



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ECONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA

MARCO TÚLIO BRASIEL SAMPAIO

**DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E INDÚSTRIA: A INDÚSTRIA 4.0 E O
APRIMORAMENTO TECNOLÓGICO DA PRODUÇÃO LOCAL**

São Cristóvão/SE
2022

MARCO TÚLIO BRASIEL SAMPAIO

**DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E INDÚSTRIA: A INDÚSTRIA 4.0 E O
APRIMORAMENTO TECNOLÓGICO DA PRODUÇÃO LOCAL**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação profissional em Economia,
como requisito para obtenção de título de
Mestre em Desenvolvimento Regional.

Orientador: Prof. Dr. Elmer Nascimento
Matos

São Cristóvão/SE
2022

MARCO TÚLIO BRASIEL SAMPAIO

**DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E INDÚSTRIA: A INDÚSTRIA 4.0 E O
APRIMORAMENTO TECNOLÓGICO DA PRODUÇÃO LOCAL**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação profissional em Economia,
como requisito para obtenção de título de
Mestre em Desenvolvimento Regional.

Orientador: Prof. Dr. Elmer Nascimento
Matos

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Elmer Nascimento Matos
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof. Dr. Cid Olival Feitosa
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Prof^a. Dr^a. Denísia Araújo das Chagas
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

SÃO CRISTÓVÃO/SE

2022

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S192d Sampaio, Marco Túlio Brasiel
Desenvolvimento econômico e indústria : a indústria 4.0 e o
aprimoramento tecnológico da produção local / Marco Túlio Brasiel
Sampaio ; orientador Elmer Nascimento Matos. – São Cristóvão,
SE, 2022.
86 f. : il.

Dissertação (mestrado profissional em Economia) –
Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Economia. 2. Indústria 4.0. 3. Processos de fabricação –
Inovações tecnológicas. 4. Automação industrial. 5.
Desenvolvimento econômico. 6. Desenvolvimento econômico –
Sergipe. 7. Política industrial. I. Matos, Elmer Nascimento, orient. II.
Título.

CDU 330.341.424

AGRADECIMENTOS

Findada esta etapa em minha carreira de estudos, posso afirmar que, em momentos como este, o caminho é tão importante quanto a chegada, ainda que a partida tenha sido por anos adiada.

Agradeço às pessoas que estiveram ao meu lado durante todo o tempo em que estive me dedicando ao mestrado. Meus amigos e familiares, peço que se sintam prestigiados e com muita estima lembrados. Duas pessoas, em especial, estiveram mais próximas a mim durante a jornada e sem elas, não sei se conseguiria chegar até onde cheguei. Meu muito obrigado, Zenith e João Heitor, pelo companheirismo, ajuda e apoio.

Agradeço aos colegas que foram muito solícitos e dispostos a cooperar, faço menção a dois destes colegas, fazendo em nome deles o agradecimento aos demais. Muito obrigado Eduardo e Sérgio pela ajuda.

Aos professores do curso que, apesar de todas as dificuldades enfrentadas, especialmente no contexto histórico da terrível pandemia e do governo que desvalorizou a educação, fizeram com que este mestrado acontecesse. Fico muito grato ao Professor Elmer, meu orientador, e a professora Denísia, que não mediram esforços para que meu título de mestre fosse alcançado.

Fico feliz e satisfeito por ter vencido mais uma etapa. Ter sido exitoso nesta tarefa, me fez lembrar toda a minha história dentro da instituição UFS, que é responsável pela minha formação desde os meus 12 anos de idade, quando, como aluno do CODAP, tive acesso à Universidade.

Muito Obrigado.

RESUMO

SAMPAIO, Marco Túlio Brasiel. **Desenvolvimento econômico e indústria: A indústria 4.0 e o aprimoramento tecnológico da produção local**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) Universidade Federal de Sergipe, 2022.

Durante as décadas de 30 a 80 do século passado houve grandes iniciativas do Estado nacional brasileiro que tinham por finalidade acelerar o desenvolvimento da economia nacional. Neste aspecto, a influência das teorias desenvolvimentistas de Celso Furtado e outros economistas da CEPAL (Comissão Econômica para América Latina e Caribe) terminam por fincar na consolidação da indústria do Brasil as bases para o desejado desenvolvimento. A Complexidade produtiva, as cadeias de produção e a divisão internacional do trabalho estão em constante mudança. Pensando assim, a indústria, que tem em si todas essas características, segue evoluindo e sendo aprimorada. Neste trabalho, foi abordada a nova Indústria 4.0, ou manufatura avançada, suas características e influências nas atividades econômicas, traçando um paralelo entre as condições necessárias à sua implantação e as condições que são apresentadas localmente. Foi feita uma revisão das teorias schumpeterianas que fazem referência ao desenvolvimento tecnológico como principal motor do desenvolvimento econômico, tratando de desenvolvimento regional, indústria 4.0 e teoria econômica. Para obter os resultados da pesquisa, foram feitos dois estudos, o primeiro, uma revisão bibliométrica dos trabalhos publicados entre 2017 e 2022 dentro dos trabalhos contidos nas bases de dados *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) e Periódicos Capes. Este primeiro estudo serviu de balizador para o segundo estudo, pois através dele a visão geral de como evolui a indústria 4.0 no Brasil, foi obtida. O segundo estudo realizado se tratou de uma coleta de dados que visou, através da aplicação de uma *survey*, visualizar até que ponto a produção local, do Estado de Sergipe, está colocada dentro do que se espera para uma indústria com características da quarta revolução industrial, bem como investigou até que ponto existem as bases necessárias para que tais tecnologias fossem implantadas localmente.

Palavras chave: Indústria 4.0, manufatura avançada, desenvolvimento econômico, desenvolvimento tecnológico, revisão bibliométrica.

ABSTRACT

SAMPAIO, Marco Túlio Brasiel. **Economic development and industry: Industry 4.0 and the technological improvement of local production.** 2022. Dissertation (Professional Master's in Economics) Federal University of Sergipe, 2022.

During the 30's and 80's of the last century, there were great initiatives of the Brazilian national state that aimed to accelerate the development of the national economy. In this respect, the influence of the developmental theories of Celso Furtado and other economists from ECLAC (Economic Commission for Latin America and the Caribbean) ended up laying the foundations for the desired development in the consolidation of Brazil's industry.

Production complexity, production chains and the international division of labor are constantly changing. Thinking in this way, the industry, which has all these characteristics, continues to evolve and be improved. In this work, the new Industry 4.0, or advanced manufacturing, was approached, its characteristics and influences on economic activities, drawing a parallel between the necessary conditions for its implementation and the conditions that are presented locally. A review was made of Schumpeterian theories that refer to technological development as the main engine of economic development, dealing with regional development, industry 4.0 and economic theory. To obtain the research results, two studies were carried out, the first, a bibliometric review of the works published between 2017 and 2022 within the works contained in the Scientific Electronic Library Online (SciELO) and Capes Periodicals databases. This first study served as a guide for the second study, because through it the overview of how industry 4.0 evolves in Brazil was obtained. The second study carried out was a data collection that aimed, through the application of a survey, to visualize the extent to which local production, in the State of Sergipe, is placed within what is expected for an industry with characteristics of the fourth industrial revolution. , as well as investigated the extent to which the necessary foundations exist for such technologies to be locally deployed.

Keywords: Industry 4.0, advanced manufacturing, economic development, technological development, bibliometric review.

Lista de Ilustrações

Quadro 1 – Desenvolvimentismo sobre a ótica de autores selecionados	15
Quadro 2 – Características da Indústria 4.0	25
Quadro 3 – Tecnologias da indústria de manufatura avançada.....	27
Gráfico 1 - 10 principais produtos da pauta de exportações coreanos em 2020 (Em Bilhões de dólares)	33
Gráfico 2 - 10 principais produtos da pauta de exportações brasileira em 2020 (em Bilhões de dólares)	37
Gráfico 3 - 10 principais produtos da pauta de exportações sergipana em 2017 (em Milhões de dólares).....	39
Quadro 4 – Classificação da pesquisa	45
Quadro 05 – procedimentos adotados para a elaboração da pesquisa bibliométrica.....	47
Figura 1 - Fluxograma da construção da base de dados final	55
Quadro 6 - procedimentos adotados para a elaboração da pesquisa bibliométrica	56
Quadro 7 - Caracterização das publicações da base final.....	57
Quadro 8 - Classificação dos trabalhos quanto ao tipo	65
Figura 2 - Conteúdo enviado as firmas pesquisadas.....	76
Figura 3 - Declaração.....	76
Figura 4 - convite a participar da pesquisa	77

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Ocorrência dos elementos da Indústria 4.0 nas publicações	68
Tabela 2 - Contexto de aplicação dos elementos da indústria 4.0.....	70
Tabela 3 - Interface com o fenômeno desenvolvimento econômico e inovação tecnológica.....	71
Tabela 4 - Filtro das indústrias sergipanas para obtenção da amostra de indústria 4.0.....	74

Sumário

Introdução.....	12
Capítulo 1 Desenvolvimento econômico, progresso tecnológico e indústria....	14
1.1.1 Desenvolvimento econômico e indústria.....	14
1.1.2 Desenvolvimento econômico em Schumpeter	18
1.1.3 O desenvolvimento e a tecnologia na visão neo-shumpeteriana .	22
1.1.4 Indústria 4.0 – Características conceituais.....	24
1.2 Desenvolvimento e Indústria 4.0	30
1.2.1 O caso da Coreia do Sul	31
1.2.2 O caso brasileiro.....	33
1.2.3 Sergipe em pauta exportadora	37
1.3 Desenvolvimento, Indústria e políticas públicas	39
1.4 Metodologia da pesquisa	42
1.5 Classificação da pesquisa.....	44
1.6 Procedimentos de pesquisa	46
1.6.1 Questionário Autoaplicável Indústria 4.0: amostra sergipana.....	48
2 Estudo 1 - Produções sobre revolução industrial 4.0: Uma revisão bibliométrica.....	53
2.1 Objetivos	53
2.2 Metodologia	53
2.3 Análise de dados.....	56
2.4 Resultados	56
2.5 Discussões sobre o estudo	72
3 Estudo 2 - Questionário Autoaplicável Indústria 4.0: amostra sergipana ..	73
3.1 Objetivos	73

3.2	Metodologia	73
3.3	Análise de dados.....	78
4	Considerações finais	79
5	Referencial bibliográfico	81

Introdução

Durante as décadas de 30 a 80 do século passado, houve grandes iniciativas do Estado nacional brasileiro que tinham por finalidade acelerar o desenvolvimento da economia nacional, neste aspecto, a influência das teorias desenvolvimentistas de Celso Furtado e outros economistas da CEPAL (Comissão Econômica para América Latina e Caribe) terminam por fincar na consolidação da indústria do Brasil as bases para o desejado desenvolvimento.

A Complexidade produtiva, as cadeias de produção e a divisão internacional do trabalho estão em constante mudança. Pensando assim, a indústria, que tem em si todas essas características, segue evoluindo e sendo aprimorada. Neste trabalho, foi abordada a nova Indústria 4.0, ou manufatura avançada, suas características e influências nas atividades econômicas, traçando um paralelo entre as condições necessárias à sua implantação e as condições que são apresentadas localmente. Sobre esse assunto, o presente trabalho procurou responder à pergunta: Quanto da indústria sergipana tem capacidade de empregar tecnologias características da Indústria 4.0?

Este trabalho teve como objetivo investigar quais são as possibilidades e limites para a indústria sergipana empregar tecnologias características da Indústria 4.0, além de, mais especificamente, colher informações a respeito das indústrias do parque local, identificar as indústrias que empregam alguma tecnologia característica da manufatura avançada e trazer uma visão global do que está sendo pesquisado em relação à indústria 4.0 no Brasil. Para tanto, foram elencadas como hipóteses a serem testadas, 1 - há indústrias instaladas no parque tecnológico sergipano, que estão empregando em sua produção tecnologias e características da Indústria 4.0. 2 - Existe interesse das indústrias instaladas em Sergipe em implementar tecnologias e características da manufatura avançada, a fim de obter ganhos de produtividade através do aprimoramento tecnológico.

O trabalho está dividido em três capítulos, o primeiro relacionado a discussão teórica que foi o motivador do estudo do tema, além de elencar as características tecnológicas presentes na indústria de manufatura avançada. O capítulo 01 foi dividido

em sessões, uma breve Introdução que trará em sequência a segunda sessão, no qual foram abordados os aspectos relacionados ao desenvolvimento econômico, com base no aprimoramento tecnológico, e por fim, na sessão 3, foi apresentada a metodologia utilizada no decorrer do trabalho.

Ainda no primeiro capítulo, uma revisão literária sobre desenvolvimento econômico foi apresentada, contendo um apanhado de conceitos e nuances contidos no tema proposto. O objetivo foi delinear algo que permitisse aos leitores identificar como foi trabalhado o termo “desenvolvimento econômico” no contexto deste trabalho. Em relação ao aprimoramento tecnológico, neste texto, foi considerada a ótica dos conceitos formulados por Joseph Schumpeter, bem como, alguns conceitos dos autores denominados Neo-Schumpeterianos a fim de embasar os motivos para a escolha da discussão deste assunto. Por fim, ainda nesta sessão, foi trazido um bloco de informações que teve por objetivo definir a indústria 4.0, falando sobre suas características e principais tecnologias.

No segundo capítulo foi apresentada nossa metodologia, nela, as principais partes que formaram a coluna vertebral do trabalho foram explicadas. Optou-se por separar a metodologia dos demais capítulos, para que fosse dada a importância pretendida ao aspecto metodológico do trabalho, ainda que no capítulo seguinte, referente aos estudos específicos, uma parte metodológica específica volte a ser mencionada.

O terceiro capítulo trouxe um estudo de pesquisa bibliográfica sobre o tema da indústria 4.0, neste caso, pretendia-se avaliar aspectos como a evolução das produções científicas nesta área e quais caminhos foram percorridos pelos pesquisadores destes trabalhos. A segunda parte deste capítulo apresentou os resultados do *survey* aplicado nas indústrias instaladas em Sergipe. Após esta apresentação, traremos as considerações finais do trabalho.

Capítulo 1 Desenvolvimento econômico, progresso tecnológico e indústria

O presente trabalho tem em seu âmago o desenvolvimento econômico dos países. Nesse aspecto, faz-se importante delinear o setor industrial. O setor de manufatura traz consigo características que lhe remetem a argumentos que o colocam em destacada posição nos meios de produção de uma determinada localidade. É comum ler que a demanda por mão-de-obra qualificada, a capacidade para fomentar inovações, no sentido de haver sempre uma necessidade de superar ou acompanhar a produção tecnológica dos outros *players* do setor, além da capacidade de atrair outras empresas que possam prestar serviços sofisticados, com alta capacidade de gerar valor agregado, são premissas válidas ao setor industrial (MIGUEZ *et al.*, 2018).

Dentro da literatura econômica, no entanto, não há consenso de como se deve fazer para que determinada localidade saia de uma posição de industrialização atrasada para despontar enquanto vanguarda da produção mundial de determinado bem. Também não há entendimento geral de que todos os países devam seguir o caminho do desenvolvimento industrial, a fim de atingirem processos de melhora de seus quadros sociais. Nessa primeira seção, foi discutido: 1. Um apanhado teórico que dialogou sobre o desenvolvimento econômico dos países, traçando paralelos entre teorias que enveredam pela política pública industrial como incentivadora mais importante para que haja crescimento da indústria, e aquelas que veem mais problemas que soluções, quando o Estado tenta fomentar este setor; 2. dados que buscaram mostrar que os países onde a indústria se desenvolve são tecnologicamente mais avançados e, portanto, mais desenvolvidos economicamente.

1.1 Desenvolvimento econômico e indústria

Para delimitar desenvolvimento nos termos do presente trabalho, fora discutido o conceito tomando como base sua efetiva aplicação, ao analisar o Estado desenvolvimentista. Dessa maneira, pode-se expor com mais exatidão o ponto principal da presente pesquisa. Para (FONSECA, 2015), dar forma a um conceito tão complexo é tarefa exaustiva, mas reforça a necessidade de alinhar teoria, filosofia, fatos históricos e práticas a fim de dar o embasamento necessário a tarefa. Em seu

texto, repleto de definições e subconceitos, fica clara a influência de inúmeros pensadores que discorrem sobre o assunto, como sintetizado na Quadro 01 – Desenvolvimentismo sobre a ótica de autores selecionados.

Quadro 1 – Desenvolvimentismo sobre a ótica de autores selecionados

Autor referência	Visão conceitual
Herrlein Jr.(2012)	Construção e implantação de uma estratégia de desenvolvimento produtivo através de um projeto nacional; Promoção da acumulação de capital financeiro no território nacional, aplicado seletivamente a alguns setores, especialmente os de <u>tecnologia de ponta</u> . Ênfase na produção de bens com maior valor agregado, ou seja, com maiores possibilidades de melhorar a produção do país nas cadeias globais de distribuição. Regulação do comércio e finanças nas transações com o exterior; Estabilização dos indicadores macroeconômicos do país, em sentido amplo, ou seja, moeda e preços, juros, câmbio, contas públicas e contas externas.
Evans (1992)	Industrialização impulsionada por políticas estatais intervencionistas; para implementar a estratégia de desenvolvimento, a burocracia estatal deve ser forte e independente; Os atores privados e os seguimentos da sociedade devem fazer uso de canais de estado institucionalizados que promovam entre eles interlocução. Estes canais promovem aos Estados nacionais certo grau de autonomia, sem que seja deixado de lado uma relevante inserção na sociedade. A esse fenômeno, o autor chama de “autonomia inserida” (<i>embeddeb autonomy</i>).
Chang (2004)	O Estado desenvolvimentista deve cumprir uma função de coordenação dos agentes privados, no sentido de prover estímulos em investimentos, por exemplo; Uma estratégia de desenvolvimento nacional que direcione os atores econômicos, representantes de classe e os mais distintos seguimentos da sociedade, em direção a um futuro desenhado; O autor defende a criação de instituições voltadas à fomentar um ambiente que propicie o desenvolvimento; Por fim, os Estados desenvolvimentistas devem ser responsáveis por lidar com os

	conflitos gerados pelo processo de desenvolvimento, que cria “vencedores e perdedores” naturalmente, e, caso deixados à própria sorte, podem levar ao aumento da concentração de renda (para certas classes sociais) e fatores de produção (para certas localidades).
Amsden (2001)	As mesmas forças que produzem desenvolvimento podem também induzir concentração de renda, por isso a autora menciona que uma das funções do estado desenvolvimentista é de melhorar a lucratividade das indústrias para atrair capital privado e assim forçar, de certo modo, que fluam para a população. Como funções do estado desenvolvimentistas, a autora cita portanto, a criação de bancos de desenvolvimento, a gestão de conteúdo local, a abertura de mercados chave para determinados produtos e a formação de empresas nacionais.
Bresser-Pereira (2006)	A partir de uma visão focada nas experiências da América Latina do século XX, faz menção ao termo desenvolvimentismo, como uma estratégia de política econômica que visa o fortalecimento da indústria nacional como forma de aprimorar o desenvolvimento local. Suas principais características são o nacionalismo como ideologia, reafirmando o fortalecimento das instituições de estado; Controle das taxas de câmbio em um patamar que seja favorável as exportações; Orientação do Estado quanto ao sentido em que a industrialização deve ocorrer, no intuito de formar fortes conglomerados especializados; Maior complacência em relação a algum nível de déficit público e na conta-corrente, convivendo com certo nível aceitável de inflação.

