Treinamento, seminários, <i>software</i> e informações técnicas.
Bozeman (2000) e Bozeman <i>et al.</i> (2015).	Licença, direitos autorais, pessoa a pessoa, literatura formal, publicações, patentes, absorção informal, demonstração no local e <i>Spin-off</i> .

Fonte: Pagani (2016)

Gausemeier *et al.* (2016) também listam mecanismos de TT, porém seu foco está na relação interativa entre o fornecedor da tecnologia e a indústria, conforme apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Mecanismos de TT entre fornecedor e indústria

Categoria	Mecanismo
Treinamento	Material de ensino e aprendizagem, Manuais de instruções de usos, Palestras, Cursos, Estágios, Vídeos instrutivos, Visitas técnicas.
Comunicação científica	Publicações de artigos, Feiras tecnológicas, Cursos, Conferências.
Prestação de serviços	Consultorias, Atividades com especialistas, Assistência técnica.
Direito de propriedade intelectual	Compras, Patentes, Licenças.
Instrumentos relativos ao projeto	Pesquisa contratual, P&D colaborativo.

Fonte: Adaptado de Gausemeier et al. (2016)

Os mecanismos de TT são abordagens já consolidadas na literatura, assim como muitos dos modelos de TT disponíveis. Tratando-se de discussões em um cenário industrial atual, como é o da Indústria 4.0 (foco deste estudo), surgem essas e outras abordagens que podem ser orientadas à TT na Indústria 4.0.

2.1.3 Modelos de Transferência de Tecnologia

Para auxiliar as indústrias e outras organizações nas aplicações existentes para a TT desejada são utilizados modelos específicos, qualitativos e quantitativos. De acordo com Silva, Vieira Júnior e Lucato (2013), o objetivo da utilização de um modelo de TT é viabilizar a transferência desejada. O modelo mais adequado é aquele que melhor atende às características e expectativas da organização, e às características da tecnologia alvo (CUNHA; CARVALHO, 2013).

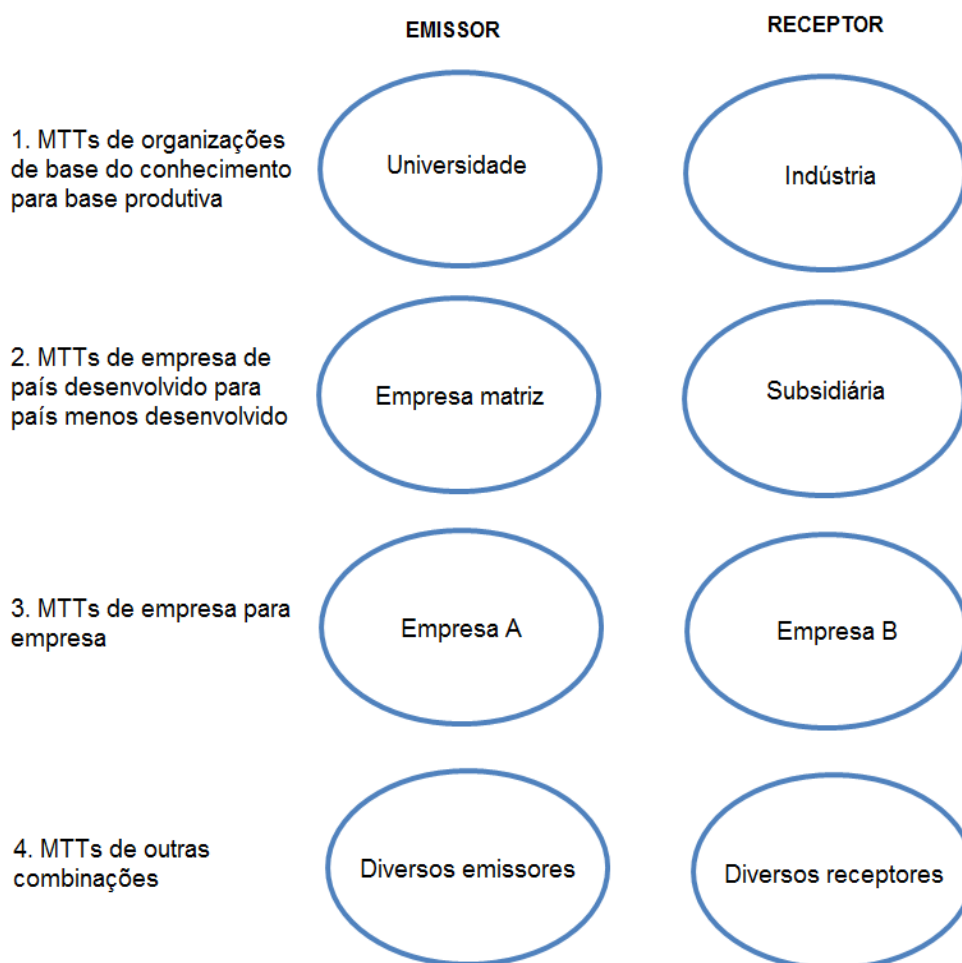
Os modelos de TT podem ser classificados como qualitativos (descrevem as etapas, fases ou atividades para gestão da TT e os fatores que podem influenciar sua eficácia) e quantitativos (visam quantificar, mensurar e analisar parâmetros para gestão da TT) (SINGH; AGGARWAL, 2010).

A TT pode ocorrer entre setores públicos e privados, instituições de ensino e indústrias, centros de pesquisa e indústrias, entre outras combinações, pertencentes

a mesmo país ou países distintos (SINGH; AGGARWAL, 2010). Portanto, a maior variedade de modelos de TT é necessária para atender as diferentes características e necessidades das instituições e agentes envolvidos.

Pagani *et al.* (2016) apresentam uma tipologia de Modelos de Transferência de Tecnologia (MTTs), conforme descritos na Figura 3, que variam de acordo com as características das fontes emissora e receptora e das tecnologias abordadas.

Figura 3 - Interfaces de MTTs



Fonte: Adaptado de Pagani *et al.* (2016)

É possível observar que a TT pode ocorrer entre diferentes grupos de fontes interessadas, sejam empresas, instituições de ensino ou pesquisa, entre outros. Um modelo de TT tem suas particularidades e, portanto, deve estar orientado aos objetivos da indústria requerente. O foco deste estudo está na categoria de modelos “empresa - empresa”.

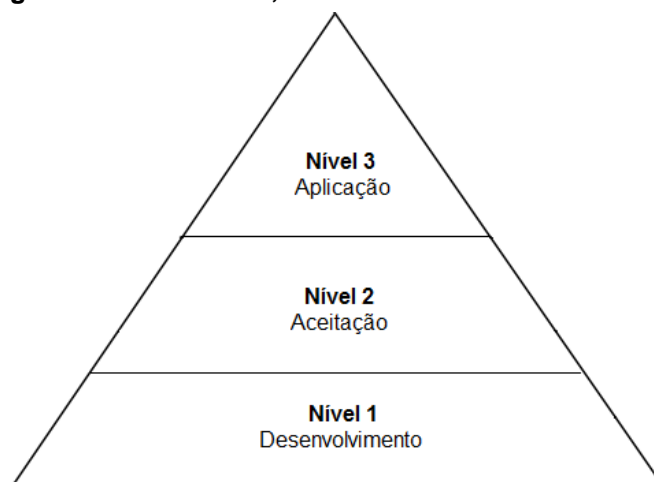
2.1.3.1 Modelos de Transferência de Tecnologia “empresa - empresa”

Para categoria “empresa - empresa” (PAGANI *et al.* 2016) alguns modelos de TT são explorados. Esses modelos fornecem contribuições práticas no âmbito da gestão industrial, são eles: Níveis de caracterização da TT de Gibson e Smilor (1991) e de Sung e Gibson (2000) (Modelos A e B, respectivamente); Planejamento e gestão da TT de Grange e Buys (2002) (Modelo C) e modelo de Jagoda e Ramanathan (2003, 2005, 2009) (Modelo D).

2.1.3.1.1 Modelos A e B - Níveis de caracterização da Transferência Tecnologia

Gibson e Smilor (1991) classificam a TT em três níveis de envolvimento e de atuação, conforme apresentados no modelo descrito na Figura 4.

Figura 4 - Níveis de TT, Modelo A



Fonte: Gibson e Smilor (1991)

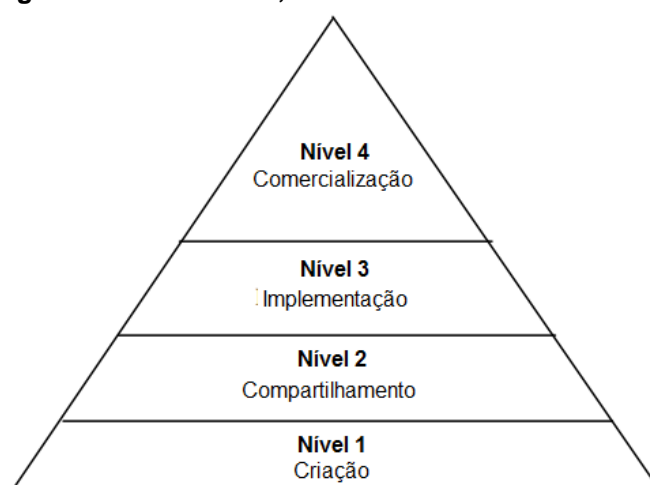
Os autores relatam, conforme a Figura 4, que a TT apresenta três níveis de envolvimento de atuação entre as fontes emissora e receptora de tecnologias:

- Nível 1: Desenvolvimento da tecnologia (o processo de transferência é amplamente passivo, e ocorre por meio de artigos e/ou relatórios de pesquisas);
- Nível 2: Aceitação da tecnologia (engloba a responsabilidade de garantir que a tecnologia esteja disponível a um receptor, de modo que este possa entender e potencialmente utilizar a tecnologia, como um protótipo, por exemplo), e;

- Nível 3: Aplicação da tecnologia (inclui o uso rentável da tecnologia no mercado, além de outras aplicações em processos intra ou entre organização(ões)) (GIBSON; SMILOR, 1991).

Com o objetivo de superar as limitações do modelo de Gibson e Smilor (1991) quanto à aplicação deste em organizações de alta tecnologia, Sung e Gibson (2000) propõem reformulações ao modelo, que passa a ser constituído por quatro níveis de TT, conforme são apresentados na Figura 5.

Figura 5 - Níveis de TT, Modelo B



Fonte: Sung e Gibson (2000)

Conforme a Figura 5, os quatro níveis de TT são:

- Nível 1: Produção de conhecimento e criação de tecnologias (esses ativos surgem a partir de pesquisas, cujos resultados obtidos são disseminados em meios como artigos científicos, portais de notícias, entre outros);

- Nível 2: Compartilhamento (refere-se às atividades de responsabilidade compartilhada que surgem entre desenvolvedor da tecnologia (emissor) e usuário desta (receptor));

- Nível 3: Implementação (pode ocorrer dentro da organização do usuário em termos de fabricação ou de melhores práticas para usos. Neste nível deve haver a disponibilidade de recursos para efetuar a implementação da tecnologia), e;

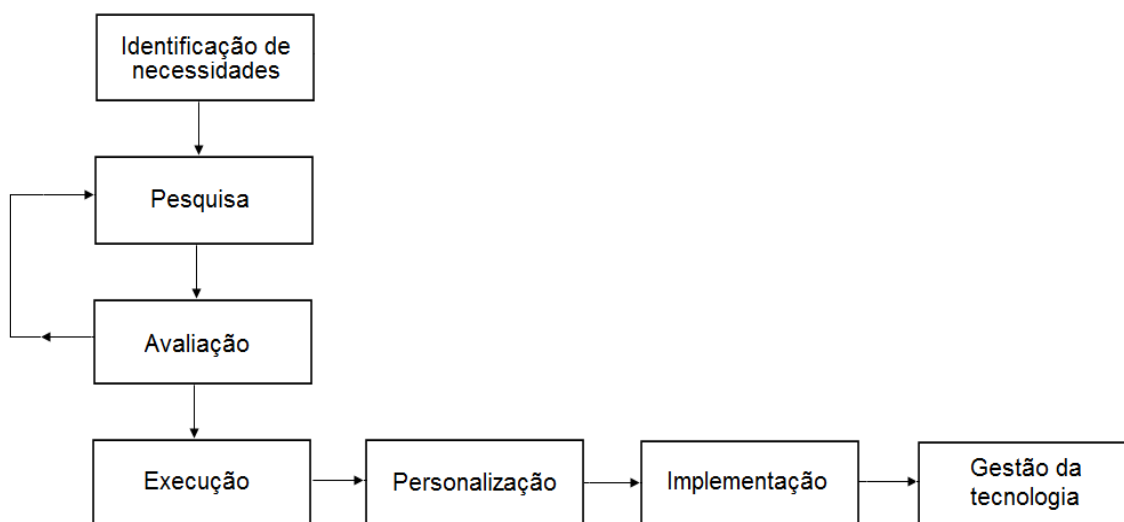
- Nível 4: Comercialização (conduz-se à utilização da tecnologia no mercado. Este nível é comprovado em termos de retornos de investimento ou de participação no mercado) (SUNG; GIBSON, 2000).

As alterações impostas por Sung e Gibson (2000) ao modelo de TT de Gibson e Smilor (1991) refletem em um grande avanço para área da Gestão da TT, pois a transferência passa efetivamente a apresentar maior escopo e a ser aplicada nas indústrias de setores tecnológicos.

2.1.3.1.2 Modelo C - Fases de gestão da Transferência de Tecnologia

Grange e Buys (2002) propõem um modelo de TT constituído por sete fases, conforme apresentadas na Figura 6.

Figura 6 - Fases para planejamento e gestão da TT



Fonte: Grange e Buys (2002)

Grange e Buys (2002) apresentam um modelo de TT que está estruturado pelas seguintes fases:

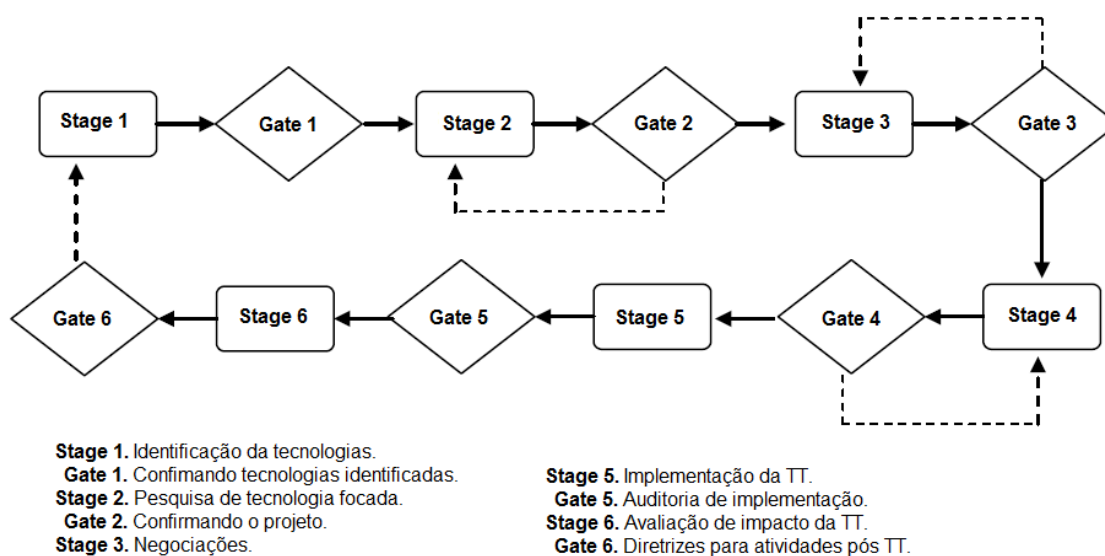
- Fase 1: Identificação de necessidades (são identificadas as necessidades da transferência, isto é, definido o objetivo pelo qual a indústria necessita de novas tecnologias);
- Fase 2: Pesquisa de tecnologias (são identificadas as possíveis tecnologias que podem atender as necessidades da indústria);
- Fase 3: Avaliação das tecnologias (as tecnologias são avaliadas, de modo a constatar se realmente são aplicáveis);
- Fase 4: Execução (ocorre a movimentação da tecnologia de seu ambiente de origem para o local desejado, em seguida é instalada);

- Fase 5: Personalização (a tecnologia pode ser personalizada para que atenda melhor o usuário desta);
- Fase 6: Implementação (a tecnologia está preparada para usos e entra em funcionamento na indústria), e;
- Fase 7: Gestão da tecnologia (a tecnologia passa a ser gerenciada até o término do seu ciclo de vida).

2.1.3.1.3 Modelo D - Fases de planejamento da Transferência Tecnologia

Para planejar, executar e gerenciar a TT, Jagoda e Ramanathan (2003, 2005, 2009) propõem um modelo constituído por fases e *gates* descritos na Figura 7. Por meio deste modelo, a abordagem da TT passa a ser expandida. Operações com objetivos comerciais, como negociações, adquirem enfoques pelos autores na área da TT.

Figura 7 - Fases para gestão da TT



Fonte: Jagoda e Ramanathan (2003, 2005, 2009)

O planejamento, a execução e a gestão da TT são alcançáveis por meio das seguintes fases (Jagoda e Ramanathan, 2003, 2005, 2009):

- Fase 1: Detecção de oportunidades e identificação de tecnologias (verifica-se a necessidade da indústria em adquirir uma tecnologia e qual(is) tecnologia(s) seria(m) adequada(s) para a(s) oportunidade(s) avaliada(s));

- Fase 2: Pesquisa de tecnologia focada (consiste na busca por informações e por conhecimento sobre a tecnologia desejada. Deverá ser realizada pela indústria em conjunto com fornecedores e/ou outros *stakeholders*);

- Fase 3: Negociações (não só questões associadas ao preço deverão ser avaliadas, mas também, outras relacionadas à garantia, às manutenções, ao suporte técnico e aos mecanismos de TT);

- Fase 4: Preparação de um plano de implementação do projeto de TT (as mudanças necessárias para absorver a tecnologia serão aplicadas, como melhoria de *layout* industrial, mudanças no sistema de gestão organizacional, capacitação de pessoas, entre outras);

- Fase 5: Implementação da tecnologia (ocorrerá a instalação da tecnologia, ajustes de matérias-primas a serem processadas pela nova tecnologia, entre outras operações), e;

- Fase 6: Avaliação do impacto da TT (os resultados reais de mercado são avaliados em termos de retornos financeiros, mercadológicos e de atendimento à demanda dos usuários. São também aplicadas melhorias na tecnologia adquirida, se necessárias).

No final de cada uma das fases há um *gate* que visa a tomada de decisões por representantes de projetos e/ou de outras áreas da Indústria.

2.2 CENÁRIO INDUSTRIAL 4.0

O termo Indústria 4.0 foi discutido pela primeira vez na Alemanha durante a Feira de *Hanôver* que ocorreu em 2011 (DRATH; HORCH, 2014). Atualmente, essa abordagem tem favorecido a geração de inúmeras discussões científicas.

Como país precursor do termo Indústria 4.0, a Alemanha vem conduzindo nos últimos anos mudanças nos seus ambientes industrial e organizacional (LEE; KAO; YANG, 2014), tendo como base a implementação de novas técnicas para produção, novos materiais e adoção diversificada de sistemas digitais (LALANDA; MORAND; CHOLLET, 2017).

Diante das novas tecnologias, físicas e digitais, os sistemas inteligentes fornecem respostas rápidas às mudanças na produção e às falhas que surgem ao longo da cadeia produtiva industrial (HADDARA; ELRAGAL, 2015; JASIULEWICZ-

KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017). A Indústria 4.0 requer uma integração efetiva entre tecnologias e pessoas (GEBHARDT; GRIMM; NEUGEBAUER, 2015; HADDARA; ELRAGAL, 2015), propiciando vantagens competitivas, como eficiência de custos e de tempo na produção, além de melhorias na qualidade dos produtos (ALBERS *et al.*, 2016).

Outras vantagens apresentadas pela Indústria 4.0 são redução no tempo de produção e entrega de produtos aos consumidores, melhorias na produtividade e qualidade, redução de custos e flexibilidade de processos produtivos (MOEUF *et al.*, 2017), maior eficiência de recursos, automatização e transparência nos processos (BÄR; HERBERT-HANSEN; KHALID, 2018).

De maneira geral, as indústrias poderão ser influenciadas positivamente por mudanças advindas da Indústria 4.0. Na Alemanha, destacam-se as indústrias dos setores automotivo, alimentício e da produção de sistemas eletrônicos (RÜßMANN *et al.*, 2015). De acordo com Gorecky, Khamis e Mura (2015), o setor automotivo é um dos líderes na aplicação do conceito e das tecnologias da Indústria 4.0, como a *Internet das Coisas (IoT)* e os *Sistemas Cibernéticos Físicos (CPSs)*.

Na indústria, muitos componentes como sensores, dispositivos mecatrônicos e/ou subsistemas de controle complexos conectados à rede, ao serem agrupados em dispositivos de controle físico maiores (máquinas, por exemplo), deverão coletar dados e informações em tempo real (HARRISON; VERA; AHMAD, 2016). A análise de dados passa a considerar grande volume de dados denominado de *Big Data*.

O conjunto de dados e informações coletados por diferentes sensores e demais componentes pode ser auto-organizado em rede, e move-se dinamicamente conforme o comportamento real dos sistemas produtivos (SMIRNOV; SANDKUHL; SHILOV, 2013). Os sistemas de fabricação inteligente e as tecnologias envolvidas precisam ser ágeis para acompanhar as diversas situações reais que podem surgir na indústria, bem como será essencial o uso de dados e informações apropriados, detalhados e precisos (JUNG *et al.*, 2015).

Os dados coletados são processados por meio de sistemas eletrônicos específicos (PICCIANO, 2012) e armazenados em nuvem, de modo a facilitar a colaboração entre as organizações e pessoas que atuam em uma mesma cadeia de suprimentos. Por meio da conectividade e disponibilidade de dados e informações, as organizações passam a ter melhor direcionamento para tomada de decisões nos diversos âmbitos e níveis decisórios (AVVENTUROSO; SILVESTRI; PEDRAZZOLI,

2017). O gerenciamento dos dados e informações é realizado por meio do uso de CPSs, IoT e computação em nuvem, principalmente (TRSTENJAK; COSIC, 2017).

