

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

EZEQUIEL FERREIRA DE CHRISTO

ANÁLISE DAS INICIATIVAS DE INDÚSTRIA 4.0 NO RIO GRANDE DO SUL

Porto Alegre
2020

EZEQUIEL FERREIRA DE CHRISTO

ANÁLISE DAS INICIATIVAS DE INDÚSTRIA 4.0 NO RIO GRANDE DO SUL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Administração em 2020, pelo Curso de
Administração da Universidade do Vale do
Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof^ª. Dr. Amarolinda Zanela Klein

Porto Alegre

2020

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais Paulo Roberto Oliveira de Christo e Amantina Ferreira de Christo, que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha trajetória acadêmica, e me incentivaram sempre a buscar novos desafios.

AGRADECIMENTOS

Agradeço Primeiramente a Deus, por ter me dado energia, saúde e possibilidade para eu chegar até aqui para concluir todo este trabalho.

Agradeço à minha orientadora, Amarolinda Zanela Klein, por sua dedicação e pontualidade, correções e incentivos que me trouxeram muita contribuição para a elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus pais, Paulo Roberto e Amantina, pelo amor, carinho, paciência e por depositarem toda confiança em mim e por não medirem esforços para que eu pudesse ter a oportunidade de estudar, sempre com muito amor e zelo no decorrer desta jornada e em todos momentos da minha vida.

Aos meus amados filhos, João Paulo e Ágatha que são as razões da minha vida e motivação para prosseguir nos estudos.

Muito obrigado a todos!

“Sem a Curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino”.

(Paulo Freire, 1996, p.85)

RESUMO

Este trabalho considera que a Indústria 4.0 deve se consolidar, sendo a 4ª revolução industrial, trazendo inovações a todos os segmentos e buscando ampliar os rumos da tecnologia da informação, trazendo novos desafios para as empresas. Apesar de, no Brasil, o tema da Indústria 4.0 ser novo, já há alguns estudos e iniciativas que estão sendo desenvolvidas para inserir as empresas nesta nova tendência da Manufatura Avançada, que demandará grandes investimentos em tecnologia da informação e inovações por parte das organizações para que os objetivos sejam alcançados, proporcionando vantagens competitivas para as empresas que estejam comprometidas com a inovação de seus processos e plantas industriais. O objetivo deste estudo foi analisar iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul. Para atingir o objetivo, utilizou-se de pesquisa documental, baseada nos dados do site Mapeamento 4.0, que é um site que mapeia as iniciativas para a indústria 4.0 no Brasil, e que somente no Estado do Rio Grande do Sul já apresenta 68 iniciativas nos mais variados ramos de empresas. O estudo mostra que muitas empresas no Brasil já estão engajadas com as novas tendências da manufatura avançada, realizando investimentos e capacitações sobre esta nova revolução industrial. Analisando os levantamentos do site mapeamento 4.0, foi constatado que apesar de terem bastante iniciativas em andamento, algumas iniciativas ainda se encontram em estágio de desenvolvimento, e com poucas parcerias, principalmente de pequenas empresas, que possuem menos recursos para investimento em pesquisa e inovação. Então, pode se concluir que em relação as iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande Sul, há uma necessidade de as empresas envolvidas firmarem mais parcerias, tanto com o Governo, e outras instituições, bem como empresas privadas, para que seus projetos se tornem realidade, e suas iniciativas fortalecidas. Além das parcerias, também é importante a formação da mão-de-obra qualificada, introduzindo nos cursos técnicos, de Graduação e Pós-Graduação o tema sobre a indústria 4.0 e as suas novas tecnologias.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Manufatura Avançada. Quarta Revolução Industrial

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura da indústria 4.0	20
Figura 2: Esboço do SNI Brasileiro	23
Figura 3: Matriz de Priorização (aplicações prioritárias para a IoT)	32
Figura 4: Temas centrais das análises	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais tecnologias de indústria 4.0	31
Quadro 2: Principais desafios da indústria 4.0	44
Quadro 3: Tipos de iniciativas de indústria 4.0	54
Quadro 4: Vertical e horizontal de IoT das iniciativas.....	58
Quadro 5: Iniciativas por porte de empresa	60
Quadro 6: Iniciativas por setores.....	64
Quadro 7: Clientes ou público alvo das iniciativas	67
Quadro 8: Parceiros das iniciativas	72
Quadro 9: Tipos de tecnologias adotadas	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Empresas e instituições analisadas.....	50
Tabela 2: Propósito da iniciativa	52
Tabela 3: Porte das empresas	59
Tabela 4: Setores	64
Tabela 5: Público-Alvo	67
Tabela 6: Parceiros ligados ao SNI	71
Tabela 7: Tipo de tecnologia	76

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de desenvolvimento industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CNI	Confederação Nacional da Indústria
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
IoS	Internet of Services
IoT	Internet of Things
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e comunicações
PME	Pequenas e Médias Empresas
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte (Sistemas, Aplicativos e Produtos)
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA E QUESTÃO DE PESQUISA.....	13
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 JUSTIFICATIVA	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 INDÚSTRIA 4.0	18
2.2 O SNI BRASILEIRO.....	22
2.3 TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0	24
2.3.1 Categoria Física	24
2.3.2 Categoria Digital.....	27
2.3.3 Categoria Biológica	29
2.4 SEGMENTOS DE APLICAÇÕES DE INDÚSTRIA 4.0	32
2.4.1 Segmento Industrial.....	33
2.4.2 Segmento Saúde.....	34
2.4.3 Segmento do Agronegócio	36
2.4.4 Segmento Educação	37
2.4.5 Segmento Cidades Inteligentes	38
2.5 DESAFIOS E BARREIRAS PARA O AVANÇO DA INDÚSTRIA 4.0	40
3 METODOLOGIA	45
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	45
3.2 DEFINIÇÃO DAS UNIDADES CASO	46
3.3 FORMA DE COLETA DE DADOS	46
3.4 TÉCNICA DE ANÁLISE DE DADOS.....	47
3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO.....	48
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
4.1 TIPOS DE INICIATIVAS.....	52
4.2 INICIATIVAS POR PORTE DE EMPRESA	59
4.3 INICIATIVAS POR SETORES.....	63
4.4 CLIENTES OU PÚBLICO ALVO DAS INICIATIVAS	67
4.5 PARCEIROS DAS INICIATIVAS	71

4.6 TIPOS DE TECNOLOGIAS ADOTADAS76

CONCLUSÃO81

REFERÊNCIAS.....84

1 INTRODUÇÃO

Este estudo será direcionado para análise das iniciativas de Indústria 4.0 que estão em andamento no Estado do Rio Grande do Sul, envolvendo pesquisas e projetos voltados para esta nova revolução industrial, em quais estágios se encontram suas ideias e se estão bem alinhadas com as tendências da indústria 4.0. Também irá analisar quais as parcerias que as empresas buscam, para que tenham êxito nos seus processos de implementação da Indústria 4.0.

A indústria 4.0 surge no Brasil como uma promessa de impactar a organização das cadeias globais de valor, a gestão dos negócios e as relações de trabalho, trazendo novas tecnologias que prometem modificar a manufatura, os processos produtivos, tornando-os mais digitais, processos estes que por muito tempo dependeram unicamente da ação humana. Caracterizada pela conexão de sistemas e máquinas inteligentes, a quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0 (termo que surgiu como referência ao projeto iniciado pelo governo alemão que visa o desenvolvimento das tecnologias industriais e a competitividade das fábricas inteligentes), compreende ondas de novas descobertas em áreas diversas de forma concomitante (do sequenciamento genético à nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica), mas o diferencial da indústria 4.0 é a combinação dessas tecnologias e a integração entre os domínios físicos, digitais e biológicos (SCHWAB, 2016).

A escolha do tema (Indústria 4.0) se deu em função das novas tendências e pelas crescentes demandas e abordagens sobre os assuntos dessa nova revolução industrial pelas empresas dos mais diversos ramos de atuação, assim como sua divulgação na mídia, instituições acadêmicas, referenciais bibliográficos e outras entidades. Por ser um conceito novo no Brasil, e com poucos estudos empíricos no país, observou-se a importância e a oportunidade de desenvolver à luz de estudo acadêmico uma análise aprofundada da indústria 4.0 e as iniciativas que estão sendo realizadas, mais especificamente, no Estado do Rio Grande do Sul, nesse novo paradigma.