Fonte: (FONSECA, 2015); (BRESEER-PEREIRA, 2006); (CHANG, 2004)

Dentre os autores apresentados, há vários conceitos presentes, alguns isolados outros com mais repetições e aparecimentos, mas, como forma de direcionar o trabalho daqui por diante, foi dada atenção para três definições. 1) A construção de um projeto deliberado ou de uma estratégia de desenvolvimento nacional – projeto nacional. 2) A Viabilização deste projeto sendo utilizada uma intervenção estatal na economia. 3) Aceleração do crescimento através da industrialização do país.

A junção dos três pontos mencionados no parágrafo anterior pode ser representada por uma política de Estado voltada ao desenvolvimento industrial. Trataremos política industrial como sendo uma iniciativa dos governos que buscam direcionar o desenvolvimento da indústria com algum viés de interesse local – seja ele municipal, estadual ou nacional – entende-se que, quaisquer que sejam as metas de desenvolvimento, alcança-las passa por desenvolver a indústria, aprimorando os métodos produtivos e utilizando as mais sofisticadas tecnologias disponíveis (CIMOLI; DOSI; STIGLITZ, 2009).

Para diferenciar a abordagem quanto a política industrial da vertente do pensamento neoclássico ortodoxo, faz-se necessário um breve comentário sobre tal conceito. Seguindo a visão exposta por (GADELHA, 2001), quando apresenta uma dualidade na definição de política industrial, destacando a política industrial horizontal, mais irrestrita, de forma a defender que a melhor política industrial seria na verdade uma boa política econômica em geral, ou seja, ao suportar fatores como infraestrutura de transportes, educação, ciência e tecnologia, política antitruste, política macroeconômica em geral e diretrizes mais gerais para a indústria, o Estado estaria fazendo com que o ambiente econômico se fortalecesse, quase que promovendo o crescimento “espontâneo” da indústria nacional.

A diferenciação entre política macroeconômica e política industrial faz sentido, quando, para a ortodoxia convencional, se define que política industrial deve ser confundida com política macroeconômica. Assim sendo, a definição do primeiro conceito, passa por um direcionamento dos esforços em aprimorar um setor específico, ou até mesmo para uma indústria por si mesmo, a exemplo do esforço brasileiro em desenvolver a siderurgia, na figura da Companhia Siderúrgica Nacional, nos tempos das iniciativas desenvolvimentistas do Estado brasileiro. Neste caso, ferramentas econômicas como subsídios, proteções tarifárias, e até mesmo cotas de compras dos produtos nacionais são válidos e postos em ação pelo gestor da política. Já o conceito de macroeconomia, na visão teórica desta vertente, utiliza as ferramentas de controle fiscal e monetário para garantir um nível determinado dos índices econômicos, taxa de juros e inflação. Isso é que importa na macroeconomia (CORDEN, 1980).

A definição de política industrial, ou melhor, a ótica que se deve utilizar para encarar política industrial, é bem descrita no trecho abaixo:

The best industrial policy may be to provide an adequate infrastructure, some limits on the powers of monopolies and cartels, an education system that helps to generate the human capital for industrial success, indicative guidance about industrial prospects (without compulsion or subsidies), stability and simplicity in the system of taxation, a free and flexible capital market and a steady movement towards zero sectional protection, whether direct and indirect. If industrial policy is primarily defensive protection, the best industrial policy may well be one that gradually ensures its own disappearance (CORDEN, 1980).

Para Gadelha, 2001, se faz necessário, ao tratarmos do tema indústria, nos termos da industrialização enquanto promotor do desenvolvimento, primeiro delinear o que pretendemos enquadrar como sendo política da indústria e desenvolvimento econômico. Neste trabalho, se pensou desenvolvimento econômico fazendo uso dos conceitos formulados por Schumpeter, utilizando também alguns dos postulados neo-Schumpeterianos que focam no evolucionismo para explicar o desenvolvimento econômico. Sendo assim, iniciou-se uma revisão da literatura produzida por Schumpeter, buscando elencar os conceitos desenvolvidos pelo referido autor (TAVARES; KRETZER; MEDEIROS, 2005).

1.2 Desenvolvimento econômico em Schumpeter

Conectando desenvolvimento aos conceitos Schumpeterianos, tem-se que, ao promover o desenvolvimento através da indústria, os Estados estão “apostando” no poder das organizações industriais em prover aprimoramento tecnológico, demanda por novos ferramentais produtivos, tipo pesquisa e desenvolvimento (P&D), busca por novos mercados e superação de concorrência, por exemplo, que as cadeias industriais podem oferecer. Assim sendo, será feita discussão quanto ao desenvolvimento da indústria 4.0 como forma de aprimoramento das tecnologias produtivas de uma determinada localidade, enquanto segue-se explorando a teoria de Shumpeter.

A contribuição de Joseph Alois Schumpeter para o estudo da economia trouxe para os estudos econômicos muitos conceitos e interpretações de fenômenos importantes e que para o presente trabalho, foram fundamentais. Seus estudos sobre inovação, crédito aos consumidores, geração de riqueza e renda, desenvolvimento e crescimento econômico, entre outros, fizeram com que a teoria econômica passasse a considerar inúmeros fenômenos que, sem dúvida, tornaram muito mais precisas as análises conjecturais e, de forma geral, os fenômenos econômicos observados nas diversas economias ao redor do globo. Para esse trabalho, foi considerado

basicamente sua contribuição no estudo das inovações, enquanto promotores do crescimento econômico (COSTA, Achyles Barcelos da, 2006).

Antes de expor como a inovação provoca crescimento econômico, se fez necessário um comentário a respeito do que, segundo a visão de Schumpeter, seria inovação tecnológica. A inovação tecnológica, fruto do trabalho do empreendedor inovador¹, ocorre sempre que um produto novo, ou ainda aprimorado, é colocado à disposição do mercado consumidor. É importante frisar que, além do produto, outros tipos de inovação como a introdução de novo método de produção, a abertura de um novo mercado ou ainda uma nova forma de organização industrial, são consideradas inovações, cujos efeitos são semelhantes a inovação de produtos (SANTOS, Adriana B. A. dos; FAZION; MEROE, 2011).

O surgimento das inovações em uma economia não ocorre pelo espontaneísmo dos consumidores. A ideia de desenvolvimento partindo do princípio de que uma pressão por novos produtos forçaria o aparato produtivo a evoluir é incompleta e não seria, por si só, capaz de explicar os fenômenos econômicos. Schumpeter distribui o papel de fomentador da inovação aos consumidores e aos empreendedores, no sentido que ao promover o desenvolvimento de novos produtos, de forma sistemática e periódica, o produtor quase que educa os compradores a esperarem por novidades. Assim sendo, mesmo que seja considerada no processo de crescimento econômico a pressão dos consumidores por produtos mais modernos e funcionais, também deve-se considerar no processo de “fluxo circular” Schumpeteriano, o papel do empresário enquanto idealizador de tendências que ajudam a fomentar mais demanda para os produtos de sua empresa (COSTA, Achyles Barcelos da, 2006).

Pelo lado da produção, as inovações provocadas pelo empreendedor seriam fruto da combinação diferenciada de materiais e força de trabalho. Esclarece-se que tal combinação é em si revolucionária, sem necessariamente contar com novos materiais ou mão-de-obra mais especializada. Esse composto especial foi denominado por Schumpeter de inovações ou “novas combinações”, e seria o núcleo mais importante do desenvolvimento econômico. Abaixo fez-se uma síntese de como

¹ Fundamental para o desenvolvimento econômico, Schumpeter via a figura do empreendedor como o ator principal na tomada de decisão do “pagar para ver”, tomando para si a responsabilidade de iniciar o movimento de mudança capaz de fazer acontecer a destruição criativa.

se apresentou a inovação, promovida pelo empreendedor, segundo sua diferenciação(SCHUMPETER, 1997).

- A. Introdução de um novo bem no mercado: Algo novo, cujos consumidores ainda não estejam familiarizados, ou ainda uma nova qualidade de bens.
- B. Utilização de um novo método de produção: Uma metodologia ainda não testada no ramo da indústria propriamente dita, que não necessariamente precisa ser fruto de descoberta científica, podendo ser, por exemplo, somente uma nova forma de comercializar um bem.
- C. Abertura de um novo mercado: Um ramo do mercado cuja indústria de transformação de uma localidade ainda não tenha entrado, podendo nesse caso ser inclusive um mercado anteriormente existente.
- D. Aquisição de uma nova fonte de matéria-prima, ou de bens semimanufaturados, assim como anteriormente, não sendo importante a existência anterior destes materiais.
- E. Estabelecimento de uma nova posição industrial, geralmente ocorrendo pela criação de uma nova posição de monopólio.

Para fechar essa linha, frisa-se que pela ótica Schumpeteriana, os novos materiais e meios de produção essenciais à inovação, não estão difusos, ociosos, aguardando pelo momento exato de serem utilizados. O referido teórico dizia que tais meios já estariam disponíveis no arcabouço da economia, sendo, porém, utilizados aleatoriamente em outros processos, ou disponíveis em localidades diferentes, cabendo ao empreendedor a tarefa de recombina-los e realocá-los em novas atividades. O desenvolvimento econômico seria precisamente isso(COSTA, Achyles Barcelos da, 2006).

Schumpeter considerava cíclico o movimento de desenvolvimento econômico, no qual, parte-se de um ambiente com grande prosperidade econômico, seguido de estabilização e crise. Ele considerava que uma substituição de produtos e hábitos de consumo estabelecidos por outros, seria responsável por, de tempos em tempos, fazer acontecer o processo de “destruição criadora” na economia. A inovação está fortemente relacionada a este fenômeno, o fato é que o empreendedor inovador, ao apresentar uma inovação, faz com que haja um movimento generalizado, semelhante a um movimento de manada, dos demais empreendedores de um determinado mercado, isso faria com que houvesse grandes investimentos na economia, pois tais

empreendedores estariam dispostos a acompanhar a novidade para alcançarem o mesmo nível de lucro obtido pelo inovador inicial. Toda essa movimentação seria suficiente para fazer com que houvesse um período de prosperidade econômica. O decrescimento da economia, ocorreria à medida em que tal inovação fosse sendo progressivamente absorvida, o que traria uma natural estabilização nos investimentos, seguida de diminuição da atividade econômica, que culminaria em menor oferta de empregos e por fim, diminuiria a renda *per capita* e o consumo (SCHUMPETER, 1997).

O empresário, conceito que Schumpeter atribuía aos sujeitos que teriam por definição o papel de proporcionar progresso tecnológico e consequentemente desenvolvimento econômico, para serem plenamente bem-sucedidos, necessitam ter acesso ao comando de meios de produção, e nesse ponto, ele entendia que seria essa uma função do crédito, propiciado *ad hoc*². Para a época em que foi escrita a teoria, esse conceito era contrário ao *mainstream*, sendo considerado revolucionário (SANTOS, Adriana B. A. dos; FAZION; MEROE, 2011).

Os economistas das escolas clássicas e neoclássicas, encaravam o papel da moeda no sistema econômico como se ela fosse uma mera ferramenta utilizada para viabilizar as negociações, ou seja, não era impetrado a ela nenhuma característica que a levasse a influenciar na economia real. Essa visão “simplista” levava a crença de que, com uma moeda sem função macroeconômica definida, havia para ela apenas uma função passiva, que fazia variar seu volume de acordo com a oferta e a demanda por bens e serviços (MORICCHI; GONÇALVES, 1994).

Os estudos de Schumpeter acerca do crédito como peça importante no desenvolvimento econômico de uma localidade, pressupunham uma mudança na visão da economia que predominava à época da publicação de sua obra. Já em 1936, quando publica a “Teoria Geral”, Keynes (KEYNES, 2017) faz importante referência ao papel da moeda, enquanto agente capaz de influenciar, com grande relevância, os rumos da economia. Colocando em xeque os pressupostos que davam como não importante a liquidez monetária nas mãos dos agentes econômicos. Os seus argumentos foram contundentes ao ponto de fazer muitos dos estudiosos das ciências econômicas questionarem a opinião convencional a respeito desse assunto em

² Oferecido com o propósito específico para atender tal necessidade.

particular. Ou seja, ao fazer referência à importância da moeda, Schumpeter, adiantava-se à “Teoria Geral” em algumas décadas (NAPOLEONI, 1973).

A contribuição oferecida pelos conceitos e pela teoria “Schumpeteriana” em geral, foram fundamentais para formação da base central do presente trabalho, pois para Schumpeter, a concorrência entre as empresas que “batalham” por destaque no mercado através do uso de novas tecnologias, procurando assim, retirar das demais concorrentes fatias cada vez mais relevantes de consumidores, trata-se de um “jogo” onde há ganhadores e perdedores. Neste trabalho, propõem-se o entendimento de que as firmas que aplicam tecnologias da indústria 4.0 em seus processos produtivos obtém vantagens sobre suas concorrentes. O desenvolvimento tecnológico está no centro da discussão, nesse aspecto, investigar se há localmente iniciativas que denotem desenvolvimento desses tipos de tecnologia, ou ainda iniciativas que possam, em futuro próximo, resultar no surgimento ou evolução das empresas locais para uma posição dentro do que se considera manufatura avançada, é relevante e importante para direcionar a política de desenvolvimento da região.

1.3 O desenvolvimento e a tecnologia na visão de Giovanni Dosi

Os economistas intitulados neo-schumpeterianos também estudam o desenvolvimento econômico sobre o olhar da tecnologia como motor central do progresso da indústria. Para estes economistas, um crescimento sustentável e de longo prazo depende do nível de competitividade da indústria local, nesse sentido, interações entre progresso científico e tecnologia, difusão tecnológica, seleção feita pelo mercado, maior acesso as tecnologias disponíveis, entre outros, são insumos fundamentais cujas empresas precisam ter acesso, se pretendem destacar-se nos mercados (TAVARES; KRETZER; MEDEIROS, 2005).

Os saltos de produtividade que caracterizam o desenvolvimento econômico, são evidenciados por (DOSI, 1982) como consequência direta do papel desempenhado pela inovação tecnológica, na medida que as empresas privadas, em sua busca constante por lucro, a utilizam como impulsionador, promovendo com esse movimento inovação tecnológica e desenvolvimento econômico.

O próprio conceito de tecnologia, cuja discussão trouxe um nível de profundidade e abrangência de rara observância, serve de ponto de partida para definição do que traria seu progresso. Nas palavras do autor:

The definition we suggest here is, on the contrary, much broader. Let us define technology as set of pieces of knowledge, both directly "practical" (related to concrete problems and devices) and "theoretical" (but practically, applicable although not necessarily already applied), know-how, methods, procedures, experience of successes and failures and also, of course, physical devices and equipment. Existing physical devices embody - so to speak - the achievements in the development of a technology in a defined problem-solving activity. At the same time, a "disembodied" part of the technology consists of particular expertise, experience of past attempts and past technological solutions, together with the knowledge and the achievements of the "state of the art" (DOSI, 1982).

A partir desta análise acerca do que seria tecnologia, o conceito de “paradigma tecnológico” proposto por Dosi, passa então a trazer avanços importantes no sentido de entender a enredada relação entre os fatores econômicos, institucionais e sociais que fazem com que novos conhecimentos científicos venham, ou não, a ser implementados na produção e, quando arranjadas com outros tipos de conhecimento resultem no surgimento de tecnologias disruptivas, no sentido de serem novas e ainda não aplicadas (SICSÚ; ROSENTHAL, 2006).

A contribuição que o modelo formulado por Dosi oferece é rico por apresentar respostas à complexidade observada nas relações econômicas atuais, marcadas pela velocidade com que novas tecnologias se sobrepõem, ampliando as incertezas quanto aos rumos e impactos percebidos pela economia e que surgem como consequência direta da força que as mudanças de paradigma naturalmente nos apresentam. Falando diretamente dos conceitos oferecidos pelo autor, pode-se entender que os “paradigmas tecnológicos” são as tecnologias do estado da arte, apresentadas como solução mais sofisticada para determinada demanda. Neste sentido, todas as tentativas relacionadas à resolução dos novos problemas, à medida que se façam conhecidos, passam por soluções que rondam o próprio paradigma na tentativa de aprimorar algum aspecto da tecnologia já empregada, que pode ser desde a melhoria de um processo até a substituição dos materiais por outros melhores. Deste conceito, surge o que Dosi denominou de “trajetória tecnológica”, que consiste no caminho que a evolução dos paradigmas percorre, quando se faz aprimorar, na esperança de ser aplicável, enquanto tecnologia, na resolução de problemas novos (RISSARDI JÚNIOR; SHIKIDA; DAHMER, 2009).

Observando os conceitos apresentados, desenha-se um paralelo entre o potencial desenvolvimento tecnológico que a indústria 4.0 pode oferecer, em toda sua complexidade e velocidade, e as consequências que o modo de produção da manufatura avançada pode trazer para a economia e a sociedade em geral.

1.4 Indústria 4.0 – Características conceituais

Para que fosse construído a presente pesquisa, fez-se importante traçar um apanhado sobre o que a literatura entende como indústria 4.0, suas principais características e conceitos. Para Schwab (2016) a quarta revolução industrial é muito mais que um prolongamento da terceira, pois envolve diretamente três aspectos relevantes que a distanciam das revoluções anteriores, são elas: velocidade que ocorre, escopo da transformação e relevância no sistema, em termos de impacto nos meios de produção, trabalho e transações comerciais. As possibilidades agregadas a indústria de manufatura avançada são tão grandes quanto imaginar bilhões de pessoas conectadas através de aparelhos portáteis, de simples manuseio, todos eles com grande poder de processamento e armazenamento de alta capacidade que formam uma ponte entre as demandas e ofertas por conhecimento de populações inteiras ao redor do globo. Além desses, há ainda incrementos que podem vir em forma de implementos, basta que para isso coloquemos para operar toda essa tecnologia acoplada a inteligência artificial, impressoras 3D, veículos autônomos, robôs, internet das coisas, que então começaremos a entender com mais detalhes todo o potencial de desenvolvimento econômico que a quarta revolução industrial tem a nos proporcionar (SCHWAB, 2016).

O termo indústria 4.0 foi mencionado pela primeira vez em um trabalho produzido pelo governo alemão em 2011, na ocasião, a referência seria uma estratégia de tecnologia avançada para o ano de 2020. Para Zhou et al (2015) sua definição passa por, a partir de uma base que traria integração entre informações, tecnologias de comunicação e processos técnicos industriais, proporcionaria a construção de uma estrutura baseada em um sistema cibernético-físico, “*Cyber-Physical System (CPS)*”, para criar um sistema produtivo inteligente que seria capaz de fornecer uma manufatura mais digital, guiada por informações, customizável e verde (ZHOU; TAIGANG LIU; LIFENG ZHOU, 2015b).

Na indústria 4.0, as unidades produtivas inteligentes (*smart factories*) têm papel central, no sentido de propiciar constante desenvolvimento de novos produtos, processos e procedimentos inteligentes e integrados. São plantas capazes de lidar com produções mais complexas, mais confiáveis, no sentido de sofrerem menos

interrupções por falhas humanas, locais onde as máquinas e os humanos se comunicam mais facilmente de forma integrada, como em uma rede social (PEREIRA; SIMONETTO, 2018).