2.2.1 Análise de Termos para o Cenário Industrial 4.0

Neste estudo, o termo Cenário Industrial 4.0 se refere aos termos utilizados na literatura para definir a recente abordagem de configuração industrial. Outros termos são adotados por pesquisadores, conforme apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Outros termos definidos por pesquisadores para o Cenário Industrial 4.0

Termo	Autor
<i>Advanced Manufacturing</i>	Davis <i>et al.</i> (2012) Tjahjono <i>et al.</i> (2017)
<i>Digital Manufacturing</i>	Byrne <i>et al.</i> (2016)
<i>Factory 4.0</i>	Küsters, Praß e Gloy (2017)
<i>Fourth Industrial Revolution</i>	Park <i>et al.</i> (2017)
<i>Industrie 4.0</i>	Anderl (2014); Drath e Horch (2014); Thoben <i>et al.</i> (2016); Wang <i>et al.</i> (2016)
<i>Industry 4.0</i>	Gorecky, Khamis e Mura (2015) Rüßmann <i>et al.</i> (2015); Ivanov <i>et al.</i> (2016) Sanders, Elangeswaran e Wulfsberg (2016) Majeed e Rupasinghe (2017) Tortorella e Fettermann (2017)
<i>Intelligent Manufacturing</i>	Zhong <i>et al.</i> (2017); Bogle (2017)
<i>Smart Industry</i>	Tjahjono <i>et al.</i> (2017)
<i>Smart Manufacturing</i>	Davis <i>et al.</i> (2012); Bogle (2017) Feng, Bernstein e Hedberg Júnior (2017) Sharp, Ak e Hedberg Júnior (2018)

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Entre a diversidade de termos, o mais discutido no mundo é o de Indústria 4.0. Outros termos muito utilizados são o de Indústria 4.0 no seu idioma de origem (*Industrie 4.0*, em alemão) (ANDERL, 2014; DRATH; HORCH, 2014; THOBEN *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2016), *Advanced Manufacturing* (DAVIS *et al.*, 2012; TJAHJONO *et al.*, 2017) e *Fourth Industrial Revolution* (PARK *et al.*, 2017).

Independente do termo utilizado, a Indústria 4.0 requer a integração efetiva de tecnologias físicas e digitais com recursos diversos, como sistemas e pessoas (GEBHARDT; GRIMM; NEUGEBAUER, 2015; HADDARA; ELRAGAL, 2015).

De acordo com o Ministério Federal da Economia e Energia da Alemanha (BFWuE, 2018), Indústria 4.0 é definida como uma rede inteligente de máquinas e processos industriais, constituídas com o auxílio de tecnologias da informação e comunicação para conectividade física e digital.

A Indústria 4.0 engloba três dimensões essenciais, a digitalização avançada de processos, a produção inteligente e a conectividade entre empresas de cadeias de suprimentos (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018).

Como na Alemanha, alguns países já possuem planos e políticas nacionais para impulsionar o desenvolvimento da indústria, a médio e longo prazo, conforme expostos no Quadro 7.

Quadro 7 - Planos nacionais para Indústria 4.0, em países

País	Programa / Plano nacional	Fonte
Alemanha	“ <i>Plattform Industrie 4.0</i> ”	https://www.plattform-i40.de
França	“ <i>Aliance Industrie du Futur</i> ”	http://www.industrie-dufutur.org/
Itália	“ <i>Piano Industria 4.0</i> ”	http://www.sviluppoeconomico.gov
Brasil	“Indústria 4.0”	http://www.industria40.gov.br/
Japão	“ <i>Connected Industries</i> ”	http://www.meti.go.jp
Estados Unidos	“ <i>Advanced Manufacturing USA</i> ”	https://www.manufacturingusa.com/
China	“ <i>Made in China 2025</i> ”	http://www.china.org.cn

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Com objetivo de maximizar resultados, países também realizam parcerias entre eles, promovendo o desenvolvimento da Indústria 4.0 no âmbito internacional.

2.2.2 Análise de Tecnologias da Indústria 4.0

Com o objetivo de facilitar a compreensão das tecnologias da Indústria 4.0, foi realizado um agrupamento de tecnologias conforme apresenta o Quadro 8.

Quadro 8. Agrupamento de tecnologias da Indústria 4.0

Continua.

(a) Tecnologia: Análise de dados	Autor
- Elevado número de dados (<i>Big Data</i>)	Almada-Lobo (2015); Rüßmann <i>et al.</i> (2015) Kayikci (2018)
- Mineração de dados (<i>Data mining</i>)	Trstenjak e Cosic (2017)
(b) Tecnologia: Armazenamento de dados	Autor
- Computação em nuvem (<i>Cloud computing</i>)	Almada-Lobo (2015); Rüßmann <i>et al.</i> (2015) Tjahjono <i>et al.</i> (2017)
(c) Tecnologia: Visualização de dados e análise de cenários	Autor
- Realidade aumentada (<i>Augmented reality</i>)	Rüßmann <i>et al.</i> (2015); Assad Neto <i>et al.</i> (2017); Tjahjono <i>et al.</i> (2017); Kayikci (2018)
- Simulação (<i>Simulation</i>)	Rüßmann <i>et al.</i> (2015); Grieco <i>et al.</i> (2017) Mohammed and Ahmed (2017)
- Realidade virtual (<i>Virtual reality</i>)	Assad Neto <i>et al.</i> (2017); Tjahjono <i>et al.</i> (2017)

Quadro 8. Agrupamento de tecnologias da Indústria 4.0

Continuando.

(d) Tecnologia: Robotização avançada	Autor
- Robôs autônomos (<i>Autonomous robots</i>)	Rüßmann <i>et al.</i> (2015)
- Sistema automatizado (<i>Automation System</i>)	Dossou and Nachidi (2017)
- Softwares de Inteligência artificial (<i>Intelligence artificial</i>)	Mohammed and Ahmed (2017) Tjahjono <i>et al.</i> (2017)
- Sistema Cibernético Físico (<i>Cyber Physical System, CPS</i>)	Davis <i>et al.</i> (2012) Ivanov e Sokolov (2012) Neugebauer <i>et al.</i> (2016) Reddy <i>et al.</i> (2016) Assad Neto <i>et al.</i> (2017) Bogataj, Bogataj e Hudoklin (2017) Chen (2017) Trstenjak e Cosic (2017) Molka-Danielsen, Engelseth e Wang (2018) Tuptuk and Hailes (2018)
- Robôs (<i>Robots</i>)	Chen (2017) Dossou e Nachidi (2017) Tjahjono <i>et al.</i> (2017) Dieber, Schlotzhauer e Brandstötter (2017) Kayikci (2018)
- Veículos autônomos (<i>Vehicles autonomous</i>)	Chen (2017)
(e) Tecnologia: Sistema digital e de rede	Autor
- Internet das Coisas (<i>Internet of Things, IoT</i>)	Rüßmann <i>et al.</i> (2015) Byrne <i>et al.</i> (2016) Neugebauer <i>et al.</i> (2016) Barreto, Amaral e Pereira (2017) Bogataj, Bogataj e Hudoklin (2017) Majeed e Rupasinghe (2017) Shamim <i>et al.</i> (2017) Tjahjono <i>et al.</i> (2017) Molka-Danielsen, Engelseth e Wang (2018)
- Comunicação entre máquinas (<i>Machine-to-Machine</i>)	Tjahjono <i>et al.</i> (2017)
- Redes sem fio (<i>Wireless networks</i>)	Bogataj, Bogataj e Hudoklin (2017) Chen (2017) Zhong <i>et al.</i> (2017)
(f) Tecnologia: Sistema de proteção de dados	Autor
- Ciber segurança (<i>Cyber security</i>)	Annunziata e Biller (2014) Rüßmann <i>et al.</i> (2015) Mohammed e Ahmed (2017) Tjahjono <i>et al.</i> (2017) Tuptuk e Hailes (2018)
- Protocolo IPv6 (<i>IPv6 Protocol</i>)	Chen (2017)
(g) Tecnologia: Coleta de dados e dispositivos de controle	Autor
- Aplicativo móvel (<i>Mobile app.</i>)	Bogataj, Bogataj e Hudoklin (2017) Davis <i>et al.</i> (2012)
- Leitores digitais (“RFID”)	Chen (2017) Majeed e Rupasinghe (2017) Tjahjono <i>et al.</i> (2017)
- Sensores (<i>Sensors</i>)	Bogataj, Bogataj e Hudoklin (2017) Chen (2017) Majeed e Rupasinghe (2017) Kayikci (2018)

Fonte: Autor (2018)

Quadro 8. Agrupamento de tecnologias da Indústria 4.0

Conclusão.

(h) Tecnologia: Sistema de manufatura	Autor
- Manufatura aditiva (<i>Additive manufacturing</i>)	Rüßmann <i>et al.</i> (2015) Tjahjono <i>et al.</i> (2017)
- Sistemas de integrações horizontal e vertical (<i>Integration of horizontal and vertical systems</i>)	Rüßmann <i>et al.</i> (2015) Grieco <i>et al.</i> (2017)
- Impressão 3D (<i>3D printing</i>)	Tjahjono <i>et al.</i> (2017) Kayikci (2018)

Fonte: Autor (2018)

Mediante as tecnologias apresentadas observou-se que algumas delas são a base da Indústria 4.0, a mencionar *CPSs*, *IoT*, *Big Data*, computação em nuvem, realidades aumentada e virtual, infraestrutura integrada às redes da *internet* sem fio e inteligência artificial. Outras tecnologias já utilizadas em diversas indústrias de manufatura, como usos de sensores em máquinas para coleta de dados, mineração de dados, simulação em tempo real, automatização e robotização de processos, segurança de sistemas e de redes e manutenção preditiva devem ser aperfeiçoadas e orientadas à Indústria 4.0.

Para uma indústria ter características da Indústria 4.0 é indispensável o atendimento aos requisitos tecnológicos, porém, um modelo de maturidade deve contemplar, também, outros requisitos, distribuídos em outros grupos de dimensões, a destacar a estratégia, liderança, clientes, produtos, operações, cultura e pessoas e governança organizacional (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).

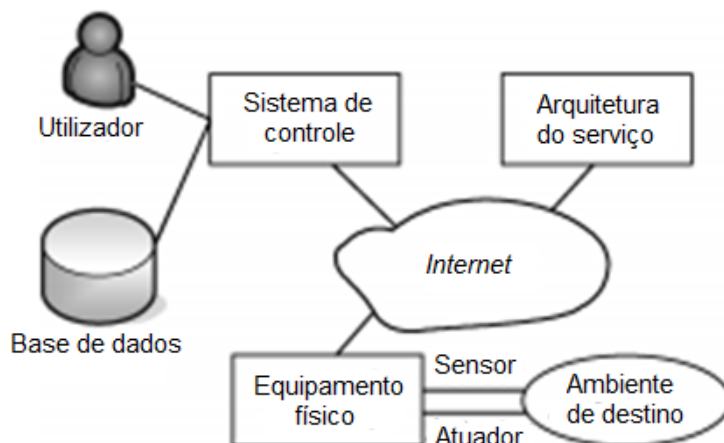
2.2.2.1 Sistemas Cibernéticos Físicos (*CPSs*)

Os *CPSs* são sistemas de engenharia que vêm despertando o interesse de muitos especialistas. São sistemas multidisciplinares constituídos por tecnologias das áreas da computação, comunicação, automação e controle de processos físicos (LIU *et al.*, 2017). Eles visam projetar melhores produtos, aumentar a eficiência de processos técnicos, operacionais de atendimento aos clientes e criar novos serviços (HERTERICH; UEBERNICKEL; BRENNER, 2015).

De acordo com Lee (2008), os *CPSs* consistem nas integrações digitais com processos físicos, onde computadores e redes integrados entre si monitoram e controlam processos físicos, conforme demonstra a Figura 8. O *National Institute of Standards and Technology* (2013) define *CPSs* como os sistemas inteligentes

integrados que englobam tanto componentes computacionais (*hardware* e *software*) como físicos (máquinas e equipamentos).

Figura 8 - Arquitetura simplificada orientada ao CPS



Fonte: Liu *et al.* (2017)

Os CPSs apresentam comportamentos autônomos e descentralizados, e deste modo, evoluem por meio da adaptação e reconfiguração de suas estruturas (IVANOV; SOKOLOV, 2012). A partir do CPSs e da *Internet* das Coisas (*IoT*), máquinas são capazes de trocar informações de forma autônoma e controlar-se mutuamente em rede (TJAHJONO *et al.*, 2017), o que permite o compartilhamento de informações em tempo real aos interessados para tomada de decisões (ABDEL-BASSET; MANOGARAN; MOHAMED, 2018).

Um CPS é projetado para conectar dispositivos físicos e construir uma rede interativa. Na construção deste sistema são incorporados sensores em dispositivos eletrônicos, que passam a coletar informações e encaminhá-las para um sistema de tomada de decisões, controlando processos automaticamente (BAI; HUANG, 2012) em tempo real, confiável e de forma dinâmica (LIU *et al.*, 2017). É, portanto, eficiente para monitorar, controlar e acessar as informações das máquinas para melhores desempenhos do processo produtivo (BAI; HUANG, 2012).

Entre as aplicações dos CPSs estão o gerenciamento da produção e dos dispositivos médicos, sistemas militares e automotivos, controle de aeronaves (LEE, 2015) e construção de infraestruturas modernas (LETICHEVSKY *et al.*, 2017)

2.2.2.2 *Internet das Coisas (IoT)*

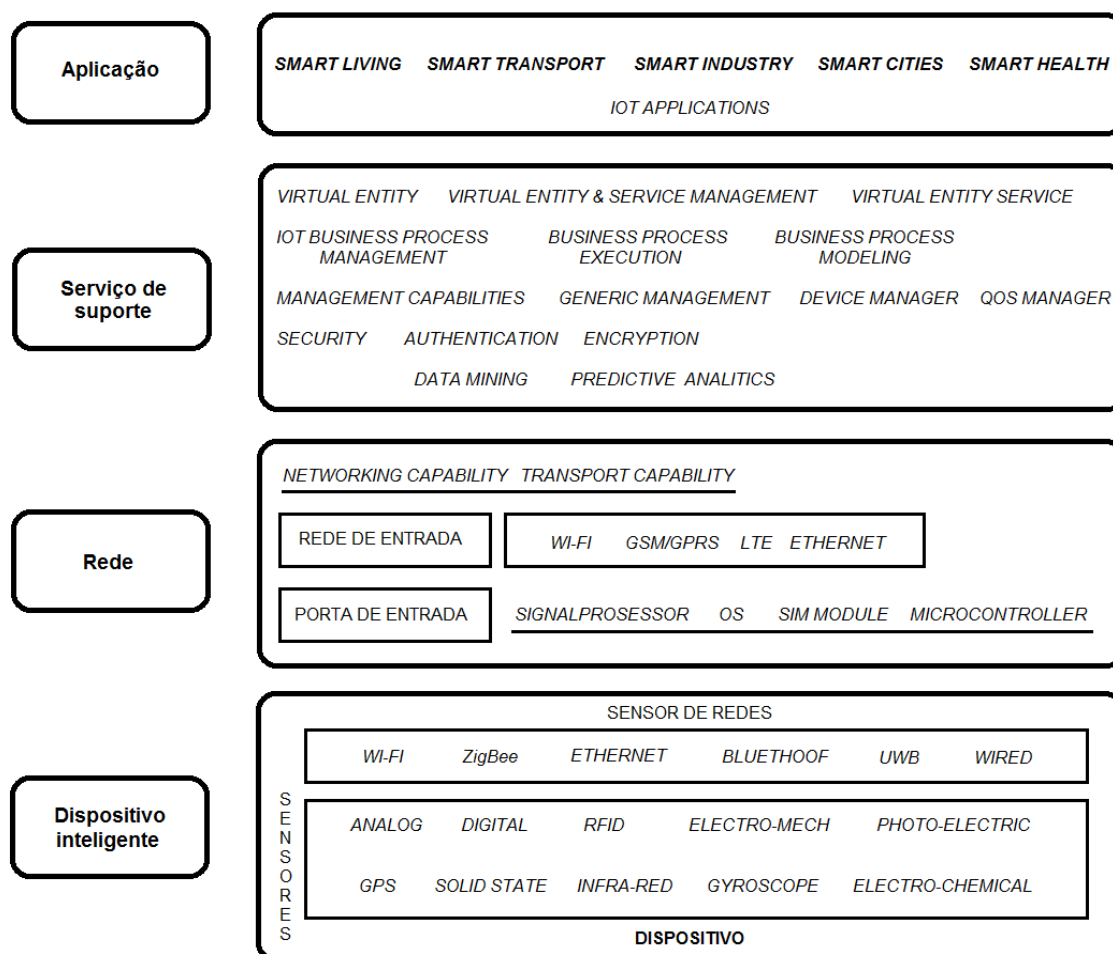
Nas indústrias, o rápido desenvolvimento da *Internet* para interconectar uma variedade de dispositivos à rede é uma realidade cada vez mais frequente (LIU *et al.*, 2017).

A *Internet das Coisas (Internet of Things - IoT)*, também conhecida como *Internet of Objects* ou *Web of Objects* (SKARŽAUSKIENĖ; KALINAUSKAS, 2012) utiliza sistemas inteligentes de comunicação com endereços de *IP*, originando-se interconexões de objetos como sensores e dispositivos à rede digital (ANDERL, 2014; HADDARA; ELRAGAL, 2015).

Apesar de algumas tecnologias favorecerem a comunicação de máquinas à rede sem fio, com a *IoT* um número maior de dispositivos conectados à rede será incorporado nos processos de produção, gerando informações relevantes em tempo real (RÜßMANN *et al.*, 2015). De acordo com Porter e Heppelmann (2014), objetos e produtos conectados à rede oferecem oportunidades de expansão exponencial para novas funcionalidades.

Por meio da *IoT*, as máquinas e os objetos passam a se comunicar entre si, refletindo em vantagens como a prevenção de falhas, redução de desperdícios, aperfeiçoamento do desempenho de sistemas, entre outras (ANNUNZIATA; BILLER, 2014). É um tipo de sistema de rede utilizado para conectar objetos à rede digital, cujo objetivo é transmitir e processar informações de forma confiável e precisa (LIU *et al.*, 2017).

Os objetos habilitados à *IoT* devem possuir tecnologias incorporadas em suas respectivas estruturas, capazes de gerar e de fortalecer a comunicação entre máquinas à *internet* (CHASE, 2013). A *IoT* consiste em diferentes camadas de tecnologias, que garante o adequado funcionamento de sistemas integrados à rede digital (PATEL; PATEL, 2016), conforme apresentadas na Figura 9.

Figura 9 - Arquitetura da *IoT*

Fonte: Patel e Patel (2016)

É possível notar por meio da Figura 9 a complexidade da abordagem *IoT*, dos componentes envolvidos e de suas aplicações.

2.2.2.3 Elevado número de dados (*Big Data*)

As análises utilizando o *Big Data* emergiram recentemente em algumas indústrias e visa aperfeiçoar a qualidade da produção e dos produtos, garantir a eficiência de máquinas e equipamentos e auxiliar na tomada de decisões em tempo real (RÜßMANN *et al.*, 2015).

O *Big Data* é um conjunto de dados processados com tecnologia analítica, que inclui dados não estruturados e sem formatos compatíveis, como dados de serviço de rede social, dados de *blog*, dados notícias, fotos, entre outros (PARK *et al.*, 2017). Deste modo, é possível fornecer serviços personalizados aos clientes,

auxiliar em processos decisórios, entre outras funcionalidades (WITKOWSK, 2017). De acordo com o autor, o *Big Data* engloba quatro dimensões (4Vs) a destacar:

- Volume: Refere-se à quantidade de dados utilizada, cujas ferramentas destinadas à coleta, armazenamento, gerenciamento e análise de dados têm suas capacidades excedidas por dados, necessitando-se de tecnologias avançadas. De acordo com Kambatla *et al.* (2014), o uso de elevados números de dados é uma importante prática, pois reflete no aprimoramento da eficiência de resultados e orienta processos decisórios. Para garantir maior eficiência no uso de elevando número de dados, uma necessidade fundamental é o processamento de transações dos dados por meio de sistemas eletrônicos específicos (PICCIANO, 2012).

- Variedade: Os dados advêm de uma variedade de fontes, como sistemas transacionais e redes. Deste modo alteram-se dinamicamente;

- Velocidade: A análise de dados é realizada em tempo real, o que permite a obtenção de conclusões relacionadas aos dados em constante fluxo, e;

- Valor: Remete que, entre uma gama de dados disponíveis no sistema, seja selecionado apenas o conjunto de dados mais importante para análise requerida.

Associando as quatro dimensões (4Vs), o *Big Data* auxilia gestores nos processos decisórios, principalmente (KAMBATLA *et al.*, 2014; RÜßMANN *et al.*, 2015; WITKOWSK, 2017).

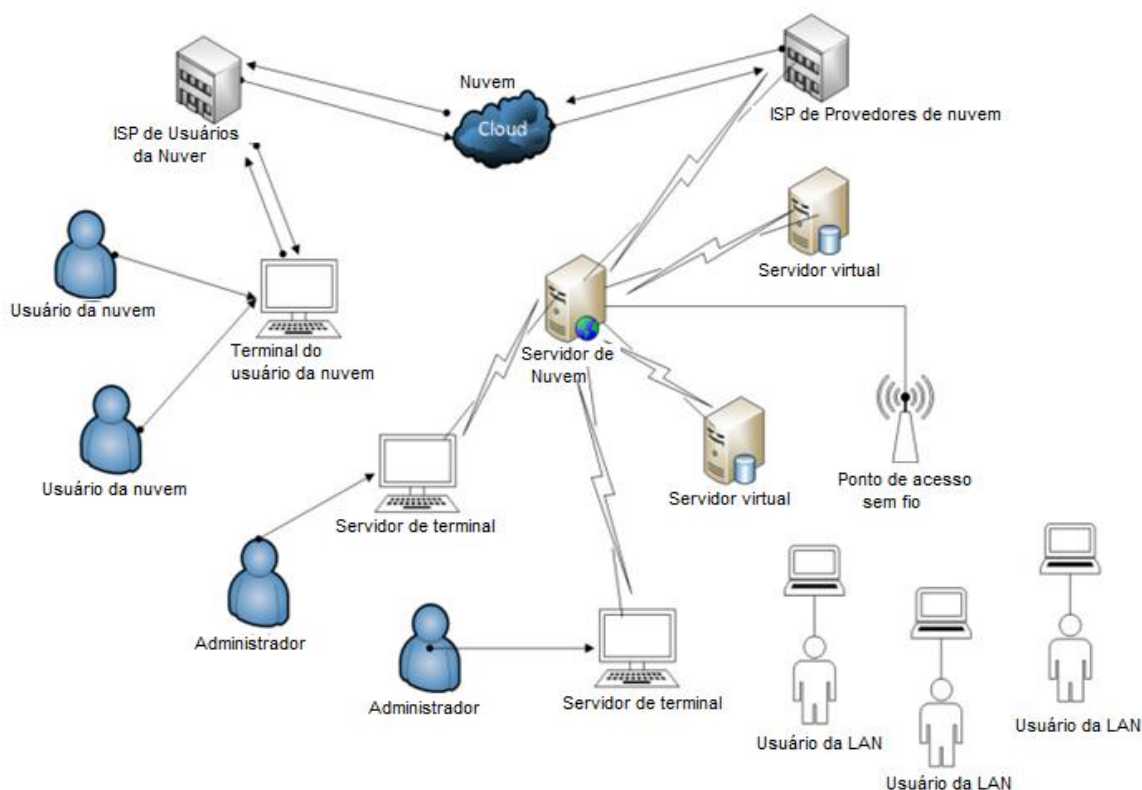
2.2.2.4 Computação em nuvem (*Cloud Computing*)

Com o aumento no fluxo de compartilhamento de dados e informações, nas indústrias inteligentes será exigido o maior desempenho das tecnologias da nuvem para o adequado processamento, armazenamento e conectividade dos mesmos à rede (RÜßMANN *et al.*, 2015).