1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA E QUESTÃO DE PESQUISA

Tendo em vista que o conceito de Indústria 4.0 está em voga no mundo todo, não poderia ser diferente no Brasil, e no Estado do Rio Grande do Sul. O Tema foi escolhido diante das demandas que surgem sobre a Indústria 4.0 e que irão mudar a realidade da manufatura e de processos de trabalho em diversos segmentos. Muitas empresas já começam a realizar pesquisas e iniciativas sobre a Indústria 4.0 com o intuito de se inserirem cada vez mais nesta nova realidade, se preparando para essa nova revolução industrial e buscando novas perspectivas de crescimento em um paradigma ainda em desenvolvimento no Brasil.

É importante conceituar objetivamente o que é a Indústria 4.0 ou a Quarta revolução industrial. De acordo com Schwab (2016, p. 19):

A quarta revolução industrial, no entanto, não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos. Nessa revolução, as tecnologias emergentes e as inovações generalizadas são difundidas muito mais rápida e amplamente do que nas anteriores, as quais continuam a desdobrar-se em algumas partes do mundo.

O tema tem grande relevância para as empresas, pois há estudos que mostram que a indústria 4.0 revolucionará a economia através das tecnologias embarcadas, ou seja, por exemplo, a computação e a conectividade se tornam cada vez mais ubíquas, em produtos, serviços e processos. Podemos ainda dizer que a Indústria 4.0 é a aplicação de um conjunto de tecnologias digitais nas linhas produtivas, com objetivo de facilitar os processos produtivos, trazendo a estes processos inovações tecnológicas e mais precisão para as linhas produtivas, evitando desperdício de tempo e retrabalhos nas empresas (SANTOS, ISMAEL, 2019; SANTOS, RUAN, 2019; SOUZA, DANIEL, 2019).

Segundo Pereira et al. (2018), a quarta revolução industrial vem sendo chamada de indústria 4.0 e, pela primeira vez, é investigada antes de ocorrer plenamente, ou seja, enquanto está acontecendo. Isto faz sentido, porque as três primeiras revoluções industriais não foram previstas, e foram acontecendo ao longo

do tempo sem muita investigação na época. Hoje em dia, através dos meios de comunicações mais avançados foi possível de antecipar a quarta revolução industrial ou pelo menos prevê-la.

Conforme Schwab (2016), a Indústria 4.0 unirá máquinas inteligentes, análise computacional avançada e trabalho colaborativo entre as pessoas conectadas para então poder gerar mudanças e trazer mais eficiência operacional para setores industriais diversos como: manufatura, transporte, energia e saúde. Estas mudanças prometem revolucionar os processos produtivos, trazendo uma proposta mais digital para estes setores, através das diversas tecnologias advindas da Indústria 4.0.

Muitas empresas de diversos ramos, no Rio Grande do Sul, vêm investindo na indústria 4.0, através de iniciativas que vão desde estudos sobre o tema até a produção de tecnologias voltadas para a indústria 4.0. Essas iniciativas estão sendo registradas no site www.mapeamento40.mctic.gov.br, que é um site que contém os levantamentos de iniciativas para a indústria 4.0 em todos os Estados Brasileiros. Neste Site é possível observar o andamento das iniciativas sobre a indústria 4.0, as empresas que estão envolvidas, o nome das iniciativas, o ramo de atuação das empresas envolvidas, bem como os parceiros das empresas e também o público-alvo a que se destina estas iniciativas sobre a indústria 4.0.

Este site é mantido pelos realizadores que são: o SENAI, o MCTIC (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações) e pelo Governo Federal. No Brasil, ao todo já são 1704 iniciativas, e no Estado do Rio Grande do Sul já são 68 iniciativas cadastradas no site Mapeamento 40 até o mês de maio de 2020, e a todo momento novas iniciativas vão sendo cadastradas e atualizadas neste site, por empresas que têm interesse na indústria 4.0 por todo Brasil.

Dessa forma, o tema sobre a indústria 4.0 é de suma importância para o cenário Brasileiro atual, pois é considerado como uma revolução moderna para o século XXI, que sem dúvida trará inovações de processos e tecnologias capazes de modificar a forma com que as empresas se estruturarão num futuro próximo. Sendo assim, este trabalho tem como principal finalidade a busca do entendimento das características das iniciativas de indústria 4.0 em desenvolvimento no Estado do Rio Grande do Sul. A fonte de informações será o site www.mapeamento40.mctic.gov.br. Com isso, essa monografia visa gerar o entendimento dessas iniciativas para diversos público-alvo, como empresas, estudantes, professores, entre outras entidades especializadas ou que pretendem

investir na indústria 4.0 e suas tecnologias. Este trabalho é voltado somente à análise das iniciativas de indústria 4.0 no cenário tecnológico do Rio Grande do Sul.

Schwab (2016) menciona que, mais do que nunca, é preciso que as empresas derrubem as barreiras para que possam forjar parcerias eficazes e se engajarem ao poder das redes. Empresas e organizações que não conseguirem fazer isso, e que deixem de fazer o que propõem por meio da construção de diversas equipes, terão dificuldades para se ajustar às rupturas da era digital. As empresas e instituições, de diversos segmentos, quando em parcerias, conseguirão incluir soluções de indústria 4.0 em seus produtos e serviços, mas para isso, é fundamental se prepararem e atuarem em redes de cooperação, para que os resultados sejam mais rápidos e com qualidade. Por isto é fundamental, principalmente para as pequenas empresas, conseguirem parcerias para projetos de indústria 4.0 (SCHWAB, 2016).

Assim, este trabalho traz as principais constatações a respeito das iniciativas de indústria 4.0, a partir da análise dos dados do site mapeamento 4.0, no ano de 2019 e 2020.

A questão de pesquisa proposta e que será respondida à luz dos dados é:
Quais são as características das iniciativas de indústria 4.0 em desenvolvimento no Estado do Rio Grande do Sul?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as principais características das iniciativas de indústria 4.0 em desenvolvimento no Estado do Rio Grande do Sul.

1.2.2 Objetivos Específicos

a) Abordar, à luz da teoria, o conceito de indústria 4.0, compreendendo seu escopo, tecnologias envolvidas, oportunidades e desafios;

b) Mapear e compilar as iniciativas de indústria 4.0 em andamento no Rio Grande do Sul;

c) Analisar e Identificar quais são as iniciativas de indústria 4.0 e quais organizações estão realizando estas iniciativas no Rio Grande do Sul;

d) Identificar como as empresas estão desenvolvendo suas iniciativas de indústria 4.0, se de forma isolada, ou em parceria com atores do SNI (Sistema Nacional de Inovação).

1.3 JUSTIFICATIVA

É de suma importância na área de Administração a abordagem do tema proposto, pois, não somente a setores específicos como TI, mas também outros setores como escolas, Universidades, indústrias, estão migrando para a lógica da indústria 4.0. O investimento na indústria 4.0 por parte dos setores de pesquisa e desenvolvimento juntamente com outros setores, se bem planejado, e definidas as premissas básicas, pode ter consequências muito positivas e promissoras para as organizações e para a economia local.

Com a conclusão dessa pesquisa será possível visualizar o quão importante é a inovação que trará a indústria 4.0 e suas tecnologias, que, até então, ainda estão sendo exploradas no cenário do RS e nacional. Segundo o Jornal do comércio (2019), o país vem se desindustrializando e o Rio Grande do Sul vem perdendo relevância na área de tecnologia, por este motivo é importante que as empresas vejam como oportunidade os momentos de transformação tecnológica da indústria 4.0, e aproveitem esse momento de informação para recuperar uma parte dessa perda. Segundo o Jornal do comércio (2019), em relação as tecnologias, o Rio Grande do Sul vem avançando no sensoriamento, tanto no desenvolvimento de novos produtos, como na agricultura de precisão.

São muitos os desafios da indústria 4.0 no Brasil, mas este trabalho mostrará que já há um movimento de empresas engajadas com as novas tecnologias que possibilitarão a indústria 4.0. A pesquisa buscará analisar esse movimento através das iniciativas mapeadas até o momento.