As características da produção industrial avançada asseguram vantagens que servem a produtores e clientes, essas características são responsáveis por agilizar a tomada de decisão, evitar longos processos produtivos e desperdícios na produção, além de reduzirem o índice de refugo e o retrabalho, no lado da produção. Para os clientes, além de propiciar uma gama maior de opções de bens de consumo, é capaz de atender com mais agilidade as exigências por produtos novos, com funções mais adequadas, ou seja, são mais adaptáveis à velocidade com que se modificam as aplicabilidades dos produtos (SCHULES, 2018). O Quadro 02 – Características da Indústria 4.0, trará um apanhado das principais características que diferenciam a indústria de manufatura avançada, das demais que a antecederam.

Quadro 2 – Características da Indústria 4.0

Integração Horizontal	Raras são as indústrias cujos sistemas de informática são realmente integrados. Ou seja, fornecedores, engenharia, produção e demais setores de uma determinada indústria tem seus próprios sistemas, que não conversam entre elas. A integração proposta pela indústria 4.0 refere-se a toda a cadeia de valor, por si só, a maior integração trás potencial de desenvolvimento de novos produtos e modelos de negócio (SANDENGEN <i>et al.</i> , 2016) .
Integração vertical	Cada unidade produtiva tem um conjunto de sistemas físicos e de informação, formados por sensores de produção, atuadores, controles de produção e manufatura, além do planejamento corporativo. A integração de todos esses sistemas, chegando ao nível do planejamento de recursos (ERP) é denominada integração vertical. A vantagem desse nível integrativo é proporcionar maior flexibilidade na produção, de maneira a tornar as linhas de produção reconfiguráveis, facilitando a reação da indústria à variações na demanda, escassez de matéria prima, níveis de estoque, defeitos nas máquinas e atrasos imprevistos (WANG <i>et al.</i> , 2016).
Virtualização	Os sistemas ciber-físicos podem, uma vez que integrados, ser utilizados para que um monitoramento dos processos reais ocorra no

	mundo virtual. A integração dos dados obtidos pelos sensores com uma réplica virtual da planta de operações, permite a engenheiros simular modificações, melhorias e correções na produção, sem que haja a necessidade de parar a produção (GILCHRIST, 2016).
Descentralização	Essa característica diz respeito à tomada de decisões na produção, na medida que permite aos planejadores modificar em tempo real os detalhes de produção que influenciam no modelo de produto que será entregue. Essa especificidade da indústria 4.0 permite que, nuances comuns dos consumidores atuais, quanto a produção de itens cada vez mais personalizados, seja viabilizada, pois, para que seja possível uma modificação nas diretrizes de um produto, enquanto este ainda é produzido, faz-se necessário um acompanhamento em tempo real de sua produção, ou seja, deve ser possível aos engenheiros modificar o produto final, enquanto ainda são produzidos (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).
Modularidade	Para adaptar seus produtos à demanda por novas características de produto e flutuações sazonais de forma ágil, as indústrias 4.0 precisam ser flexíveis. Assim sendo, uma substituição ou ampliação das linhas produtivas podem ser rapidamente executadas. As linhas de produção modulares são o mecanismo que proporciona tal agilidade (GILCHRIST, 2016).
Capacidade em tempo real	Os dados da produção são captados e analisados em tempo real (SHAFIQ <i>et al.</i>, 2015).
Orientação para os serviços	Além de fornecerem produtos com alta complexidade produtiva, as empresas de manufatura avançada podem também oferecer serviços complexos. O uso de muitos mecanismos ligados diretamente a internet - Internet das coisas (IOT) -, também se procura produzir oferta de serviços ligados à internet (IOS) (GILCHRIST, 2016).

Fonte: Vários autores

O desenvolvimento tecnológico é o grande impulsionador dos mecanismos que Schumpeter considerava fundamentais para que o processo de destruição criativa ocorresse. O processo de fluxo circular que condiciona os consumidores a almejar por

novidades tecnológicas, também deve ser considerado, por isso, ao tratar de uma indústria cujo desenvolvimento tecnológico está no centro de sua existência é tão intimamente relacionado aos preceitos Schumpeterianos (COSTA, Achyles Barcelos da, 2006). Nesse aspecto, novas tecnologias surgidas a partir do implemento das técnicas da indústria avançada, os chamados sistemas ciber-físicos³, que tem por propósito conectar os sistemas de armazenamento, sistemas de integração e máquinas, de forma a montar uma rede integrada capaz de trocar informações automaticamente, são fundamentais. Tal integração proporciona melhoria em todo processo industrial, envolvendo manufatura, uso de materiais, gerenciamento de ciclo de vida dos produtos, engenharia e cadeia de suprimentos (SHAFIQ *et al.*, 2015).

As novas tecnologias que surgem com o conceito da indústria 4.0, apresentadas a seguir no Quadro 3 – Tecnologias da indústria de manufatura avançada, são importantes para o desenvolvimento da indústria e, conseqüentemente, da economia e, para nosso trabalho, servem de parâmetro para obtenção de números que indiquem presença ou não desses tipos tecnologias no contexto local.

Quadro 3 – Tecnologias da indústria de manufatura avançada

Big data	Uma das mais difundidas tecnologias que integram a manufatura avançada. Consiste em processar o enorme número de dados produzidos por cada uma das etapas produtivas, dados esses produzidos pelas máquinas que possuem processadores de maior potência e sensores ligados durante todo tempo de seu funcionamento. O enorme número de informações, que deve ser processado de forma confiável, rápida e segura só é possível se a unidade contar com uma rede de alta velocidade, segurança da informação e um conjunto de <i>appliances</i> capazes de operar simultaneamente. As mais relevantes vantagens dessa tecnologia são: Precisão na tomada de decisões; Otimização dos processos de produção, gestão, distribuição, entre outros; Melhoria na eficiência operacional, de uma forma geral (ZHOU; TAIGANG LIU; LIFENG ZHOU, 2015a).
----------	---

³ Termo introduzido pelo Dr. James Truchard em 2006, que define a integração do mundo virtual do físico (ZHOU; TAIGANG LIU; LIFENG ZHOU, 2015a)

Computação / Armazenamento em nuvem	Há limites para a capacidade de processamento de informações, especialmente para empresas que podem não ter capacidade física ou de <i>know-how</i> para fazê-lo. A indústria 4.0 possui como característica a produção de enorme conjunto de dados em toda a sua cadeia, esses dados precisam ser armazenados e processados. Os serviços de armazenamento e computação em nuvem oferecem esse suporte às empresas. Esses serviços complexos são oferecidos por empresas especializadas que, além de possuírem o que há de mais avançado em termos de computação, o fazem por preço acessível, além de garantir disponibilidade dos dados em tempo real (GILCHRIST, 2016).
Comunicação máquina – máquina (M2M)	Possibilita o pleno funcionamento da indústria de manufatura avançada, pois, é responsável por realizar a comunicação de forma autônoma e inteligente entre os sistemas físicos e os virtuais (KARABEGOVIĆ <i>et al.</i> , 2020).
Internet das coisas (IOT)	O termo “ <i>The internet of things</i> ” foi popularizado a partir do final da década de 90, pelo trabalho do <i>Auto-ID Center</i> do instituto de tecnologia de Massachusetts. Está hoje presente em vários aparelhos de uso pessoal e doméstico e tem como característica possibilitar que as peças eletro-eletrônicos sejam capazes de se intercomunicar através de um protocolo único, tornando possível sua interligação via internet. No contexto das indústrias, está presente na produção através do uso de sensores, atuadores, telefones móveis, GPS, dispositivos de identificação por radiofrequência (RFID), entre outros. Essa tecnologia é capaz de oferecer comunicação entre produção, produtos e operação, realizando a tarefa de localizar, identificar, rastrear, monitorar e gerenciar de forma inteligente todas as etapas de produção (ZHOU; TAIGANG LIU; LIFENG ZHOU, 2015a).
Manufatura aditiva	O conceito remonta a década de 80 e é muito útil a empresas que fazem peças com muitos detalhes complexos e baixa tiragem. A principal função é possibilitar a produção de componentes a partir de modelos 3D, como um arquivo do tipo CAD. Utilizam para isso

	luz laser, vibrações ultrassônicas e feixe de elétrons. Um impedimento ao uso dessa tecnologia na indústria é sua baixa produtividade, mas, em relação a essa deficiência, com o passar dos anos e o aprimoramento tecnológico, a melhora da eficiência dos equipamentos que possibilitam o uso da técnica, algumas indústrias que necessitam de baixa tiragem de lotes já utilizam essa metodologia fabril em suas linhas de produção. As vantagens para a indústria são: produção de peças leves e complexas, eficiência no uso de materiais e recursos e maior flexibilidade no processo produtivo(SANDENGEN <i>et al.</i>, 2016).
Realidade aumentada	Tecnologia desenvolvida para aumentar o campo visual dos usuários, pois permite mesclar o mundo real com o virtual, dessa forma, suas aplicações na indústria são ligadas ao planejamento e montagem de novas linhas de produção; Na manutenção geral das áreas produtivas; Na visualização de relatórios em tempo real e auxiliando o setor de vendas, ao passo que possibilitam demonstrar a potenciais clientes o produto acabado, mas de forma virtual(SYBERFELDT; DANIELSSON; GUSTAVSSON, 2017).
Robôs Autônomos	A utilização de robôs nas linhas de produção remonta a década de 70, sua função clássica é a redução do tempo nas linhas de montagem produtivas. Na indústria 4.0, uma nova linhagem de robôs é introduzida, eles são menores, mais fáceis de programar e possuem certo grau de autonomia. Mais baratos e flexíveis, os novos robôs são intercomunicáveis e podem, até mesmo, desempenhar funções até então apenas possíveis para seres humanos (GILCHRIST, 2016).
Simulação virtual	Serve para auxiliar no desenvolvimento de novos produtos, ao passo que possibilitam testar virtualmente suas funções e características. Esse procedimento melhora a qualidade final dos bens produzidos, além de facilitar o início de sua produção, uma vez que viabiliza o teste de produtos, sem a necessidade de paradas contínuas nas linhas de produção (GILCHRIST, 2016).

Veículos guiados automaticamente	São parte importante em indústrias de manufatura avançada, podem erguer objetos, transportar peças e componentes, além de detectar partes que estejam fora de lugar. Todos os movimentos são feitos autonomamente, reduzindo custos, acidentes e propiciando rapidez e eficiência aos processos(WANG <i>et al.</i> , 2016).
----------------------------------	---

Fonte: Vários autores

Por fim, vale a ressalva de que, ao serem desenvolvidas as tecnologias da indústria 4.0, os impactos no desenvolvimento econômico são refletidos na geração de empregos, ao passo que, tencionam as cadeias produtivas a uma remodelagem relevante e de grande potencial de alterar as estruturas produtivas. Tecnologias como Internet das coisas e robótica diminuem a necessidade de trabalhos manuais e repetitivos, tais técnicas tem potencial de modificar as estruturas sociais, tanto em países centrais, quanto em periféricos (LUCENA; ROSELINO; DIEGUES, 2020).

Sobre essa perspectiva, coube destacar que riscos econômicos e potencial de mudança nas estruturas econômicas, podem ser provocados pela adoção das indústrias de manufatura avançada nos países que, de acordo com (LUCENA; ROSELINO; DIEGUES, 2020), 2020, despontam como principais players mundiais em seu desenvolvimento. Complementa-se a esse fator, a corrente mudança de postura dos grandes grupos transacionais que, atraídos pela abundância e menor custo de mão-de-obra, haviam enviado a parte “manual” de suas linhas de produção para países periféricos, em especial do leste e Sudeste Asiáticos, no sentido de vislumbrarem a possibilidade de retornar para os países sede, uma vez que a necessidade de mão-de-obra repetitiva e volumosa não mais se fariam tão necessárias (COHEN *et al.*, 2016).

1.5 Desenvolvimento e Indústria 4.0

A associação entre formação de estados-nação e industrialização, comandados pela união das classes sociais desenvolvimentistas, foi fundamental para que a revolução capitalista terminasse em êxito em países como Inglaterra e França, que primeiro se organizaram nesse sentido. A resultante formada por essa revolução promoveu o surgimento dos estados-nação, tal qual se observa atualmente, e junto deste tipo de organização social, o desenvolvimento econômico, como novo processo

histórico. Neste contexto, a nação define-se como o conjunto de pessoas que organizadas politicamente partilham uma história e objetivos comuns, o Estado, por sua vez, é o sistema que por força constitucional garante a continuidade da nação e o desenvolvimento econômico como processo que por acumulação de capital com incorporação de progresso técnico, eleva, em um longo prazo, os padrões de vida de uma população (BRESSER-PEREIRA, 2016).

Traz-se, portanto, nesta seção, experiências de desenvolvimento da indústria, em especial a 4.0, observando perspectivas globais e nacionais, em uma visão mais ampla, no que se refere às políticas de fomento nacionais, chegando até as iniciativas locais que visem suportar o implemento das tecnologias da indústria de manufatura avançada.

Observa-se, sobretudo após a crise de 2008 que expos às economias centrais a necessidade de um certo reposicionamento nas cadeias globais de valor, um esforço dos governos no sentido de implementar políticas estatais voltadas à recomposição de suas estruturas produtivas diante da dinâmica internacional de produção globalizada. A evidente ascensão industrial chinesa também serviu de incentivo aos governos que, com tais medidas, objetivavam recompor suas estratégias nacionais de desenvolvimento, no sentido à promover geração interna de emprego e renda para sua população (LUCENA; ROSELINO; DIEGUES, 2020). Ainda segundo os autores, os países que são referência em políticas de fomento à manufatura avançada são Estados Unidos, Alemanha, China, Japão e Coreia do sul. Para efeitos deste trabalho, tomaremos como referência somente um destes países, a Coreia do Sul, pois a intenção foi somente oferecer um parâmetro internacional de política de fomento.

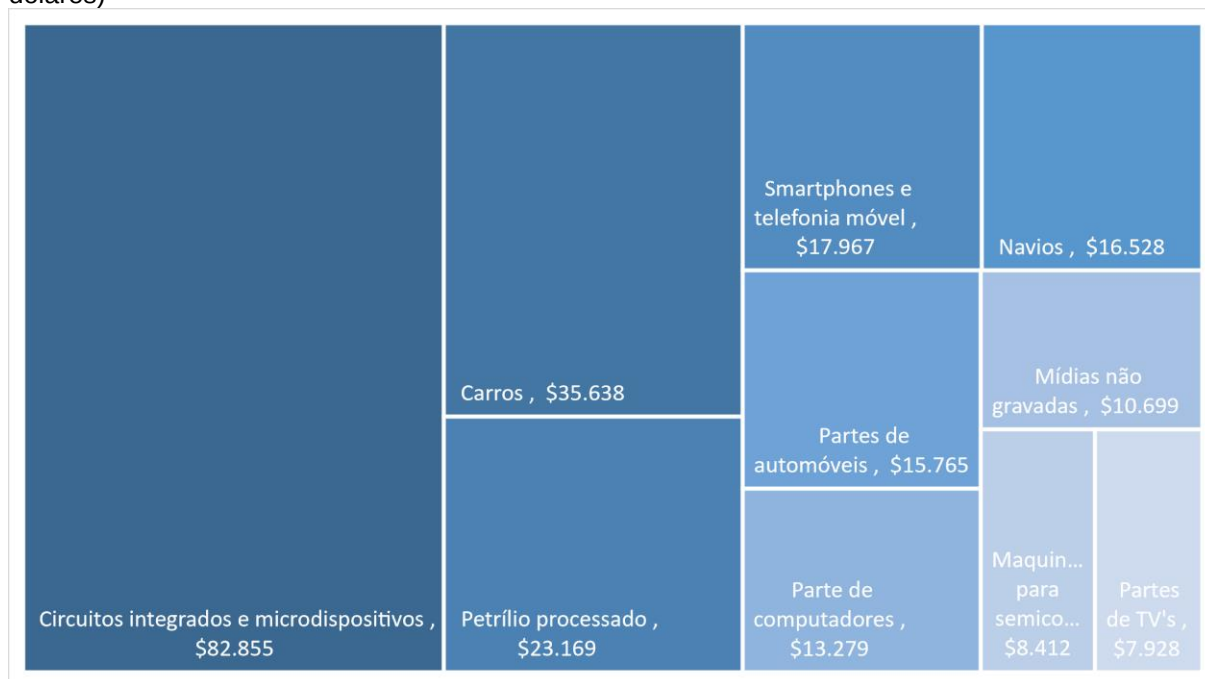
1.5.1 O caso da Coreia do Sul

A Coreia do Sul viveu uma transformação radical nos meios de produção entre as décadas de 1960 e 1980, quando naquele país o Estado passou a oferecer uma série de mecanismos de proteção de mercado e subsídios que visavam estimular uma série de empresas a passarem por processos de desenvolvimento. A intenção era fazer com que o *catching-up* tecnológico fosse mais efetivo naquele país, permitindo assim que se fosse alcançado o nível de aprimoramento tecnológico das economias avançadas (CIMOLI; DOSI; STIGLITZ, 2009).

Os sul coreanos, que despontam como uma das nações mais tecnologicamente avançadas, lançaram em 2014 o programa “Movimento Inovação Industrial 3.0 (IIM 3.0)”, no âmbito do Plano Estratégico de Economia Criativa. Iniciativa esta que tinha bases no programa alemão da indústria 4.0 e pretendia preservar o país como um dos polos industriais mais relevantes do mundo. Tal iniciativa foi executada visando a introdução de tecnologias típicas da indústria 4.0, como impressão 3-D, *Big Data* e fábricas inteligentes. A liderança estatal é considerável, havendo interação entre diversas associações industriais, sociedade civil e órgãos governamentais ligados à produção industrial. Os objetivos vislumbrados pelos coreanos eram fomentar o estabelecimento de um ecossistema industrial avançado, que apoiaria 2000 fornecedores industriais de pequeno porte em 2014, atingindo, como metas, 10 mil fábricas inteligentes até 2020 e 30 mil até 2025 (IEDI, 2018).

O modelo de desenvolvimento baseado no ganho de produtividade industrial, com destaque para o uso de tecnologias típicas da quarta revolução industrial, demonstra a importância que o país, neste caso representada pelo ministério coreano de comércio, indústria e tecnologia, responsável pelas políticas aqui citadas, creditava no desenvolvimento industrial a chave para a manutenção do bom desempenho de sua estrutura exportadora em relação ao contexto global (LUCENA; ROSELINO; DIEGUES, 2020). Para melhor ilustrar o quão relevante são as políticas de desenvolvimento industrial do país, foi apresentado o Gráfico 01 - 10 principais produtos da pauta de exportações coreanos em 2020.

Gráfico 1 - 10 principais produtos da pauta de exportações coreanos em 2020 (Em Bilhões de dólares)



Fonte: World International Trade (<https://www.worldstopexports.com>)

O gráfico acima forneceu uma visão a respeito dos principais produtos na pauta de exportações sul-coreana. Nele, pode-se verificar a grande relevância que os produtos de origem industrial têm, uma vez que todos os dez principais produtos da pauta são industriais. A dinâmica aponta para uma tendência de pressão dos setores que empregam tecnologia, no sentido de manter relevantes os produtos exportados, assim, diz-se que o emprego de tecnologia de ponta, tais quais as empregadas na indústria 4.0, se fez relevante. A seguir, uma visão do caso brasileiro foi apresentada, como forma de comparar as estratégias de desenvolvimento dos setores cujo potencial de emprego das tecnologias da indústria 4.0 são relevantes.