Na indústria 4.0 deverão ser geradas enormes quantidades de dados e informações, que precisarão ser armazenados e processados por tecnologias de computação em nuvem (ALMADA-LOBO, 2015).

A Figura 10 apresenta um cenário baseado em computação em nuvem que inclui o provedor de serviços e seus usuários (AHMED; HOSSAIN, 2014).

Figura 10 - Arquitetura típica de sistema em nuvem



Fonte: Ahmed e Hossain (2014)

A computação em nuvem permite o acesso do usuário aos dados na nuvem via internet, cujos serviços são fornecidos por meio de centros comuns e criados em servidores específicos (MALATHI, 2011).

Malathi (2011) descreve as principais características da computação em nuvem, a destacar:

- Autoatendimento conforme a demanda: Permite que os usuários acessem os recursos da computação em nuvem sempre que necessários. É possível acessar dados e informações e gerenciar e implantar serviços por meio de provedores;

- Amplo acesso à rede digital: A comunicação de rede de alta banda larga possibilitará o acesso a uma gama de recursos tecnológicos da Informação, conectados a uma variedade de plataformas de computação, *laptops*, impressoras e celulares;

- Gama de recursos: os recursos da computação em nuvem são agrupados para atender diversos usuários, por meio de um modelo específico com diferentes recursos físicos e virtuais, distribuídos dinamicamente, e;

- Transparência do serviço: O uso de recursos da computação em nuvem pode ser monitorado e controlado, fornecendo transparência tanto para o provedor como para o usuário do serviço.

2.2.2.5 Realidade aumentada (*Augmented Reality*)

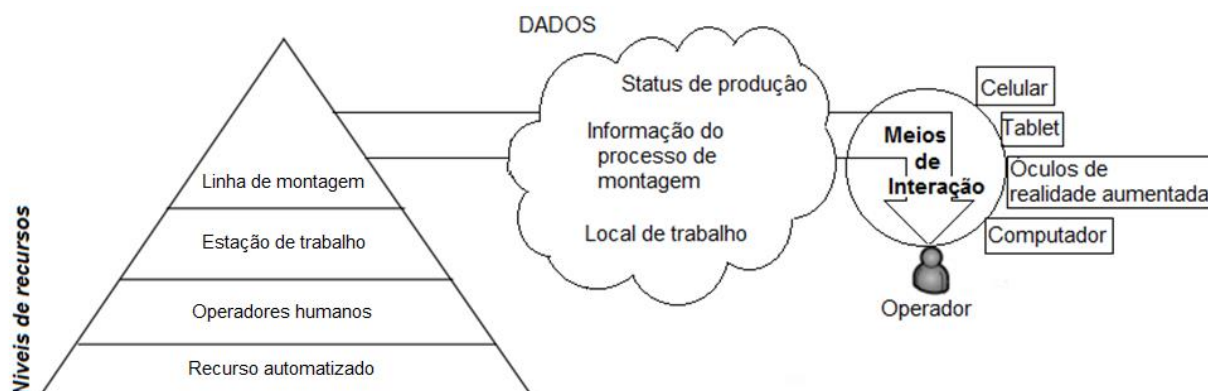
Por meio da realidade aumentada, as informações relativas aos serviços a serem executados nas indústrias, como modos de selecionar peças de um armazém ou instruções de reparos de produtos, serão exibidos aos trabalhadores utilizando-se dispositivos específicos (RÜßMANN *et al.*, 2015).

A realidade aumentada consiste no conceito obtido pela relação de realidade virtual com dados de um cenário físico. Neste contexto, é possível maximizar as características e especificações físicas de componentes e peças aos seus usuários por meios digitais (WEHLE, 2016).

Para visualizar os resultados fornecidos pelas tecnologias da realidade aumentada, os usuários dispõem de alguns dispositivos, a destacar (SYBERFELDT; DANIELSSON; GUSTAVSSON, 2017): Vídeo (cenários virtual e real são mesclados em visão digital para o usuário); Meio óptico (um objeto virtual é convertido para visão real); Projeção (um objetivo virtual pode ser projetado por meio de projetor virtual para o usuário); Entre outros dispositivos.

Por meio da Figura 11 são apresentadas as funcionalidades básicas de um sistema de realidade aumentada, considerando uma série de recursos (usuários, dados e dispositivos).

Figura 11 - Funcionalidades básicas do sistema de realidade aumentada



Fonte: Michalos *et al.* (2016)

Ao aproximar o usuário aos modos de funcionamento e à composição de cada dispositivo, produto e/ou processo produtivo, a realidade aumentada reflete em vantagens à indústria.

2.2.2.6 Inteligência artificial (*Artificial Intelligence*)

Inicialmente os robôs foram desenvolvidos com o objetivo de substituir humanos em alguns processos monótonos, pesados e perigosos (GORIS, 2005). Com o passar dos anos, os robôs vêm evoluindo cada vez mais, tornando-se autônomos, flexíveis e cooperativos. Esses desempenham funções importantes ao interagirem entre si e/ou com os humanos (RÜßMANN *et al.*, 2015), pois garantem a previsibilidade, precisão, qualidade e confiabilidade na execução de operações e tarefas (SINGH; SELLAPPAN; KUMARADHAS, 2013; ULLAH *et al.*, 2016).

Os robôs são máquinas desenvolvidas com a finalidade de executar tarefas específicas de maneira autônoma ou por meio de comandos por controle remoto (ULLAH *et al.*, 2016). De acordo com Goris (2005) um robô autônomo é constituído por sensores e outras tecnologias, sendo capaz de detectar objetos e desempenhar uma variedade de operações e tarefas industriais.

Os robôs apresentam diferentes graus de autonomia conforme a finalidade de cada um deles. Enquanto alguns robôs são programados para desenvolver tarefas repetitivas e padronizadas, outros são extremamente ágeis e flexíveis quanto à orientação de objetos e à execução minuciosa de tarefas (SINGH; SELLAPPAN; KUMARADHAS, 2013).

Na indústria 4.0, a participação e a intensificação de robôs autônomos nos processos produtivos deverá ser uma realidade (RÜßMANN *et al.*, 2015). Isto ocorre por diversos motivos, um deles, o rápido avanço tecnológico (TASEVSKI; NIKOLIĆ; MIŠKOVIĆ, 2013). Para Singh, Sellappan e Kumaradhas (2013), a complexidade da inteligência artificial é um fator importante no robô industrial moderno, pois garante maior flexibilidade na execução de operações complexas.

Singh, Sellappan e Kumaradhas (2013) descrevem as vantagens obtidas pelos usos de robôs nas indústrias como fator de trabalho, a destacar:

- Produtividade: i) Os robôs desenvolvem tarefas mais precisas e com alta qualidade; ii) Os robôs dificilmente cometem erros; iii) Produzem maior quantidade

de produtos em menor período de tempo; iv) Executam tarefas a uma velocidade constante e sem interrupções, e; v) Apresentam maior rapidez na execução tarefas se comparados às pessoas;

- Segurança no trabalho: i) Os robôs podem desenvolver tarefas perigosas; ii) Podem executar tarefas em locais inadequados aos humanos, caracterizados pela baixa iluminação ou espaços apertados, e; iii) São capazes de transportar cargas pesadas sem maiores riscos de acidentes;

- Economia de tempo: i) Os robôs economizam tempo em decorrência da maior produtividade por certo período, e;

- Economia de dinheiro: i) Os robôs reduzem desperdícios de matérias primas devido à alta precisão na produção, e; ii) Garantem maior retorno financeiro às indústrias a longo prazo.

2.2.2.7 Simulação (*Simulation*)

A simulação é o processo de criar e projetar um sistema real ou imaginário ao usuário por meio de modelos físicos, matemáticos ou outros para a modelagem de variáveis, critérios e objetos, visando avaliar cenários e prever o comportamento do sistema real (RODIČ, 2017).

O uso de simulação aliado a outros recursos computacionais e ferramentas tridimensionais possibilita projetar processos e produtos, simultaneamente (WANG *et al.*, 2016). Portanto, reflete em vantagens às indústrias, como redução de custos, aumento da qualidade de produtos e/ou processos, gerenciamento adequado do conhecimento, entre outras (RODIČ, 2017).

Nas indústrias, as simulações envolvendo produtos e/ou materiais e/ou processos em cenários tridimensionais já são realizadas, porém, no decorrer dos anos, tais práticas irão se intensificar e englobar dados em tempo real (RÜßMANN *et al.*, 2015).

Visando atender as necessidades das indústrias inteligentes, cujos sistemas computadorizados podem ser utilizados para projetar, simular e monitorar processos físicos integrados, novas ferramentas de simulação deverão ser desenvolvidas para criar mapas virtuais cada vez mais próximos da realidade e facilitar os processos decisórios (GEBOCERMEX, 2016). Apesar da falta de fornecedores especializados

para o desenvolvimento de novas ferramentas para simulação na Indústria 4.0, muitos blocos de construção de cenários e aplicações de conceitos para simulação já estão disponíveis no mercado (RODIČ, 2017).

2.2.2.8 Segurança de sistemas de informação e de redes (*Cyber Security*)

Em decorrência da maior incorporação de dados e informações ao meio digital, na Indústria 4.0 a segurança de sistemas será indispensável (RÜßMANN *et al.*, 2015). Na indústria deverá ser adotada uma abordagem complexa e eficiente de segurança cibernética, de modo a proteger dados, informações, conhecimento e/ou outros elementos intelectuais (ANNUNZIATA; BILLER, 2014).

A segurança cibernética rege a confiabilidade, integridade e disponibilidade de dados e informações em tempo real (LEE, 2015). É um desafio para as indústrias garantirem privacidade dos dados e informações, quando disponibilizados em redes digitais para acessos por estágios de uma cadeia de suprimentos (SUNG, 2018).

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Sob a ótica da abordagem do problema, a pesquisa é qualitativa (SILVA; MENEZES, 2005), pois visa interpretar e descrever abordagens relacionadas à TT para relação colaborativa entre fornecedor e indústria, no Cenário Industrial 4.0. A pesquisa qualitativa propicia o entendimento a certo fenômeno, sendo estudados os aspectos relevantes relacionados a este, por meio de perspectivas de pessoas e discussões científicas (GODOY, 1995).

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória (GIL, 2008), pois proporciona maior familiaridade com o problema em estudo. A pesquisa exploratória destina-se em conhecer melhor a variável de estudo, seja quanto ao modo que a mesma se apresenta, seus significados, suas implicações, entre outros aspectos (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa é bibliográfica (GIL, 2008), pois foram consultados estudos de periódicos científicos e conferências, principalmente. A pesquisa bibliográfica consiste no uso de contribuições, teóricas ou aplicadas, que já foram estudadas e visam fornecer suporte para elaboração de outros trabalhos (LAKATOS; MARCONI, 2001).

3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Para contemplar o problema de pesquisa apresentado neste estudo foram seguidos alguns passos:

- i) Elaboração da revisão sistemática de literatura;
- ii) Identificação de barreiras à TT na Indústria 4.0, e;
- iii) Elaboração de modelo teórico de TT com foco na Indústria 4.0.

3.2.1 Elaboração da revisão sistemática de literatura

A revisão sistemática de literatura é uma pesquisa de investigação científica destinada a identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes sobre determinado assunto (GALVÃO; PEREIRA, 2014). Por meio de revisão sistemática de literatura é possível explorar dados, informações e conhecimento para entender melhor sobre o tema pesquisado.

Foi elaborada uma revisão de literatura, adotando-se protocolos estruturados por Pagani, Kovalski e Resende (2015; 2018), definidos pelas etapas:

- Etapa 1: Estabelecer a intenção de pesquisa;
- Etapa 2: Pesquisa preliminar nas bases de dados;
- Etapa 3: Definir palavras-chave, bases de dados e delimitação temporal;
- Etapa 4: Pesquisa definitiva nas bases de dados;
- Etapa 5: Procedimentos de filtragem de artigos;
- Etapa 6: Identificar o fator de impacto, ano de publicação e número de citações, respectivamente, para cada artigo resultante da etapa anterior;
- Etapa 7: Cálculo dos valores de InOrdinatio da Methodi Ordinatio por meio da Equação 1, e ordenação de artigos.;

$$\text{InOrdinatio} = (\text{Fi} / 1000) + \alpha * [10 - (\text{AnoPesq} - \text{AnoPub})] + (\sum \text{Ci}) \quad (1)$$

Onde, Fi: Fator de impacto do periódico; α : Coeficiente atribuído pelo pesquisador que refere-se à importância da atualidade para o tema pesquisado, normalmente valor 10 (valor máximo atribuído); APe: Ano de realização da pesquisa; APu: Ano de publicação do artigo, e; Ci: Número de citações do artigo em outros estudos.

- Etapa 8: Localizar os artigos selecionados no formato integral de textos, e;
- Etapa 9: Leitura sistemática e análise dos artigos.

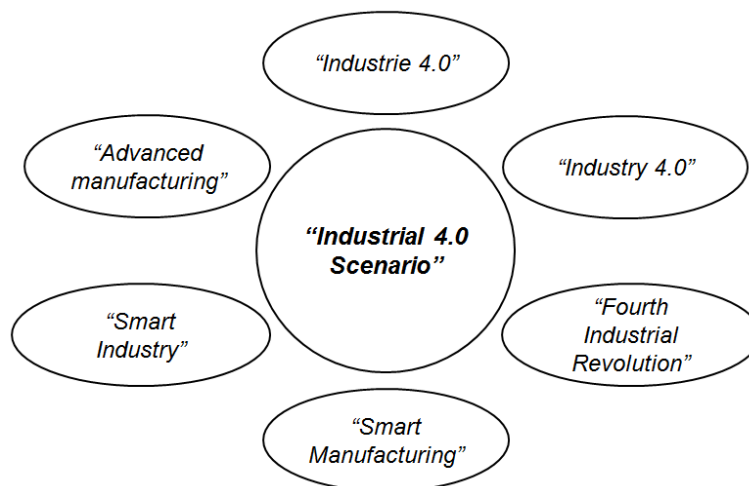
Neste estudo, as nove etapas de Pagani, Kovalski e Resende (2015; 2018) foram organizadas em quatro fases:

- Fase 1: Definir e planejar a pesquisa (Etapas 1, 2 e 3);
- Fase 2: Executar a pesquisa (Etapas 4 e 5);
- Fase 3: Ordenar os artigos conforme a relevância científica (Etapas 6 e 7);
- Fase 4: Selecionar e analisar os artigos (Etapas 8 e 9).

3.2.1.1 Fase 1: Definir e planejar a pesquisa

Visando facilitar a organização das informações, a palavra-chave “Industrial 4.0 Scenario” foi definida neste estudo para representar outras palavras-chave que também podem ser utilizadas para tratar da Indústria 4.0 (Figura 12).

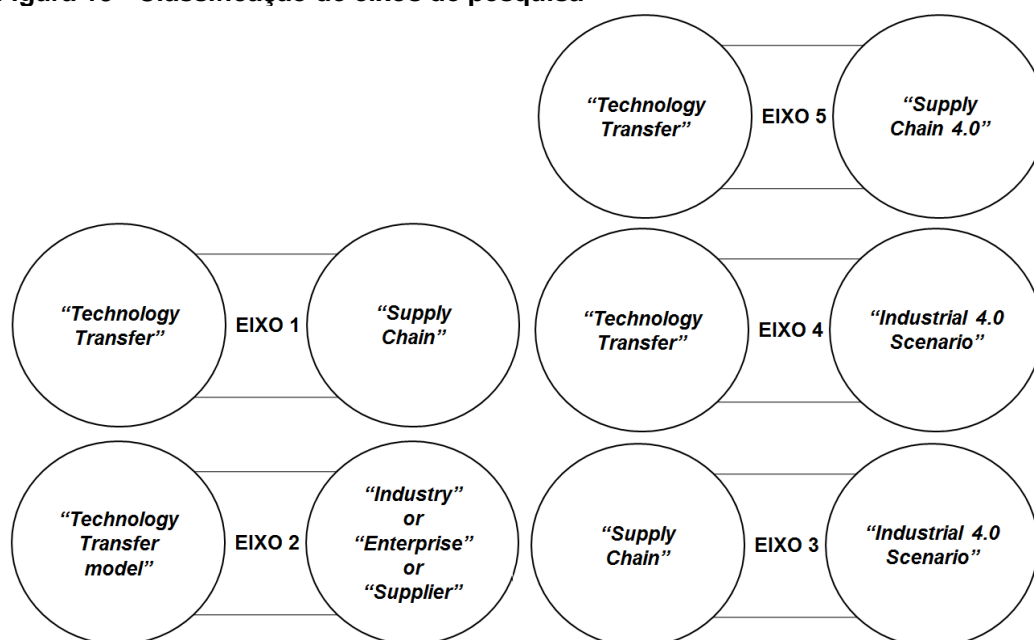
Figura 12 - Palavras-chave inseridas em “Industrial 4.0 Scenario”



Fonte: Autor (2018)

Combinações distintas de palavras-chave foram realizadas, constituindo-se cinco eixos de pesquisa, conforme apresentadas na Figura 13.

Figura 13 - Classificação de eixos de pesquisa



Fonte: Autor (2018)

Enquanto os eixos de pesquisa 1 e 2 visam a obtenção de estudos para compreensão da Transferência de Tecnologia (TT), o eixo 3 para compreensão do Cenário Industrial 4.0 no geral, e os eixos 4 e 5 para discussões da Transferência de Tecnologia no Cenário Industrial 4.0. As palavras-chave “*Supply chain*” e “*Supply chain 4.0*” (“*Digital supply chain*” e “*Smart supply chain*”) foram utilizadas pelo motivo de que uma cadeia de suprimentos engloba estudos sobre fornecedor, indústria e consumidor final, isto é, atuantes no contexto da TT externa.

Posteriormente foram definidas bases de dados para realização de buscas por artigos. As bases selecionadas foram Science Direct, Scopus e Web of Science. A escolha das três bases ocorreu em razão dessas apresentarem maiores números de artigos relacionados aos temas pesquisados (eixos de pesquisa definidos).

Para realização de buscas nas bases de dados foram empregados dois requisitos básicos:

- i) Palavras-chave: “Title-Abstract-Keywords”, e;
- ii) Período: “AllYears” até julho de 2018 (período definido para execução das buscas).

3.2.1.2 Fase 2: Executar a pesquisa

Nas bases de dados bibliográficos *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*, respectivamente, procedeu-se com as buscas por artigos. Cada eixo de pesquisa foi individualizado.

A partir da execução das buscas, o total de artigos encontrado para cada eixo de pesquisa foi organizado no gerenciador de referências Mendeley®.

Visando selecionar apenas artigos diretamente relacionados com o tema de pesquisa, foram aplicados critérios de filtragem para cada eixo, a destacar:

- i) Eliminar artigos em duplicidade;
- ii) Eliminar artigos publicados em conferências (pelo fato de não possuírem fator de impacto não são passíveis de ordenação por meio da Methodi Ordinatio de Pagani, Kovalski e Resende (2015; 2018), e;
- iii) Eliminar artigos não relacionados com o tema em estudo (análise de títulos e resumos), pois apesar das palavras-chave estarem inseridas nos artigos,

nem todos fornecem contribuições para o problema de pesquisa apresentado neste estudo.

3.2.1.3 Fase 3: Ordenar artigos conforme a relevância científica

O fator de impacto de cada artigo foi obtido no seu periódico de origem, o ano de publicação foi coletado do próprio artigo, e o número de citações foi obtido por meio do *Google Scholar*®, respectivamente.

O cálculo de valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio* foi determinado por meio da Equação 1 (p. 50), utilizando-se planilhas eletrônicas da Microsoft Excel®. De acordo com os autores deste método, é possível ordenar artigos de acordo a relevância científica, equacionando o fator de impacto, ano de publicação e número de citações de cada artigo.

3.2.1.4 Fase 4: Selecionar e analisar os artigos

Os artigos com maiores valores de *InOrdinatio* foram selecionados para análises, bem como, os artigos mais importantes com relação à relevância de temas. Essas análises foram realizadas por meio de leituras completas de artigos.

3.2.2 Identificação de barreiras à TT na Indústria 4.0

A identificação de barreiras que afetam a TT foi realizada por meio de revisão sistemática de literatura (análise exploratória de estudos científicos). Essas barreiras têm foco na TT entre fornecedores e indústria, ambos interessados no conceito de Indústria 4.0.

Foi realizado um agrupamento de barreiras de acordo com as categorias propostas por Duan, Nie e Coakes (2010), com relação: i) Ao conteúdo da tecnologia (refere-se à consistência do que será transferido entre as fontes); ii) Ao contexto interativo (é o ambiente, físico ou virtual onde ocorre a transferência de tecnologia),

e; iii) Às fontes emissor e receptor (são responsáveis por compartilhar e absorver a tecnologia).

3.2.3 Elaboração de modelo teórico de TT com foco na Indústria 4.0

Entre as diferentes interfaces de modelos de TT utilizou-se a de “empresa - empresa” definida por Pagani *et al.* (2016) (Figura 3, p. 27).