Este capítulo apresentou o tema e sua delimitação, o problema de pesquisa, justificativa e seus objetivos. No capítulo seguinte serão abordados os principais conceitos teóricos, necessários e importantes para analisar as características das iniciativas de indústria 4.0.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem o intuito de apresentar os principais tópicos da revisão da literatura que servirão como embasamento para sustentação do estudo e para sua continuidade.

2.1 INDÚSTRIA 4.0

Em 2011, na Alemanha, o termo “Indústria 4.0” foi apresentado, referindo-se ao que seria a Quarta Revolução Industrial (DRATH; HORCH, 2014, apud SALTORATO et al., 2018). Trata-se de um fenômeno que está guiando as transformações nos processos de produção e que vem sendo estudada, como já foi colocado, *a priori*, ou seja, antes mesmo de acontecer (ou durante o seu acontecimento), diferentemente dos outros três marcos revolucionários passados (PEREIRA et al., 2018).

Referente ao conceito de indústria 4.0, pode-se destacar, o posicionamento de Schwab (2016, p. 19):

A quarta revolução industrial (ou indústria 4.0) cria um mundo onde os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível. Isso permite a total personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais. É caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina).

Schwab (2016) aponta que a quarta revolução industrial começou na virada do século e baseia-se na revolução digital. Ao analisar o cenário atual, há de se concordar com Schwab (2016), pois realmente estamos vivendo em uma era digital, onde vários processos passam a serem feitos pela internet ou smartphone a qualquer hora e lugar do mundo.

Destaca-se que a Indústria 4.0 prevê a integração entre humanos e máquinas, mesmo que em posições geográficas distantes, formando grandes redes e fornecendo produtos e serviços, sendo que, em vários casos, as máquinas trabalham de forma autônoma (PEREIRA et al. 2018).

Ou seja, a atuação em redes, utilizando as tecnologias da indústria 4.0, facilitará muitos os processos produtivos, permitirá seu monitoramento em tempo real em meio digital e ajudará a evitar desperdícios de produção e tempo.

A Indústria 4.0 poderá agregar valor para toda a cadeia organizacional, a partir de mudanças que afetarão diversos níveis dos processos produtivos, como a manufatura, o projeto, os produtos, as operações e os demais sistemas relacionados à produção (FIRJAN, 2016).

Para Hermann, Pentek e Otto (2016, apud Pereira, Simonetto, 2018) a Indústria 4.0 é composta por quatro componentes, a saber: (i) Sistemas Ciber-Físicos (CPS); (ii) Internet das Coisas (IoT); (iii) Internet de Serviços; e (iv) Fábricas Inteligentes.

Os CPS são os componentes que integram o mundo físico ao virtual; são equipamentos que armazenam dados sobre o seu estado e realizam operações (PEREIRA et al., 2018).

Já a conectividade da Indústria 4.0 é obtida através da Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT), que integra os mais diferentes objetos de nosso cotidiano e aumenta a ubiquidade da Internet, construindo uma rede de comunicação entre pessoas e dispositivos (XIA et al., 2012 apud PEREIRA, SIMONETTO, 2018).

A Internet dos Serviços (*Internet of Services* – IOS), permite a oferta e demanda de serviços utilizando a estrutura da Internet (PEREIRA, SIMONETTO, 2018).

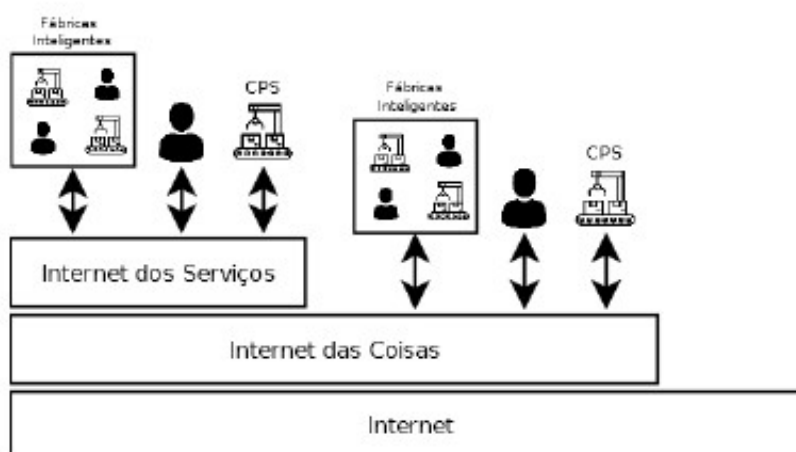
As Fábricas Inteligentes são formadas a partir da conectividade da Internet das Coisas e disponibilização de serviços da Internet dos Serviços, e são capazes de gerenciar altas complexidades, com humanos e máquinas comunicando-se como em uma rede social (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013 apud PEREIRA, SIMONETTO, 2018). São plantas onde as demandas são realizadas pelos CPS, comunicando-se através da IOT (PEREIRA, SIMONETTO, 2018).

Ainda, segundo os autores, as fábricas inteligentes são pontos-chaves para a Indústria 4.0, na busca pela criação de produtos, processos e procedimentos inteligentes, pois tratam-se de plantas capazes de tratarem complexidades maiores, menos propensas a interrupções, onde humanos e máquinas comunicam-se entre si de forma natural, como em uma rede social (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013 apud PEREIRA, SIMONETTO, 2018).

Segundo, Hermann; Pentek; Otto (2016, apud Pereira, Simonetto, 2018) a estrutura da Indústria 4.0 pode ser vista como um conjunto de CPS, pessoas e fábricas inteligentes, interagindo entre si, utilizando recursos da Internet dos Serviços e da Internet das Coisas, que, por sua vez, estão sobre a Internet como um todo.

Com a figura abaixo é possível entender a estrutura da indústria 4.0:

Figura 1: Estrutura da indústria 4.0



Fonte: Pereira; Simonetto (2018).

Há indícios de que a Indústria 4.0 trará possibilidades ilimitadas, ao passo que, bilhões de pessoas estarão conectadas por dispositivos móveis, dando origem a um poder de processamento, recursos de armazenamento e acesso ao conhecimento sem precedentes (SCHWAB, 2016). Muitas inovações tecnológicas irão cada vez mais se desenvolver junto com a adoção da indústria 4.0, tecnologias como a inteligência artificial, robótica, a internet das coisas (IoT), veículos autônomos, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação quântica, são algumas das tecnologias que tornarão realidade o conceito de indústria 4.0 e que certamente revolucionarão a economia. Muitas dessas inovações tecnológicas estão apenas em fase inicial, mas já estão chegando a um ponto bem desenvolvido, pois elas constroem e amplificam

umas às outras, fundindo as tecnologias dos mundos físico, digital e biológico (SCHWAB, 2016).

Com as ideias que virão da indústria 4.0, as tecnologias utilizadas contribuirão de forma significativa para redução de custos, encurtamento de prazos, aumento da produtividade, crescimento da capacidade de processamento de informação e transformação de dados, alocação de recursos mais eficiente, redução de falhas (ex: trabalho manual), maior monitoramento dos processos e maior integração entre os mundos real e virtual (PACHECO; ANA CLARA, 2017).

A evolução da indústria 4.0 ocorre em um contexto de Sistema Nacional de Inovação (SNI), conceito abordado a seguir.

2.2 O SNI BRASILEIRO

Conforme Bulgacov et al. (2009), o SNI é conhecido como um arranjo institucional constituído por elementos que se relacionam e interagem na produção, na difusão e no uso do conhecimento dentro do Estado nacional. Os atores do SNI Brasileiro incluem empresas privadas e do setor público.

De acordo com Mamede et al. (2016), destacam-se alguns atores do SNI: Ministérios, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), Estados – Secretarias, as fundações de amparo à pesquisa (FAP), agências, bancos de desenvolvimento, municípios, universidades, ICTs, marcos legais, empresas, sistema S, sistema financeiro (*venture capital* etc.), entre outros agentes.

A geração de conhecimento que leva à inovação depende da interação humana em uma dinâmica sistêmica socialmente construída. Esse fluxo de conhecimento é o que conhecemos por sistemas de inovação, que abrange as dinâmicas inovadoras (SILVEIRA et al., 2016).