1.5.2 O caso brasileiro

No contexto brasileiro, o desenvolvimento industrial recente é influenciado pelas medidas econômicas adotadas na década de 1990, que tinham como intenção controlar as altas taxas de inflação que, de modo geral, impediam o país de se desenvolver. Fez-se opção pelo foco na implementação do plano Real, que, seguindo os conceitos da política econômica ortodoxa, teve grande influência nos modelos de desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, nos rumos que a indústria nacional tomaria daquele momento em diante. As características do modelo de preços macroeconômicos cujas premissas eram: a) Baixa taxa de inflação; b) elevada taxa

de juros; c) taxa de câmbio baixa e d) Taxa real de salário diretamente influenciada pela flutuação cambial, colocaram a economia brasileira em passo de desenvolvimento caracterizado por 1) Poupança externa como recurso para o desenvolvimento; 2) Controle de inflação através de: 2a) Política fiscal rigorosa; 2b) Elevação da taxa básica de juros, que também auxiliaria na atração de capitais externos; 2c) Taxa de câmbio mantida baixa(BRESSER-PEREIRA, 2003).

Tais condições seriam adequadas à eliminação das distorções acumuladas durante o período de substituição de importações, aprimorando assim a competitividade da economia brasileira nas cadeias globais de valor. Eram previstas eventuais extinções de setores produtivos, ou ainda decréscimos de valor agregado de algumas cadeias produtivas, como também, um processo de diminuição de algumas firmas, o conhecido “*downsize*”. Todos esses efeitos eram tidos como benéficos, pois tornariam mais competitiva a indústria local. A ideia era obter um ganho de produtividade que fosse superior as desvantagens criadas pela valorização das taxas de câmbio. Para compensar os efeitos causados pela queda na poupança interna, o capital estrangeiro entrante, nesse caso estimulado pela abertura econômica e estabilização das condições macroeconômicas, seria o motor dos investimentos privados que proporcionariam desenvolvimento organizacional e tecnológico para o Brasil. No fim do processo, o país teria claro viés de economia exportadora (COUTINHO; BELLUZZO, 1996).

Antes de prosseguir no assunto prático da influência que as políticas macroeconômicas, iniciadas na década de 1990, trouxeram para o Brasil, mais precisamente para a produção industrial brasileira, vale citar a teoria de Kaldor, no que se refere ao crescimento de longo prazo das economias capitalistas. A obra de Lord Nickolas Kaldor da década de 1960, na qual são apontadas leis fundamentais para o desenvolvimento econômico de longo prazo dos países, alguns preceitos muito esclarecedores podem ser retirados (LOURES; OREIRO; PASSOS, 2006):

- a. As exportações, em especial as dos produtos de origem industrial, desempenham um papel central no dinamismo das economias desenvolvidas, pensando em um horizonte de longo prazo. As explicações por ele oferecidas, passam não só pelo fato de ser um componente que, quanto mais for demandado, mais favorece-se o crescimento produtivo, mas também por representar fonte relevante de divisas, que, por conseguinte, tem papel de

alavancar a capacidade de importações, diminuindo as restrições externas. Assim sendo, na visão proposta por Kaldor, um desequilíbrio no balanço de pagamentos, provocado pelo aumento das importações ou por uma diminuição da competitividade exportadora, são causa de restrições no crescimento econômico. Ainda segundo sua proposta, um relativo atraso tecnológico do setor industrial, teria papel singular na perda de competitividade das exportações de um país (LAMONICA; FEIJÓ, 2011).

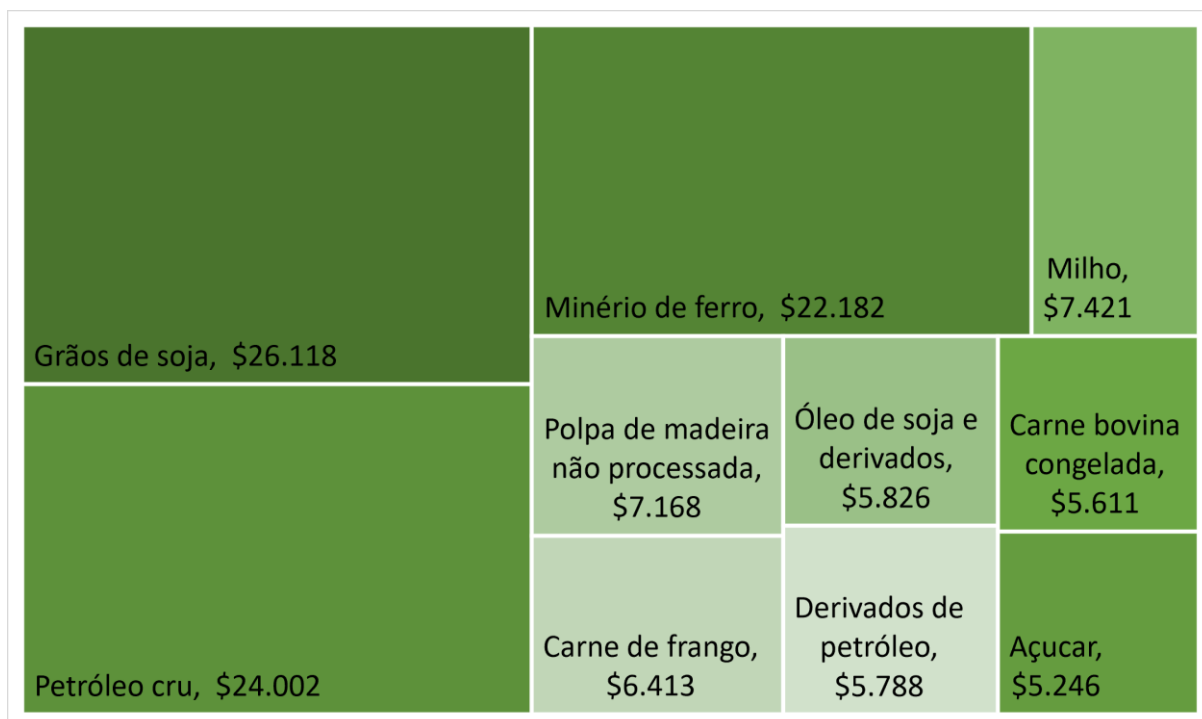
- b. A respeito da forte relação entre desenvolvimento industrial e crescimento da produção de bens manufaturados, pode-se, com base na teoria aqui utilizada observar que, economias de escala, presentes em especial nos setores secundários, que se caracterizam pela presença de economias estáticas e dinâmicas de escala, demonstram que um aumento na taxa de produção industrial deverá, no decorrer do tempo, trazer um crescimento na produtividade da indústria de determinada localidade. (OREIRO; FEIJÓ, 2010).
- c. Há forte correlação positiva entre crescimento da produção industrial e de serviços voltados para as indústrias e o crescimento da produtividade das áreas dos demais setores produtivos da economia. Ao passo que se observa nos setores primários ou terciários não complexos (serviços básicos, presentes tanto em economias desenvolvidas quanto nas atrasadas) rendimentos marginais decrescentes, e nos setores industriais rendimentos marginais constantes ou crescentes, um aumento na produção da indústria de certa localidade provocaria uma migração natural da mão de obra dos setores menos produtivos aos mais produtivos, iniciando assim uma tendência de aumento da produtividade do trabalho em todos os setores da economia (KALDOR, 1957).

Observadas essas três máximas do crescimento das economias capitalistas, tendo como foco o desenvolvimento do setor industrial, especialmente no longo prazo, volta-se a dar atenção às consequências observadas no tempo, que se passa nos anos pós início as políticas econômicas ortodoxas, e as consequências para o desenvolvimento industrial brasileiro (LOURES; OREIRO; PASSOS, 2006). Assim sendo, a questão formulada a respeito das condições presentes na economia local que suportariam o desenvolvimento das tecnologias observadas na indústria 4.0, volta ao foco, pois, como visto, existe correlação importante entre desenvolvimento econômico e aprimoramento tecnológico da indústria.

Os números do desenvolvimento da economia brasileira observados nos anos compreendidos entre o final da década de 1980 e década de 1990, são um bom início para entender as consequências das medidas tomadas para conter a inflação muito elevada e posteriormente, da agenda de agressivas reformas macroeconômicas. O fato é que, nesse período, a economia brasileira e a indústria de transformação apresentaram um resultado de crescimento baixo, na verdade, um dos mais baixos observados em todo o mundo. Nos anos seguintes, houve melhora, em especial nos anos compreendidos entre 1999 e 2004, ainda assim, o desempenho da indústria não chegou a ser tão relevante quanto outrora (entre 1930 e 1980). Assim sendo, a discussão sobre a desindustrialização brasileira observada nos anos pós 1980, tem relevante importância nos resultados observados nesse trabalho (MORCEIRO, 2012). Estudos diversos que discorrem sobre a desindustrialização prematura do Brasil, como “Desindustrialização: a crônica da servidão consentida” de 2006 ou “Desindustrialização na economia brasileira no período” 2000-2011 de 2012, são a base teórica para que se possa observar os dados coletados no presente trabalho, sobre o ponto de vista da realidade apontada e da desindustrialização, em curso no país e as oportunidades que as novas tecnologias, em especial as da indústria 4.0, podem oferecer se vierem a ser utilizadas nas indústrias brasileiras.

O gráfico apresentado a seguir: Gráfico 02 - 10 principais produtos da pauta de exportações brasileira em 2020, ofereceu um panorama a respeito da força que os produtos industrializados brasileiros têm, diante da pauta de exportações.

Gráfico 2 - 10 principais produtos da pauta de exportações brasileira em 2020 (em Bilhões de dólares)



Fonte: World International Trade (<https://www.worldstopexports.com>)

Como se pode observar, os principais produtos de exportação do Brasil no ano de 2020 tiveram origem no setor primário, que abrange agricultura ou exploração mineral. Seguindo a lista dos produtos da pauta exportadora, aparecem ainda alguns outros produtos da agricultura, sendo que o primeiro produto de origem industrial só aparece na 15ª posição, e corresponde às exportações de carros, com aproximadamente 3.781 bilhões de dólares. Essa situação contrasta com as exportações coreanas, apresentada na sessão anterior. Ainda assim, há no Brasil iniciativas que visam desenvolver tecnologias da indústria 4.0, como o “Grupo de Trabalho para a indústria 4.0 (GTI 4.0)”, lançado em 2017 pelo Ministério da Indústria e Comércio, com o objetivo de elaborar uma agenda nacional para o assunto. O grupo conta com a colaboração de 50 instituições entre universidades, fundações, associações, autarquias e outros.

1.5.3 Sergipe em pauta exportadora

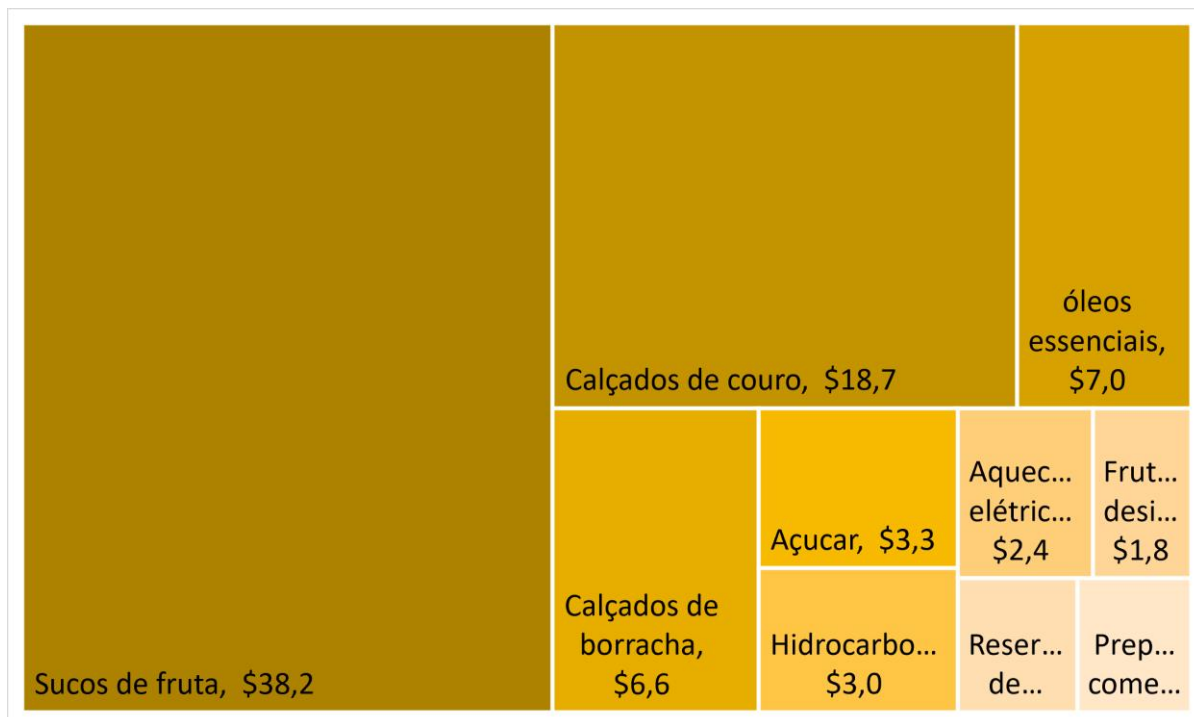
Como nos demais estados da federação, Sergipe seguiu os movimentos do governo central brasileiro, que incentivou, a partir da década de 1950 o desenvolvimento industrial, fazendo crescer a produção manufatureira, na medida que iniciativas como a da SUDENE, incentivavam a criação de indústrias que pudessem

aproveitar o potencial produtivo de cada uma das regiões do país. Sergipe então experimentou um crescimento da participação do setor secundário em seu PIB, que saiu de 30% em 1970 para 68% em 1985. Porém, seguindo as novas diretrizes macroeconômicas traçadas pelo governo central brasileiro, já a partir da década de 1990, passou a haver decréscimo significativo na participação dos setores industriais no PIB, sendo que em 1993, o número já era de 33%. Planejamentos estruturados pelo governo local, como o do Pólo Cloroquímico de Sergipe que assentava seu alicerce nos investimentos provenientes da Petrobrás, foram bastante prejudicados, chegando até, em alguns casos, a serem abandonados, mesmo quando, como no caso desse exemplo, fossem fundamentais para que o estado aproveitasse seu potencial de recursos naturais, no sentido de promover seu desenvolvimento (MELO; SUBRINHO; FEITOSA, 2009).

Após a estabilização da inflação, pós 1994, nasce então no âmbito das novas iniciativas de atração de indústrias para o estado de Sergipe o PSDI (Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial), que inseriria o estado na corrida por indústrias que seriam atraídas por incentivos oferecidos pelo governo. O referido programa objetivava a atração de capital industrial que fosse considerado necessário e seguisse um critério de prioridades estabelecido pela autoridade local, em especial, indústrias, centros de distribuição, agroindústrias, empreendimentos de pecuária, turísticos e tecnológicos, que trouxessem aprimoramento nos níveis de emprego e renda. O governo forneceria suporte às indústrias nos aspectos financeiro, creditício, locacional, fiscal e de infraestrutura, mantendo-se como horizonte um prazo de 10 anos (RIBEIRO; JORGE; CRUZ, 2015).

Mesmo com o incentivo ao fomento industrial no estado de Sergipe, utilizando o mesmo critério de produtos exportados como medidor de desenvolvimento industrial, vê-se no estado a predominância de produtos de origem extrativista e agropecuária. O Gráfico 3 - 10 principais produtos da pauta de exportações sergipana em 2017, forneceu uma visão sobre o assunto.

Gráfico 3 - 10 principais produtos da pauta de exportações sergipana em 2017 (em Milhões de dólares)



Fonte: Data Viva (<http://dataviva.info/pt/>)

Diante do cenário da pauta de exportações sergipanas, cuja essência é o agronegócio, seguida de bens de manufatura intermediária, retomam-se os conceitos teóricos de Schumpeter (1997) quanto ao processo de desenvolvimento tecnológico como motor do crescimento econômico, e Kaldor (1957), em relação ao setor industrial como motor para atingir ganhos de produtividade geral na economia, pretende-se entender as possibilidade e limites da adoção de tecnologias características da indústria 4.0 nas indústrias que operam sua produção em território sergipano.

1.6 Desenvolvimento, Indústria e políticas públicas

Alguns países foram bem-sucedidos em alcançar desenvolvimento tecnológico de suas indústrias nos séculos XIX e XX, equiparando-se às mais avançadas economias em sua época. Em todos esses casos, o apoio de seus governos ao processo de *catching-up* pode ser observado. A necessidade de proteção de seus setores industriais nascentes, mais especificamente daqueles considerados estratégicos para o desenvolvimento nacional, justificou as medidas de proteção exercidas pelos governos dos países periféricos (CASTRO; FILGUEIRAS, 2018). Ao longo da história, alguns casos de políticas públicas para o desenvolvimento são marcantes, como foi a

defesa de Alexander Hamilton (1791) às intervenções protecionistas à indústria nascente do, naquele tempo, recém independente Estados Unidos da América, ou ainda, os semelhantes argumentos adotados por Friederich List (1841) em função da necessidade da Alemanha em fazer frente às potências industriais Europeias da época. O Japão utilizou a mesma lógica quando realizou seu processo de equiparação tecnológica e foi seguido, mais tarde, por Coreia do Sul e Taiwan (CIMOLI *et al.*, 2009). De forma geral, medidas que visam o desenvolvimento local, na busca da melhoria do bem-estar social, passam por políticas estatais de aprimoramento tecnológico dos setores chave da economia. Todo esse esforço é, se não, uma forma de efetivar o *catch-up* dessas localidades.

No Brasil, existe várias iniciativas que visam o desenvolvimento tecnológico da indústria, exemplos como o ADTEN - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional e o FNDCT - Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico, são bem difundidos e fornecem dados que embasam vários estudos capazes de trazer reflexões a respeito da eficiência e eficácia destes programas. Ainda que a indústria nacional possua taxas de inovação e gastos com pesquisa e desenvolvimento consideravelmente inferiores, se observados os países desenvolvidos, existe um certo potencial de fomento ao desenvolvimento tecnológico industrial, quando programas de financiamento à inovação são implantados (NEGRI; NEGRI; LEMOS, 2009).

Em Sergipe, pode-se destacar o PSDI – Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial, aprovado em lei n. 3.140/91, que tem como principal objetivo estimular o desenvolvimento socioeconômico, através de concessões que apoiem os investimentos no estado. Dentre as várias iniciativas de fomento, como concessão de terrenos, incentivos fiscais, apoio fiscal para determinadas compras e apoio de infraestrutura que, dentre outros, fornece apoio na aquisição de sistemas de comunicação e dados, o que se encaixaria exatamente no ponto que pretendemos trabalhar.

Ainda sobre o PSDI, destacam-se algumas características principais, uma vez que será utilizado na pesquisa. O intuito principal da política era agir na economia, tratando de “corrigir” alguns distúrbios de mercado, assim sendo, seria uma forma de trazer para o estado indústrias que, sem estes incentivos, não viriam. Os benefícios concedidos podiam ser de até dez anos, com possibilidade de ser concedido por até quinze anos, a depender de critérios escolhidos pelo órgão gestor, que nesse caso,

seria o Conselho de Desenvolvimento Local. Como dito anteriormente, tais incentivos podem ser: a) Apoio financeiro; b) crédito; c) apoio com a localidade de implantação; d) apoio fiscal; ou e) apoio na infraestrutura. Os ramos econômicos que o programa se dispunha a incentivar, são aqueles considerados necessários ao desenvolvimento local ou prioritários. A indústria, em especial, centros logísticos, agroindústrias, turísticas, tecnológicas etc. Por serem considerados estratégicos para aumentar o nível de emprego e renda, além de dirimir as concentrações econômicas, é o foco principal do programa (RIBEIRO; JORGE, 2015) .