Por meio da revisão de literatura (eixo de pesquisa 2, Figura 13, p. 49) foram identificados modelos de TT que se enquadram na interface “empresa - empresa” (denominada neste estudo como “fornecedor - indústria”. Os conceitos, as etapas e fases, as contribuições práticas e as lacunas apresentados em cada modelo de TT foram analisados.

Posteriormente, foi proposto um modelo teórico de TT voltado à Indústria 4.0, estruturado por dez fases, baseando-se na literatura e em conhecimentos da área de Gestão da Transferência de Tecnologia. A estrutura deste modelo também foi apresentada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS DA BIBLIOMETRIA

Os resultados obtidos nas buscas para as respectivas combinações de palavras-chave, em cada uma das três bases de dados, estão descritos nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 - Resultados obtidos para elaboração da revisão sistemática de literatura*

Eixo	Combinação de palavras-chave	*Science Direct
1	"Technology Transfer" AND "Supply Chain"	5 artigos
2	"Technology Transfer Model" AND ("Industry" or "Enterprise" or "Supplier")	4 artigos
3	"Supply Chain" AND "Industrial 4.0 Scenario"	35 artigos
4	"Technology Transfer" AND "Industrial 4.0 Scenario"	0 artigo
5	"Technology Transfer" AND ("Supply Chain 4.0" OR "Digital Supply Chain" OR "Smart Supply Chain")	0 artigo

Fonte: Elaborado pelo autor (2018), a partir de dados de *Science Direct*

Tabela 2 - Resultados obtidos para elaboração da revisão sistemática de literatura**

Eixo	Combinação de palavras-chave	**Scopus
1	"Technology Transfer" AND "Supply Chain"	183 artigos
2	"Technology Transfer Model" AND ("Industry" or "Enterprise" or "Supplier")	21 artigos
3	"Supply Chain" AND "Industrial 4.0 Scenario"	84 artigos
4	"Technology Transfer" AND "Industrial 4.0 Scenario"	21 artigos
5	"Technology Transfer" AND ("Supply Chain 4.0" OR "Digital Supply Chain" OR "Smart Supply Chain")	0 artigo

Fonte: Elaborado pelo autor (2018), a partir de dados de *Scopus*.

Tabela 3 - Resultados obtidos para elaboração da revisão sistemática de literatura***

Eixo	Combinação de palavras-chave	***Web of Science
1	"Technology Transfer" AND "Supply Chain"	14 artigos
2	"Technology Transfer Model" AND ("Industry" or "Enterprise" or "Supplier")	21 artigos
3	"Supply Chain" AND "Industrial 4.0 Scenario"	13 artigos
4	"Technology Transfer" AND "Industrial 4.0 Scenario"	0 artigo
5	"Technology Transfer" AND ("Supply Chain 4.0" OR "Digital Supply Chain" OR "Smart Supply Chain")	0 artigo

Fonte: Elaborado pelo autor (2018), a partir de dados de *Web of Science*

A base de dados bibliográficos *Scopus* apresentou maior total de artigos sobre os temas pesquisados, seguida da *Web of Science* e *Science Direct*. Os respectivos totais de artigos obtidos nessas bases de dados, descritos nas Tabelas 1, 2 e 3, estão organizados na Tabela 4.

Tabela 4 - Simplificação de resultados obtidos no estudo

Eixo de pesquisa	Base de dados			Total de artigos
	Science Direct	Scopus	Web of Science	
Eixo 1	5 artigos	183 artigos	14 artigos	202
Eixo 2	4 artigos	21 artigos	21 artigos	46
Eixo 3	35 artigos	84 artigos	13 artigos	132
Eixo 4	0 artigo	21 artigos	0 artigo	21
Eixo 5	0 artigo	0 artigo	0 artigo	0

Legenda:

Eixo 1 - "Technology Transfer" and "Supply Chain"

Eixo 2 - "Technology Transfer model" and ("Industry" or "Enterprise" or "Supplier")

Eixo 3 - "Supply Chain" and "Industrial 4.0 Scenario"

Eixo 4 - "Technology Transfer" and "Industrial 4.0 Scenario"

Eixo 5 - "Technology Transfer" and ("Supply chain 4.0" or "Digital supply chain" or "Smart supply chain")

Fonte: Elaborado pelo autor (2018), a partir de *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*

Oteve-se um total bruto de 401 artigos (Eixo 1 com 202 artigos, Eixo 2 com 46 artigos, Eixo 3 com 132 artigos, Eixo 4 com 21 artigos e Eixo 5 com zero artigos, respectivamente). É notório o maior número de artigos no Eixo de pesquisa 1, pois a combinação de palavras-chaves intercepta temas já consolidados, a Transferência de Tecnologia e a Cadeia de Suprimentos no geral, seguido do Eixo de pesquisa 3, onde constam artigos com temas mais atuais relacionados à Indústria 4.0, porém amplos.

Os processos de filtragem aplicados para os resultados de artigos obtidos estão descritos na Tabela 5.

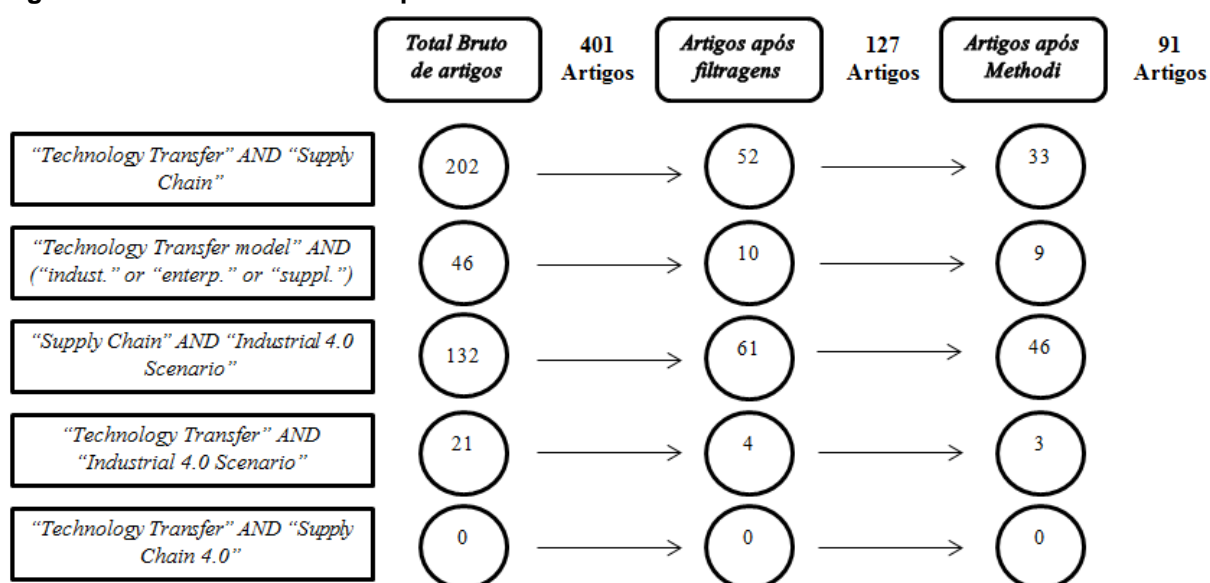
Tabela 5 - Procedimentos de filtragem de artigos

Critério de filtragem	EIXO DE PESQUISA 1	
	Total bruto de artigos	Total de artigos após filtragem
i) Artigos em duplicidade	202	190
ii) Artigos de conferência	190	185
iii) Artigos fora do escopo	185	52
Critério de filtragem	EIXO DE PESQUISA 2	
	Total bruto de artigos	Total de artigos após filtragem
i) Artigos em duplicidade	46	34
ii) Artigos de conferência	34	24
iii) Artigos fora do escopo	24	10
Critério de filtragem	EIXO DE PESQUISA 3	
	Total bruto de artigos	Total de artigos após filtragem
i) Artigos em duplicidade	132	86
ii) Artigos de conferência	86	80
iii) Artigos fora do escopo	80	61
Critério de filtragem	EIXO DE PESQUISA 4	
	Total bruto de artigos	Total de artigos após filtragem
i) Artigos em duplicidade	21	17
ii) Artigos de conferência	17	10
iii) Artigos fora do escopo	10	4

Fonte: Autor (2018)

Com o objetivo de simplificar a visualização de resultados inerentes aos procedimentos de filtragem e ordenação dos artigos, foi elaborado um fluxograma, conforme apresentado na Figura 14.

Figura 14 - Resultados obtidos por meio da revisão sistemática de literatura



Fonte: Autor (2018)

Sucedendo a aplicação de procedimentos de filtragem e ordenação de estudos, foram selecionados 91 artigos para leituras na íntegra (Eixo 1 com 33 artigos, Eixo 2 com 9 artigos, Eixo 3 com 46 artigos e Eixo 4 com 3 artigos, respectivamente), mediante às justificativas expostas na Tabela 6.

Tabela 6 - Justificativas de seleção de artigos, obtidos no estudo

EIXO	Total de artigos submetidos à <i>Methodi</i>	Total de artigos com melhores resultados de <i>InOrdinatio da Methodi</i> e relevância de temas	Total de artigos eliminados devido aos baixos resultados de <i>InOrdinatio</i> e/ou menor relevância quanto aos temas
1	52	33	19
2	10	9	1
3	61	46	15
4	4	3	1

Fonte: Autor (2018)

Os artigos não analisados foram descartados pelo fato de se tratarem de estudos mais antigos e com poucas ou zero citações na literatura. Tais fatores (ano de publicação e número de citações) associados ao fator de impacto do *Journal* refletiram em baixos valores de *InOrdinatio da Methodi Ordinatio*. Ressalta-se que em conjunto com a aplicação do método foi utilizado o critério Relevância de temas abordados nos artigos. Cabe ressaltar que os artigos relevantes de conferências também foram analisados. Os artigos relevantes para o presente estudo foram devidamente analisados e algumas de suas informações e dados estão no Apêndice 2.

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A TT pode ocorrer entre pessoas de uma mesma indústria, entre diferentes indústrias, entre fornecedor e indústria (SINGH; AGGARWAL, 2010; PAGANI *et al.*, 2016), entre indústria e consumidores finais, e assim por diante, envolvendo essas e/ou outras entidades e/ou instituições. Por se tratar de uma área ampla, este estudo limita-se à TT externa que pode ocorrer em uma indústria ao estar interessada nas tecnologias da Indústria 4.0.

4.2.1 Transferência de Tecnologia externa na Indústria 4.0

A TT externa é influenciada por especificidades (variáveis qualitativas e quantitativas, estudadas, mensuradas e/ou avaliadas por meio de modelos de TT, formulações de políticas, resultados de vínculos colaborativos) e atores. Portanto, a TT tem seu desempenho influenciado pelos seguintes aspectos:

i) Tecnologia a ser adquirida (as dimensões, parâmetros, composições e funções devem ser consideradas na TT) (SZULANSKI, 1996; TATIKONDA; STOCK, 2003; DUAN, NIE; COAKES, 2010). De acordo com Zhão, Tian e Zillante (2014), a tecnologia é um dos principais elementos que atua na formação e desenvolvimento de indústrias e de cadeias de suprimentos competitivas;

ii) Fontes emissora e receptora (agentes diretos) (TAKAHASHI, 2005). Pode ser o fornecedor da tecnologia, centro de pesquisa, instituição de ensino, indústria de manufatura, entre outras organizações e/ou entidades públicas ou privadas (SINGH; AGGARWAL, 2010). São responsáveis em compartilhar e absorver a tecnologia, respectivamente (DUAN; NIE; COAKES, 2010);

iii) Apoiadores da TT (agentes indiretos) (são as instituições, organizações e/ou pessoas que apoiam ou investem recursos à TT). Serão beneficiados de uma forma ou de outra no mercado;

iv) Barreiras à TT (impõem-se como obstáculos e podem afetar o alcance de sucesso desejado para TT). Duan, Nie e Coakes (2010) classificam as barreiras com relação: i) Ao conteúdo da tecnologia (refere-se à consistência do que será transferido entre as fontes emissora e receptora); ii) Ao contexto interativo (é o ambiente físico ou virtual onde ocorre a transferência de tecnologia), e; iii) Às fontes emissora e receptora;

v) Mecanismos de TT (consistem nos canais que facilitam o direcionamento e a execução de atividades e/ou operações para transferência desejada). O modo como a TT é conduzida torna-se determinante para alcance de melhores resultados;

vi) Modelo de TT de natureza qualitativa (descreve as etapas, fases ou atividades para gestão da TT e os fatores que podem influenciar sua eficácia) ou quantitativa (visa quantificar, mensurar e analisar variáveis para a gestão da TT) (SINGH; AGGARWAL, 2010), e;

vii) Formulações de políticas à TT (são conjuntos de informações, normas e ações que podem inibir a TT, apresentando-se como barreiras, ou facilitá-la).

Na Indústria 4.0, a tecnologia ou conjunto de tecnologias, bem como a estrutura de um modelo de TT se apresentam como aspectos de grande influência à Gestão da TT.

Por meio da TT externa, a indústria tem maiores possibilidades de adquirir vantagens estratégicas perante concorrentes (HUNG; TANG, 2008; HERTERICH; UEBERNICKEL; BRENNER, 2015), domínio de novos conhecimentos tecnológicos (TAKAHASHI; SACOMANO, 2002; CARVALHO; CUNHA, 2013), eficiência produtiva (SINGH; AGGARWAL, 2010) e inovações de produtos (PRYSTHON; SCHMIDT, 2002). Com a aquisição e a transferência externa de tecnologias, as indústrias poupam recursos e investimentos financeiros para P&D, que na prática, seriam inviáveis (HUNG; TANG, 2008).

4.2.1.1 Barreiras à TT para categoria “empresa - empresa”, na Indústria 4.0

Uma série de barreiras pode afetar a eficácia da TT entre fornecedores e indústria no Cenário Industrial 4.0, conforme o Quadro 9. Essas barreiras foram classificadas de acordo com as categorias propostas por Duan, Nie e Coakes (2010) com relação: i) Ao conteúdo da tecnologia (refere-se à consistência do que será transferido entre as fontes); ii) Ao contexto interativo (é o ambiente, físico ou virtual onde ocorre a transferência de tecnologia), e; iii) Às fontes emissor e receptor (são aqueles responsáveis por compartilhar e absorver a tecnologia).

Quadro 9 - Barreiras à TT entre fornecedor e indústria, no contexto da Indústria 4.0

Continua.

Categoria	Barreira	Autor
Barreira inerente à tecnologia	Complexidade da tecnologia com relação ao conhecimento embutido e à composição, atributos e modos de operacionalização.	Ford, Mortara e Probert (2012) Huang <i>et al.</i> (2012) Blohmke (2014)
Barreira inerente ao contexto interativo	Cooperação deficiente entre as fontes emissor e receptor	Gausemeier <i>et al.</i> (2016) Kagermann <i>et al.</i> (2016)
	Falta de planejamento nas atividades diversas	
	Linguagem a nível global deficiente (escrita e/ou oral e/ou técnica) Falhas de comunicação	Desidério e Zilber (2014) Kang <i>et al.</i> (2015) Becker e Stern (2016) Hecklau <i>et al.</i> (2016)

Fonte: Autor (2018)

Quadro 9 - Barreiras à TT entre fornecedor e indústria, no contexto da Indústria 4.0

		Conclusão.
Categoria	Barreira	Autor
Barreira inerente ao contexto interativo	Localização geográfica	Jude (2015)
	Infraestrutura (condições físicas e/ou digitais e estruturais do ambiente industrial)	Duan, Nie e Coakes (2010) Firjan (2016) Vaidya, Ambad e Bhosle (2018)
	Falta de investimentos financeiros	Huang <i>et al.</i> (2012) Martínez, Galván e Palacios (2013) Sung (2018) Vaidya, Ambad e Bhosle (2018)
	Incertezas com a aplicação da tecnologia	Gausemeier <i>et al.</i> (2016)
Barreira inerente à fonte emissor	Conhecimento e experiências sobre a tecnologia	Ford, Mortara e Probert (2012)
	Capacidades em compartilhar a tecnologia	Desidério e Zilber (2014) Duarte e Martins (2016)
Barreira inerente à fonte receptor	Capacidades descentralizadas para absorção da tecnologia	Kumar, Luthra e Haleem (2015) Schimith <i>et al.</i> (2015)

Fonte: Autor (2018)

De acordo com Tatikonda e Stock (2003), tecnologias a serem transferidas admitem diferentes formas e composições, e deste modo, enquanto algumas podem ser facilmente incorporadas nos sistemas produtivos, outras demandam operações mais complexas. Nos casos das tecnologias que compõem a Indústria 4.0, por se tratarem de tecnologias avançadas e particularmente novas para muitas empresas, a transferência dessas torna-se bastante desafiadora.

Uma parcela considerável de indústrias nos países emergentes percebe a necessidade de aquisição de novas tecnologias (JABAR; SOOSAY; SANTA, 2010), visando que sejam obtidos melhores processos produtivos, serviços mais eficientes (KUMAR; LUTHRA; HALEEM, 2015), permanência no mercado, maximização de lucros (GÖLLÜ, 2018), entre outras vantagens.

O conhecimento embutido na tecnologia e aos modos de operacionalização e manutenção desta são de posse exclusivamente do fabricante, que compreende na prática suas características técnicas e operacionais. Tal empresa ao negociar essa tecnologia com outras empresas passa a admitir um papel de fornecedor no mercado. Sendo assim, criam-se cadeias de suprimentos tecnológicos constituídas por fornecedores e empresas interessadas na aquisição da tecnologia.

Definida a tecnologia a ser transferida, o receptor (indústria) pode trabalhar em conjunto com a fonte emissor (fornecedor), de modo que ocorra a transferência da tecnologia de maneira eficaz (TATIKONDA; STOCK, 2003). O sucesso da TT é

decorrente de muitos fatores, um deles é a cooperação conjunta entre fornecedores, centros de pesquisa e indústrias, propiciando um ambiente facilitador para aplicação e transferência de tecnologias da Indústria 4.0 (GAUSEMEIER *et al.*, 2016). Em seu estudo Kagermann *et al.* (2016), por meio de entrevistas com empresas, instituições de pesquisas e outras entidades, constataram que a cooperação é um requisito essencial para o sucesso da implementação de tecnologias da Indústria 4.0.

É essencial que o vínculo do relacionamento a ser criado entre ambas as fontes não esteja limitado apenas no conhecimento e nos atributos da tecnologia, mas também nas experiências que o fornecedor possui e capacidades em compartilhar a tecnologia, bem como, a capacidade da empresa adquirente de assimilar e incorporar a tecnologia em seu ambiente industrial (FORD; MORTARA E PROBERT, 2012).

Na Transferência de Tecnologia, a absorção de tecnologias deve estar bem orientada para evitar ocorrências de anomalias na indústria devido às falhas de gestão e/ou operacionalização (SCHIMITH *et al.*, 2015). De acordo com Kumar, Luthra e Haleem (2015) a transferência efetiva de tecnologia é dificultada por algumas barreiras, especialmente para as indústrias dos países emergentes que devem estar aptas em absorver as tecnologias. Contudo, nada adianta uma eficiente capacidade de absorção se há disfunções agravantes ao compartilhar tecnologias por parte de fornecedores.

Na literatura é descrita uma série de barreiras que inibem a Transferência de Tecnologia (TT), contudo, no contexto de Indústria 4.0 algumas dessas barreiras se destacam e se demonstram influentes, como as respectivas capacidades das fontes em compartilhar e absorver tecnologias. De acordo com Lee, Wang e Lin (2010), a utilização eficiente de uma tecnologia só é possível se a indústria compradora tem pleno conhecimento acerca desta, isto é, se realmente ocorre o compartilhamento e absorção adequados por fornecedor e indústria, respectivamente.

A absorção de tecnologias externas é essencial para inovação das empresas e para adaptação dessas às mudanças no mercado (CAMISÓN; FORÉS, 2010). Cohen e Levinthal (1990) definem capacidade de absorção como capacidade de uma organização adquirir, assimilar e explorar um conhecimento e/ou outros elementos, por meio de processos de transferências internos, mas principalmente externos conforme Camisón e Forés (2010). De acordo com Prysthon e Schmidt

(2002), a efetiva TT é aquela cujo receptor absorve as tecnologias e torna-se apto para inovar.

Liao, Fei e Chen (2007), em seu estudo, avaliaram na indústria a relação entre o compartilhamento de tecnologia e a capacidade de absorção do mesmo. Os autores constataram que o compartilhamento pode desenvolver e maximizar a capacidade de absorção de tecnologias por pessoas nas organizações. Tanto uma indústria como seus fornecedores podem se beneficiar com a TT.

Para se adequar aos conceitos e práticas da Indústria 4.0 a indústria interessada pode enfrentar diversos desafios, dependendo de suas limitações e do nível de maturidade tecnológico e de gestão que a mesma apresenta. De modo a sanar prováveis deficiências relacionadas à absorção das tecnologias é essencial que o compartilhamento ocorra por fornecedores capacitados e que tenham potencial para inserir novos conhecimentos e técnicas na indústria interessada. A experiência, de acordo com Desidério e Zilber (2014) é um fator importante para TT e, portanto, sua falta por parte dos fornecedores, ou da entidade que porta a tecnologia, apresenta-se como uma barreira.

Uma questão muito comum é que a maioria das novas tecnologias é criada por países desenvolvidos, e a opção para os países emergentes é a importação dessas tecnologias (JUDE, 2015). Sendo assim, outra barreira inerente ao processo de TT é a comunicação e o idioma deficientes, sendo necessária uma interação entre os agentes fornecedores e indústria de manufatura a nível global (DESIDÉRIO; ZILBER, 2014; BECKER; STERN, 2016; HECKLAU *et al.*, 2016).

A localização geográfica é outra importante barreira neste contexto, pois, as tecnologias terão que ser deslocadas de uma região a outra, oriundas de países desenvolvidos para países emergentes (JUDE, 2015), ou ainda entre os próprios países desenvolvidos.

Para as indústrias interessadas nas tecnologias 4.0, outras barreiras que podem afetar a TT são aquelas associadas ao ambiente interativo, como condições físicas e estruturais inadequadas do ambiente industrial (DUAN; NIE; COAKES, 2010) e falta de investimentos financeiros (HUANG *et al.*, 2012 e MARTÍNEZ, GALVÁN; PALACIOS, 2013), ou incertezas quanto à rentabilidade dos investimentos realizados. De acordo com Sung (2017), a Indústria 4.0 exige grandes investimentos em tecnologias. Para a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) (2016), a Indústria 4.0 requer uma infraestrutura tecnológica capaz de

suportar sistemas físicos e virtuais complexos. O ambiente industrial necessita estar apoiado a cenário físico que contribua para a aplicação de conceitos e tecnologias e práticas da Indústria 4.0.