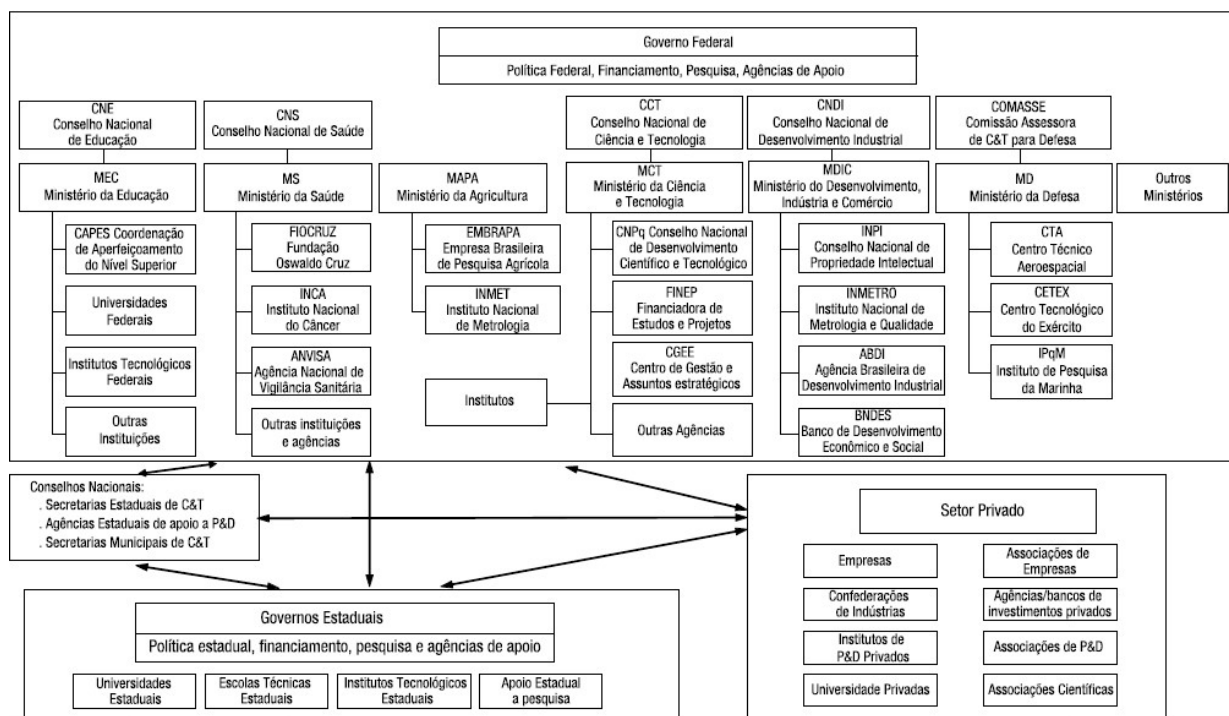
O SNI também pode ser definido como uma construção institucional em ação planejada e consciente, que impulsiona o progresso tecnológico, viabilizando os fluxos necessários para a inovação tecnológica (DOSI, FREEMAN e NELSON, 1988, apud SILVEIRA et al., 2016).

De acordo com Mamede et al. (2016), cumpre ressaltar o fato do Brasil possuir um SNI recente e em estágio de crescimento, na medida em que só a partir da década de 70 os mecanismos de desenvolvimento tecnológico se desenvolveram.

Quando se avalia o SNI Brasileiro, verifica-se a existência de um grupo articulado de instituições dos setores público e privado, entre elas as agências de fomento e financiamento, instituições financeiras, empresas públicas e privadas, instituições de ensino e pesquisa, instituições tecnológicas, aglomerações produtivas, entre outras cujas atividades e interações criam, desenvolvem, realizam aquisições ou difundem novas tecnologias, sendo a inovação e o aprendizado seus

aspectos cruciais (MAMEDE et al. 2016). Na Figura 2 abaixo, é apresentado um esboço do sistema nacional de inovação Brasileiro.

Figura 2: Esboço do Sistema Nacional de Inovação Brasileiro



Fonte: Mamede et al. (2016)

Conforme Silveira et al. (2016), para que haja desenvolvimento, é fundamental um SNI favorável, que garanta os suprimentos necessários para o desenvolvimento de um país. O papel da inovação se tornou tão relevante que ultrapassa o ambiente das organizações, do segmento industrial ou setorial da economia e se expande para o ambiental nacional, no qual as políticas de Estado e Governo são relevantes para impulsionar esse movimento, é o que se designa SNI (SILVEIRA et al. 2016).

Ainda segundo Silveira et al. (2016), o fundamento do SNI é que a inovação não depende só do desempenho isolado de empresas, organizações ou instituições de ensino e pesquisa, mas de como interagem entre si e com outros atores.

2.3 TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0

Em relação às tecnologias da indústria 4.0, pode-se destacar, os conceitos de Schwab (2016, p. 26):

Todas as inovações e tecnologias têm uma característica em comum: elas aproveitam a capacidade de disseminação da digitalização e da tecnologia da informação. O sequenciamento genético não seria possível sem os avanços ocorridos na análise de dados e na capacidade de processamento. Não existiriam robôs avançados sem a inteligência artificial, que por si só, depende em grande parte da capacidade de processamento.

Schwab (2016) utiliza o termo de megatendências para relatar a grande quantidade de impulsionadores tecnológicos da quarta revolução industrial. Para identificar estas megatendências tecnológicas ele as divide em três categorias: a categoria física, a digital e a biológica. Todas as três estão profundamente interrelacionadas e as tecnologias beneficiam-se umas das outras com base em descobertas e progressos realizados por cada uma delas (SCHWAB, 2016). Certamente estas novas tecnologias irão ajudar a tornar a produção industrial mais eficiente, reduzindo os recursos naturais, os resíduos e também o consumo de energia (MAGALHÃES, REGINA; VENDRAMINI ANNELEISE, 2018). Os benefícios dessas tecnologias irão fortalecer ainda mais a competitividade no mercado global e gerar uma mudança de paradigma na fabricação, gerando novos avanços para a indústria (SANTOS et al.2018).

A seguir nos subcapítulos serão destacadas as megatendências tecnológicas e suas três categorias, a fim de entender melhor estas tecnologias que servem como base da indústria 4.0 (SCHWAB, 2016).

2.3.1 Categoria Física

Conforme Schwab (2016), existem quatro principais manifestações físicas das megatendências tecnológicas, que são as mais fáceis de observarmos por causa de

sua natureza tangível que são: os veículos autônomos, a impressão em 3D, robótica avançada e novos materiais.

Como veículos autônomos pode-se citar, além do carro, os caminhões, drones, aviões e barcos, por exemplo. Com o auxílio das tecnologias (sensores e inteligência artificial, por exemplo) que se desenvolvem, as capacidades de todas essas máquinas autônomas se tornarão melhores, em ritmo acelerado. Em pouco tempo *drones* e veículos submersíveis de baixo custo e disponíveis comercialmente serão utilizados em diferentes processos (SCHWAB, 2016). Isto já é uma realidade, visto que muitas empresas já estão utilizando drones para ajudar nos seus processos, tornando mais eficientes e agregando valor para as empresas.

É importante também esclarecer o que é a impressão em 3D e sua função no meio tecnológico. De acordo com Schwab (2016, p. 27):

Também chamada de fabricação aditiva, a impressão em 3D consiste na criação de um objeto físico por impressão, camada sobre camada, de um modelo ou desenho digital em 3D. O processo é o oposto da fabricação subtrativa, isto é, a forma como os objetos foram construídos até agora: as camadas são removidas de um bloco de material até que a forma desejada seja obtida. Por contraste, a impressão em 3D começa com um material desarticulado e, em seguida, cria um objeto em três dimensões por meio de um modelo digital. A tecnologia possui uma ampla gama de utilizações, desde as grandes (turbinas eólicas) até as pequenas (implantes médicos). No momento, seu uso limita-se principalmente às indústrias automotivas, aeroespaciais e médicas. Ao contrário dos bens manufaturados produzidos em massa, os produtos impressos em 3D podem ser facilmente personalizados.

Ainda segundo Schwab (2016), a impressão em 3D irá se tornar mais difundida e incluirá componentes eletrônicos integrados, tais como placas de circuito e até mesmo células e órgãos humanos. Schwab (2016) reforça que a impressão em 3D permitirá simplificar cadeias de suprimento, reduzir custos logísticos e de materiais, e diminuir o número de falhas nos processos industriais, ou seja, essa tecnologia criará situações novas, que impactam diretamente as cadeias produtivas, como a possibilidade de fabricação de peças ou produtos sob medida diretamente para os clientes, permitindo um nível inédito de customização na indústria.