Observado os resultados obtidos por Avellar (2009), que indicam estar ligados tanto o desenvolvimento tecnológico, quanto o aumento de investimento em pesquisa e desenvolvimento das empresas, passando pelo aumento na produtividade do trabalho, traduz-se incentivos governamentais, como sendo relevantes ao desenvolvimento tecnológico das firmas. Sua pesquisa concluiu que, as empresas que participam de algum programa de fomento tecnológico, em média, apresentam, um aumento de 36% em sua receita líquida, 23% de ganho na produtividade do trabalho, além de 55% de aumento nos gastos com pesquisa e desenvolvimento. A principal conclusão é que, ao serem incentivadas, através de programas governamentais, as empresas se tornam mais inovadoras.

Em outro estudo, Negri, Negri e Lemos (2009), chegaram a conclusões semelhantes às encontradas por Avellar (2009), de que o incentivo governamental em desenvolvimento tecnológico, seja através de políticas públicas de fomento ou subsídios às atividades tecnológicas, são capazes de potencializar o investimento em P&D das firmas. O estudo em questão, faz, porém, uma advertência, quando mira o volume de investimento e o número de firmas industriais abrangidas. Em números de meados dos anos 2000, apenas 0,07% das empresas nacionais contavam com os incentivos governamentais de desenvolvimento tecnológico, e ainda assim, nessas firmas, a fatia de recursos empregada, não passavam de 3% do volume investido com recursos próprios.

Assim sendo, traça-se uma visão geral do que se observou como programa de incentivo ao desenvolvimento tecnológico e, portanto, aprimoramento necessário ao desenvolvimento da Indústria 4.0 no Estado de Sergipe. Dentro do questionário do estudo 2, apresentado, que foi enviado às indústrias instaladas localmente, houve perguntas que pretendiam identificar, na percepção dos industriais, qual a contribuição

de tais políticas nos gastos com P&D e sua relevância no caminho pretendido rumo à implantação de tecnologias típicas da manufatura avançada nas indústrias local.

Capítulo 2 Metodologia

Neste capítulo foram apresentados os aspectos metodológicos que dão forma ao trabalho. Foi utilizado o método geral hipotético-dedutivo, e nos próximos itens, o tipo de pesquisa, a abordagem utilizada, os instrumentos, procedimentos e demais aspectos procedimentais de análise apresentada foram expostos.

2.1 Metodologia da pesquisa

Por se tratar de pesquisa econômica com enfoque em desenvolvimento local, os trabalhos das áreas de engenharia de produção ou administração de empresas, como Schules (2018) ou Menelau et al. (2019), cujo enfoque principal é entender como se desenvolve a indústria 4.0 em determinados países, emprega metodologias que, a partir da conceituação do que se caracterizaria como sendo manufatura avançada e seu emprego na indústria, busca definir como tem avançado a produção científica que faça menção a tais tecnologias, o que, segundo os autores, seria uma forma de caracterização de avanço científico na área.

Sendo assim, para este trabalho, optou-se por mesclar as informações relacionadas ao aumento do emprego das tecnologias apontadas como sendo características da indústria 4.0 e outro indicador que nos responda se o incremento do uso das tecnologias relacionadas à manufatura avançada, coincide com as localidades mais desenvolvidas.

A indústria 4.0 é grande empregadora de novas tecnologias, mantendo-se na vanguarda tecnológica em alguns seguimentos produtivos, ou seja, a chamada quarta revolução industrial emprega tecnologias disruptivas e por isso necessita de grande integração com áreas que sejam capazes de fornecer os melhores dispositivos, seja em capacidade de processamento, armazenamento, velocidade de transmissão. As possibilidades se tornam maiores quando combinamos essas características com inteligência artificial, robôs de automação, modelagem 3d, nanotecnologia, biotecnologia, computadores quânticos, armazenamento de eletricidade (SCHWAB, 2016).

Por tudo isso, o emprego dessas tecnologias na indústria é tão significativo. A possibilidade de mesclar o uso das tecnologias mencionadas com indicadores de sustentabilidade é muito relevante para que seja avaliado o desempenho das indústrias em certas localidades. No Brasil, o conceito ainda é novidade, não sendo percebido por muitas firmas, em números, para 42% das indústrias não é clara a importância das tecnologias da manufatura avançada quanto à competição em seu mercado. Para possibilitar um caminho que leve a conclusões quanto ao emprego das tecnologias disruptivas na indústria, foi proposto no trabalho de Schules (2018) uma revisão literária que se iniciou pela combinação sistemática de palavras-chave na busca por artigos e estudos publicados que, ao mesmo tempo que fizessem menção ao termo “indústria 4.0” combinasse esse termo com verbetes relacionados à sustentabilidade, objeto de sua pesquisa. Essa metodologia, combinada com indicadores de sustentabilidade das indústrias, possibilitou estudar o emprego das tecnologias da manufatura avançada nas indústrias locais (SCHULES, 2018).

Por outro lado, o trabalho de Menelau et al. (2019), nos indica a iniciativa dos autores em contribuir com a criação de mais indicadores que sejam adequados a mensurar produção científica sobre a temática da indústria 4.0. No caso específico deste trabalho, o estudo central estava focado na produção científica dos BRICS⁴ contidos nos repositórios de publicações científicas de grande relevância mundial (MENELAU *et al.*, 2019) .

Assim sendo, em ambos os trabalhos, foi organizado um levantamento bibliográfico, baseado em buscas de palavras-chave nas bases de dados SCOPUS e Web of Science. Assim como nos trabalhos supracitados, em nosso trabalho, avaliaremos o incremento de publicações que fazem menção aos termos relacionados a indústria 4.0 e o aprimoramento tecnológico, mas no nosso caso, utilizaremos somente as publicações feitas no Brasil, a fim de traçarmos uma base de referência que nos permita comparar o incremento da produção de desenvolvimento relacionado ao tema. Paralelamente, serão aplicados questionários às principais indústrias sergipanas, no intuito de avaliar quanto sobre as tecnologias da indústria 4.0 já há implantado, ou se deseja implantar a médio prazo. Os resultados serão importantes

⁴ Segundo The World Bank (2011), os países que formam os BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) estão caracterizados como um grupo de países emergentes de semelhante influência nas transações econômicas, comercial e tecnológica, dentre outros aspectos de desempenho (THE WORLD BANK, 2011).

para que possamos fazer uma comparação entre o que se esperaria das indústrias locais, em relação ao que se observa na prática.

2.2 Classificação da pesquisa

As pesquisas científicas, especificamente os estudos empíricos, devem buscar a produção de conhecimento como objetivo direto. Em ciências sociais, os aspectos culturais, sociais e políticos devem sempre ser levados em consideração, uma vez que, para os pesquisadores das ciências sociais, a melhoria da vida humana deve ser, preferencialmente, o objetivo mais relevante. As pesquisas podem ter cunho explicativo, no sentido de buscar resolver um problema objetivamente posto, um teste de produto ou medicamento, por exemplo; Pesquisas que visam comparar situações para que sejam formuladas novas teorias, ou seja, pesquisas exploratórias; Por fim, pesquisas feitas para que teorias sejam comparadas entre si, objetivando a criação de parâmetros (RICHARDSON, 1999).

Com base no que foi apresentado, a presente pesquisa tem como fim proporcionar um espectro geral sobre o assunto a ser investigado, por isso, a classificamos como exploratória. O formato da pesquisa que se aplica quando o tema de estudos é pouco explorado, dificultando a formulação de hipóteses precisas e operacionais (GIL, 2008).

Será utilizado como procedimentos de coleta de dados, a pesquisa bibliográfica sobre o tema e um levantamento de dados, também conhecido como *Survey*, através da formulação de um questionário a ser enviado às indústrias locais. A pesquisa bibliográfica tem a vantagem de colocar o pesquisador em contato com toda a bibliografia já produzida sobre o assunto, enquanto o levantamento ou *survey* é utilizado para colocar o pesquisador em contato direto com os agentes cujas informações se deseja estudar (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Será utilizada a pesquisa bibliográfica pois, como dito anteriormente, será necessário obter um ponto de referência inicial que nos forneça um meio de comparação entre o que está sendo produzido, enquanto uso e aprimoramento tecnológico no Brasil, em especial temas relacionados ao verbete indústria 4.0, em relação às indústrias do estado de Sergipe. Ao mesmo tempo, optamos por realizar uma *survey* pois segundo Gil (2008), além de ser muito utilizada em pesquisas sociais,

traz vantagens muito apreciadas para a execução de nosso trabalho, como o conhecimento direto da realidade, a economia de tempo e rapidez, além da possibilidade de quantificar o instrumento (GIL, 2008).

Quanto a abordagem de pesquisa, é importante frisar que, mesmo apresentando diferenças ideológicas relevantes, os métodos quantitativo e qualitativo tem pontos de intersecção onde ambas as abordagens se beneficiam. No planejamento da pesquisa, na coleta de dados e na análise das informações, alguns aspectos da abordagem qualitativa fornecem um bom aporte à abordagem quantitativa, ou seja, quando bem utilizadas, as estratégias podem ser complementares (RICHARDSON, 1999).

No trabalho, será feita uma pesquisa bibliográfica, mas também um survey, ou seja, no cerne, planeja-se a pesquisa de forma a aproveitar as discussões presentes na bibliografia para auxiliar na formulação do problema a ser respondido e, conseqüentemente, serão usadas essas discussões para melhor formular o questionário. A profundidade das técnicas e detalhamento da abordagem qualitativa, certamente estarão presentes, assim sendo, diz-se que será utilizado um método quantitativo-qualitativo na formulação da pesquisa (RICHARDSON, 1985). O Quadro 4 sintetiza a classificação de nossa pesquisa.

Quadro 4 – Classificação da pesquisa

CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	Quanto aos objetivos	EXPLORATÓRIA Se propõe a oferecer uma visão geral sobre o assunto trabalhado.
	Quanto aos procedimentos	PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS Contato próximo com a literatura já apresentada sobre o assunto.
		LEVANTAMENTO DE DADOS (SURVEY) Coloca o pesquisador em contato direto com os agentes pesquisados.
	Quanto a abordagem	QUANTITATIVA-QUALITATIVA

		Aproveita os dados numéricos e a profundidade técnica dos métodos
--	--	---

Fonte: O autor (2021)

2.3 Procedimentos de pesquisa

Toda pesquisa científica deve obedecer a critérios que a caracterizem como sistemática e formal, cujo objetivo é descobrir respostas a problemas propostos, sobre a égide dos procedimentos científicos (GIL, 2008). Por isso, foi apresentado o roteiro, em forma de cronograma, que percorreu todo o horizonte de execução da pesquisa, desde seu início, com toda a escassez de informações, até as conclusões e resultados da pesquisa (SCHULES, 2018). Foram delineados todas as vias que envolvem a primeira etapa de pesquisa, a análise da literatura, mas não sem antes realizar o embasamento teórico que levará a prosseguir no caminho pré-definido, até que em seguida será enviado questionário às empresas sergipanas selecionadas para que se possa, de posse desses dados, elaborar as conclusões finais, encerrando assim o cronograma proposto.

A etapa do trabalho sobre a análise da literatura produzida, ocorrerá entre a pesquisa de referencial teórico e o envio dos questionários, e seguirá uma metodologia descritiva e avaliativa, assim sendo, será realizada uma análise bibliométrica, que compreenderá as etapas (SILVA; HAYASHI; HAYASHI, 2011):

- A. Definição do objetivo da análise;
- B. Identificação, localização e acesso às fontes de informação;
- C. Estabelecimento das estratégias de busca de informações para a coleta de dados;
- D. Designação de relacionamento entre os dados obtidos;
- E. Análise e construção de indicadores avaliativos.

Ainda sobre a análise bibliométrica, serão utilizadas 2 categorias principais para a apresentação do trabalho, elaborar-se-á um apanhado descritivo que servirá para facilitar o entendimento do estudo, e será feita uma categoria avaliativa, que será útil como ponto de corte utilizado para a formulação da base comparativa (MENELAU *et*

al., 2019). O quadro 05 trará concatenado o que pretendemos utilizar como procedimento para essa etapa da pesquisa.

Quadro 05 – procedimentos adotados para a elaboração da pesquisa bibliométrica

Pesquisa bibliométrica	Descritiva	Caracterização da produção científica – título e autoria do texto, ano de publicação do artigo e temáticas do periódico
		Ocorrência – palavras-chave pesquisadas
		Característica metodológica – tipologia da pesquisa.
	Avaliativa	Conceitos da indústria 4.0 empregados
		Interface com o fenômeno desenvolvimento econômico
		Interface com o fenômeno desenvolvimento e inovação tecnológica

Fonte: (MENELAU *et al.*, 2019); O autor (2021)

A segunda fase da pesquisa envolveu o envio de um questionário para as indústrias instaladas em Sergipe. As empresas foram selecionadas por meio de consulta a base de cadastro de indústrias constante na FIES - Federação das Indústrias do Estado de Sergipe -. O objetivo do *survey* foi obter informações que auxiliem na obtenção de conclusões para a pergunta de trabalho.

O levantamento do tipo *survey*, exploratório-descritivo, foi utilizado nesse caso para avaliar a amostra de uma população por meio de coleta de dados de forma individual, que em geral ocorre por meio do envio de questionários (FORZA, 2002). Como dito anteriormente, o objetivo com tal questionário foi obter informações das indústrias sergipanas que conhecem, aplicam ou pretendem aplicar alguma das tecnologias características da indústria 4.0.

A amostragem do tipo *survey* é não probabilística, o que significa dizer que o pesquisador escolhe deliberadamente sua amostra, assim sendo, no universo

pesquisado, teve como público amostral: a) Indústrias de origem sergipanas que estejam operantes e que fabriquem produtos cuja necessidade de maquinário se faça necessário. B) indústrias instaladas em Sergipe que estejam operando. Todas as indústrias pesquisadas deverão estar com seus cadastros formalmente listados na FIES. A seguir, apresentamos o questionário a ser aplicado.

2.3.1 Questionário Autoaplicável Indústria 4.0: amostra sergipana

Apresentação: Este questionário visou diagnosticar a viabilidade da implantação da Indústria 4.0 em Sergipe com base nas indústrias existente. Foi seguida a metodologia utilizada por Frias; Silva e Kakehasi, (2019) complementado pela metodologia utilizada por Schules (2018).

O questionário foi aplicado aos profissionais que trabalham nas áreas de gestão das empresas, com foco nos setores de Presidência / Diretoria; Produção; Vendas; Planejamento de operações; Engenharia; Logística e TI. O questionário fora composto por 31 perguntas e dividido em 4 partes, que visou traçar perfis que fornecessem as informações necessárias à investigação pretendida.

1ª parte: Perfil da empresa e do profissional entrevistado;

2ª parte: Formulação sobre transformação digital – geral;

3ª parte: Visão das oportunidades ao adotar tecnologias típicas da indústria 4.0.

4ª parte: Visão acerca dos incentivos oferecidos no âmbito do Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial (PSDI)

A primeira parte pretendeu traçar um perfil das empresas entrevistadas e foi importante para entender qual(is) setor(res) tende(em) a investir em aprimoramento tecnológico.

1 - Dados da empresa
Nome comercial:
Ano de fundação:
Setor de atuação:
2 – Dados do entrevistado
Cargo que ocupa:
3 – Quantidade de trabalhadores:

Até 19 trabalhadores		De 20 a 99 trabalhadores	
De 100 a 499 trabalhadores		Acima de 500 trabalhadores	

A segunda parte do questionário terá o objetivo de investigar o grau de percepção que os gestores da empresa têm a respeito das tecnologias que compõem a indústria 4.0.

4 – Características da indústria 4.0 identificadas na empresa																	
Instruções: Este questionário visa identificar ao grau de importância avaliado pelo/pela gestor da empresa a partir dos indicadores abaixo listados. Marque um “x” no quadrante que representa o valor relativo ao grau de importância e ao grau de aplicabilidade. Os valores variam de 0 (zero) como valor mínimo a 5 (cinco) como valor máximo.						O grau de importância visa identificar o quanto (de 0 a 5) aquele indicar é considerado importante			O grau de aplicabilidade visa identificar o quanto (de 0 a 5) aquele indicador tem sido aplicado na empresa								
Indicador						Grau de importância para a empresa			Grau de aplicação na empresa								
						0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
Integração Horizontal																	
Integração Vertical																	
Virtualização																	
Descentralização																	
Capacidade de análise de dados em tempo real																	
Orientação da produção para os serviços																	
5 – Tecnologias da indústria 4.0 identificadas na empresa																	
Instruções: Este questionário visa identificar ao grau de importância avaliado pelo/pela gestor da empresa a partir dos indicadores abaixo listados.						O grau de importância visa identificar o quanto (de 0 a 5)			O grau de aplicabilidade visa identificar o quanto (de 0 a 5)								

Marque um “x” no quadrante que representa o valor relativo ao grau de importância e ao grau de aplicabilidade. Os valores variam de 0 (zero) como valor mínimo a 5 (cinco) como valor máximo.	aquele indicar é considerado importante	aquele indicador tem sido aplicado na empresa
Indicador	Grau de importância para a empresa	Grau de aplicação na empresa
	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
Big data		
Computação ou armazenamento em nuvem		
Comunicação Máquina – Máquina (M2M)		
Internet das Coisas (IOT)		
Manufatura aditiva		
Realidade aumentada		
Robôs Autônomos		
Simulação Virtual		
Veículos guiados automaticamente		

A terceira etapa pretendeu oferecer a visão que os gestores das empresas tem a respeito dos benefícios que o desenvolvimento tecnológico, nos moldes da indústria de manufatura avançada, podem oferecer para suas empresas e seguimentos de mercado.

6 – Visão das vantagens oferecidas pela aplicação das tecnologias da indústria 4.0		
Instruções: Este questionário visa identificar ao grau de importância avaliado pelo/pela gestor da empresa a partir dos indicadores abaixo listados. Marque um “x” no quadrante que representa o valor relativo ao grau de importância e ao grau de aplicabilidade. Os valores variam de 0 (zero)	O grau de importância visa identificar o quanto (de 0 a 5) aquele indicar é considerado importante	O grau de aplicabilidade visa identificar o quanto (de 0 a 5) aquele indicador tem sido aplicado na empresa

como valor mínimo a 5 (cinco) como valor máximo.												
Indicador	Grau de importância para a empresa						Grau de aplicação na empresa					
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
Investimento em pesquisa e desenvolvimento												
Foco no aumento da produtividade												
Foco no aumento da competitividade e no valor adicionado aos bens produzidos												
Foco no aumento das receitas da empresa												
Foco no aumento na flexibilidade dos negócios												
Foco nas novas oportunidades para PMEs e startups												
Abertura de novos segmentos de clientes												
Lançamento de novos produtos e aumento de portfólio												
Produção de lotes menores e mais personalizados												
Foco na satisfação do cliente												
Foco na integração do cliente com a cadeia produtiva												

A parte final do questionário, visou obter informações sobre a utilização da política de fomento ao desenvolvimento (PSDI) que visa entre outros aspectos, desenvolver a indústria oferecendo incentivos que promovam investimentos em tecnologia.