Outras barreiras de TT, já consolidadas que são mencionadas na literatura por diversos pesquisadores, não apresentam tanta influência no processo de TT da cadeia de suprimentos (estágios fornecedores e indústria), como a falta de interesse e/ou motivação para transferência, tendo em vista a necessidade do forte vínculo comercial entre ambas as fontes interessadas.

A identificação de barreiras predominante à TT entre indústria e fornecedor é importante para gestão adequadas destas, que aliada ao uso de modelos de TT possibilitam melhores chances de sucesso às organizações. Diversas barreiras também são evitadas ou gerenciadas por meio de modelos de TT, pois uma série de questões é considerada com relação à equipe de TT, ao planejamento de decisões, à tecnologia ou conjunto de tecnologias, a seleção de provedor de tecnologias, entre outras.

4.2.1.2 Comparativo entre modelos de TT “empresa - empresa”

Entre os modelos de TT analisados, três deles apresentam contribuições práticas às indústrias de manufatura interessadas em tecnologias. Porém, algumas lacunas também foram constatadas nos modelos de TT existentes e, portanto, são incorporadas em um modelo de TT proposto neste estudo (Quadro 10).

Quadro 10 - Comparativo entre Modelos de TT “empresa - empresa”

Continua.

¹Modelo TT obtido na literatura e ²Modelo TT proposto pelo autor			
¹Modelo de Grange e Buys (2002)	¹Modelo de Jagoda e Ramanathan (2003, 2005, 2009)	¹Modelo de Rani et al. (2018) (abordagem)	²Modelo proposto nesta pesquisa (2018)
		-	Fase 1. Compreensão do cenário industrial almejado
		-	Fase 2. Análise de maturidade da indústria no contexto tecnológico, de infraestrutura e gestão

Fonte: Autor (2018)

Quadro 10 - Comparativo entre Modelos de TT “empresa - empresa”

Conclusão.

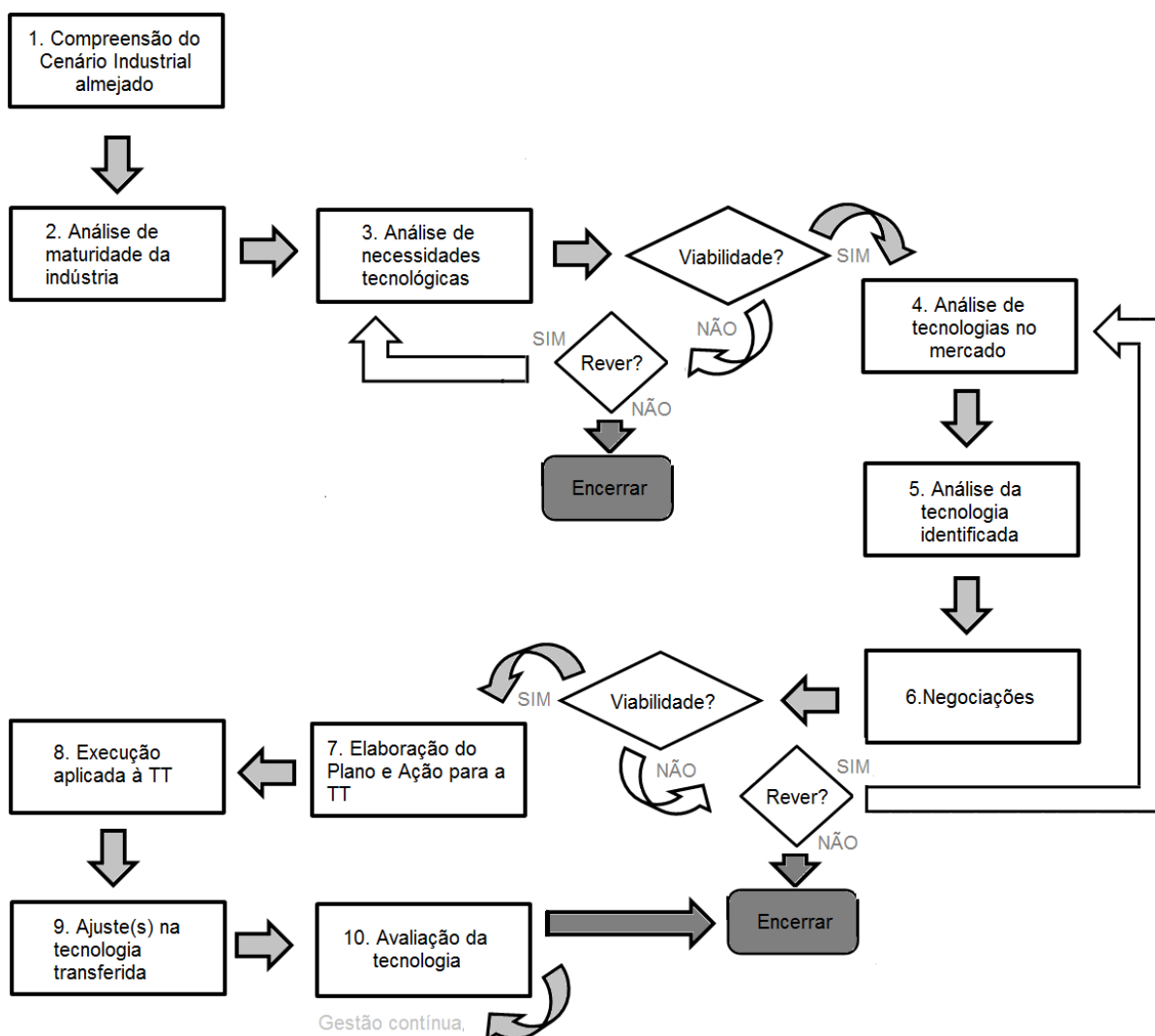
¹Modelo TT obtido na literatura e ²Modelo TT proposto pelo autor			
¹Modelo de Grange e Buys (2002)	¹Modelo de Jagoda e Ramanathan (2003, 2005, 2009)	¹Modelo de Rani et al. (2018) (abordagem)	²Modelo proposto nesta pesquisa (2018)
i) Identificação de necessidades da transferência	i) Detecção de oportunidades para transferência	i) Aquisição da tecnologia (proposta)	Fase 3. Análise de necessidades tecnológicas
ii) Pesquisa de tecnologias	i) Identificação de tecnologias	ii) Escolha de tecnologias	Fase 4. Análise de tecnologias no mercado
iii) Avaliação da tecnologia	ii) Pesquisa de tecnologia focada		Fase 5. Análise da tecnologia identificada
-	iii) Negociações	iii) Termos de condições para TT	Fase 6. Negociações com fornecedores
-	iv) Preparação de um plano de implementação do projeto de TT	iv) Criação de capacidade para TT	Fase 7. Elaboração do Plano e Ação à TT
iv) Execução da TT	v) Implementação da tecnologia	v) Aquisição da tecnologia (ação)	Fase 8. Execução aplicada à TT
v) Personalização da tecnologia transferida	-	-	Fase 9. Ajustes operacionais na tecnologia transferida
vi) Implementação de melhorias na tecnologia transferida	-	-	
vii) Gestão da tecnologia	vi) Avaliação do impacto da TT	-	Fase 10. Avaliação de desempenho da tecnologia em operação

O modelo de TT apresentado neste estudo, além de atender fases e etapas fundamentais já descritas por outros modelos, descreve melhorias e contribuições para avanços na área de Gestão da TT. As fases do modelo proposto estão melhor detalhadas e direcionadas para um cenário industrial atual, apesar de aplicáveis às tecnologias convencionais.

4.2.1.3 Modelo teórico de Transferência de Tecnologia orientado à Indústria 4.0

Para facilitar a TT nas indústrias, este estudo propõe um modelo qualitativo, cujo foco está no vínculo colaborativo entre o fornecedor da tecnologia e a indústria de manufatura, no Cenário Industrial 4.0 (Figura 15).

Figura 15 - Proposta de modelo teórico de TT “fornecedor - indústria”



Fonte: Autor (2018)

O modelo de TT proposto é estruturado por 10 fases teóricas e apresenta dois processos decisórios específicos, a avaliação de viabilidade (baseando-se em fases anteriores verificam-se por meio de critérios pertinentes econômicos, políticos, entre outros, se determinada necessidade da indústria, bem como, certa tecnologia podem ser consideradas e priorizadas no momento). Quando não viáveis, análises prévias deverão ser revisadas, seguindo-se para definição de outra necessidade ou tecnologia específica, ou ainda implicar no encerramento de incompleto da TT. São úteis para evitar alocações inadequadas de recursos diversos.

4.2.1.3.1 Fase 1. Compreensão do cenário industrial almejado

Na implementação do modelo de TT proposto é necessário estabelecer uma equipe, incluindo os principais representantes da indústria interessada pelo conceito de Indústria 4.0, que ocupam cargos de liderança. Müller, Buliga e Voigt (2018), em seu estudo, para entender a influência do conceito de Indústria 4.0 em pequenas e médias empresas alemãs, entrevistaram chefes e gerentes dos departamentos de vendas, produção, P&D, logística, Recursos humanos e Tecnologia da Informação, e alguns representantes externos experientes vinculados à indústria. Os envolvidos na TT, além de possuir maior capacitação e conhecimento multidisciplinar, ocupam funções estratégicas em departamentos específicos.

É essencial que na indústria os seus representantes busquem compreender sobre os avanços tecnológicos e tendências de mercado na atualidade, de modo que seja possível realizar discussões pertinentes, perspectivas de implementações, aquisições de tecnologias e aplicações internas.

A Indústria 4.0 é muito discutida como sendo a Quarta Revolução Industrial, pois além de seu conceito estar fundamentado por tecnologias avançadas, também se propõe em criar novas configurações de processos de produção por meio de recursos físico e digital e sistemas mais inteligentes (JASIULEWICZ-KACZMAREK; SANIUK; NOWICKI, 2017). Por se tratar de um conceito atual e pouco explorado nas indústrias no geral, é necessário que este seja melhor compreendido. No estudo de Müller, Buliga e Voigt (2018) pôde-se observar que mesmo na Alemanha, surgem perspectivas distintas com relação ao conceito de Indústria 4.0 e às questões de investimentos, reconhecimentos por parte dos consumidores, vantagens e desafios às indústrias.

O conceito de Indústria 4.0, sua aplicabilidade, vantagens e desafios para a pequena, média e/ou grande empresa deverão ser explorados visando produzir e/ou maximizar o conhecimento. De acordo com Thom *et al.* (2018), o objetivo desta prática é propiciar às pessoas da indústria (representantes e outros colaboradores) o adequado entendimento de Indústria 4.0. É caracterizada como processo contínuo de aprendizagem.

O contato preliminar e contínuo de pessoas, situadas em níveis estratégicos da indústria, com os assuntos direcionados à Indústria 4.0 visa capacitá-las para processos decisórios necessários para a aquisição e transferência de tecnologias.

Para que um conceito, técnica ou procedimento seja aplicado é necessário explorá-lo, e adquirir informações e conhecimento que forneçam todo suporte técnico.

4.2.1.3.2 Fase 2. Análise de maturidade da indústria

Esta fase visa gerar como resultado, o autoconhecimento da indústria com relação as suas respectivas capacidades tecnológica, de infraestrutura e produtiva.

Por meio da análise de maturidade, que pode ser complexa, é possível ter um diagnóstico de potencialidades e de limitações de recursos tecnológicos e de infraestruturas física, digital e humana necessários para acomodar e gerir conjuntos de tecnologias da Indústria 4.0. De acordo com Kosieradzka (2017) explorar os níveis de maturidade tecnológica permite mensurar quão avançada é uma indústria. Segundo Tonelli *et al.* (2016) os modelos de maturidade orientados à Indústria 4.0 são úteis, pois visam criar roteiros estruturados para melhorias na organização.

Para o desenvolvimento da Indústria 4.0, Schuh *et al.* (2017) descrevem seis níveis de maturidade nas áreas de gestão de recursos, como tecnológico e humano, sistemas de informação e estrutura e cultura organizacional. Colli *et al.* (2018) abordam um modelo de maturidade para avaliar os níveis de digitalização de processos na organização. Os requisitos de digitalização estão inseridos nas áreas da governança, tecnologia, Infraestrutura e gestão de recursos.

Schumacher, Erol e Sihn (2016) relatam que um modelo de maturidade deve atender os requisitos tecnológicos, da produção (produtos e operações) e gestão (estratégia, liderança, governança e cultura organizacional e pessoas). É necessário dispor de um modelo de maturidade que melhor se adeque às características e aos objetivos da indústria.

É necessário que as tecnologias disponíveis na indústria estejam alinhadas ao que se espera e/ou está projetado para a Indústria 4.0. Tecnologias inteligentes (dispositivo, máquina e equipamento), tecnologias da informação e de segurança dos dados (hardware, software, aplicativo), redes e infraestrutura digital, entre outros conjuntos de tecnologias integrados (sistemas) serão necessários.

4.2.1.3.3 Fase 3. Análise de necessidades tecnológicas

Dois conjuntos de necessidades estão inseridos nesta fase:

- i) As necessidades estratégicas que uma indústria apresenta (maximizar a produção; favorecer a qualidade de produtos, reduzir custos, entre outras), e;
- ii) As necessidades técnicas, úteis para suprir as necessidades estratégicas (disponibilidades de máquinas automatizadas, dispositivos e sensores, entre outras).

A aplicação do conceito da Indústria 4.0 no ambiente industrial deve resultar no alcance de dimensões ou requisitos, que visam suprir uma ou mais necessidades estratégicas específicas. Corrêa e Corrêa (2008) apresentam alguns indicadores que são apreciados pelos consumidores e, por consequência, pela indústria de bens e serviços, são eles:

- Custo (redução de desperdícios, melhoria da qualidade e produtividade e competitividade);
- Flexibilidade (capacidade de respostas rápidas na produção);
- Velocidade (tempo de respostas às disfunções existentes em processos produtivos, tempo de atendimento aos consumidores);
- Qualidade (redução de falhas, melhores bens e/ou serviços prestados), e;
- Confiabilidade (redução de atrasos nas entregas, precisão nas operações, entre outros).

Outros requisitos importantes são:

- Inovação (disponibilidade de bens e/ou serviços personalizados e/ou diferenciados no mercado), e;
- Meio ambiente (bens e/ou práticas sustentáveis no desenvolvimento de produtos e produção).

As necessidades da indústria de manufatura podem estar direcionadas ao processo produtivo, produto, gestão industrial e/ou consumidor final. A tecnologia ou conjunto de tecnologias passa a auxiliar no atendimento dessas necessidades e no alcance de outros objetivos estratégicos. Müller, Buliga e Voigt (2018) constataram maior percepção de gestores, na Indústria 4.0, às vantagens competitivas com a melhoria de processos produtivos, bem como, gestão de recursos nas indústrias.

Na indústria, o grupo de representantes definido para conduzir a TT deve avaliar as reais necessidades de adquirir características da Indústria 4.0.

Posteriormente, devem-se identificar as tecnologias que a indústria precisa:

- Máquinas para produção em sistema integrado;
- Robôs e *softwares* de inteligência artificial;
- Sistema inteligente (constituído por equipamento físico, sensores, redes e sistemas de controle) (LIU *et al.*, 2017), entre outros.

Conforme observado no estudo de Müller, Buliga e Voigt (2018), algumas empresas podem apresentar potencial para realizar uma revolução tecnológica, enquanto que outras passarão por um processo evolutivo, adotando tecnologias e melhorando processos, gradativamente.

4.2.1.3.4 Fase 4. Análise de tecnologias no mercado

Nesta fase são obtidas e analisadas especificações técnicas de tecnologias (máquinas e/ou sistema) que o mercado dispõe.

As tecnologias e/ou conjunto de tecnologias desejáveis pela indústria devem ser explorados, em termos de especificações (dados e informações mais amplos, funções, disponibilidades de modelos, entre outros).

A identificação de tecnologias similares ou substitutas, que atenda a mesma necessidade da indústria, é útil para realização de comparativos entre fornecedores.

Uma tecnologia ou conjunto de tecnologias é priorizada(o) para análises mais detalhadas na fase seguinte, baseando-se nos critérios definidos na indústria, seja com relação às funções tecnológicas apresentadas, estratégias de mercado, vantagens comerciais e/ou outros critérios.

4.2.1.3.5 Fase 5. Análise da tecnologia identificada

O foco da indústria está direcionado para uma ou mais tecnologias alvo. Sendo assim, deverá ocorrer uma análise mais detalhada de informações.

O objetivo principal desta fase é propiciar o entendimento das características da(s) tecnologia(s) alvo (dimensões e peso, material de fabricação, requisitos para funcionamento e uso, potencialidades e limitações) e, por consequência, auxiliar nas decisões relacionadas ao planejamento e à implementação da mesma na indústria.

4.2.1.3.6 Fase 6. Negociações com fornecedores

Conforme Jagoda e Ramanathan (2003, 2005, 2009), as negociações não se restringem somente ao preço de compra. Questões relacionadas à TT deverão ser discutidas com relação à manutenção e ao suporte técnico da tecnologia, aos mecanismos de transferência aplicáveis e viáveis, entre outra. De acordo com Khabiria, Rast e Senin (2012), decisões relacionadas aos modos como a tecnologia será transferida é importante para beneficiar principalmente a fonte receptora.

É desenvolvida por meio de contatos diretos, prioritariamente, com os fornecedores da tecnologia, que podem ser empresas, centros de pesquisas, entre outros.

4.2.1.3.7 Fase 7. Elaboração do Plano e Ação à TT

O planejamento da TT é elaborado no início de qualquer projeto tecnológico. Esta etapa visa organizar a indústria para inserção da tecnologia alvo por meio de contratação e capacitação de pessoas, reestruturação de arranjo físico e construção e/ou adaptação de infraestruturas.

Para evitar investimentos equivocados e inadequados deve-se organizar e planejar as ações, avaliar cenários e analisar e acompanhar resultados relacionados à TT (acomodação da tecnologia em momento posterior).

A infraestrutura necessária para acomodar a tecnologia deve ser projetada, simulada, readequada e/ou construída. Para a Indústria 4.0, esta é uma das etapas mais desafiadora para indústria executar.

Já outros requisitos são planejados e geridos com o objetivo de alocar pessoas nos ambientes produtivo e gerencial, sugerindo-se treinamentos, análises de competências humanas (HECKLAU *et al.*, 2016), aprendizagem contínua (THOM *et al.*, 2018), cursos diversos, visitas técnicas, entre outras.

4.2.1.3.8 Fase 8. Execução aplicada à TT

A tecnologia passa a ser deslocada do seu ambiente de origem (sob posse do fornecedor) à indústria. Deve ser instalada, bem como, interligada às máquinas e/ou ao sistema, entre outros procedimentos necessários.

Esta fase não se limita somente às operações de movimentação, pois um conjunto de conhecimento acompanha a tecnologia e, portanto, deve ser transferido às pessoas para operacionalização e usos na indústria. De acordo com Grange e Buys (2002), a TT somente é efetivada quando a tecnologia movida é utilizada pela fonte receptora.

4.2.1.3.9 Fase 9. Ajustes operacionais na tecnologia transferida

A tecnologia transferida passa por adequação aos usos por meio de testes e calibrações operacionais, adequação aos insumos e outros gerenciamentos diversos (GRANGE; BUYS, 2002; JAGODA; RAMANATHAN 2003, 2005, 2009). Devem ser definidos os responsáveis pelo suporte técnico, os procedimentos e periodicidade de ajustes e manutenções necessários.

4.2.1.3.10 Fase 10. Avaliação de desempenho da tecnologia em operação

A gestão da tecnologia é realizada até o seu fim do ciclo de vida (GRANGE; BUYS, 2002), bem como, todo acompanhamento e suporte técnico será prestado pelo fornecedor ou por representantes especializados.

Diferentemente da fase anterior que tem foco na operacionalização e usos, nesta fase os ajustes e ações aplicados destinam-se a melhorar o desempenho apresentado pela tecnologia, acoplando-se outros recursos como novas máquinas, dispositivos, expansão de funções, entre outros, no processo. Sendo assim, por meio desta fase (fase 10), ao ser interligada com a fase de análise de tecnologias no mercado (fase 5) por exemplo, é possível manter a TT em ciclo contínuo a partir do modelo de TT proposto.

4.2.1.4 Estrutura do modelo de TT proposto

No Quadro 11 é apresentada a estrutura do modelo de TT proposto.