O autor sustenta que investigadores já estão trabalhando em 4D, um processo que criaria uma nova geração de produtos capazes de fazer modificações em si mesmos de acordo com as mudanças ambientais, como calor e umidade. Essa tecnologia poderia ser usada nas roupas ou nos sapatos, bem como em

produtos relacionados à saúde, por exemplo, implantes projetados para se adaptarem ao corpo humano (SCHWAB, 2016).

Schwab (2016) afirma que, referente à robótica avançada, até pouco tempo, o uso de robôs estava confinado às tarefas rigidamente controladas de indústrias específicas; a automotiva, por exemplo. Hoje, no entanto, os robôs são cada vez mais utilizados em todos os setores e para uma ampla gama de tarefas, seja na agricultura de precisão, seja na enfermagem. Em breve, o rápido progresso da robótica irá transformar a colaboração entre seres humanos e máquinas em uma realidade cotidiana.

O avanço na robótica está permitindo mais autonomia, flexibilidade e cooperação, ou seja, a adoção exclusiva de robôs nas fábricas possibilita a instalação em grandes centros urbanos, reduzindo o custo logístico, modificando a estrutura organizacional e a forma de gestão (ENGEL, et al.; 2015 apud PACHECO, 2017).

Vale também destacar outros benefícios que a robótica trará. De acordo com Schwab (2016, p. 28):

Os robôs estão se tornando mais adaptáveis e flexíveis, pois a concepção estrutural e funcional deles passou a ser inspirada por estruturas biológicas complexas. Os avanços dos sensores capacitam os robôs a compreender e responder melhor ao seu ambiente e empenhar-se em tarefas variadas; por exemplo, as tarefas domésticas. Ao contrário do passado, quando eles precisavam ser programados por uma unidade autônoma, os robôs podem agora acessar informações remotas através da nuvem e assim se conectar a uma rede de outros robôs. Quando a próxima geração de robôs surgir, eles provavelmente irão ser o reflexo de uma crescente ênfase na colaboração entre humanos e máquinas.

Com esses avanços na robótica, é possível perceber que a tecnologia vem trazendo significativos benefícios e inovações para esta área tão importante dentro da indústria 4.0.

De acordo com Schwab (2016), os novos materiais são mais inteligentes, pois agora possuem funcionalidades como autoreparação ou autolimpeza, metais com memória que retomam suas formas originais, cerâmicas e cristais que transformam pressão em energia e assim por diante. De maneira semelhante a muitas inovações da quarta revolução industrial, é difícil definir até onde os avanços em novos

materiais chegarão (SCHWAB, 2016). No que se refere aos novos materiais, de acordo com Schwab (2016, p. 29):

Outros novos materiais poderão desempenhar um papel importante na mitigação dos riscos globais que enfrentamos. As inovações em plásticos termofixos, por exemplo, podem transformar em materiais reutilizáveis aqueles que eram considerados quase impossíveis de serem reciclados, mas são usados em tudo, desde telefones celulares e placas de circuito até peças para a indústria aeroespacial. A descoberta recente de novas classes de polímeros termofixos recicláveis, chamados polihexahidrotriazinas (PHTs), é um passo importante para a economia circular, a qual é regenerativa por princípio e trabalha por meio da dissociação das necessidades de crescimento e de recursos.

Com isso, é possível perceber os principais benefícios e utilidades que terão os consumidores e também a otimização dos recursos para as indústrias.

2.3.2 Categoria Digital

Schwab (2016) mostra que uma das principais pontes entre as aplicações físicas e digitais, originadas pela quarta revolução industrial, é a Internet das coisas (IoT) — às vezes chamada de “a internet de todas as coisas”. Segundo o autor, a IoT é uma das principais tecnologias dentro da indústria 4.0, pois ela relacionará as coisas (produtos, serviços, lugares, etc.) e as pessoas, e isto se torna possível devido a diversas plataformas e tecnologias conectadas (SCHWAB, 2016).

Ainda sobre a categoria digital, vale destacar outros conceitos importantes. De acordo com Schwab (2016, p. 30):

Os sensores e vários outros meios de conectar as coisas do mundo físico às redes virtuais estão se proliferando em um ritmo impressionante. Sensores menores, mais baratos e inteligentes estão sendo instalados em casas, roupas e acessórios, cidades, redes de transportes e energia, bem como nos processos de fabricação. Hoje, existem bilhões de dispositivos em todo o mundo, como *smartphones*, *tablets* e computadores conectados à internet. Espera-se que o número desses dispositivos aumente dramaticamente nos próximos anos; as estimativas variam entre vários bilhões e mais de 1 trilhão.

Realmente, o poder da internet está cada vez mais evidente, e os números de dispositivos a cada dia, aumentam consideravelmente. Segundo o site Mapeamento

4.0 (2020), a empresa HT Micron semicondutores, empresa que produz Chip para conectividade, já está iniciando produção de amostras do que será o primeiro Chip Brasileiro para indústria 4.0 e IoT, que fornecerá conectividade pronta para uso.

Conforme Schwab (2016), com o poder da IoT, os clientes poderão acompanhar de maneira contínua (praticamente em tempo real) o andamento do pacote ou do documento que está em trânsito. Isso é algo transformador e inovador para as empresas cujos negócios tratam da operação de longas e complexas cadeias de fornecimento, e ajudará muito estas empresas com estes processos logísticos que ainda possuem falhas.

Certamente a revolução digital criará abordagens radicalmente novas que revolucionarão o envolvimento e a colaboração entre indivíduos e instituições, pois utilizam-se de sistemas descentralizados, inteligentes, reconfiguráveis e flexíveis (MATOS; JOÃO, 2017).

Segundo Magalhães e Vendramini (2018), o Blockchain é uma tecnologia digital que registra transações financeiras em um arquivo digital de forma distribuída, imutável e transparente, mas também pode ter outros usos, como monitoramento de cadeias de fornecimento de registros e de certificações diversas. O blockchain possibilita a criação de contratos, meios de pagamento e empréstimos diretamente entre pessoas, com baixo custo (MAGALHÃES E VENDRAMINI, 2018).

De acordo com Schwab (2016, p. 30):

O blockchain, muitas vezes descrito como um “livro-razão distribuído”, é um protocolo seguro no qual uma rede de computadores verifica de forma coletiva uma transação antes de registrá-la e aprová-la. A tecnologia que sustenta o blockchain cria confiança, permitindo que pessoas que não o conheçam (e, portanto, não têm nenhuma base subjacente de confiança) colaborem sem ter de passar por uma autoridade central neutra - ou seja, um depositário ou livro contábil central. Em essência, o blockchain é um livro contábil compartilhado, programável, criptograficamente seguro e, portanto, confiável; ele não é controlado por nenhum usuário único, mas pode ser inspecionado por todos.

Um exemplo do mencionado acima, é o bitcoin, que é uma espécie de dinheiro eletrônico para transações. O Bitcoin é a blockchain mais conhecido atualmente, mas essa tecnologia logo dará origem a inúmeros outros. A tecnologia do blockchain registra transações financeiras feitas com moedas digitais (Bitcoin), e

em um futuro próximo poderá servir para registrar coisas bem diferentes, como nascimentos e óbitos, títulos de propriedade, certidões de casamento, diplomas escolares, pedidos às seguradoras, procedimentos médicos, etc. (SCHWAB, 2016).

Ainda dentro da categoria digital, temos as chamadas plataformas tecnológicas, fáceis de usar em um smartphone, por exemplo, onde reúnem pessoas, ativos e dados, criando formas inteiramente novas de consumo (SCHWAB, 2016). São exemplos de plataformas digitais empresas como a Uber, Facebook, Alibaba e Airbnb, que são líderes no quesito tecnologia e inovação e que reduziram drasticamente os custos de transação e fricção incorridos sempre que indivíduos ou organizações compartilham o uso de um ativo ou oferecem um serviço (SCHWAB, 2016).