7 – Utilização dos incentivos governamentais no aprimoramento tecnológico		
Instruções:	O grau de	O grau de
Este questionário visa identificar ao grau de importância avaliado pelo/pela gestor da empresa a partir dos indicadores abaixo listados.	importância visa	aplicabilidade
Marque um “x” no quadrante que representa o	identificar o	visa identificar o
	quanto (de 0 a 5)	quanto (de 0 a 5)
	aquele indicar é	aquele indicador

Capítulo 3 Estudos, resultados e discussões

No capítulo dedicado aos estudos realizados, foram abordados os aspectos metodológicos, procedimentais e os resultados obtidos pelo presente trabalho. Para simplificar o entendimento dos estudos em relação aos objetivos perseguidos, um link entre os objetivos e os resultados obtidos foi apresentado. Para não desviar o foco dos resultados obtidos, os detalhes metodológicos estão contidos no capítulo 2, enquanto este capítulo limitou-se a apenas citar a metodologia geral dos estudos.

3.1 Estudo 1 - Produções sobre revolução industrial 4.0: Uma revisão bibliométrica

A seguir, foi apresentado o primeiro estudo realizado, contendo os objetivos, metodologia e resultados obtidos, no final, foram discutidos os resultados obtidos.

3.1.1 Objetivos

O primeiro estudo realizado, a revisão bibliográfica do tema de estudo proposto, teve como objetivos: (1) A avaliação do incremento de produções científicas, para que possamos montar uma base de referência das características e tecnologias empregadas, pela manufatura avançada, mais discutidas por estes trabalhos. (2) Classificar as pesquisas por método utilizado, a fim de criar um comparativo que utilizaremos para verificar se o caminho percorrido por nosso trabalho encontra paralelos, em termos de número de publicações. (3) Verificar se existe sazonalidade nas publicações, através do arranjo das datas de publicação dos artigos.

3.1.2 Metodologia

Realizou-se uma revisão bibliográfica que visou caracterizar as produções científicas sobre a Revolução Industrial 4.0 publicadas em língua portuguesa.

Procedimentos

Os procedimentos adotados no presente estudo se basearam na revisão de literatura realizada por MENELAU et al. (2019), cujo objetivo foi o mapeamento das publicações sobre a Indústria 4.0 no contexto dos BRICS. A escolha se deu em razão da aproximação com o tema, uma vez que MENELAU et al (2019) incluiu publicações envolvendo o contexto brasileiro em seu escopo. Foram feitas alterações de procedimento e coleta de dados de modo a atender os objetivos gerais da pesquisa.

Adotou-se uma metodologia descritiva e avaliativa, assim sendo, a análise bibliográfica compreendeu as etapas propostas por SILVA; HAYASHI & HAYASHI, (2011): 1) Definição do objetivo da análise; 2) identificação, localização e acesso às fontes de informação; 3) estabelecimento das estratégias de busca de informações para a coleta de dados; 4) designação de relacionamento entre os dados obtidos e 5) análise e construção de indicadores avaliativos.

A fim de atender aos critérios de qualidade de uma revisão sistemática, foi também utilizado como norteador o modelo que se divide em oito etapas, proposto por Akobeng (2005), apresentadas por Costa & Zoltowski (2014): 1) delimitação do problema de pesquisa; 2) escolha das bases de dados; 3) determinação das palavras-chaves e/ou descritores de pesquisa; 4) busca e armazenamento dos dados; 5) seleção dos trabalhos a partir dos resumos, considerando critérios de inclusão e exclusão; 6) leitura dos trabalhos selecionados para extração das informações; 7) avaliação dos trabalhos, 8) síntese e interpretação dos dados.

Os procedimentos foram conduzidos por dois juízes, de forma a assegurar um maior rigor em cada uma das etapas, sendo incluídos apenas os trabalhos selecionados por ambos os avaliadores.

Coleta de dados

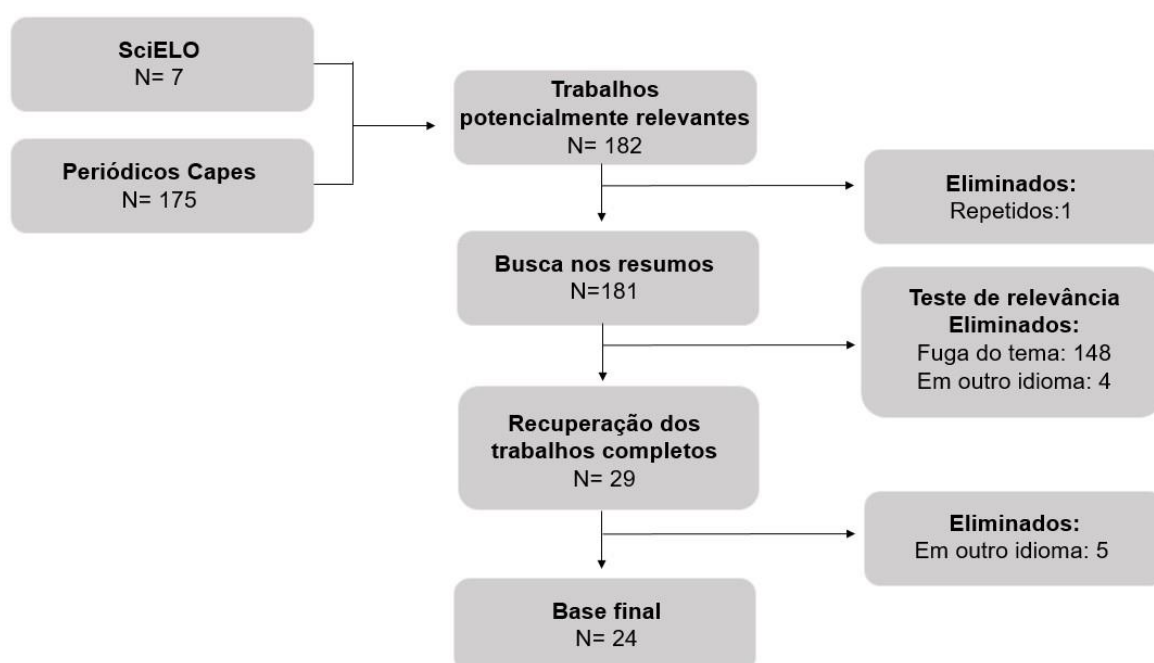
As buscas foram conduzidas nas bases de dados *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) e Periódicos Capes, escolhidas por serem portais de indexação importantes para os trabalhos nacionais e em língua portuguesa. Foram utilizados 2 grupos de descritores organizados pelos operadores booleanos, sendo os *strings* de pesquisa: (Indústria 4.0 OR quarta revolução industrial OR 4ª revolução industrial) AND (Interação horizontal OR integração vertical OR virtualização OR descentralização OR big data OR computação OR comunicação máquina OR IoT OR manufatura aditiva OR realidade aumentada OR robôs autônomos OR simulação virtual). Adotou-se o eixo temporal de 2017 a 2022, considerando as publicações em Língua Portuguesa sobre o tema da revolução industrial 4.0 realizadas ao longo dos últimos cinco anos.

Na realização das buscas, selecionou-se nas plataformas a opção que considera os resumos, palavras-chave e título dos trabalhos, sendo selecionados os filtros de idioma para publicações em Português e para o limite temporal adotado. Os critérios de inclusão foram: publicações entre 2017 e 2022; trabalhos teóricos, empíricos e revisões bibliográficas; publicado em Português; trabalho revisado por pares; abordar o tema da revolução industrial 4.0 e/ou seus elementos caracterizadores. Os critérios

de exclusão aplicados foram: ser literatura cinza (capítulos de livro, dissertações, teses, monografias etc.); texto completo indisponível; publicação exclusiva em outra língua que não o Português e apresentar fuga do tema proposto para a revisão. Como fuga do tema, considerou-se os trabalhos que não abordavam o desenvolvimento tecnológico nos termos das características e tecnologias tipicamente observadas na indústria 4.0.

A coleta de dados foi realizada em julho de 2022, obtendo-se um total de 182 resultados. A princípio, a busca feita no SciELO incluiu os dois grupos de descritores, não sendo encontrados resultados. Em um segundo teste, utilizou-se apenas o primeiro grupo de descritores, que levou a 7 resultados. A busca feita nos Periódicos Capes encontrou 175 trabalhos utilizando-se ambos os grupos de descritores previstos para a pesquisa. Os resultados foram exportados das bases, sendo posteriormente organizados em uma planilha de acordo com título, ano, autoria, periódico, volume e número, base de indexação e resumo. Os trabalhos potencialmente relevantes desta base inicial foram submetidos ao teste de relevância, que consistiu na verificação das informações das publicações, leitura dos resumos, eliminação de itens duplicados e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Os 29 trabalhos restantes foram para etapa de recuperação da publicação completa, na qual foram eliminados 5 trabalhos disponíveis apenas em outro idioma (ver Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma da construção da base de dados final



3.1.3 Análise de dados

Adotou-se dois eixos principais de análise: descritivo e avaliativo, adaptado de MENELAU et al. (2019) (Quadro 6). A análise descritiva apresenta uma caracterização da produção científica, contextos de publicação e metodologias. A categoria avaliativa, por sua vez, objetiva analisar aspectos teóricos, tais como os conceitos da Indústria 4.0 empregados e o contexto estudado (MENELAU et al., 2019).

Quadro 6 - procedimentos adotados para a elaboração da pesquisa bibliométrica

Pesquisa bibliométrica	Descritiva	Caracterização da produção científica – título e autoria do texto, ano de publicação do artigo e temáticas do periódico
		Característica metodológica – tipologia da pesquisa.
	Avaliativa	Conceitos da indústria 4.0 empregados
		Contexto de aplicação dos elementos da indústria 4.0
		Interface com o fenômeno desenvolvimento econômico e inovação tecnológica

Fonte: Adaptado de MENELAU *et al.*(2019)

3.1.4 Resultados

A base final de dados foi composta por 24 trabalhos, recuperados e lidos integralmente. Realizou-se a análise descritiva e avaliativa a fim de caracterizar os trabalhos no que concerne os elementos bibliográficos, metodológicos e teóricos.

Análise descritiva

O trabalho de caracterização das publicações revisadas por pares indicou as bases de indexação, ano de publicação, autores(as), periódicos e respectivas áreas, tipo do trabalho e outras intersecções e relações entre esses elementos (Quadro 6). Quanto às bases de dados nas quais se realizou a busca, 22 trabalhos estavam indexados no Periódicos Capes e 2 na SciELO. No eixo temporal analisado, de 2017 a 2022, o ano que mais registrou publicações foi 2019 (8), seguido por 2018 (5), 2020 (4), 2021 (3),

2022 (3) e 2017, com apenas um resultado. Os tipos de trabalho variaram entre empíricos (12), teóricos (8) e revisões bibliográficas (4). As áreas de escopo dos periódicos das publicações variaram entre diferentes temas e campos do conhecimento (Ver Quadro 8).

Quadro 7 - Caracterização das publicações da base final

Título	Base de dados	Ano de publicação	Autores(as)	Periódico/vol./ páginas	Área do periódico
Empresas, inovação e território na alta tecnologia: o caso da Itália	Periódicos Capes	2017	Ramella	Sociologias, 19(46), 166-197	Sociologia
Uso da IoT, Big Data e inteligência artificial nas capacidades dinâmicas	Periódicos Capes	2018	Mendonça, Andrade & Sousa Neto	Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, 12(1), 131-151	Administração de empresas
A produção do conhecimento no setor dos agronegócios	Periódicos Capes	2018	Bernado, Farinha & Binotto	Holos, 34(6), 16-33	Estudos interdisciplinares
A Indústria 4.0 e o seu Impacto no Tecido Económico Empresarial	Periódicos Capes	2019	Antunes, Pinto, Reis & Henriques	Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental	Sociedade e Meio ambiente

Título	Base de dados	Ano de publicação	Autores(as)	Periódico/vol./ páginas	Área do periódico
Português: O Caso da Região Dão-Lafões				Science (Anápolis), 8(3), 263-291	
Relação entre os investimentos em TIC e a evolução patrimonial das cooperativas agropecuárias do oeste do paraná	Periódicos Capes	2019	Bortoluzzi, Johann & Rojo	Revista Metropolitana de Sustentabilidade, 9(1), 49-68	Sustentabilidade
Uma análise conjunta para identificação dos atributos de um dispositivo para reconhecimento de características de produtos alimentícios customizados	Periódicos Capes	2019	Calegari & Fetterman	Revista brasileira de tecnologia de alimentos, 22, 1-15	Produção e avaliação de alimentos

Título	Base de dados	Ano de publicação	Autores(as)	Periódico/vol./páginas	Área do periódico
Desenvolvimento de uma smart house no curso de engenharia de biossistemas	Periódicos Capes	2020	Matulovic, Mollo Neto, Hiromoto, Eivazian & Ribeiro	Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas, 14(1), 48-61	Sistemas agrícolas e ambientais
Medindo upgrading estrutural: uma análise a partir de componentes principais	Periódicos Capes	2022	Costa	Nova economia, 32(2), 329-357	Ciências econômicas
Internet das coisas em bibliotecas: proposta de um sistema para monitoramento de ruído para bibliotecas	Periódicos Capes	2022	Amaral, Juliani & Bettio	Em Questão, 28(1), 458-483	Ciência da informação

Título	Base de dados	Ano de publicação	Autores(as)	Periódico/vol./ páginas	Área do periódico
Detecção de falhas estruturais em um pórtico metálico utilizando a computação inteligente	Periódicos Capes	2020	Moro, Chavarette, Merizio & Outa	Colloquium Exactarum (Online), 12(2), 28-37	Ciências exatas e Engenharias
Indústria 4.0: serviço social no sistema previdenciário em tempos da pandemia de COVID-19	SciELO	2022	Souza	Revista Katálisis, 25(1), 125-136	Serviço Social
Desenvolvimento de um sistema para monitoramento e teleoperação de máquinas-ferramenta CNC via internet aderente à indústria 4.0	Periódicos Capes	2018	Oliveira & Álvares	Revista Produção e Desenvolvimento, 4(1), 133-151	Administração pública e Gestão de negócios

Título	Base de dados	Ano de publicação	Autores(as)	Periódico/vol./ páginas	Área do periódico
Indústria 4.0: desafios e oportunidades	Periódicos Capes	2018	Santos, Alberto, Lima & Charrua-Santos	Revista Produção e Desenvolvimento, 4(1), 111-124	Administração pública e Gestão de negócios
Adoção da agricultura de precisão na américa do sul: O estado da arte em argentina, brasil e colômbia	Periódicos Capes	2019	Pamplona & Rodrigues	Gestão & regionalidade, 35(105), 218-244	Administração de empresas
Mapeamento da produção científica da Indústria 4.0 no contexto dos BRICS: reflexões e interfaces	SciELO	2019	Menelau, Macedo, Nascimento & Carvalho Júnior	Cadernos EBAPE.BR, 17(4), 11094-1114	Administração
Tendências no âmbito da internet das coisas: um estudo patentário	Periódicos Capes	2021	Silva, Souza & Nader	Innovar : revista de ciencias administrativas y sociales, 31(81), 49-59	Administração, Contabilidade e Ciências sociais

Título	Base de dados	Ano de publicação	Autores(as)	Periódico/vol./ páginas	Área do periódico
Avanços da comunidade europeia no direito de propriedade intelectual e indústria 4.0: extraterritorialidade e aplicabilidade do direito comparado no Brasil	Periódicos Capes	2019	Soares, Kauffman & Sales	Revista do direito, 1(57), 117-137	Direito
Automação laboral e as novas relações trabalhistas: Perquirições introdutórias da proteção jurídica do trabalhador	Periódicos Capes	2020	Mata & Almeida	Argumenta, 32, 155-174	Ciência Jurídica, Ciências sociais aplicadas e Ciências humanas
O uso monopolista do big data por empresas de	Periódicos Capes	2018	Remedio & Silva.	Revista brasileira de políticas públicas, 7(3), 672-693	Direito e Políticas públicas

Título	Base de dados	Ano de publicação	Autores(as)	Periódico/vol./ páginas	Área do periódico
aplicativos: Políticas públicas para um desenvolvimento sustentável em cidades inteligentes em um cenário de economia criativa e de livre concorrência					
Ontologias para organização da informação em processos de transformação digital	Periódicos Capes	2019	Mendonça & Zaidan	Em Questão, 25(1), 295-320	Ciência da informação
Perspectivas jurídicas da relação entre big data e	Periódicos Capes	2019	Szinvelski, Arceno & Francisco	Perspectivas em ciência da informação, 24(4), 132-144	Ciência da informação

Título	Base de dados	Ano de publicação	Autores(as)	Periódico/vol./páginas	Área do periódico
proteção de dados					
Tecnologias Digitais e o Comércio de Bens e Serviços na OMC	Periódicos Capes	2020	Celli Júnior	Revista de Direito Internacional, 17(1), 391-404	Direito internacional público e privado
Inteligência artificial e virtualização em ambientes virtuais de ensino e aprendizagem: desafios e perspectivas tecnológicas	Periódicos Capes	2021	Santos, Jorge & Winkler	Educação temática digital, 23(1), 2-19	Educação e Tecnologias educacionais
Análise dos índices de inovação e os resultados recentes da balança comercial brasileira	Periódicos Capes	2021	Bezerra & Fernandes	Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, 15(2), 181-209	Administração de empresas

Fonte: Próprio autor

Os trabalhos empíricos (12) utilizaram metodologias como entrevista, estudo de caso, experimento, grupo focal, pesquisa documental e *survey* (Quadro 7). Houve apenas um trabalho, Ramella (2017), que utilizou dois desenhos metodológicos, a pesquisa documental e um *survey*. As pesquisas empíricas foram publicadas em periódicos que trabalhavam as temáticas: Sociedade e meio ambiente; ciência da informação; sistemas agrícolas e ambientais; produção e avaliação de alimentos; ciências econômicas; sustentabilidade; sociologia; administração (de empresas e pública); gestão de negócios; ciências exatas e engenharias; serviço social e estudos interdisciplinares. Os trabalhos de revisão (8) se subdividiram em revisão sistemática e exploratória, tendo sido publicados em periódicos que tratam temáticas sobre administração (de empresas e pública); gestão de negócios; contabilidade e ciências sociais. Quanto aos trabalhos teóricos, houve um total de 8 artigos obtidos na coleta, veiculados por revistas que abordam os temas: administração de empresas; ciências jurídicas, sociais aplicadas e humanas; direito (incluindo direito internacional); ciência da informação; políticas públicas e educação.

Quadro 8 - Classificação dos trabalhos quanto ao tipo

Tipo (N)	Metodologia (N)	Trabalho
Empírico (12)	Entrevista (1)	ANTUNES <i>et al.</i> , (2019)
	Estudo de caso (2)	AMARAL; JULIANI; BETTIO, (2022); MATULOVIC <i>et al.</i> , (2020)
	Experimento (3)	CARRETA MORO <i>et al.</i> , (2020); CALEGARI; FETTERMANN, (2019); OLIVEIRA; ÁLVARES, (2018);
	Grupo focal (1)	SOUZA, (2022);
	Pesquisa documental (4)	BERNARDO; FARINHA; BINOTTO, (2018); BORTOLUZZI; JOHANN; ROJO, (2019); COSTA, (2022); RAMELLA,

Tipo (N)	Metodologia (N)	Trabalho
		(2017); MENDONÇA; ANDRADE; SOUSA NETO, (2018)
	Survey (2)	; RAMELLA, (2017); MENELAU <i>et al.</i> , (2019)
Revisão (4)	Revisão sistemática (3)	; BATISTA DA SILVA; RAMALHO DE SOUZA; NADER, (2021); SANTOS, Beatrice Paiva <i>et al.</i> , (2018); MENELAU <i>et al.</i> , (2019)
	Revisão exploratória (1)	PAMPLONA; RODRIGUES SILVA, (2019)
Teóricos (8)	-	BEZERRA; FERNANDES, (2021); CELLI JUNIOR, (2020); MATA; ALMEIDA, (2020); MENDONÇA; ZAIDAN, (2019); REMEDIO; SILVA, (2017); SANTOS; JORGE; WINKLER, (2021); SOARES; KAUFFMAN; SALES, (2019); SZINVELSKI; ARCENO; FRANCISCO, (2019)

Fonte: Próprio autor

3.2 Análise avaliativa

Dentre as 19 características e tecnologias típicas presentes na indústria 4.0, foi encontrada menção a 13 delas nos trabalhos analisados. Chama-se atenção para os mais citados, *Big Data* (7); Computação e armazenamento em nuvem (6); e Internet

das coisas (IOT) com 9 citações. Este resultado indica que estas modalidades são as mais difundidas e aplicadas na economia real, seja na indústria, agronegócios ou serviços.