Quadro 11 - Estrutura do modelo teórico de TT proposto neste estudo

Fase	Objetivo principal	Tecnologia e elementos transferíveis	Principais questões	Ações à TT	Mecanismo aplicável
Fase 1. Compreensão do cenário industrial almejado	- Propiciar o entendimento de interessados ao conceito, tecnologias e práticas desejados	<ul style="list-style-type: none"> - Resultado de pesquisa científica - Experiências - Conhecimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Por que é importante a aproximação da indústria com certo cenário ou avanço industrial? - O que é a Indústria 4.0? - Quais são as tecnologias da Indústria 4.0? - Quais são as vantagens, os desafios e as estratégias para implementação da Indústria 4.0? - Quem são os fornecedores especializados disponíveis? - Quais são os exemplos, reais aplicações e cases da Indústria 4.0 no ambiente industrial? 	<ul style="list-style-type: none"> - Estruturar uma equipe multidisciplinar para conduzir a TT (departamentos estratégicos de Diretoria, Compras, Produção, Financeiro, Desenvolvimento de produto, Tecnologia da informação e Recursos Humanos) - Criar e fortalecer vínculos colaborativos por portadores de conhecimento (grandes empresas, multinacionais, centros de pesquisas, fornecedores internacionais) - Criar um portfólio de conhecimento a respeito da Indústria 4.0 	<ul style="list-style-type: none"> - Material de ensino e aprendizagem - Palestras - Cursos - Estágios - Vídeos - Visitas técnicas - Artigos técnicos e/ou científicos - Feiras tecnológicas - Cursos - Conferências - Consultorias

Quadro 11 - Estrutura do modelo teórico de TT proposto neste estudo

Fase	Objetivo principal	Tecnologia e elementos transferíveis	Principais questões	Ações à TT	Mecanismo aplicável
Fase 2. Análise de maturidade da indústria no contexto tecnológico, de infraestrutura e gestão	- Obter o autoconhecimento da indústria com relação às suas capacidades potenciais e aspectos limitantes, com foco nas tecnologias disponíveis e recursos internos	- Resultado de pesquisa científica - Experiências	- Como realizar a análise de maturidade da indústria? - Qual modelo de maturidade escolher?	- Utilizar um modelo de maturidade específico e adequado à indústria - Considerar na análise os recursos: tecnologia, infraestruturas tecnológica e física, capital humano, gerencial (políticas internas e estratégicas - missão, visão, valores, fraquezas e potencialidades)	- Material de ensino e aprendizagem - Palestras - Cursos - Estágios - Vídeos - Visitas técnicas
Fase 3. Análise de necessidades tecnológicas	- Constatar as necessidades estratégicas (maximizar custo, ter maior desempenho produtivo, entre outros) e as necessidades técnicas (máquinas, sistema ou outros que suprem as necessidades estratégicas) da indústria	- Conhecimento	- Quais são os impactos da implementação da Indústria 4.0 com relação à viabilidade de investimentos <i>versus</i> benefícios? (necessidades técnicas <i>versus</i> estratégicas)	- Realizar planejamento estratégico (ambientes interno e externo) - Priorizar necessidades de ambas categorias	- Artigos técnicos e/ou científicos - Feiras tecnológicas - Cursos - Conferências - Consultorias

Quadro 11 - Estrutura do modelo teórico de TT proposto neste estudo

Fase	Objetivo principal	Tecnologia e elementos transferíveis	Principais questões	Ações à TT	Mecanismo de TT aplicável
Fase 4. Análise de tecnologias no mercado	- Obter especificações técnicas de tecnologias (necessidades técnicas priorizadas)	<ul style="list-style-type: none"> - Resultado de pesquisa científica - Experiências - Conhecimento - Projeto 	<ul style="list-style-type: none"> - Quais são as tecnologias existentes no mercado que podem atender uma ou mais necessidades da indústria? - Há tecnologias similares ou substitutas no mercado que atenta mesma necessidade? - Quais são as características básicas dessas tecnologias? (funções) 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrar em contato com fornecedores de tecnologias e explorar tecnologias (máquina e/ou sistema, entre outros), e informações e dados macro de especificações (funções, modelos disponíveis, e assim por diante) - Priorizar tecnologia ou conjunto de tecnologias 	<ul style="list-style-type: none"> - Consultorias - Atividades com especialistas - Pesquisa contratual
Fase 5. Análise da tecnologia identificada	- Obter especificações técnicas mais detalhadas de tecnologia ou conjuntos de tecnologias priorizados (tecnologia alvo)	<ul style="list-style-type: none"> - Protótipo - Produto 	<ul style="list-style-type: none"> - Quais são as características dessas tecnologias? (peso, dimensões) - Quem são os fornecedores? 	<ul style="list-style-type: none"> Explorar informações, dados e conhecimento sobre a tecnologia priorizada, no mercado Selecionar o(s) fornecedor(es) 	

Quadro 11 - Estrutura do modelo teórico de TT proposto neste estudo

Fase	Objetivo principal	Tecnologia e elementos transferíveis	Principais questões	Ações à TT	Mecanismo de TT aplicável
Fase 6. Negociações com fornecedores	Gerar um portfólio de dados, informações e conhecimento sobre o(s) fornecedor(es) e a tecnologia alvo	<ul style="list-style-type: none"> - Resultado de pesquisa científica - Experiências - Conhecimento - Projeto 	<ul style="list-style-type: none"> - Quais serão os serviços prestados antes, durante e após a TT? - Quais são os prazos de deslocamentos da tecnologia? E termos de garantia? - Quais são os requisitos e procedimentos necessários para movimentar, acomodar e gerenciar a tecnologia na indústria? - Quais são as barreiras à TT nesta transição da tecnologia de seu local de origem ao ambiente industrial? E como podem ser gerenciadas? 	<ul style="list-style-type: none"> - Contatar fornecedores e manter vínculos colaborativos 	<ul style="list-style-type: none"> - Consultorias - Atividades com especialistas - Investimento direto
Fase 7. Elaboração do Plano e Ação à TT	Organizar a indústria para gerir a tecnologia alvo negociada	<ul style="list-style-type: none"> - Protótipo - Produto 	<ul style="list-style-type: none"> - Como deve ser a infraestrutura física e digital do ambiente industrial? - Quais são as competências humanas necessárias para gerir a tecnologia? E o processo que a mesma está inserida? - Quais são os recursos produtivos ou outros a serem alocados com a tecnologia em uso? 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar planejamento de ações com cronograma - Acompanhar o andamento do projeto - Simular e analisar cenários 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa contratual

Quadro 11 - Estrutura do modelo teórico de TT proposto neste estudo

Fase	Objetivo principal	Tecnologia e elementos transferíveis	Principais questões	Ações à TT	Mecanismo de TT aplicável
Fase 8. Execução aplicada à TT	- Garantir a implementação da tecnologia e do conceito industrial almejado	<ul style="list-style-type: none"> - Resultado de pesquisa científica - Experiências e conhecimento - Equipamento e/ou máquina software e/ou ferramenta e/ou produto. Suporte técnico 	<ul style="list-style-type: none"> - Como a tecnologia deve ser movimentada na indústria? E instalada? E manuseada? - Quem são os responsáveis pelas operações de movimentação e instalação? 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimentar, redirecionar e instalar a tecnologia - Acoplar a tecnologia a outros dispositivos e máquinas, se necessário, e inseri-la no processo industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Compras / Patentes / Licenças - Consultorias - Atividades com especialistas - Assistência técnica.
Fase 9. Ajustes operacionais na tecnologia transferida	- Garantir o funcionamento da tecnologia e cumprimento de funções técnicas	- Suporte técnico (serviço e componentes tangíveis)	<ul style="list-style-type: none"> - Quais são os ajustes operacionais necessários? - Quem são os responsáveis pelos ajustes? E pelas manutenções? Com que periodicidade são necessários? 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar testes de calibrações, de aderência aos recursos envolvidos - Realizar planejamento de manutenções 	<ul style="list-style-type: none"> - Consultorias - Atividades com especialistas
Fase 10. Avaliação de desempenho da tecnologia em operação	- Expandir o desempenho da tecnologia e também do processo ou contexto industrial onde a mesma está inserida	<ul style="list-style-type: none"> - Experiências - Conhecimento 	- É possível expandir a capacidade produtiva da indústria? E o nível tecnológico?	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar se a tecnologia atendeu ao esperado - Aplicar manutenções periódicas necessárias - Realizar projeções e análise para expansão de desempenho da tecnologia e do processo industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Assistência técnica - Material de ensino e aprendizagem - Palestras - Cursos

Apesar de o modelo ter foco em tecnologia tangível orientada à Indústria 4.0 (máquina, equipamento e/ou dispositivo), outros elementos (tangíveis e intangíveis) também são transferidos para efetivação da TT.

5 CONCLUSÕES

A Indústria 4.0 já é uma realidade em indústrias de países como Alemanha, bem como, uma série de políticas nacionais foram elaboradas para aplicação deste conceito nos países França, Estados Unidos, China, Japão, Reino Unido, Brasil, entre outros. Contudo, este processo de adequação e implementação de tecnologias da Indústria 4.0 pode ser um desafio tanto para representantes de indústrias como de países.

A TT externa conduz à disseminação, absorção e gestão de tecnologias de organizações externas para indústria(s) interessada(s). Este estudo visou discutir sobre a TT entre fornecedor da tecnologia e indústria de manufatura. A TT é um processo essencial que rege não somente a movimentação física de tecnologias, mas também a gestão destas no ambiente organizacional e industrial.

A TT tem seu desempenho influenciado por uma série de especificidades técnicas qualitativas ou quantitativas inseridas em modelos de TT, formulações de políticas, mecanismos de TT, predominância de barreiras e vínculos entre atores (fontes emissora e receptora e apoiadores).

As principais barreiras que afetam a TT entre fornecedores e indústria são composição da tecnologia, infraestrutura para acomodar a tecnologia, carência de investimentos, capacidades em compartilhar e absorver tecnologias, entre outras.

O modelo teórico de TT proposto consistiu em dez fases: i) Compreensão do cenário industrial almejado; ii) Análise de maturidade; iii) Análise de necessidades tecnológicas; iv) Análise de tecnologias no mercado; v) Análise da tecnologia identificada; vi) Negociações com fornecedores especializados; vii) Elaboração de plano e ação à TT; viii) Execução aplicada à TT; ix) Ajustes operacionais, e; x) Avaliação de desempenho da tecnologia.

Entre as fases apresentadas, as fases de elaboração de plano e ação à TT e de execução da TT exigem fortes vínculos colaborativos entre os envolvidos, pois requer maior intensidade de participações tanto de representantes do fornecedor como da indústria. No entanto, tendo em vista que a TT não engloba somente a movimentação da tecnologia de um ambiente a outro, há processos e operações de TT em todas as demais fases mencionadas no modelo de TT.

Este trabalho poderá contribuir para o amadurecimento de indústrias para buscarem o desenvolvimento tecnológico por meio de discussões do conceito e de tecnologias da Indústria 4.0. Poderá auxiliar pequenas, médias e grandes empresas na TT antes, durante e após aquisições de tecnologias convencionais.

A elaboração deste estudo também é importante para entender melhor sobre a TT, expandindo-se os conceitos e as abordagens relacionadas à mesma, bem como, fornece um panorama atual da TT no âmbito internacional.

O estudo limita-se pela carência de aplicações e de cases, contudo, poderá fornecer informações e gerar conhecimento úteis às pessoas e às indústrias interessadas em acompanhar os avanços tecnológicos. Serão úteis também para auxiliar na Transferência de tecnologias convencionais, pois as fases do modelo proposto são conceituais e, a partir de adaptações, tornam-se aplicáveis em ambas às situações.

É sugerida a realização de estudos com maiores aprofundamentos nas abordagens integradas da TT à Indústria 4.0, principalmente empíricos, embora, estudos teóricos também demonstram-se relevantes tendo em vista a atualidade dessas abordagens, bem como carência de pesquisas sobre barreiras, mecanismos ou outras questões da TT orientadas ao Cenário Industrial 4.0.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-BASSET, M.; MANOGARAN, G.; MOHAMED, M. Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems, **Future Generation Computer Systems**, v. 86, p. 614-628, 2018.
- ABDURAZZAKOV, O. Role of technology transfer mechanisms in stimulating innovation. **Oeconomia**, v. 14, n. 4, p. 5-12, 2015.
- ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **Áreas e subáreas de Engenharia de Produção**, 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em: 28 ago. 2018.
- AHMED, M.; HOSSAIN, M. A. Cloud computing and security issues in the cloud. **International Journal of Network Security & Its Applications**, v. 6, n. 1, p. 25-36, 2014.
- 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.
- ALMADA-LOBO, F. The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). **Journal of Innovation Management**, v. 4, p. 16-21, 2015.
- ANDERL, I. R. Industrie 4.0 (2014). Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. In: INTERNATION SEMINAR ON HIGH TECHNOLOGY. 19., 2014, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: 2014.
- ANNUNZIATA, M.; BILLER, S. **The Future of Work Starts Now**, 2017. Disponível em: <<http://www.ge.com>>. Acesso em: 3 set. 2017.
- ASSAD NETO, A.; PEREIRA, G. B.; DROZDA, F. O.; SANTOS, A. P. L. A busca de uma identidade para a Indústria 4.0. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2017, Joinville. **Anais...** Joinville: Abepro, 2017.
- 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.
- BAI, Z.; HUANG, X. Design and implementation of a Cyber Physical System for Building Smart Living Spaces. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 8, n. 5, 2012.
- BARRETO, L.; AMARAL, A.; PEREIRA, T. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1245-1252, 2017.
- BÄR, K.; Z. N. L. HERBERT-HANSEN; W. KHALID. Considering Industry 4.0 aspects in the supply chain for an SME. **Production Engineering**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11740-018-0851-y>

BECKER, T.; STERN, H. Future trends in human work area design for cyber-physical production systems. **Procedia Cirp**, v. 57, p. 404-409, 2016.

BEDOLLA, J. S.; D' ANTONIO, G.; CHIABERT, P. A novel approach for teaching IT tools within Learning Factories. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p. 175-181, 2017.

BFWuE - Bundesministerium Für Wirtschaft Und Energie. **Was ist Industrie 4.0?**, 2018. Disponível em: <<https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

BLIZNETS, I.; KARTSKHIYA, A.; SMIRNOV, M. 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.

BOGATAJ, D.; BOGATAJ, M.; HUDOKLIN, D. Mitigating risks of perishable products in the cyber physical systems based on the extended MRP model. **International Journal of Production Economics**, v. 193, p. 51-62, 2017.

BOGLE, I. D. L. A Perspective on Smart Process Manufacturing Research Challenges for Process Systems Engineers. **Engineering**, v. 3, n. 2, p. 161-165, 2017.

BYRNE, G.; AHEARNE, E.; COTTERELL, M.; MULLANY, B.; O'DONNELL, G. E.; SAMMLER, F. High Performance Cutting (HPC) in the New Era of Digital Manufacturing: A Roadmap. **Procedia CIRP**, v. 46, p. 1-6, 2016.

CAMISÓN, C.; FORÉS, B. Knowledge absorptive capacity: New insights for its conceptualization and measurement. **Journal of Business Research**, v. 63, p. 707-715, 2010.

CARAMIHAI, M.; TĂNASE, N. M.; PURCĂREA, A. A. Proposals for Improving Innovation and Technology Transfer Policies in Romania. **Procedia Engineering**, v. 181, p. 984-990, 2017.

CARVALHO, I. V.; CUNHA, N. C. V. Proposta de um modelo de transferência de tecnologia para as universidades públicas brasileiras. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANA DE GESTÃO DE TECNOLOGIA, 15., 2013, Portugal. **Anais... Portugal**: 2013.

CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 2011, Maringá, Paraná. **Anais... Maringá, Paraná**: Cesumar, 2011.

CHASE, J. **The evolution of the Internet of Things**. Dallas, Texas: Texas Instruments, 2013.

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.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. New perspective on learning and innovation. **Technology, Organizations and Innovation**, v. 35 n. 1, p. 128-152, 1990.

COLLI, M.; MADSEN, O.; BERGER, U.; MØLLER, C.; WÆHRENS, B. V.; BOCKHOLT, M. Contextualizing the outcome of a maturity assessment for Industry 4.0. **IFAC PapersOnLine**, v. 51, n. 11, p. 1347-1352, 2018.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações**. São Paulo: Atlas, 2009.

DAVENPORT, J. Technology Transfer, Knowledge Transfer and Knowledge Exchange in the Historical Context of Innovation Theory and Practice. In: THE KNOWLEDGE EXCHANGE, AN INTERACTIVE CONFERENCE, 2013. Reino Unido. **Anais...** Reino Unido: Lancaster University, 2013.

DAVIS, J.; EDGAR, T.; PORTER, J.; BERNADEN, J.; SARLI, M. Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance. **Computers & Chemical Engineering**, v. 47, p.145-156, 2012.

DESIDÉRIO, P. H. M.; ZILBER, M. A. Barreiras no processo de Transferência Tecnológica entre agências de inovação e empresas: observações em universidades públicas e privadas. **Revista Gestão e Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v. 14, n. 2, p. 101-126, 2014.

DIEBER, B.; SCHLOTZHAUER, A.; BRANDSTÖTTER, M. Safety & Security Erfolgsfaktoren von sensitiven Robotertechnologien. **e & i Elektrotechnik und Informationstechnik**, v. 134, n. 6, p. 299-303, 2017.

DOSSOU, P.; NACHIDI, M. Modeling Supply Chain Performance. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 838-845, 2017.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype?. **IEEE industrial electronics magazine**, 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.

DUARTE, M.; MARTINS, J. Factors in the effective transfer of knowledge from multinational enterprises to their foreign subsidiaries: a Mozambican case study. **International Journal of Training and Development**, v. 20, n. 3, p. 224-237, 2016.

FENG, S. C.; BERNSTEIN, W. Z.; HEDBERG JÚNIOR, T. Towards Knowledge Management for Smart Manufacturing. **J Comput Inf Sci Eng**, v. 17, n. 3, p. 1-40, 2009.

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro Sistema. **Indústria 4.0 e Internet das coisas**, 2016. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br>>. Acesso em: 25 fev. 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.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Systematic reviews of the literature: steps for preparation. **Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília**, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014.

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**. Germany: Owl Clustermanagement GmbH, 2016.

GEBHARDT, J.; GRIMM, A.; NEUGEBAUER, L. M. Developments 4.0 Prospects on future requirements and impacts on work and vocational education. **Journal of Technical Education**, p. 117-133, 2015.

GEBOCERMEX. **Industry 4.0 driven by simulation**, 2017. Disponível em: <<http://www.gebocermex.com>>. Acesso em: 5 de set. 2017.

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.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GÖLLÜ, E. Localization of Pharmaceutical Production through Technology Transfer for More Agile Supply Chain Models. **Pharmaceutical Outsourcing**, 2018.

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, 2015.

GORIS, K. **Autonomous Mobile Robot Mechanical Design**. Universiteit Brussel: 2015.

GRANGE, L. I L.; BUYS, A. J. A review of technology transfer mechanisms. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 13, n. 1, p. 81-99, 2002.

GRIECO, A.; CARICATO, P.; GIANFREDA, D.; PESCE, M.; RIGON, V.; TREGNAGHI, L.; VOGLINO, A. An Industry 4.0 case study in fashion manufacturing. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 871-877, 2017.

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.

HADDARA, M.; ELRAGAL, 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. 51-57, 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.
- HECKLAU, F.; GALEITZKE, M.; FLACHS, S.; KOHL, H. Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1-6, 2016.
- 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.
- HIDAYAT, Y. A.; TAKAHASHI, K.; DIAWATI, L.; CAKRAVASTIA, A. Supply Chain strategy for high technology content product and its consequences to technology transfer mechanism. **International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications**, v. 6, p. 296-308, 2009.
- 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.
- HUNG, S.; TANG, R. Factors affecting the choice of technology acquisition mode: An empirical analysis of the electronic firms of Japan, Korea and Taiwan. **Technovation**, v. 28, n. 9, p. 551-563, 2008.
- IVANOV, D., DOLGUI, A., SOKOLOV, B., WERNER, F. AND IVANOVA, M. A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. **International Journal of Production Research**, v. 54, n. 2, p. 386-402, 2016.
- IVANOV, D.; SOKOLOV, B. The inter-disciplinary modelling of supply chains in the context of collaborative multi-structural cyber-physical networks. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 23, n. 8, p.976-997, 2012.
- JABAR, J.; SOOSAY, C.; SANTA, R. Organisational learning as an antecedent of technology transfer and new product development. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 1, p. 25-45, 2010.
- JAGODA K.; RAMANATHAN, K. A Stage-Gate Model for Guiding International Technology Transfer. In: PORTLAND INTERNATIONAL CENTER FOR MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 2003, Portland, USA. **Anais...** Portland, USA: 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. Niagara Falls, Canada. **Anais...** Niagara Falls, Canada: Ontario Bissett School of Business, 2009.

JAGODA K.; RAMANATHAN, K. Critical success and failure factors in planning and implementing international technology transfer: A case study from Sri Lanka. In: PORTLAND INTERNATIONAL CENTER FOR MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY. 2005. Portland, USA. **Anais...** Portland, USA: Portland State University, 2005.

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.

JENSEN, J. P.; REMMEN, A. Enabling circular economy through product stewardship. **Procedia Manufacturing**, v. 8, p. 377-384, 2017.

JUDE, C. Technology Spillovers from FDI Evidence on the Intensity of Different Spillover Channels. **The World Economy**, v. 39, n. 12, p. 1947-1973, 2015.

JUNG, K.; MORRIS, K.; LYONS, K.; LEONG, S.; CHO, H. Using formal methods to scope performance challenges for Smart Manufacturing Systems: Focus on agility. **Concurrent Engineering**, v. 23, n. 4, p. 343-354, 2015.

KAGERMANN, H.; ANDERL, R.; GAUSEMEIER, J.; SCHUH, G.; WAHLSTER, W. **Industrie 4.0 in a Global context**. Munich: Herbert Utz Verlag, 2016.

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

KANG, B. G.; AREFI, M.; GOH, B. H.; SONG, M. K. An Investigation into Barriers of Technology Transfer in the Construction Industry in Iran and Malaysia. **Open Journal of Social Sciences**, v. 3, p. 85-91, 2015.

KAYIKCI, Y. Sustainability impact of digitization in logistics. **Procedia Manufacturing**, v. 21, p. 782-789, 2018.

KHABIRI, N.; RAST, S.; SENIN, A. A. Identifying Main Influential Elements in Technology Transfer Process: A Conceptual Model. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, v. 40, p. 417-423, 2012.

KOSIERADZKA, A. Maturity Model for Production Management. **Procedia Engineering**, v. 182, p. 342-349, 2017.

KUMAR, S.; LUTHRA, S.; HALEEM, A. Benchmarking supply chains by analyzing technology transfer critical barriers using AHP approach. **Benchmarking: An International Journal**, v. 22, n. 4, p.538-558, 2015.

KUMAR, V.; KUMAR, U.; PERSAUD, A. Building Technological Capability through Importing Technology: The Case of Indonesian Manufacturing Industry. **The Journal of Technology Transfer**, v. 24, p.81-96, 1999.

KÜSTERS, D.; PRAß, N.; GLOY, Y. S. Textile Learning Factory 4.0 – Preparing Germany's Textile Industry for the Digital Future. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p. 214-221, 2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. 4., ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LALANDA, P.; MORAND, D.; CHOLLET, S. Autonomic Mediation Middleware for Smart Manufacturing. **IEEE Internet Computing**, v. 21, n. 1, p. 32-39, 2017.

LEE, A. H. I.; WANG, W. M.; LIN, T. Y. An evaluation framework for technology transfer of new equipment in high technology industry. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 77, p. 135-150, 2010.

LEE, E. A. Cyber Physical Systems: Design Challenges. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 2008. Orlando, USA. **Anais...** Orlando, USA: 2008.

LEE, E. A. The past, present and future of Cyber-Physical Systems: a focus on models. **Sensors**, v. 15, p. 4837-4869, 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.

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.

LIAO, S.; FEI, W. C.; CHEN, C. C. Knowledge sharing, absorptive capacity, and innovation capability: an empirical study of Taiwan's knowledge intensive industries. **Journal of Information Science**, v. 33, n. 3, p. 340-359, 2007.

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

LIPINSKI, J.; MINUTOLO, M. C.; CROTHERS, L. M. The complex relationship driving technology transfer: The potential opportunities missed by universities. **Journal of Behavioral and Applied Management**, v. 9, n. 2, p. 112-133, 2008.