2.3.3 Categoria Biológica

Segundo explica Schwab (2016, p. 30):

As inovações no campo da biologia e, em particular, na genética, são promissoras. Nos últimos anos, foram realizados consideráveis progressos na redução dos custos e aumento da facilidade do sequenciamento genético e, ultimamente, na ativação ou edição de genes. Demorou mais de dez anos, a um custo de US\$ 2,7 bilhões, para que o projeto do genoma humano fosse completado. Hoje, um genoma pode ser sequenciado em poucas horas e por menos de mil dólares. Os avanços da capacidade de processamento permitiram que os cientistas não precisem mais trabalhar com tentativa e erro; em vez disso, eles testam como variações genéticas específicas geram doenças e características particulares.

Isso mostra o avanço expressivo neste campo da biologia, que tende a se beneficiar ainda mais com os efeitos da indústria 4.0. Segundo Schwab (2016), O próximo passo é a biologia sintética, pois ela oferecerá a capacidade de criar organismos personalizados, escrevendo o DNA deles. Além das profundas questões éticas que isso levanta, esses avanços não só causarão um impacto profundo e imediato na medicina, mas também na agricultura e na produção de biocombustíveis.

Segundo Schwab (2016) a edição biológica pode ser aplicada a praticamente todos tipos de células, permitindo a criação de plantas ou animais geneticamente modificados, bem como modificar as células de organismos adultos, incluindo as

células de seres humanos. Resumidamente a categoria biológica trará questões sobre o sequenciamento genético e à biologia sintética (SCHWAB, 2016).

Segundo Magalhães e Vendramini (2018), a neurotecnologia é capaz de implantar equipamentos eletrônicos nos organismos, com potencial de melhorar o monitoramento de saúde e o tratamento de doenças e de ampliar a capacidade cognitiva, e também trará significativos resultados. Já na visão de Schwab (2016), A neurotecnologia consiste em monitorar a atividade do cérebro e verificar como ele muda ou relaciona-se com o mundo.

Já a inteligência artificial permite que os sistemas aprendam sem necessidade de programação. É usada na identificação facial e de voz, em veículos autônomos e na automação de processos e serviços (MAGALHÃES E VENDRAMINI, 2018).

Segundo Schwab (2016, p. 145):

A Inteligência artificial (IA) é boa para fazer correspondência de padrões e automatizar processos, que torna a tecnologia interessante para muitas funções em grandes organizações. É possível visualizarmos um ambiente futuro em que a IA poderá substituir várias funções desempenhadas hoje por pessoas.

Esta seção buscou apresentar as principais tecnologias advindas da indústria 4.0, sob a visão de diferentes especialistas sobre o tema da indústria 4.0. Estas tecnologias revolucionarão a indústria, trazendo inúmeros benefícios. A seguir, no quadro 1, segue uma síntese das principais tecnologias de indústria 4.0 e exemplos de aplicação.

Quadro 1 – Principais tecnologias de indústria 4.0

Tecnologia	O que faz	Exemplo de aplicação
Inteligência artificial (IA)	Permite que os sistemas aprendam sem necessidade de programação.	É usada na identificação facial e de voz, em veículos autônomos e na automação de processos e serviços.
Robótica	Produz robôs para automação de atividades a custos decrescentes.	Além da indústria automotiva, os robôs serão utilizados na agricultura de precisão, enfermagem, tarefas domésticas.
Biotecnologia	Usa organismos vivos na produção de medicamentos, nutrientes químicos, combustíveis e materiais diversos.	criação de organismos geneticamente modificados (OGM), também chamados de transgênicos.
Neurotecnologia	Implanta equipamentos eletrônicos nos organismos, com potencial de melhorar o monitoramento de saúde e o tratamento de doenças e de ampliar a capacidade cognitiva.	Sistemas de computador ligados ao tecido cerebral permitirão que um paciente paralisado consiga controlar um braço ou perna robótica. A mesma tecnologia poderá ser usada para controlar um piloto ou soldado biônico.
<i>Blockchain</i>	Registra transações financeiras em um arquivo digital de forma distribuída, imutável, transparente e auditável.	Pode ter outros usos, como monitoramento de cadeias de fornecimento, de registros e de certificações diversas.
Internet das coisas (IoT)	Conecta máquinas, eletrodomésticos, veículos, produtos ou qualquer coisa, inclusive pessoas, à internet.	É utilizada em diversos setores, na gestão das cidades e nas residências.
Impressão em três dimensões (3D)	Permite a produção de qualquer coisa, com o uso de qualquer material, em um sistema de pequena escala.	Diferentes tipos de materiais poderão ser usados na impressora 3D, como plástico, alumínio, aço inoxidável, ligas de cerâmicas ou até mesmo ligas mais complexas. Utilizada em uma variedade de aplicações, desde a produção de turbinas eólicas até brinquedos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019) com base em Magalhães e Vendramini (2018)

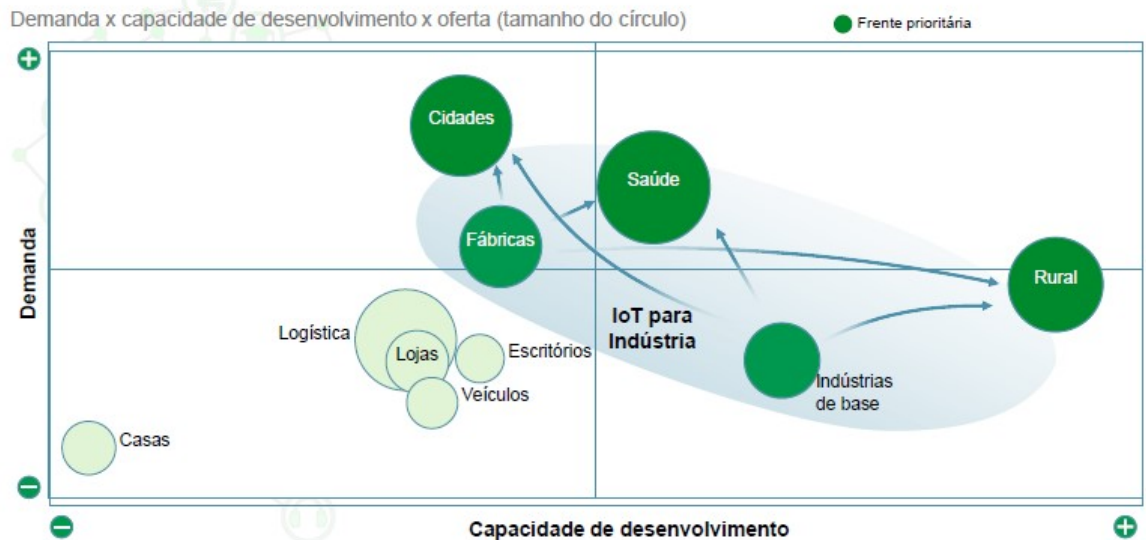
2.4 PRINCIPAIS SEGMENTOS DE APLICAÇÕES DE INDÚSTRIA 4.0

Nesta seção serão abordados assuntos referentes a aplicação da indústria 4.0 nos principais segmentos como: indústria, saúde, agricultura (rural), educação e cidades inteligentes.

Segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018), a partir de uma árvore de critérios, pesos e avaliação das verticais (setores de aplicação), foi elaborada a matriz de priorização que será apresentada na Figura 3. Segundo o Relatório do BNDES (2018) como pode ser observado, os ambientes priorizados foram aqueles que se destacaram nos três critérios estabelecidos pelo plano: demanda, oferta e capacidade de desenvolvimento.

Figura 3: Matriz de priorização (aplicações prioritárias para a IoT – base da indústria 4.0)

4 frentes prioritárias aprofundadas na fase III do estudo



Fonte: Relatório BNDES – plano nacional de IoT (2018).

Segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018) na matriz de priorização da IoT, que é a tecnologia chave para a indústria 4.0, os três ambientes que mais se destacaram foram Cidades, Saúde e Rural. Os ambientes Fábricas e

Indústrias de base foram avaliados com notas ligeiramente menores. Ainda segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018) , dada a relevância para o desenvolvimento da oferta de soluções de IoT no Brasil e o efeito multiplicador em outros setores, esses ambientes foram escolhidos para compor uma frente de trabalho de IoT para Indústria. Segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018), a partir da matriz de priorização, foram definidas as seguintes frentes de trabalho prioritárias:

Cidades: viabilização de planos de IoT para municípios de distintos arquétipos.