Vale o informe de que durante a leitura, alguns trabalhos transcorreram sobre a quarta revolução industrial, porém, somente o desenvolvimento tecnológico em geral fora abordado. Como o trabalho se propõe, em seu cerne, a analisar justamente o desenvolvimento econômico, com ênfase no desenvolvimento da tecnologia, tais trabalhos foram considerados no levantamento e, a estes, fora atribuído a inovação (4) como verbete principal. Por fim, a presença de “impressão 3D” como termo, foi convertido em “Manufatura Aditiva” (3), por ser esse tipo de tecnologia uma parte deste processo de trabalho.

Quanto ao contexto, os trabalhos analisados, conforme a Tabela 2: Contexto de aplicação dos elementos da indústria 4.0, apresentada a seguir, mostram vasta heterogeneidade. Para viabilizar uma análise, foram criadas algumas linhas de contexto geral, onde foram agrupados os trabalhos de forma a obter resultados que servissem de elemento comparativa à realidade local. Assim sendo, em linhas gerais, foram encontrados 6 trabalhos que se propuseram a estudar as tecnologias típicas da manufatura avançada em contextos geográficos, sejam países ou regiões de interesse, como estados brasileiros e blocos econômicos. Outros 06 trabalhos correlacionaram a indústria 4,0 com algum ramo da economia, em destaque, a indústria e o agronegócio. Os demais trabalhos são *sui generis* ao ponto de não permitirem nenhum tipo de agrupamento. Analisando os números levantados na pesquisa bibliográfica, o presente trabalho contribui para o estudo da indústria de manufatura avançada no contexto geográfico local, ou seja, o Estado de Sergipe.

Após a leitura dos textos selecionados, em especial de seus objetivos, foram traçadas as interfaces vistas entre os referidos trabalhos e os fenômenos do desenvolvimento econômico e tecnológico. Nesta etapa, foram considerados possíveis, tanto textos com interface de desenvolvimento econômico ou tecnológico, quanto textos com ambas as interfaces, assim sendo, é possível haver mais ocorrências que o total de trabalhos analisados. Por outro lado, existem situações cujos autores, apesar de tratarem da quarta revolução industrial, não levaram em consideração desenvolvimento tecnológicos ou econômico, como por exemplo, os que tratam de assuntos relacionados às mudanças nas relações de trabalho. Os números obtidos foram: Textos com interface em desenvolvimento econômico (12); Textos com

interface em desenvolvimento tecnológico (15); Textos sem interface (5). Os resultados podem ser observados na tabela 3: Interface com o fenômeno desenvolvimento econômico e inovação tecnológica, apresentada a seguir.

Tabela 1 - Ocorrência dos elementos da Indústria 4.0 nas publicações

Elementos da Indústria 4.0	Ocorrência	Trabalho
Integração horizontal e/ou vertical	1	Oliveira & Álvares (2018)
Virtualização	-	-
Descentralização	-	-
Modularidade	-	-
Capacidade em tempo real	-	-
Orientação para os serviços	-	-
<i>Big data</i>	7	Bortoluzzi et al. (2019); Mendonça et al. (2018); Menelau et al. (2019); Soares et al. (2019); Souza (2020); Remedio & Silva (2018); Szinvelski et al. (2019)
Computação/armazenamento em nuvem	6	Bortoluzzi et al. (2019); Celli Junior (2020); Mendonça & Zahan (2019); Matulovic et al. (2020)

Elementos da Indústria 4.0	Ocorrência	Trabalho
Comunicação Máquina-Máquina (M2M)	3	Amaral et al. (2022); Moro et al. (2020);
Internet das Coisas (IOT)	9	Amaral et al. (2022); Bortoluzzi et al. (2019); Calegari & Fetterman (2019); Matulovic et al. (2020); Mendonça et al. (2018); Menelau et al. (2019); Mendonça & Zahan (2019); Moro et al. (2020); Oliveira & Álvares (2018); Pamplona & Rodrigues (2019); Silva et al. (2021); Soares et al. (2019);
Manufatura aditiva	3	Celli Junior (2020); Matulovic et al. (2020); Menelau et al. (2019)
Realidade aumentada	1	Menelau et al. (2019)
Robôs autônomos	1	Menelau et al. (2019)
Simulação virtual	4	Moro et al. (2020); Menelau et al. (2019); Soares et

Elementos da Indústria 4.0	Ocorrência	Trabalho
		al. (2019); Santos et al. (2021)
Veículos guiados automaticamente	2	Menelau et al. (2019); Pamplona & Rodrigues (2019)
Inovação	4	Bezerra & Fernandes (2021); Costa (2022); Mata & Almeida (2020); Bernardo et al. (2018);
Meios de comunicação avançados	1	Ramella (2017)
Inteligência artificial	1	Mendonça et al. (2018)

Fonte: Próprio autor

Tabela 2 - Contexto de aplicação dos elementos da indústria 4.0

Contexto de aplicação dos elementos da indústria 4.0	Ocorrência	Trabalho
Pesquisas por região geográfica - Brasil ou exterior	6	Antunes et al. (2019); Ramella (2017); Mendonça et al. (2018); Pamplona & Rodrigues (2019); Bezerra & Fernandes (2021); Remedio & Silva (2018)
Pesquisas em setores econômicos	6	Calegari & Fetterman (2019); Costa (2022); Bernardo et al. (2018); Oliveita & Álvares (2018); Moro et al. (2020); Menelau et al. (2019)

Contexto de aplicação dos elementos da indústria 4.0	Ocorrência	Trabalho
Outros	12	Amaral et al. (2022); Matulovic et al. (2020); Bortoluzzi et al. (2019); Souza (2020); Santos et al. (2018); Silva et al. (2021); Mata & Almeida (2020); Soares et al. (2019); Mendonça & Zahan (2019); Celli Junior (2020); Santos et al. (2021); Szinvelski et al. (2019)

Fonte: Próprio autor

Tabela 3 - Interface com o fenômeno desenvolvimento econômico e inovação tecnológica

Interfaces	Ocorrência	Trabalho
Desenvolvimento econômico	12	Antunes et al. (2019); Calegari & Fetterman (2019); Costa (2022); Bernardo et al. (2018); Bortoluzzi et al. (2019); Ramella (2017); Mendonça et al. (2018); Pamplona & Rodrigues (2019); Santos et al. (2018); Bezerra & Fernandes (2021); Remedio & Silva (2018); Celli Junior (2020)
Desenvolvimento tecnológico	15	Amaral et al. (2022); Matulovic et al. (2020); Calegari & Fetterman (2019); Bernardo et al. (2018); Bortoluzzi et al. (2019); Ramella (2017); Mendonça et al. (2018); Oliveita & Álvares (2018); Moro et al. (2020); Pamplona & Rodrigues (2019); Silva et al. (2021); Mendonça & Zahan (2019); Remedio & Silva (2018); Celli Junior (2020); Santos et al. (2021)

Interfaces	Ocorrência	Trabalho
Sem interfaces	5	Souza (2020); Menelau et al. (2019); Mata & Almeida (2020); Soares et al. (2019); Szinvelski et al. (2019)

Fonte: Próprio autor

3.1.5 Discussões sobre o estudo

O primeiro objetivo com o estudo foi “A avaliação do incremento de produções científicas, para que seja possível montar uma base de referência das características e tecnologias empregadas, pela manufatura avançada, mais discutidas por estes trabalhos.”, o qual fora atingido. Foi possível identificar as tecnologias: *Big Data* (7); Computação e armazenamento em nuvem (6); e Internet das coisas (IOT) (9), como sendo as mais difundidas, tendo em vista a abundância de aparições dos termos nos trabalhos selecionados. Assim sendo, estando a indústria local em sintonia com o que observamos nos textos analisados, devemos observar maior ênfase destes tipos de tecnologia que nas demais apresentados na literatura.

Vale observar que outras tecnologias típicas da manufatura avançada apareceram na bibliografia utilizada, assim sendo e corroborando com esse objetivo, colclui-se que é possível montar uma base de referência para a construção do instrumento da *survey* (Estudo 2).

O segundo objetivo deste estudo: “Classificar as pesquisas por método utilizado, afim de criar um comparativo a ser utilizado na verificação do caminho percorrido pelo trabalho e encontra paralelos, em termos de número de publicações.”, identificou que: Nos trabalhos selecionados, houve uma ligeira predominância nos textos empíricos, sendo que a maioria deles optou por fazer uma pesquisa documental e uma menor parte deles optou pela aplicação de *survey's*. Nesse aspecto, nossa decisão de realizar uma revisão bibliométrica contribuirá para que, em acaso de continuidade da exploração do tema Indústria 4.0, favoreça uma maior clareza na escolha do método de coleta de dados.

Seguindo o conceito de Shumpeter da destruição criadora, pode-se traçar um paralelo nas publicações analisadas que indica haver aumento progressivo no número de publicações observado entre os anos de 2017, 2018 e 2019. Esse movimento pode

ser um indício de que, à medida que o desenvolvimento tecnológico das características produtivas presentes na indústria 4.0 foram se consolidando, houvera tendência de mais agentes econômicos as utilizar, conseqüentemente, mais pesquisadores observando esse fenômeno. A correlação com a teoria Schumpeteriana e a sazonalidade das publicações fez cumprir o terceiro objetivo do estudo.

Vale uma ressalva para os anos de 2020, 2021 e 2022, que foram muito comprometidos devido aos efeitos da pandemia do novo Coronavírus, fator esse que se demonstra pelo baixo número de publicações destes anos, em relação aos anteriores.

3.2 Estudo 2 - Questionário Autoaplicável Indústria 4.0: amostra sergipana

Neste segundo estudo foram aplicados questionários em um *survey*. Os resultados serão apresentados a seguir.

3.2.1 Objetivos

Neste segundo estudo, que se trata de um questionário autoaplicável enviado às indústrias instaladas em Sergipe, o objetivo foi diagnosticar a viabilidade da implantação da Indústria 4.0 localmente.

3.2.2 Metodologia

Elaborou-se um questionário, tendo como base às características e tecnologias empregadas na indústria 4.0, além de investigar qual seria a vantagem, no ponto de vista dos gestores das companhias, em implantar tais tecnologias em relação ao desempenho geral da empresa pesquisada.

Procedimentos

O procedimento escolhido para este estudo foi um levantamento de dados do tipo *survey*, no qual fora enviado questionário para empresas selecionadas através do critério que fosse conveniente à pesquisa.

Por ser uma amostragem não probabilística, a escolha da pesquisa do tipo *survey* foi a mais relevante para a obtenção das informações pretendidas. Através da

obtenção do cadastro das indústrias instaladas em Sergipe, disponibilizada na página do FIES – Federação das Indústrias do Estado de Sergipe, através do link: <https://www.fies.org.br/servicos/cadastro-industrial>, fora montada uma listagem que obedeceu aos critérios descritos na tabela 06: Filtro das indústrias sergipanas para obtenção da amostra de indústria 4.0.

Tabela 4 - Filtro das indústrias sergipanas para obtenção da amostra de indústria 4.0.

	Condição:	Quantidade:
1	Indústrias contactadas pela FIES	1546
2	Indústrias com website cadastrado	367
3	Indústrias com e-mail de contato cadastrado	350
4	Indústrias com situação “ativa” perante a Receita Federal do Brasil - RFB	348
5	Indústrias que continham em seu Cadastro de Atividade Econômica – CNAE – os seguintes verbetes: 1 – Fabricação 2 – Construção 3 – Confecção 4 – Produção 5 – Extração 6 – Geração 7 – Tecelagem 8 – Preparação 9 - Impressão	223
6	Cujos websites continuavam ativos e funcionais (on-line)	64

Fonte: Próprio autor

O cadastro de indústrias obtido contava com duas categorias, a primeira listava as indústrias registradas no Estado cujo contato fora efetivamente realizado pela equipe do FIES, e a segunda, cujo contato não foi realizado. Foi feita a escolha de utilizar somente as empresas já contactadas, pois, além de oferecer amostra em número aceitável, pouparia retrabalhos.

Em seguida, foi aplicado um filtro para eliminar as companhias que não possuísem um website cadastrado, assim fora feito para que a pesquisa pudesse ser focada em empresas com alguma propensão em investir em tecnologia. O segundo filtro eliminou

as empresas cujo contato através de e-mail não fosse possível. Foi aplicado ainda um terceiro filtro que eliminou da listagem as firmas inativas perante a RFB. Após estes filtros a amostra foi reduzida para 348 indústrias.

Como, no critério de amostragem, o uso de maquinário se fazia necessário, foram selecionadas empresas que, de forma geral, podem utilizar máquinas em sua produção, dessa maneira o filtro de número 5 foi aplicado e, após isso, restaram 223 indústrias.

Por fim, foi realizada a checagem do funcionamento dos websites cadastrados, sendo que somente as firmas cujo site estivesse ainda no ar, fizeram parte da amostragem. O resultado, após estes 6 critérios, foi de 64 firmas.

Coleta de dados

A coleta de dados seguiu o cronograma de produção do presente trabalho e foi executado entre os dias 17 de agosto de 2022 e 08 de setembro de 2022, neste período foram enviados os 64 e-mails aos endereços informados no cadastro das indústrias acima citado. Os e-mails enviados continham em seu corpo um texto de apresentação, conforme apresentado na figura 2: “Conteúdo enviado as firmas pesquisadas”. No e-mail, também havia um link do questionário da pesquisa, que se tratava de um formulário convencional construído através do uso da ferramenta gratuita do google, “google forms”. Um segundo anexo fora enviada em forma de carta de referências fornecida pelo departamento, conforme apresentado na figura 3: Declaração.

Figura 2 - Conteúdo enviado as firmas pesquisadas

Olá, bom dia Sr./Sra,
 Gostaria de lhe fazer um convite.
 Sou Marco Túlio, mestrando do Programa de Pós-graduação em Economia (PROPEC) com foco em desenvolvimento local na Universidade Federal de Sergipe (UFS). Minha área de pesquisa é a Indústria, mais precisamente, a Indústria 4.0. Em meu trabalho, pretendo traçar um diagnóstico da viabilidade da Indústria 4.0 em Sergipe tendo como referência as indústrias existentes no estado de Sergipe.
 Cheguei até o Sr./Sra por meio de informações fornecidas pelo cadastro industrial, feito pela FIES (Federação da Indústria do Estado de Sergipe). Para elaborar o diagnóstico de viabilidade foi desenvolvido um questionário que é composto por perguntas relacionadas à percepção da empresa sobre o emprego e a importância das tecnologias características da indústria de manufatura avançada conhecida como Indústria 4.0.
 Este é o link do questionário. Gostaria de solicitar, caso haja concordância da empresa em participar da pesquisa, que as perguntas fossem respondidas por uma pessoa com cargo gerencial ou de planejamento estratégico em vossa empresa.

<https://forms.gle/WyGR5LsyWCV731ex7>

Seguimos os princípios éticos de confidencialidade e anonimidade. Nenhuma informação específica da empresa será divulgada.
 As instruções para preenchimento estão contidas no próprio questionário, mas caso haja alguma dúvida, estou à disposição por meio deste e-mail ou do telefone celular 79 [REDACTED]
 Envio em anexo a carta declaratória que comprova nosso vínculo junto à instituição de ensino supracitada.
 Sua participação é muito importante, portanto, agradeço de antemão pela atenção.

Figura 3 - Declaração



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA



Declaração

Declaro para os devidos fins que o mestrando Marco Túlio Brasiel Sampaio está matriculado no Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe, com o número de matrícula 202011004217, sendo orientado pelo Prof. Dr. Elmer Nascimento Matos.

Outrossim, informo que o referido aluno está em fase de coleta de dados que comporão os resultados de sua dissertação, em acordo com este programa e seu orientador.

Informações relevantes sobre o trabalho:

Título: Desenvolvimento econômico e indústria: A indústria 4.0 e o aprimoramento tecnológico da produção local.

Objetivo: Diagnosticar a viabilidade da Indústria 4.0 em Sergipe tendo como referências as indústrias existentes no estado de Sergipe.

Sem mais, agradecemos a contribuição.

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, 16 de agosto de 2022.

Dentre os e-mails enviados, 20 retornaram com algum tipo de inconsistência, dentre elas a mais comum foi a inexistência do e-mail enviado, assim sendo, a taxa de perda no envio dos questionários foi de aproximadamente 30%.

Seguindo o cronograma de envio e análise de respostas havia sido previsto um intervalo de cinco dias entre o envio e um provável reenvio dos questionários, que seria necessário, caso não fosse atingido o número de trinta respostas válidas. Após o prazo estipulado, obteve-se zero respostas. Diante do não cumprimento da meta, fora implantada uma mudança na estratégia, tentando obter as respostas necessárias à análise.

A metodologia de contato com as empresas foi modificada, nesta segunda tentativa de contato, foi procurada a área de “fale conosco” presentes nos websites das indústrias selecionadas e, através desse espaço de comunicação, um convite à responder o questionário foi enviado, conforme descrito na figura 4: Convite a participar da pesquisa. O objetivo foi causar maior engajamento, uma vez que os espaços de comunicação dos sites são, ou deveriam ser, de contato direto com o setor responsável por atender aos clientes. Porém, mesmo após esta segunda tentativa, não se obteve nenhuma resposta do questionário.

Figura 4 - convite a participar da pesquisa

Olá, bom dia Sr./Sra,

Gostaria de lhe fazer um convite.

Sou Marco Túlio, mestrando do Programa de Pós-graduação em Economia (PROPEC) com foco em desenvolvimento local na Universidade Federal de Sergipe (UFS). Minha área de pesquisa é a Indústria, mais precisamente, a Indústria 4.0. Em meu trabalho, pretendo traçar um diagnóstico da viabilidade da Indústria 4.0 em Sergipe tendo como referência as indústrias existentes no estado de Sergipe.

Cheguei até o Sr./Sra por meio de informações fornecidas pelo cadastro industrial, feito pela FIES (Federação da Indústria do Estado de Sergipe). Para elaborar o diagnóstico de viabilidade foi desenvolvido um questionário que é composto por perguntas relacionadas à percepção da empresa sobre o emprego e a importância das tecnologias características da indústria de manufatura avançada conhecida como Indústria 4.0.

Caso haja interesse em participar, posso enviar o link do questionário. Gostaria de solicitar, caso haja concordância da empresa em participar da pesquisa, que as perguntas fossem respondidas por uma pessoa com cargo gerencial ou de planejamento estratégico em vossa empresa.