LIU, W. G. A Quantitative Technology Transfer Model and Its Application to Aircraft Engines. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 44, p. 179-186, 1993.

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

MAJEED, A. A.; RUPASINGHE, T. D. Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: An assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 6, n. 1, p. 25-40, 2017.

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

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.

MERLINO, M.; SPROGE, I. The augmented supply chain. **Procedia Engineering**, v. 178, p. 308-318, 2017.

MICHALOS, G.; KARAGIANNIS, P.; MAKRIS, S.; TOKÇALAR, Ö.; CHRYSSOLOURIS. Augmented Reality (AR) application for supporting human-robot interactive cooperation. **Procedia CIRP**, v. 41, p. 370-375, 2016.

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**, 2017. DOI: 10.1080/00207543.2017.1372647

MOHAMMED, Z. K. A.; AHMED, E. S. Internet of Things applications, challenges and related future technologies. **World Scientific News**, v. 67, n. 2, p. 126-148, 2017.

MOLKA-DANIELSEN, J. ; ENGELSETH, P.; WANG, H. Large scale integration of wireless sensor network technologies for air quality monitoring at a logistics shipping base. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 10, p. 20-28, 2018.

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.

NEUGEBAUER, R.; HIPPMANN, S.; LEIS, M.; LANDHERR, M. Industrie 4.0: From the perspective of applied research. **Procedia CIRP**, v. 57, p. 2-7, 2016.

NIST - National Institute of Standards and Technology. **Foundations for Innovation in Cyber-Physical Systems Workshop Summary Report**, 2013. Disponível em: <<https://www.nist.gov>>. Acesso em 29 jun. 2018.

OH, J.; JEONG, B. Tactical supply planning in smart manufacturing supply chain. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, 2018.

PAGANI, R. N. **Modelo de transferência de conhecimento e tecnologia entre universidades parceiras na mobilidade acadêmica internacional**. 279 f. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 2016.

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.; ZAMMAR, G.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Technology Transfer Models: Typology and a Generic Model. **International Journal of Technology Transfer and Commercialisation**, v. 14, p. 20-41, 2016.

PARK, S. H.; SHIN, W. S.; PARK, Y. H.; LEE, Y. Building a new culture for quality management in the era of the Fourth Industrial Revolution. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 28, n. 9, p. 934-945, 2017.

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, 2016.

PEREIRA, T.; BARRETO, L.; AMARAL, A. Network and information security challenges within Industry 4.0 paradigm. **Procedia Manufacturing**, 13, 1253-1260, 2017.

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.

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.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. **Harvard Business Review**, 2014.

PRYSTHON, C.; SCHMIDT, S. Experiência do Leaal/UFPE na produção e transferência de tecnologia. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 1, p. 84-90, 2002.

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.

REBENTISCH, E. S.; FERRETTI, M. A knowledge asset-based view of technology transfer in international joint ventures. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 12, p. 1-25, 1995.

REDDY, G. R.; SINGH, H.; HARIHARAN, S. Supply chain wide transformation of traditional industry to Industry 4.0. **Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 11, n. 18, p. 11089-11097, 2016.

ROCHA, F. E. C.; TRÓCCOLI, B. T.; MACHADO, M. S.; SANTOS, J. F. **Modelo lógico da Transferência de Tecnologia no contexto da avaliação de programas**. Brasília: Embrapa, 2016.

RODIĆ, B. Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm. **Oganizacija**, v. 50, n. 3, p. 193-207, 2017.

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**. The Boston Consulting Group, 2015.

SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 9, n. 3, p. 811-833, 2016.

SCHIMITH, C. D.; SCAVARDA, A.; VACCARO, G. L.; BITTENCOURT, S.; WEISE, A. D.; PALUDO, I.; SCHIMITH, E. D. Value Addition through Development and Technology Transfer: A Study in the Electro-Electronic Industry. **Chemical Engineering**, v. 45, 2015.

SCHLÜTER, F.; HETTERSCHEID, E. Supply Chain Process Oriented Technology-Framework for Industry 4.0. In: PROCEEDINGS OF THE HAMBURG INTERNATIONAL CONFERENCE OF LOGISTICS, 2017, Hamburg, Alemanha. **Anais...** Hamburg: Alemanha: Hamburg University of Technology, 2017.

SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 161-166, 2016.

SCHUH, G.; ANDERL, R.; GAUSEMEIER, J.; HOMPEL, M.; WAHLSTER, W. **Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies**. Munich: Hebert Utz Verlag, 2017.

SHAMIM, S.; CANG, S.; YU, H.; LI, Y. Examining the Feasibilities of Industry 4.0 for the Hospitality Sector with the Lens of Management Practice. **Energies**, v. 10, n. 12, p. 499, 2017.

SHARP, M.; AK, R.; HEDBERG JÚNIOR, T. A survey of the advancing use and development of machine learning in smart manufacturing. **Journal of Manufacturing Systems**, p. 1-10, 2018.

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

SILVA, R. C.; VIEIRA JÚNIOR, M.; LUCATO, W. C. Os modelos recentes de transferência de tecnologia e um estudo de suas características relevantes. **Espacios**, v. 34, n. 10, 2013.

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.

SKARŽAUSKIENĖ, A.; KALINAUSKAS, M. The future potential of Internet of Things. **Socialinės Technologijos Social Technologies**, v. 2, n. 1, p. 102-113, 2012.

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

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, USA. **Anais...** The University of Texas: Texas, USA, 2000.

SWINNER, J.; KUIJPERS, R. **Value Chain Innovations for Technology Transfer in Developing and Emerging Economies: Concept, Typology and Policy Implications**. Belgium: Centre for Institutions and Economic Performance, 2016.

SYBERFELDT, A.; DANIELSSON, O.; GUSTAVSSON, P. Augmented Reality smart glasses in the smart factory: product evaluation guidelines and review of available products. **IEEE Access**, v. 5, p. 9118-9130, 2017.

SZULANSKI, G. Exploring internal stickiness: impediments to the transfer of best practice within the firm. **Strategic Management Journal**, v. 17, p. 27-43, 1996.

TAKAHASHI, V. P. Transferência de Conhecimento Tecnológico: Estudo de Múltiplos Casos na Indústria Farmacêutica. **Gestão & Produção**, v. 12, n.2, p.255-269, 2005.

TAKAHASHI, V. P.; SACOMANO, J. B. Proposta de um modelo conceitual para análise do sucesso de projetos de transferência de tecnologia: estudo em empresas farmacêuticas. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 2, p. 181-200, 2002.

TASEVSKI, J.; NIKOLIĆ, M.; MIŠKOVIĆ, D. Integration of an Industrial Robot with the Systems for Image and Voice Recognition. **Serbian Journal of Electrical Engineering**, v. 10, n. 1, p. 219-230, 2013.

TATIKONDA, M.; STOCK, G. Product Technology Transfer in the Upstream Supply Chain. **Journal of Product Innovation Management**, v. 20, n. 6, p. 444-467, 2003.

THOBEN, K. D.; WIESNER, S.; WUEST, T. Industrie 4.0" and smart manufacturing—a review of research issues and application examples. **Int. J. Autom. Technol.**, v. 11, n. 1, 2017.

THOM, W.; STEFAN, L.; KREIMEIER, D.; KUHLENKÖTTER, B. Evolution of SMEs towards Industrie 4.0 through a scenario based learning factory training. **Procedia Manufacturing**, v. 23, p. 141-146, 2018.

TJAHJONO, B.; ESPLUGUES, C.; ARES, E.; PELAEZ, G. What does Industry 4.0 mean to Supply Chain?. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p.1175-1182, 2017.

TONELLI, F.; DEMARTINI, M.; LOLEO, A.; TESTA, C. A Novel Methodology for Manufacturing Firms Value Modeling and Mapping to Improve Operational Performance in the Industry 4.0 era. **Procedia CIRP**, v. 57, p. 122-127, 2016.

TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. **International Journal of Production Research**, 2017.

TRSTENJAK, M., COSIC, P. Process Planning in Industry 4.0 Environment. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 1744-1750, 2017.

TUPTUK, N.; HAILES, S. Security of smart manufacturing systems. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 47, p. 93-106, 2018.

ULLAH, M. I.; AJWAD, S. A.; IRFAN, M.; IQBAL, J. Non-linear Control Law for Articulated Serial. **Elektronika ir Elektrotechnika**, v. 22, n. 1, 1-5, 2016.

VAIDYAA, S.; AMBADB, P.; BHOSLEC, S. Industry 4.0 - A Glimpse. **Procedia Manufacturing**, v. 20, p. 233-238, 2018.

WANG JIAN-YE; BLOMSTRÖM, Magnus. Foreign investment and technology transfer: A simple model. **European economic review**, v. 36, n. 1, p. 137-155, 1992.

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

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

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.

WITTENBERG, C. Human-CPS Interaction - requirements and human-machine interaction methods for the Industry 4.0, **IFAC-PapersOnLine**, v. 49, n. 19, p. 420-425, 2016.

WU, L.; YUE, X.; JIN, A.; YEN, D. C. Smart supply chain management: a review and implications for future research. **The International Journal of Logistics Management** 27(2): 395-417, 2016.

ZHAO, Z.; TIAN, Y.; ZILLANTE, G. Modeling and evaluation of the wind power industry chain: A China study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 31, p. 397-406, 2014.

ZHONG, Y. R.; CHEN XU, C. C.; GEORGE, Q. H. Big Data Analytics for Physical Internet-based intelligent manufacturing shop floors. **International Journal of Production Research**. Doi: 10.1080/00207543.2015.1086037, 2017.

APÉNDICE A

Tabela 7 - Artigos relacionados diretamente aos estudos e discussões sobre a TT, no mundo

Continua.

Ordem	Título	Autor	Número de citações	Ano de publicação
1	<i>Technology transfer and public policy: A review of research and theory</i>	Bozeman, B.	651	2000
2	<i>Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities</i>	O'Shea, R.P., Allen, T.J., Chevalier, A., Roche, F.	409	2005
3	<i>Transformative capacity: Continual structuring by intertemporal technology transfer</i>	Garud, R., Nayyar, P.R.	376	1994
4	<i>Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer</i>	Bessant, J., Rush, H.	366	1995
5	<i>Technology transfer and spillovers: Does local participation with multinationals matter?</i>	Blomström, M., Sjöholm, F.	352	1999
6	<i>Foreign investment and technology transfer. A simple model</i>	Wang, J.-Y., Blomström, M.	347	1992
7	<i>The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links</i>	Debackere, K., Veugelers, R.	309	2005
8	<i>Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development</i>	Bercovitz, J., Feldmann, M.	295	2006
9	<i>Stabilizing the boundary between US politics and science: The role of the office of technology transfer as a boundary organization</i>	Guston, D.H.	282	1999
10	<i>Trade, foreign direct investment, and international technology transfer: A survey</i>	Saggi, K.	279	2002
11	<i>'Technology transfer' and the research university: A search for the boundaries of university-industry collaboration</i>	Lee, Y.S.	275	1996
12	<i>Tacit knowledge, innovation and technology transfer</i>	Howells, J.	265	1996
13	<i>Welfare gains from Foreign Direct Investment through technology transfer to local suppliers</i>	Blalock, G., Gertler, P.J.	264	2008
14	<i>Inward technology transfer and competitiveness: The role of national innovation systems</i>	Mowery, D.C., Oxley, J.E.	257	1995
15	<i>Entrepreneurship and university-based technology transfer</i>	Markman, G.D., Phan, P.H., Balkin, D.B., Gianiodis, P.T.	248	2005
16	<i>To patent or not: Faculty decisions and institutional success at technology transfer</i>	Owen-Smith, J., Powell, W.W.	237	2001
17	<i>Informal technology transfer between firms: Cooperation through information trading</i>	Schrader, S.	235	1991

Fonte: Adaptado de Scopus (2018)

Tabela 7 - Artigos relacionados diretamente aos estudos e discussões sobre a TT, no mundo

Continuando.

Ordem	Título	Autor	Número de citações	Ano de publicação
18	<i>Do stronger intellectual property rights increase international technology transfer? Empirical evidence from U. S. firm-level panel data</i>	Branstetter, L.G., Fisman, R., Fritz Foley, C.	234	2006
19	<i>An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer</i>	Link, A.N., Siegel, D.S., Bozeman, B.	233	2007
20	<i>The Bayh-Dole Act of 1980 and university-industry technology transfer: A model for other OECD governments?</i>	Mowery, D.C., Sampat, B.N.	207	2004
21	<i>Systematic technology transfer from biology to engineering</i>	Vincent, J.F.V., Mann, D.L.	199	2002
22	<i>Assessing the relative performance of U.K. university technology transfer offices: Parametric and non-parametric evidence</i>	Chapple, W., Lockett, A., Siegel, D., Wright, M.	192	1998
23	<i>International technology transfer and the technology gap</i>	Glass, A.J., Saggi, K.	192	2005
24	<i>R&D and technology transfer: Firm-level evidence from Chinese industry</i>	Hu, A.G.Z., Jefferson, G.H., Jinchang, Q.	180	2005
25	<i>Multinational firms and technology transfer</i>	Glass, A.J., Saggi, K.	171	2002
26	<i>The determinants of innovation: R and D, technology transfer and networking effects</i>	Love, J.H., Roper, S.	154	1999
27	<i>Gaps, barriers and conceptual chasms: theories of technology transfer and energy in buildings</i>	Shove, E.	154	1998
28	<i>A fuzzy multi-criteria decision making method for technology transfer strategy selection in biotechnology</i>	Chang, P.-L., Chen, Y.-C.	129	1994
29	<i>A model for technology transfer in practice</i>	Gorschek, T., Garre, P., Larsson, S., Wohlin, C.	127	2006
30	<i>Technology transfer revisited from the perspective of the knowledge-based economy</i>	Amesse, F., Cohendet, P.	127	2001
31	<i>University revenues from technology transfer: Licensing fees vs. equity positions</i>	Bray, M.J., Lee, J.N.	127	2000
32	<i>Measuring the efficiency of university technology transfer</i>	Anderson, T.R., Daim, T.U., Lavoie, F.F.	126	2007
33	<i>CO2 emissions, research and technology transfer in China</i>	Ang, J.B.	110	2009
34	<i>Innovation and international technology transfer: The case of the Chinese photovoltaic industry</i>	de la Tour, A., Glachant, M., Ménière, Y.	108	2011

Fonte: Adaptado de Scopus (2018)

Tabela 7 - Artigos relacionados diretamente aos estudos e discussões sobre a TT, no mundo

Continuando.

Ordem	Título	Autor	Número de citações	Ano de publicação
35	<i>Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis</i>	Caldera, A., Debande, O.	91	2010
36	<i>An evaluation framework for technology transfer of new equipment in high technology industry</i>	Lee, A.H.I., Wang, W.-M., Lin, T.-Y.	89	2010
37	<i>What drives the university use of technology transfer offices? Evidence from Italy</i>	Muscio, A.	73	2010
38	<i>Informal university technology transfer: A comparison between the United States and Germany</i>	Grimpe, C., Fier, H.	67	2010
39	<i>Intellectual property rights and low carbon technology transfer: Conflicting discourses of diffusion and development</i>	Ockwell, D.G., Haum, R., Mallett, A., Watson, J.	66	2010
40	<i>International scientist mobility and the locus of knowledge and technology transfer</i>	Edler, J., Fier, H., Grimpe, C.	64	2011
41	<i>Technology transfer through imports</i>	Acharya, R.C., Keller, W.	63	2009
42	<i>Technology transfer across organizational boundaries: Absorptive capacity and desorptive capacity</i>	Lichtenthaler, U., Lichtenthaler, E.	62	2011
43	<i>Identification of promising patents for technology transfers using TRIZ evolution trends</i>	Park, H., Ree, J.J., Kim, K.	55	2013
44	<i>The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model</i>	Bozeman, B., Rimes, H., Youtie, J.	52	2015
45	<i>Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers</i>	Gilsing, V., Bekkers, R., Bodas Freitas, I.M., Van Der Steen, M.	47	2011
46	<i>Technology transfer offices and academic spin-off creation: The case of Italy</i>	Algieri, B., Aquino, A., Succurro, M.	46	2013
47	<i>Technology transfer in a global economy</i>	Audretsch, D.B., Lehmann, E.E., Wright, M.	40	2014
48	<i>Can CDM bring technology transfer to China? - An empirical study of technology transfer in China's CDM projects</i>	Wang, B.	40	2010
49	<i>Technology transfer organizations: Services and business models</i>	Landry, R., Amara, N., Cloutier, J.-S., Halilem, N.	39	2013
50	<i>Technology transfer in the clean development mechanism: Insights from wind power</i>	Lema, A., Lema, R	39	2013
51	<i>Models and methods of university technology transfer</i>	Bradley, S.R., Hayter, C.S., Link, A.N.	38	2013

Fonte: Adaptado de Scopus (2018)

Tabela 7 - Artigos relacionados diretamente aos estudos e discussões sobre a TT, no mundo

Continuando.

Ordem	Título	Autor	Número de citações	Ano de publicação
52	<i>Toward successful commercialization of university technology: Performance drivers of university technology transfer in Taiwan</i>	Hsu, D.W.L., Shen, Y.-C., Yuan, B.J.C., Chou, C.J.	35	2015
53	<i>On the role of alliance management capability, organizational compatibility, and interaction quality in interorganizational technology transfer</i>	Leischnig, A., Geigenmueller, A., Lohmann, S.	33	2014
54	<i>Completing the technology transfer process: M&As of science-based IPOs</i>	Meoli, M., Paleari, S., Vismara, S.	33	2013
55	<i>Innovation and technology transfer through global value chains: Evidence from China's PV industry</i>	Zhang, F., Gallagher, K.S.	32	2016
56	<i>Governance typology of universities' technology transfer processes</i>	Schoen, A., van Pottelsberghe de la Potterie, B., Henkel, J.	29	2014
57	<i>Performance of technology transfer offices in Germany</i>	Hülsbeck, M., Lehmann, E.E., Starnecker, A.	29	2013
58	<i>Technology transfer phenomenon and its impact on sustainable development</i>	Tvaronaviciene, M., Cerneviciute, J.	28	2015
59	<i>Venture creation programs: Bridging entrepreneurship education and technology transfer</i>	Lackéus, M., Middleton, K.W.	27	2015
60	<i>Learning in university technology transfer offices: Transactions-focused and relations-focused approaches to commercialization of academic research</i>	Weckowska, D.M.	27	2015
61	<i>Sustainable development through technology transfer networks: Case of Lithuania</i>	Ignatavičius, R., Tvaronaviciene, M., Piccinetti, L.	25	2015
62	<i>Formal and Informal Knowledge and Technology Transfer from Academia to Industry: Complementarity Effects and Innovation Performance</i>	Grimpe, C., Hussinger, K.	24	2013
63	<i>University technology transfer through entrepreneurship: faculty and students in spinoffs</i>	Boh, W.F., De- Haan, U., Strom, R.	22	2016
64	<i>Technology transfer: Enablers and barriers - A review</i>	Kaushik, A., Kumar, S., Luthra, S., Haleem, A.	20	2014
65	<i>Complex technological knowledge and value creation in science-to-industry technology transfer projects: The moderating effect of absorptive capacity</i>	Winkelbach, A., Walter, A.	17	2015
66	<i>A new perspective to explore the technology transfer efficiencies in US universities</i>	Ho, M.H.-C., Liu, J.S., Lu, W.-M., Huang, C.-C.	17	2014

Fonte: Adaptado de Scopus (2018)

Tabela 7 - Artigos relacionados diretamente aos estudos e discussões sobre a TT, no mundo

Continuando.

Ordem	Título	Autor	Número de citações	Ano de publicação
67	<i>Firm-level technology transfer and technology cooperation for wind energy between Europe, China and India: From North-South to South-North cooperation?</i>	Urban, F., Zhou, Y., Nordensvard, J., Narain, A.	16	2015
68	<i>Technology transfer of brain-computer interfaces as assistive technology: Barriers and opportunities</i>	Nijboer, F.	16	2015
69	<i>How intermediary organizations facilitate university–industry technology transfer: A proximity approach</i>	Villani, E., Rasmussen, E., Grimaldi, R.	15	2017
70	<i>Factors affecting technology transfer offices' performance in the Italian food context</i>	Bigliardi, B., Galati, F., Marolla, G., Verbano, C.	15	2015
71	<i>South-South Technology Transfer of Low-Carbon Innovation: Large Chinese Hydropower Dams in Cambodia</i>	Urban, F., Siciliano, G., Sour, K., (...), Tan-Mullins, M., Mang, G.	14	2015
72	<i>Determinants of the university technology transfer policy-mix: a cross-national analysis of gap-funding instruments</i>	Munari, F., Rasmussen, E., Toschi, L., Villani, E.	13	2016
73	<i>Collaborative research and development (R&D) for climate technology transfer and uptake in developing countries: towards a needs driven approach</i>	Ockwell, D., Sagar, A., de Coninck, H.	13	2015
74	<i>A predictive model of technology transfer using patent analysis</i>	Choi, J., Jang, D., Jun, S., Park, S.	13	2015
75	<i>Are researchers deliberately bypassing the technology transfer office? An analysis of TTO awareness</i>	Huyghe, A., Knockaert, M., Piva, E., Wright, M.	12	2016
76	<i>Benchmarking supply chains by analyzing technology transfer critical barriers using AHP approach</i>	Kumar, S., Luthra, S., Haleem, A.	12	2015
77	<i>A review of qualitative case methods trends and themes used in technology transfer research</i>	Cunningham, J.A., Menter, M., Young, C.	8	2017
78	<i>The comparative analysis of technology transfer models</i>	Hilkevics, S., Hilkevics, A.	8	2017
79	<i>China's rise: Challenging the North-South technology transfer paradigm for climate change mitigation and low carbon energy</i>	Urban, F.	6	2018
80	<i>Technology transfer in innovation networks: An empirical study of the enterprise Europe network</i>	Ferraro, G., Iovanella, A.	6	2017
81	<i>Sectoral differences in technology transfer</i>	Thurner, T.W., Zaichenko, S.	6	2016

Fonte: Adaptado de Scopus (2018)

Tabela 7 - Artigos relacionados diretamente aos estudos e discussões sobre a TT, no mundo

Continuando.