Saúde: viabilização da adoção de IoT por hospitais e unidades de atendimento e monitoramento remoto de pacientes.

Rural: promoção de IoT para impulsionar a produção das principais culturas agrícolas e da pecuária.

Indústrias: promoção das oportunidades de aplicação de IoT para fomentar o desenvolvimento da indústria.

O aprofundamento dos Segmentos de aplicação é apresentado na seção a seguir.

2.4.1 Segmento industrial

A indústria aparece como um setor de grande relevância para as aplicações das tecnologias da indústria 4.0 em suas máquinas e produtos. No Brasil, ainda é nova a ideia de indústria 4.0, mas a tendência é que, assim como nos demais segmentos, a presença das tecnologias seja experimentadas a longo prazo. Os benefícios como mencionados, trarão a possibilidade de acompanhar os processos e a fabricação dos produtos de forma inovadora, chamando a atenção do segmento industrial.

O relatório World Economic Forum – WEF (2017), apontou cinco tecnologias chaves da indústria 4.0, já comentadas, que estão em diferentes níveis de penetração no segmento industrial, e que impactam significativamente a cadeia de suprimentos isoladamente ou não, são elas: Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Robótica Avançada, acessórios inteligentes (*smartwatches*, por exemplo) e

sistema de impressão 3D (SANTOS, ISMAEL, 2019; SANTOS, RUAN, 2019; SOUZA, DANIEL, 2019).

Essas tecnologias são de suma importância para a adoção da indústria 4.0 no segmento industrial, pois agilizarão os processos, trazendo inúmeros benefícios para o segmento industrial e também estas tecnologias se interligarão umas às outras. Outros benefícios para o segmento industrial é que as tecnologias da indústria 4.0 permitirão prever falhas nos processos produtivos e se adaptar aos requisitos e mudanças não planejadas na produção, otimizando recursos e tempo de produção (PACHECO; ANA CLARA, 2017).

2.4.2 Segmento Saúde

Conforme Schwab (2016), todos os setores, desde a fabricação e infraestrutura até o de saúde, receberão impactos transformadores devido às revoluções que virão da indústria 4.0. Essa realidade está cada vez mais próxima, devido ao poder das tecnologias inovadoras advindas da indústria 4.0.

Em relação aos benefícios que o segmento de saúde contará, Schwab (2016, p. 33) afirma que:

Entre os nossos problemas de saúde intratáveis, desde as doenças cardíacas até o câncer, muitos têm um componente genético. Por causa disso, a capacidade de determinar nossa constituição genética individual de forma eficiente e econômica (por meio de máquinas utilizadas em diagnósticos rotineiros de sequenciamento) irá revolucionar os cuidados de saúde, tornando-os personalizados e eficazes. Informados pela constituição genética de um tumor, os médicos poderão decidir o melhor tratamento para o câncer de um paciente. Enquanto nossa compreensão das ligações entre os marcadores genéticos e as doenças ainda é pequena, o aumento da quantidade de dados irá possibilitar uma medicina de precisão, permitindo o desenvolvimento de terapias altamente segmentadas para melhorar os resultados dos tratamentos.

Schwab (2016) afirma que, no momento, Watson, o supercomputador da IBM, já consegue ajudar a recomendar, em poucos minutos, tratamentos personalizados para pacientes com câncer, comparando os históricos da doença e dos tratamentos, exames e dados genéticos com um universo quase que completo de conhecimentos

médico atualizados. Isto é fundamental para a medicina, pois auxilia os médicos a recomendarem o tratamento adequado e preciso para determinado tipo de paciente, para tratamento da doença.

Ainda de acordo com Schwab (2016, p. 71):

O setor de saúde também se vê frente ao desafio de incorporar avanços simultâneos em tecnologias físicas, biológicas e digitais, pois o desenvolvimento de novas abordagens de diagnósticos e terapias coincide com o impulso de digitalização dos registros de pacientes e de capitalizar sobre a riqueza de informações que poderão ser obtidas por dispositivos vestíveis e tecnologias implantáveis.

Esta ideia de Schwab (2016), corrobora a ideia dos especialistas (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013 apud PEREIRA, SIMONETTO, 2018), quando afirmam que a Indústria 4.0 trará soluções para alguns dos desafios que a sociedade enfrenta atualmente, como por exemplo na área de saúde, trazendo mais eficiência para este segmento. Contudo, estes desafios necessitarão que a força de trabalho seja qualificada, e irá incorrer na empregabilidade e na necessidade das pessoas aperfeiçoarem suas competências para lidar com todas as novas tecnologias e garantirem sua empregabilidade, o que faz dessa maior exigência de qualificação (SCHWAB, 2016; HECKLAU, 2016 apud SALTORATO, TESSARINI, 2018).

Lançado em 2015, o Apple Watch está ligado à internet e contém muitas das mesmas funções de um *smartphone*. Cada vez mais, serão incorporados *chips* a roupas e outros equipamentos usados pelas pessoas que conectarão os vestuários e a própria pessoa que os usa à internet, exemplo de tecnologia vestível que trará resultados mais positivos para saúde (SCHWAB, 2016).

Referente à impressão em 3D e saúde humana, Schwab (2016, p. 155) afirma que:

Um dia, as impressoras 3D não irão criar somente coisas, mas também órgãos humanos. Um processo chamado bioimpressão. De forma bastante semelhante à impressão de objetos, um órgão é impresso camada por camada a partir de um modelo digital em 3D. O material usado para imprimir um órgão será, obviamente, diferente daquele utilizado para uma bicicleta; os experimentos são feitos com os tipos de materiais que poderão funcionar, tal como o pó de titânio para fazer ossos. A impressão em 3D tem um grande potencial para servir às necessidades personalizadas dos projetos; e não há nada mais personalizado que um corpo humano.

Sendo assim, fica claro que a indústria 4.0 e suas tecnologias trarão benefícios incalculáveis para os profissionais de saúde (aplicando as tecnologias disponíveis), bem como para os pacientes e enfermos, como por exemplo, se beneficiando das técnicas da impressão em 3D que serão utilizadas.

2.4.3 Segmento do Agronegócio

Um dos benefícios que terá a agricultura serão os veículos autônomos, como drones, por exemplo, combinados com a análise de dados, permitirão a utilização mais precisa e eficiente de adubos e da água, por exemplo (SCHWAB, 2016).

Conforme a Revista de agronegócios (2019), o agronegócio contará com algumas tecnologias advindas da indústria 4.0, além dos drones e satélites, que mapeiam o solo, e identificam pragas; contará também com a Internet das Coisas (IoT), que disponibilizará sensores no campo, captando informações sobre a lavoura; contará também com máquinas inteligentes que controlam a liberação de insumos, entre tantas outras inovações. Com as novas tecnologias também será possível determinar o local exato onde as pragas estão em uma plantação e, com isso, restringir o uso de defensivos, ao invés de aplicar na área toda plantada, como é comum nos dias de hoje, conforme a Revista de agronegócios (2019). Segundo a Embrapa (2016), a tecnologia de informação é um caminho sem volta no mundo rural, que já vivencia a chamada "Agricultura 4.0", baseada na ideia da indústria 4.0. O desafio é de integrar estas tecnologias advindas da indústria 4.0 para o Brasil continuar a ser protagonista da produção e exportação agropecuária, segundo a Embrapa (2016).

Segundo a Embrapa (2016), a TI é mola propulsora e integradora dentro e fora da cadeia produtiva, por exemplo, através do melhoramento genético e bioinformática, na pré-produção; agricultura de precisão e equipamentos diversos na produção; melhorias na logística e transporte na pós-produção. Todas estas tecnologias e inovações estarão cada vez mais conectadas e interligadas com as tecnologias da indústria 4.0, auxiliando na tomada de decisão e gestão rural, segundo, a Embrapa (2016). Conforme Schwab (2016) a SAP é um exemplo de empresa que está alavancando os dados de produtos físicos da agricultura para

aumentar o tempo de atividade e utilização deles. Schwab (2016) afirma que a robótica trará muitos benefícios para a agricultura, pois os robôs agilizarão muitos processos do agronegócio entregando resultados mais eficientes e previsíveis.