Atenciosamente,

Análise de dados

Diante da não obtenção de respostas ao questionário, e sem recursos financeiros e de tempo que possibilitasse novas tentativas, que envolveriam a visita presencial ao endereço físico das indústrias, ou outras maneiras mais eficazes de obtenção de respostas ao questionário, a pesquisa não foi capaz de produzir os resultados almejados.

Fica registrado a metodologia utilizada para que, no futuro, possa contribuir com outros pesquisadores que deem prosseguimento aos estudos relacionados à indústria 4.0 no Estado de Sergipe.

Capítulo 4 Considerações finais

O trabalho teve como objetivo: “Investigar quais são as possibilidades e limites para a indústria sergipana empregar tecnologias características da Indústria 4.0.”, e pretendeu avançar na discussão do desenvolvimento tecnológico como motor para o desenvolvimento econômico, tal qual observado na literatura econômica, em especial, nos trabalhos e conceitos de Joseph Schumpeter. A importância de conceitos como “destruição criativa”, “fluxo circular” e “empresários” no desenvolvimento de uma determinada localidade pode ser visto sempre que há inovações que fazem produtores de determinados bens, especialmente os de vanguarda, se destacarem em relação aos demais concorrentes. O paralelo entre os conceitos de Schumpeter e a indústria de manufatura avançada é quase que automático, visto que, os Estados que mais promovem um ambiente propício ao surgimento de indústrias que aplicam as tecnologias típicas da quarta revolução industrial, são também, os que apresentam maior desenvolvimento econômico e social.

Os preceitos apontados por Schumpeter inspiram novos pesquisadores a pensar como a realidade atual, cuja produção pulverizada e complexa, produz diferenças abismais entre os que produzem bens de baixa complexidade e os que despontam no estado da arte, a cunhar novos conceitos e pensamentos que visam explicar como tamanhas diferenças perduram ainda hoje. O trabalho procurou enfatizar a importância do desenvolvimento tecnológico, mas não sem antes trazer a luz a importância deste conceito para o estudo econômico e, para que fosse possível a tarefa, o trabalho fez uso dos conceitos de Schumpeter e dos novos Schumpeterianos.

O Brasil optou por seguir o caminho das vantagens competitivas, sem planejamento central, metas ou métricas a seguir, o resultado é que, apesar de uma das dez maiores economias do globo, o país é totalmente dependentes de produtos que envolvam tecnologias de média ou alta complexidade, um bom indicador para isso é a pauta de exportações, carregada de produtos de origem agrícola ou extrativista. Neste sentido, o desenvolvimento de uma indústria nacional de base tecnológica seria um ótimo incentivo para fomentar desenvolvimento local.

Durante a confecção deste trabalho, foram verificadas várias limitações que contribuíram decisivamente para que os resultados obtidos fossem tão frustrantes, no caso do *survey* (Estudo2). A primeira dificuldade enfrentada foi a falta de informações

recentes sobre as indústrias instaladas em Sergipe, uma vez que a listagem disponível data de 2012, e com mais de dez anos, está bastante desatualizada. Outra barreira foi a aparente falta de interesse das empresas em dispor de seu tempo para responder a pesquisas como esta.

O tema desenvolvimento tecnológico traz dificuldades para o pesquisador, uma vez que há a possibilidade de confusão entre desenvolvimento tecnológico e emprego de tecnologia, por isso fora optado por estudar o tema vinculada à indústria, filtrando assim possíveis empregos de tecnologia que seriam indiferentes ao desenvolvimento econômico.

Por fim, acredita-se que o tema merece maior atenção, pois o entendimento do estado em que se encontra a indústria local, aliando isso ao desenvolvimento tecnológico destas indústrias, produzirão bons indicadores das perspectivas de futuro desenvolvimento da localidade e de seus habitantes.

4 Referencial bibliográfico

AMARAL, F. V.; JULIANI, J. P.; BETTIO, R. W. de. Internet das coisas em bibliotecas: proposta de um sistema para monitoramento de ruído para bibliotecas. **Em Questão**, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 458–483, 1 jan. 2022.

ANTUNES, J. G. *et al.* A Indústria 4.0 e o seu Impacto no Tecido Económico Empresarial Português: O Caso da Região Dão-Lafões. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 263–291, 1 set. 2019.

AVELLAR, A. P. Impacto das políticas de fomento à inovação no Brasil sobre o gasto em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 629–649, set. 2009.

BATISTA DA SILVA, E.; RAMALHO DE SOUZA, P. A.; NADER, R. Tendências no âmbito internet das coisas: um estudo patentário. **Innovar**, [S. l.], v. 31, n. 81, p. 49–59, 26 maio 2021.

BERNARDO, L. V. M.; FARINHA, M. J. U. S.; BINOTTO, E. A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NO SETOR DOS AGRONEGÓCIOS. **HOLOS**, [S. l.], v. 6, p. 16–33, 3 dez. 2018.

BEZERRA, W. R. P.; FERNANDES, N. da C. M. Análise dos índices de inovação e os resultados recentes da balança comercial brasileira. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 181–209, 1 jul. 2021.

BORTOLUZZI, F.; JOHANN, J. A.; ROJO, C. A. RELAÇÃO ENTRE OS INVESTIMENTOS EM TIC E A EVOLUÇÃO PATRIMONIAL DAS COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS DO OESTE DO PARANÁ. **São Paulo**, [S. l.], , p. 20, 2019.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Macroeconomia no Brasil pós-1994. **Análise Econômica**, [S. l.], v. 21, n. 40, p. 34, set. 2003.

BRESSER-PEREIRA, L. C. O novo desenvolvimentismo e A ortodoxia convencional. **São Paulo em Perspectiva**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 20, 2006.

CALEGARI, L. P.; FETTERMANN, D. C. Uma análise conjunta para identificação dos atributos de um dispositivo para reconhecimento de características de produtos alimentícios customizados. **Brazilian Journal of Food Technology**, [S. l.], v. 22, p. e2018024, 2019.

CARRETA MORO, T. *et al.* DETECÇÃO DE FALHAS ESTRUTURAIS EM UM PORTICO METÁLICO UTILIZANDO A COMPUTAÇÃO INTELIGENTE. **COLLOQUIUM EXACTARUM**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 28–37, 25 ago. 2020.

CASTRO, A. C.; FILGUEIRAS, F. (Org.). **O Estado no século XXI**. Brasília, DF: ENAP, 2018.

CELLI JUNIOR, U. Tecnologias Digitais e o Comércio de Bens e Serviços na OMC. **Revista de Direito Internacional**, [S. l.], v. 17, n. 1, 3 jul. 2020. Disponível em: <https://www.publicacoes.uniceub.br/rdi/article/view/6236>. Acesso em: 6 set. 2022.

CHANG, H.-J. **Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. primeira. São Paulo: UNESP, 2004.

CIMOLI, M. *et al.* Instituições e Políticas Moldando o Desenvolvimento Industrial: uma nota introdutória. **Revista Brasileira de Inovação**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 55, 18 ago. 2009.

CIMOLI, M.; DOSI, G.; STIGLITZ, J. E. **Industrial Policy and Development**. [S. l.]: Oxford University Press, 2009. Disponível em: <http://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780199235261.001.0001/acprof-9780199235261>. Acesso em: 15 ago. 2021.

COHEN, M. *et al.* Off-, On- or Reshoring: Benchmarking of Current Manufacturing Location Decisions. **Insights from the Global Supply Chain Benchmark Study 2015**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 79, 2016.

CORDEN, W. M. Relationships between Macro-economic and Industrial Policies. **The World Economy**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 167–184, set. 1980.

COSTA, A. B. da. O desenvolvimento econômico na visão de Joseph Schumpeter. [S. l.], v. ano 4, n. 47, p. 22, 2006.

COSTA, K. V. da. Medindo upgrading estrutural: uma análise a partir de componentes principais. **Nova Economia**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 329–357, maio 2022.

COUTINHO, L. G.; BELLUZZO, L. G. de M. Desenvolvimento e estabilização sob finanças globalizadas. **Economia e Sociedade**, [S. l.], v. 7, p. 129–154, dez. 1996.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research policy**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 147–162, 1982.

FONSECA, P. C. D. **Desenvolvimentismo: A construção do conceito**. Working Paper, n. 2103. [S. l.]: Texto para Discussão, 2015. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/121580>. Acesso em: 2 ago. 2020.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International journal of operations & production management**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2002.

FRIAS, A. R.; SILVA, F. V.; KAKEHASI, A. L. PESQUISA SETORIAL – INDÚSTRIA 4.0: A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS INDÚSTRIAS DE PAPEL E CELULOSE NO BRASIL. [S. l.], v. 80, n. 03, p. 6, 2019.

GADELHA, C. A. G. Política industrial: uma visão Neo-Schumpeteriana Sistêmica e Estrutural. **Revista de Economia Política**, [S. l.], , p. 23, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILCHRIST, A. Introducing Industry 4.0. *In*: GILCHRIST, A. **Industry 4.0**. Berkeley, CA: Apress, 2016. p. 195–215. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-2047-4_13. Acesso em: 29 ago. 2021.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. **2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)**, Dortmund, v. 01, n. 01, p. 3928–3937, 2016.

IEDI. **ESTRATÉGIAS NACIONAIS PARA A INDÚSTRIA 4.0**, [S. l.], jul. 2018. Disponível em: http://www.iedi.org.br/artigos/top/estudos_industria/20180705_estrategias_nacionais_para_a_industria_4_0.html>. Acesso em: 2 set. 2021.

KALDOR, N. A Model of Economic Growth. **The Economic Journal**, [S. l.], v. 67, n. 268, p. 591, dez. 1957.

KARABEGOVIĆ, I. *et al.* Implementation of Industry 4.0 and Industrial Robots in the Manufacturing Processes. *In*: KARABEGOVIĆ, I. (org.). **New Technologies, Development and Application II**. Lecture Notes in Networks and Systems. Cham: Springer International Publishing, 2020. v. 76, p. 3–14. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-18072-0_1. Acesso em: 5 set. 2021.

KEYNES, J. M. **Teoria geral do emprego, do juro e da moeda**. [S. l.]: Saraiva Educação SA, 2017.

LAMONICA, M. T.; FEIJÓ, C. A. de. Crescimento e industrialização no Brasil: uma interpretação à luz das propostas de Kaldor. **Revista de Economia Política**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 118–138, mar. 2011.

LOURES, R. C. da R.; OREIRO, J. L.; PASSOS, C. A. K. Desindustrialização: a crônica da servidão consentida. **Revista Economia & Tecnologia**, [S. l.], v. 2, n. 1, 31 mar. 2006. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/ret/article/view/28936>. Acesso em: 19 set. 2021.

LUCENA, F. A.; ROSELINO, J. E.; DIEGUES, A. C. A indústria 4.0: uma análise comparativa entre as experiências da Alemanha, EUA, China, Coreia do Sul e Japão. **Geosul**, [S. l.], v. 35, n. 75, p. 113–138, 9 jun. 2020.

MATA, A. L. dos S. da; ALMEIDA, S. N. de C. Automação laboral e as novas relações trabalhistas: perquirições introdutórias da proteção jurídica do trabalhador. **Argumenta Journal Law**, [S. l.], v. 1, n. 32, p. 155–174, 2020.

MATULOVIC, M. *et al.* DESENVOLVIMENTO DE UMA SMART HOUSE NO CURSO DE ENGENHARIA DE BIOCISTEMAS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 48–61, 31 mar. 2020.

MELO, R. O. L. de; SUBRINHO, J. M. dos P.; FEITOSA, C. O. Indústria e Desenvolvimento em Sergipe. **Revista Econômica do Nordeste**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 331–343, 2009.

MENDONÇA, C. M. C.; ANDRADE, A. M. V. de; SOUSA NETO, M. V. de. Uso da IoT, Big Data e inteligência artificial nas capacidades dinâmicas. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 131, 28 mar. 2018.

MENDONÇA, F. M.; ZAIDAN, F. H. Ontologias para organização da informação em processos de transformação digital. **Em Questão**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 295, 1 jan. 2019.

MENELAU, S. *et al.* Mapeamento da produção científica da Indústria 4.0 no contexto dos BRICS: reflexões e interfaces. **Cadernos EBAPE.BR**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 1094–1114, out. 2019.

MIGUEZ, T. *et al.* Uma visão de política industrial para o Brasil: resultados a partir de uma proposta de matriz tecnológica. ago. 2018. **Blucher Engineering Proceedings** [...]. Uberlândia, MG: Editora Blucher, ago. 2018. p. 834–852. Disponível em: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/28355>. Acesso em: 3 jun. 2021.

MORCEIRO, P. C. **Desindustrialização na economia brasileira no período 2000-2011: abordagens e indicadores**. São Paulo - SP: Cultura Acadêmica Editora, 2012.

MORICOCCHI, L.; GONÇALVES, J. S. TEORIA DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE SCHUMPETER: UMA REVISÃO CRÍTICA. **Informações Econômicas**, [S. l.], v. 24, n. 8, p. 9, 1994.

NAPOLEONI, C. **A teoria econômica no século XX**. Rio de Janeiro: Presença, 1973.

NEGRI, F. de; NEGRI, J. A. de; LEMOS, M. B. Impactos do ADTEN e do FNDCT sobre o Desempenho e os Esforços Tecnológicos das Firms Industriais Brasileiras. **Revista Brasileira de Inovação**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 211, 30 out. 2009.

OLIVEIRA, L. E. S. de; ÁLVARES, A. J. DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA MONITORAMENTO E TELEOPERAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA CNC VIA INTERNET ADERENTE À INDÚSTRIA 4.0. **Revista Produção e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 133–151, 31 mar. 2018.

OREIRO, J. L.; FEIJÓ, C. A. Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro. **Revista de Economia Política**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 219–232, jun. 2010.

PAMPLONA, J. B.; RODRIGUES SILVA, M. A. ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO NA AMÉRICA DO SUL: O ESTADO DA ARTE EM ARGENTINA, BRASIL E COLÔMBIA. **Gestão & Regionalidade**, [S. l.], v. 35, n. 105, 4 jul. 2019. Disponível em: https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_gestao/article/view/5555. Acesso em: 6 set. 2022.

PEREIRA, A.; SIMONETTO, E. de O. INDÚSTRIA 4.0: CONCEITOS E PERSPECTIVAS PARA O BRASIL. **revista da universidade vale do rio verde**, [S. l.], v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938>. Acesso em: 26 ago. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

RAMELLA, F. Empresas, inovação e território na alta tecnologia: o caso da Itália. **Sociologias**, [S. l.], v. 19, n. 46, p. 166–197, dez. 2017.

REMEDIO, J. A.; SILVA, M. R. da. O uso monopolista do Big Data por empresas de aplicativos: políticas públicas para um desenvolvimento sustentável em cidades inteligentes em um cenário de economia criativa e de livre concorrência. **Revista brasileira de políticas públicas**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 672–690, 2017.

RIBEIRO, L. C. S.; JORGE, M. A. DESCONCENTRAÇÃO DA INDÚSTRIA EM SERGIPE? UMA ANÁLISE DESCRITIVA DO PERÍODO 2000-2010. [S. l.], v. 09, n. 1, p. 21, 2015.

RIBEIRO, L. C. S.; JORGE, M. A.; CRUZ, I. S. da. DESCONCENTRAÇÃO DA INDÚSTRIA EM SERGIPE? UMA ANÁLISE DESCRITIVA DO PERÍODO 2000-2010. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, [S. l.], v. 09, n. 1, p. 21, 2015.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e teorias**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

RISSARDI JÚNIOR, D.; SHIKIDA, P. F. A.; DAHMER, V. D. S. Inovação, tecnologia e concorrência: uma revisita ao pensamento neoschumpeteriano. **Revista Economia & Tecnologia**, [S. l.], v. 5, n. 1, 31 mar. 2009. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/ret/article/view/27308>. Acesso em: 29 ago. 2022.

SANDENG, O. C. *et al.* High Performance Manufacturing - An Innovative Contribution towards Industry 4.0. 2016. **Proceedings of the 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation [...]**. Manchester, UK: Atlantis Press, 2016. Disponível em: <http://www.atlantis-press.com/php/paper-details.php?id=25862212>. Acesso em: 28 ago. 2021.

SANTOS, B. P. *et al.* INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E OPORTUNIDADES. **Revista Produção e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 111–124, 31 mar. 2018.

SANTOS, A. B. A. dos; FAZION, C. B.; MEROE, G. P. S. de. INOVAÇÃO: UM ESTUDO SOBRE A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SCHUMPETER. **Caderno de Administração. Revista da Faculdade de Administração da FEA**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2011. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/caadm/article/view/9014>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SANTOS, S. E. de F.; JORGE, E. M. de F.; WINKLER, I. Inteligência artificial e virtualização em ambientes virtuais de ensino e aprendizagem: desafios e perspectivas tecnológicas. **ETD - Educação Temática Digital**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 2–19, 17 fev. 2021.

SCHULES, M. V. **PROPOSTA DE DIAGNÓSTICO PARA ADOÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 EM UM PROCESSO PRODUTIVO COM BASE EM INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO**. 2018. 90 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SCHWAB, K. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. **World Economic Forum**, Currency, v. 1, n. 1, p. 8, jan. 2016.

SHAFIQ, S. I. *et al.* Virtual Engineering Object / Virtual Engineering Process: A specialized form of Cyber Physical System for Industrie 4.0. **Procedia Computer Science**, [S. l.], v. 60, p. 1146–1155, 2015.

SICSÚ, A. B.; ROSENTHAL, D. Apresentando um Texto Paradigmático. **Revista Brasileira de Inovação**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 24, jun. 2006.

SILVA, M. R. da; HAYASHI, C. R. M.; HAYASHI, M. C. P. I. Análise bibliométrica e cientométrica: desafios para especialistas que atuam no campo. **InCID: R. Ci. Inf. e Doc**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 1, p. 110–129, 2011.

SOARES, M. N.; KAUFFMAN, M. E.; SALES, G. M. de C. Avanços da comunidade europeia no direito de propriedade intelectual e indústria 4.0: extraterritorialidade e aplicabilidade do direito comparado no Brasil. **Revista do Direito**, [S. l.], v. 1, n. 57, p. 117–137, 8 jan. 2019.

SOUZA, E. Â. de. Indústria 4.0: serviço social no sistema previdenciário em tempos da pandemia de COVID-19. **Revista Katálisis**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 125–136, jan. 2022.

SYBERFELDT, A.; DANIELSSON, O.; GUSTAVSSON, P. Augmented Reality Smart Glasses in the Smart Factory: Product Evaluation Guidelines and Review of Available Products. **IEEE Access**, [S. l.], v. 5, p. 9118–9130, 2017.

SZINVELSKI, M. M.; ARCENO, T. S.; FRANCISCO, L. B. Perspectivas jurídicas da relação entre big data e proteção de dados. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 132–144, dez. 2019.

TAVARES, P. V.; KRETZER, J.; MEDEIROS, N. Economia Neoschumpeteriana. **Revista Economia Ensaios**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 17, dez. 2005.

WANG, S. *et al.* Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 3159805, 1 jan. 2016.

ZHOU, K.; TAIGANG LIU; LIFENG ZHOU. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. 2015a. **2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)** [...]. Zhangjiajie, China: IEEE, 2015. p. 2147–2152. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7382284/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

ZHOU, K.; TAIGANG LIU; LIFENG ZHOU. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. ago. 2015b. **2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)** [...]. Zhangjiajie, China: IEEE, ago. 2015. p. 2147–2152. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7382284/>. Acesso em: 26 ago. 2021.