Ordem	Título	Autor	Número de citações	Ano de publicação
82	<i>Determination of the most suitable technology transfer strategy for wind turbines using an integrated AHP-TOPSIS decision model</i>	Dinmohammadi, A., Shafiee, M.	5	2017
83	<i>Building sustainable development through technology transfer in a Romanian university</i>	Vac, C.S., Fitiu, A.	3	2017
84	<i>A mechanism for sharing best practices between university technology transfer offices</i>	De Beer, C., Secundo, G., Passiante, G., Schutte, C.S.L.	3	2017
85	<i>Macro, meso and micro perspectives of technology transfer</i>	Cunningham, J.A., O'Reilly, P.	2	2018
86	<i>The framework for factors affecting technology transfer for suppliers and buyers of technology in Korea</i>	Lee, S., Kim, B.S., Kim, Y., Kim, W., Ahn, W.	2	2018
87	<i>Technology transfer in the Americas: common and divergent practices among major research universities and public sector institutions</i>	Jefferson, D.J., Maida, M., Farkas, A., Alandete-Saez, M., Bennett, A.B.	2	2017
88	<i>How institutional nature and available resources determine the performance of technology transfer offices</i>	Cartaxo, R.M., Godinho, M.M.	2	2017
89	<i>Organizational structures for external growth of University Technology Transfer Offices: An explorative analysis</i>	Battaglia, D., Landoni, P., Rizzitelli, F.	2	2017
90	<i>A problem shared: Technology transfer and development in European integrated multi-trophic aquaculture (IMTA)</i>	Alexander, K.A., Hughes, A.D.	2	2017
91	<i>Technology Transfer: From the Research Bench to Commercialization: Part 1: Intellectual Property Rights - Basics of Patents and Copyrights</i>	Van Norman, G.A., Eisenkot, R.	2	2017
92	<i>Technology transfer, adoption of technology and the efficiency of nations: Empirical evidence from sub Saharan Africa</i>	Danquah, M.	1	2018
93	<i>A model for selecting appropriate technology for incubator-university collaboration by considering the technology transfer mechanism</i>	Seno Wulung, R.B., Takahashi, K., Morikawa, K.	1	2018
94	<i>South-South technology transfer: Who benefits? A case study of the Chinese-built Bui dam in Ghana</i>	Hensengerth, O.	1	2018
95	<i>Continuous and collaborative technology transfer: Software engineering research with real-time industry impact</i>	Mikkonen, T., Lassenius, C., Männistö, T., Oivo, M., Järvinen, J.	1	2018

Fonte: Adaptado de Scopus (2018)

Tabela 7 - Artigos relacionados diretamente aos estudos e discussões sobre a TT, no mundo

				Conclusão.
Ordem	Título	Autor	Número de citações	Ano de publicação
96	<i>Technology transfer in the hydropower industry: An analysis of Chinese dam developers' undertakings in Europe and Latin America</i>	Kirchherr, J., Matthews, N.	1	2018
97	<i>Facilitators and inhibitors in sector wide technology transfer projects in developing economies: an empirical study</i>	Iyer, K.C., Banerjee, P.S.	1	2018
98	<i>Identifying the key barriers and their interrelationships impeding the university technology transfer in Taiwan: a multi-stakeholder perspective</i>	Shen, Y.-C.	1	2017
99	<i>Challenges in technology transfer: an actor perspective in a quadruple helix environment</i>	Van Horne, C., Dutot, V.	1	2017
100	<i>Solar technology transfer program: technician training</i>	Langford, Debra	1	2017
101	<i>International university-university technology transfer: Strategic management framework</i>	De Moortel, K., Crispeels, T.	0	2018
102	<i>Beyond multidirectional technology transfer: The case of a 'proof-of-concept network'</i>	Passarelli, M., Cariola, A., Vecellio, P.	0	2018
103	<i>Technology transfer as a mechanism for dynamic transformation in the food sector</i>	Kastelli, I., Tsakanikas, A., Caloghirou, Y.	0	2018
104	<i>Towards a novel technology transfer office typology and recommendations for developing countries</i>	Fai, F.M., de Beer, C., Schutte, C.S.L.	0	2018
105	<i>A comparative study of appropriateness and mechanisms of hard and soft technologies transfer</i>	Botchie, D., Sarpong, D., Bi, J.	0	2018
106	<i>Technology transfer projects in the UK: An analysis of university - Industry collaboration</i>	Wynn, M.G.	0	2018
107	<i>The human resource dimension of science-based technology transfer: lessons from Russian RTOs and innovative enterprises</i>	Zaichenko, S.	0	2018
108	<i>Intermediate institutions and technology transfer in developing countries: The case of the construction industry in Ghana</i>	Osabutey, E.L.C., Croucher, R.	0	2018
109	<i>Peeking beyond the wall: Analysing university technology transfer and commercialisation processes</i>	Lopes, J.N.M., Farinha, L.M.C., Ferreira, J.J.M., Ferreira, F.A.F.	0	2018
110	<i>Exploring factors influencing technology transfer capability: Constructing a model through grounded theory</i>	Huynh, T.T.	0	2018
111	<i>A glance at research-driven university's technology transfer office in the UAE</i>	Iqbal, F., Hung, P.C.K., Wahid, F., Mohammed, S.M.Q.A.	0	2018

Fonte: Adaptado de Scopus (2018)

APÊNDICE B

Tabela 8 - *Ranking* de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

Continua.

EIXO 1 (“ <i>Technology Transfer</i> ” e “ <i>Supply Chain</i> ”)							
Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
a01	1	Giarola, S., Shah, N. and Bezzo, F.	<i>A comprehensive approach to the design of ethanol supply chains including carbon trading effects</i>	2012	99	5,36	149,01
a02	2	Rao, N.	<i>A framework for implementing information and communication technologies in agricultural development in India</i>	2007	147	3,31	147,00
a03	3	Qiu, Y. and Anadon, L.	<i>The price of wind power in China during its expansion: Technology adoption, learning-by-doing, economies of scale, and m localization</i>	2012	89	3,48	139,00
a04	4	Tatikonda, M. and Stock, G.	<i>Product technology transfer in the upstream supply chain</i>	2003	175	3,759	135,00
a05	5	Cai, S., Goh, M., De Souza, R. and Li, G.	<i>Knowledge sharing in collaborative supply chains: Twin effects of trust and power</i>	2013	73	2,325	133,00
a06	6	Newman, C., Rand, J., Talbot, T. and Tarp, F.	<i>Technology transfers, foreign investment and productivity spillovers</i>	2015	44	1,6	124,00
a07	7	Blalock, G. and Veloso, F.	<i>Imports, Productivity Growth, and Supply Chain Learning</i>	2007	111	2,848	111,00
a08	8	Lee, P., Yeung, A. and Edwin Cheng, T.	<i>Supplier alliances and environmental uncertainty: An empirical study</i>	2009	83	4,34	103,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - Ranking de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
a09	9	Huang, Y., Porter, A., Cunningham, S., Robinson, D., Liu, J. and Zhu, D.	<i>A technology delivery system for characterizing the supply side of technology emergence: Illustrated for Big Data & Analytics</i>	2018	2	3,129	102,00
a10	10	Göllü, E.	<i>Localization of pharmaceutical production through technology transfer for more agile supply chain models</i>	2018	0	0	100,00
a11	11	Werner, B., Koontz, J. and Goddard, J.	<i>Hurdles to commercial translation of next generation active food packaging technologies</i>	2017	0	0,962	100,00
a12	12	Schrank, A.	<i>Ready-to-wear development? Foreign investment, technology transfer, and learning by watching in the apparel trade</i>	2004	126	0,47	96,00
a13	13	Kumar, S., Luthra, S. and Haleem, A.	<i>Benchmarking supply chains by analyzing technology transfer critical barriers using AHP approach</i>	2015	14	1,5	94,00
a14	14	Jude, C.	<i>Technology Spillovers from FDI. Evidence on the Intensity of Different Spillover Channels</i>	2016	3	0,933	93,00
a15	15	Zhao, Z.-y., Tian, Y.-x. and Zillante, G.	<i>Modeling and evaluation of the wind power industry chain: A China study</i>	2014	14	8,050	84,01

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - *Ranking de melhores artigos e valores de InOrdinatio da Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	InOrdinatio
a16	16	Goel, S. and Dwivedi, P.	<i>Considerations and conceptualisation of solar business model in India: Lessons on technology transfer learnt from Germany</i>	2015	2	0,5	82,00
a17	17	Schimith, C., Scavarda, A., Vaccaro, G., Bittencourt, S., Weise, A., Paludo, I. and Schimith, E.	<i>Value addition through development and technology transfer: A study in the electro-electronic industry</i>	2015	0	0,82	80,00
a18	18	Abdullah, C., Bahaudin, A., Nawi, M., Baluch, N., Kamaruddeen, A., Mohtar, S., Mohamed Udin, Z., Zulhumadi, F. and Abu Bakar, Z.	<i>Implications of technology transfer in the design and construction of load-bearing masonry buildings</i>	2015	0	0,43	80,00
a19	19	Jabar, J., Soosay, C. and Santa, R.	<i>Organisational learning as an antecedent of technology transfer and new product development: A study of manufacturing firms in Malaysia</i>	2011	40	1,75	80,00
a20	20	Manning, L.	<i>A knowledge exchange and diffusion of innovation (KEDI) model for primary production</i>	2013	13	1,437	73,00
a21	21	Hatani, F.	<i>The logic of spillover interception: The impact of global supply chains in China</i>	2009	51	1,56	71,00
a22	22	Ford, S., Mortara, L. and Probert, D.	<i>Disentangling the complexity of early-stage technology acquisitions</i>	2012	18	2	68,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - Ranking de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
a23	23	Jiang, B., Frazier, G. and Heiser, D.	<i>China-related POM research: A literature review and suggestions for future research</i>	2007	58	3,339	58,00
a24	24	Gold, S., Seuring, S. and Jeff, A.	<i>Barriers of food supply chains in Africa - A Delphi study</i>	2012	3	0,9	53,00
a25	25	Crone, M. and Roper, S.	<i>Local learning from multinational plants: Knowledge transfers in the supply chain</i>	2001	113	2,780	53,00
a26	26	Manning, L. and Baines, R.	<i>Globalisation: A study of the poultry-meat supply chain</i>	2004	72	1,437	42,00
a27	27	Chou, Y.-C., Huang, H.-Y., Jahn, J. and Kuo, C.-H.	<i>A framework of economic analysis for tapered technology-manufacturing alliances</i>	2010	10	3,493	40,00
a28	28	Bakhshi, H. and McVittie, E.	<i>Creative supply-chain linkages and innovation: Do the creative industries stimulate business innovation in the wider economy?</i>	2009	11	0,89	31,00
a29	29	Nordås, H.	<i>Vertical specialisation and its determinants</i>	2008	16	2,35	26,00
a30	30	Hidayat, Y., Takahashi, K., Diawati, L. and Cakravastia, A.	<i>Supply chain strategy for high technology-content product and its consequences to technology transfer mechanism</i>	2009	5	0,59	25,00
a31	31	Pecht, M. and Zuga, L.	<i>China as hegemon of the global electronics industry: How it got that way and why it won't change</i>	2009	1	1,581	21,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - *Ranking* de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
a32	32	Ivarsson, I. and Alvstam, C.	<i>International technology transfer through local business linkages: The case of Volvo Trucks and their domestic suppliers in India</i>	2004	47	1,08	17,00
a33	33	Sherwood, A. and Covin, J.	<i>Knowledge acquisition in university industry alliances: An empirical investigation from a learning theory perspective</i>	2008	0	3,759	10,00
EIXO 2 (“Technology Transfer model” e “industry” / “enterprise” / supplier”)							
Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
b01	1	Gorschek, T., Wohlin, C., Garre, P. and Larsson, S.	<i>A model for technology transfer in practice</i>	2006	239	2,879	219,00
b02	2	Mikkonen, T., Lassenius, C., Männistö, T., Oivo, M. and Järvinen, J.	<i>Continuous and collaborative technology transfer: Software engineering research with real-time industry impact</i>	2018	4	2,627	104,00
b03	3	Marculescu, B., Feldt, R., Torkar, R. and Poulding, S.	<i>Transferring interactive search-based software testing to industry</i>	2018	1	2,278	101,00
b04	4	Hassan, A., Jamaluddin, M.Y. and Queiri, A.	<i>Technology Transfer Model For The Libyan Information And C. Industry</i>	2016	0	0,430	80,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - Ranking de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
b05	5	González, E. and Rodríguez, S.	<i>Knowledge and Technology Transfer Relationship between a Research Center and the Production Sector: CIMAT Case Study</i>	2016	0	0,280	80,00
b06	6	Khabiri, N., Rast, S. and Senin, A.A.	<i>Identifying Main Influential Elements in TT Process: A Conceptual Model</i>	2012	33	0,400	73,00
b07	7	C. Anthony Di Benedetto Roger J. Calantone Chun Zhang	<i>International technology transfer: Model and exploratory study in the People's Republic of China</i>	2003	109	2,600	59,00
b08	8	Wahab, S., Rose, R., Uli, J. and Abdullah, H.	<i>A review on the technology transfer models, knowledge-based and organizational learning models on technology transfer</i>	2009	45	0,440	55,00
b09	9	Sun, Z.-Y., Yu, W., Wei, H.-F., Liang, Q.-P. and Qian, H.	<i>A study on the contract arrangement of technology transfer model in China information technology industry</i>	2013	2	0,000	52,00
EIXO 3 “Supply Chain” e “Industrial 4.0 Scenario”							
Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
c01	1	Davis, J., Edgar, T., Porter, J., Bernaden, J. and Sarli, M.	<i>Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance</i>	2012	166	3,024	216,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - *Ranking* de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
c02	2	Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Werner, F. and Ivanova, M.	<i>A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0</i>	2016	41	2,4	131,00
c03	3	Zhong, R., Xu, C., Chen, C. and Huang, G.	<i>Big Data Analytics for Physical Internet-based intelligent manufacturing shop floors</i>	2017	21	2,325	121,00
c04	4	Kusiak, A.	<i>Smart manufacturing</i>	2018	14	2,623	114,00
c05	5	Harrison, R., Vera, D. and Ahmad, B.	<i>Engineering Methods and Tools for Cyber-Physical Automation Systems</i>	2016	22	9,237	112,01
c06	6	Chen, R.-Y.	<i>An intelligent value stream-based approach to collaboration of food traceability cyber physical system by fog computing</i>	2017	6	3,496	106,00
c07	7	Xue, X., Kou, Y.-M., Wang, S.-F. and Liu, Z.-Z.	<i>Computational Experiment Research on the Equalization-Oriented Service Strategy in CManufacturing</i>	2018	4	3,520	104,00
c08	8	Majeed, M. and Rupasinghe, T.	<i>Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: An assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry</i>	2017	4	0,209	104,00
c09	9	Banerjee, S., Wahl, M. and Panigrahi, J.	<i>Technology, innovation and knowledge transfer: A value chain perspective</i>	2018	3	9,228	103,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - *Ranking* de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
c10	10	Bogle, I.	<i>A Perspective on Smart Process Manufacturing Research Challenges for Process Systems Engineers</i>	2017	1	0,138	101,00
c11	11	Jensen, J.P. and Remmen, A.	<i>Enabling Circular Economy Through Product Stewardship</i>	2017	1	0,105	101,00
c12	12	Luthra, S. and Mangla, S.	<i>Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies</i>	2018	1	3,441	101,00
c13	13	Byrne, G., Ahearne, E., Cotterell, M., Mullany, B., O'Donnell, G.E. and Sammler, F.	<i>High Performance Cutting (HPC) in the New Era of Digital Manufacturing – A Roadmap</i>	2016	11	0,572	101,00
c14	14	Tuptuk, N. and Hailes, S.	<i>Security of smart manufacturing systems</i>	2018	0	3,669	100,00
c15	15	Oh, J. and Jeong, B.	<i>Tactical supply planning in smart manufacturing supply chain</i>	2018	0	3,464	100,00
c16	16	Telukdarie, A., Buhulaiga, E.A., Bag, S., Gupta, S. and Luo, Z.	<i>Industry 4.0 Implementation for Multinationals</i>	2018	0	3,441	100,00
c17	17	Dallasega, P., Rauch, E. and Linder, C.	<i>Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review</i>	2018	0	2,850	100,00
c18	18	Ivanov, D., Das, A. and Choi, T.-M.	<i>New flexibility drivers for manufacturing, supply chain and service operations</i>	2018	0	2,623	100,00
c19	19	Queiroz, M.M. and Telles, R.	<i>Big data analytics in supply chain and logistics: an empirical approach</i>	2018	0	1,776	100,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - *Ranking* de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
c20	20	Kayikci, Y.	<i>Sustainability impact of digitization in logistics</i>	2018	0	0,730	100,00
c21	21	Molka-Danielsen, J., Engelseth, P. and Wang, H.	<i>Large scale integration of wireless sensor network technologies for air quality monitoring at a logistics shipping base</i>	2018	0	0	100,00
c22	22	Chien, C.-F., Dou, R. and Fu, W.	<i>Strategic capacity planning for smart production: Decision modeling under demand uncertainty</i>	2017	0	3,541	100,00
c23	23	Bogataj, D., Bogataj, M. and Hudoklin, D.	<i>Mitigating risks of perishable products in the cyber-physical systems based on the extended MRP model</i>	2017	0	3,493	100,00
c24	24	Shamim, S., Cang, S., Yu, H. and Li, Y.	<i>Examining the feasibilities of Industry 4.0 for the hospitality sector with the lens of management practice</i>	2017	0	2,262	100,00
c25	25	Man, J.C.d. and Strandhagen, J.O.	<i>An Industry 4.0 Research Agenda for Sustainable Business Models</i>	2017	0	0,572	100,00
c26	26	Avventuroso, G., Silvestri, M. and Pedrazzoli, P.	<i>A Networked Production System to Implement Virtual Enterprise and Product Lifecycle Information Loops</i>	2017	0	0,263	100,00
c27	27	Barreto, L., Amaral, A. and Pereira, T.	<i>Industry 4.0 implications in logistics: an overview</i>	2017	0	0,105	100,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - *Ranking de melhores artigos e valores de InOrdinatio da Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	InOrdinatio
c28	28	Dallasega, P., Rojas, R., Rauch, E. and Matt, D.	<i>Simulation Based Validation of Supply Chain Effects through ICT enabled Real- time-capability in ETO Production Planning</i>	2017	0	0,105	100,00
c29	29	Dossou, P.E. and Nachidi, M.	<i>Modeling Supply Chain Performance</i>	2017	0	0,105	100,00
c30	30	Fernández- Miranda, S., Marcos, M., Peralta, M. and Aguayo, F.	<i>The challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical Engineering</i>	2017	0	0,105	100,00
c31	31	Grieco, A., Caricato, P., Gianfreda, D., Pesce, M., Rigon, V., Tregnaghi, L. and Voglino, A.	<i>An Industry 4.0 Case Study in Fashion Manufacturing</i>	2017	0	0,105	100,00
c32	32	Thiede, B., Posselt, G., Kauffeld, S. and Herrmann, C.	<i>Enhancing Learning Experience in Physical Action- orientated Learning Factories Using a Virtually Extended Environment and Serious Gaming Approaches</i>	2017	0	0,105	100,00
c33	33	Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E. and Pelaez, G.	<i>What does Industry 4.0 mean to Supply Chain?</i>	2017	0	0,105	100,00
c34	34	Trstenjak, M. and Cosic, P.	<i>Process Planning in Industry 4.0 Environment</i>	2017	0	0,105	100,00
c35	35	Kovács, G. and Kot, S.	<i>New logistics and production trends as the effect of global economy changes</i>	2016	9	0,311	99,00
c36	36	Maslarić, M., Nikoličić, S. and Mirčetić, D.	<i>Logistics Response to the Industry 4.0: The Physical Internet</i>	2016	5	0,83	95,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - Ranking de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

Continuando.

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
c37	37	Neugebauer, R., Hippmann, S., Leis, M. and Landherr, M.	<i>Industrie 4.0 - From the Perspective of Applied Research</i>	2016	3	0,572	93,00
c38	38	Nishioka, Y., Horimizu, O., Chino, S., Saleck, A. and Usländer, T.	<i>Design of an ecosystem platform for manufacturing operations using loosely defined standards</i>	2016	1	0,28	91,00
c39	39	Rakyta, M., Fusko, M., Herčko, J., Závodská, L. and Zrnić, N.	<i>Proactive approach to smart maintenance and logistics as a auxiliary and service processes in a company</i>	2016	1	0	91,00
c40	40	Reddy, G., Singh, H. and Hariharan, S.	<i>Supply chain wide transformation of traditional industry to industry 4.0</i>	2016	0	0,7	90,00
c41	41	Jung, K., Morris, K., Lyons, K., Leong, S. and Cho, H.	<i>Using formal methods to scope performance challenges for Smart Manufacturing Systems: Focus on agility</i>	2015	3	1	83,00
c42	42	Mothes, H.	<i>No-Regret Solutions - Modular Production Concepts in Times of Complexity and Uncertainty</i>	2015	3	0,48	83,00
c43	43	Frazzon, E.M., Silva, L.S. and Hurtado, P.A.	<i>Synchronizing and Improving Supply Chains through the application of Cyber- Physical Systems</i>	2015	1	0,263	81,00
c44	44	Smirnov, A., Sandkuhl, K. and Shilov, N.	<i>Multilevel self- organisation of cyber-physical networks: Synergic approach</i>	2013	12	0,46	72,00

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 - Ranking de melhores artigos e valores de *InOrdinatio* da *Methodi Ordinatio*

							Conclusão.
Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
c45	45	Ivanov, D. and Sokolov, B.	<i>The interdisciplinary modelling of supply chains in the context of collaborative multi-structural cyber-physical networks</i>	2012	13	0,648	63,00
c46	46	Seetharam, D., Arya, V., Chakraborty, D., Charbiwala, Z., Ganu, T., Ghai, S., Hazra, J., Kodeswaran, P., Mitra, R., Narayanaswamy, B., Sengupta, N. and Kalyanaraman, S.	<i>Cyber physical systems for smarter energy grids: Experiences at IBM research – India</i>	2013	2	0,493	62,00

EIXO 4 (“*Technology Transfer*” e “*Industrial 4.0 Scenario*”)

Código	Ranking	Autor	Título	Ano	N. de citações	Fator de impacto	<i>InOrdinatio</i>
d01	1	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	12	0	112,00
d02	2	Sung, T.	<i>Industry 4.0: A Korea perspective</i>	2018	6	3,129	106,00
d03	3	Kochetkov, D., Larionova, V. and Vukovic, D.	<i>Entrepreneurial capacity of universities and its impact on regional economic growth</i>	2017	0	0,19	100,00

Fonte: Autor (2018)