Assim, para o segmento do agronegócio, os benefícios que virão da indústria 4.0 serão inúmeros e agilizarão muitos processos para os agricultores como por exemplo a questão dos veículos autônomos que serão cada vez mais sofisticados. Mas também destaca-se a robótica que trará significativos benefícios para a agricultura, trazendo robôs com mais expertise e voltados para as necessidades do agronegócio (SCHWAB, 2016).

Segundo Magalhães e Vendramini (2018), as inovações e tecnologias que trarão a indústria 4.0, como a robótica, Drones com sensores conectados à internet, mecanismos de reconhecimentos de imagem e inteligência artificial, por exemplo, também serão fundamentais para controlar com precisão e eficiência o uso de água, de produtos químicos e de energia, trazendo diversos benefícios para a agricultura.

Segundo Schwab (2016) as tecnologias da indústria 4.0 trarão benefícios para a agricultura de precisão, como por exemplo o controle do uso de água, defensivos agrícolas, fertilizantes e outros insumos que podem gerar um rendimento melhor nas produções do cultivo. Schwab (2016) também destaca que os drones estarão cada vez mais sofisticados com as tecnologias da indústria 4.0 e contribuirão de forma muito positiva para a agricultura de precisão.

Segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018), a agricultura de precisão, através de equipamentos de avaliação das condições do solo para melhoria da produtividade, proporcionará Ambientes rurais com produção padronizada para cultura agrícola ou pecuária.

2.4.4 Segmento Educação

Os benefícios que a Educação terá com a indústria 4.0 serão inúmeros, e a área de educação será responsável por disseminar o conhecimento para todas as pessoas interessadas nos assuntos sobre indústria 4.0. O grande diferencial para a área da educação é que a indústria 4.0 já está acontecendo (Schwab,2016), e por isso os profissionais da área já podem começar a se preparar para as demandas que surgirão na área de educação, realizando cursos preparatórios, se atualizando

com as questões da indústria 4.0 e suas tecnologias, promovendo conhecimentos entre grupos potenciais, e até mesmo criando cursos sobre o tema da indústria 4.0.

Saltorato e Tessarini (2018) entendem que os profissionais de nível superior nas áreas de tecnologia da informação e de produção serão os principais beneficiados pela Indústria 4.0, contudo, os autores afirmam que inúmeras qualificações acadêmicas e habilidades em geral serão requeridas de tais profissionais e os mesmos as deverão possuir. Por isto é fundamental a qualificação e atualização destes profissionais com temas que abordam a indústria 4.0 e suas tecnologias, para que estes profissionais sejam os disseminadores das informações, beneficiando a todas as pessoas interessadas pelas questões da indústria 4.0.

Segundo Tessarini e Saltorato (2018) está aberto o caminho para um novo campo de pesquisa, com múltiplas facetas e possibilidades, que tem sido abordado de modo interdisciplinar pelas mais diversas áreas da ciência, como engenharias, administração e computação. Basta que estas áreas se comprometam a desenvolver a indústria 4.0 no sentido de disseminarem o conhecimento para todos os públicos interessados, de forma a gerar novas ideias para que seja possível atingir o sucesso. É de grande relevância também estas áreas trabalharem em conjunto para que novas ideias sejam geradas e conseqüentemente possam ser estimuladas para que possam gerar resultados positivos para as empresas.

2.4.5 Segmento Cidades inteligentes

Em relação as cidades inteligentes, Schwab (2016, p. 138) afirma que:

Muitas cidades conectarão serviços, redes públicas e estradas à internet. Essas cidades inteligentes irão gerenciar sua energia, fluxos de materiais, logística e tráfego. Cidades progressistas, como Singapura e Barcelona, já estão implementando muitos novos serviços baseados em dados, incluindo soluções de estacionamento, coleta de lixo e iluminação inteligentes. As cidades inteligentes estão continuamente ampliando sua rede tecnológica de sensores e trabalhando em suas plataformas de dados, que serão o centro de conexão dos diferentes projetos tecnológicos e da adição de serviços futuros, com base na ciência da análise de dados e modelagem preditiva.

Então, certamente com as tecnologias advindas da indústria 4.0 num futuro bem próximo contaremos com as cidades inteligentes que, conforme Schwab (2016) mudarão drasticamente a forma como são administradas as cidades.

Nas chamadas Cidades Inteligentes (*Smart Cities*) a economia, a mobilidade, o meio ambiente, as pessoas, as moradias e os governos serão digitalizados, ou seja, dados serão gerados e processados com mais rapidez, permitindo a troca de informações mais precisas sobre o que ocorre nas cidades, em tempo real, por todos os cidadãos (SANTOS et al. 2019).

Schwab (2016) destaca ainda alguns impactos positivos que terão as cidades inteligentes como:

- Aumento da eficiência na utilização dos recursos.
- Aumento da produtividade.
- Aumento da densidade.
- Melhoria da qualidade de vida.
- Efeito sobre o meio ambiente.
- Maior acesso da população em geral aos recursos.
- Menor custo de prestação de serviços.
- Maior transparência em torno do uso e estado dos recursos.
- Diminuição da criminalidade.
- Aumento da mobilidade.
- Geração e consumo descentralizados de energias alternativas.
- Produção descentralizada de bens.
- Aumento da resiliência (aos impactos das mudanças climáticas).
- Redução da poluição (ar, ruído).
- Aumento do acesso à educação.
- Acessibilidade mais rápida/acelerada aos mercados.
- Mais empregos.
- Governo eletrônico mais inteligente.

Estas mudanças, se realmente acontecerem, resolverão muitos problemas das cidades que hoje em dia, no Brasil, não estão sendo bem tratados. Problemas como por exemplo a criminalidade, o trânsito intenso, a poluição e o desemprego, por exemplo, chegaram a situações de total descontrole, principalmente no Estado

do Rio Grande do Sul. Com essas facilidades e tecnologias que serão adotadas pelas chamadas cidades inteligentes, certamente trarão soluções para muitos problemas enfrentados pelas prefeituras e facilitarão inclusive a gestão dos prefeitos destas cidades inteligentes.

Schwab (2016) destaca também alguns impactos negativos que terão as cidades inteligentes como:

- Vigilância, invasão de privacidade.
- Risco de colapso (*blackout* total) caso o sistema de energia elétrica falhe.
- Maior vulnerabilidade a ataques cibernéticos.

Estes impactos negativos trarão grandes desafios aos gestores dessas cidades inteligentes, pois deverão implementar alternativas para que seja preservado a privacidade dos cidadãos. Já o risco de *blackout* total também precisa ser bem estudado para que, se acontecer, seja rapidamente corrigido o problema. No que diz respeito aos ataques cibernéticos, conseqüentemente estas cidades precisarão de equipes que trabalhem com foco nestes possíveis ataques, para que eles sejam evitados ou eliminados antes de causar qualquer prejuízo para as cidades inteligentes.

2.5 DESAFIOS E BARREIRAS PARA O AVANÇO DA INDÚSTRIA 4.0

A implantação da Indústria 4.0 no cenário brasileiro traz desafios como: (i) a construção de políticas estratégicas, incentivos governamentais; (ii) a reunião de empresários e gestores com postura proativa; e (iii) o desenvolvimento tecnológico e formação de profissionais, próximos à indústria (FIRJAN, 2016).

Conforme a Firjan (2016) estes desafios para que sejam superados precisam ser muito bem analisados e priorizados por todos os envolvidos com as questões de indústria 4.0 para que haja avanço e sejam evitadas as barreiras.

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2017) identificou cinco eixos de atuação para que o Brasil possa seguir em busca de uma aproximação com a Indústria 4.0, como uma forma de “manufatura avançada”, e são:

1. Criação de um programa brasileiro de manufatura avançada: a partir da definição de uma estrutura de governança, envolvendo representantes de diversos setores, deve-se buscar um direcionamento, definindo uma agenda de discussões.
2. Buscar acordo bilateral com a Alemanha, entre o programa de manufatura avançada criado e o alemão *Industrie 4.0*: buscar o engajamento de empresas e órgãos de apoio alemães no Brasil, estabelecendo parcerias e bases de investimento. Também é preciso buscar empresas brasileiras com fábrica na Alemanha, para que enviem representantes e, com isso, sejam criados grupos de trabalho, possibilitando a absorção de conhecimento.
3. Criação de uma rede de *testbeds* (plataforma de testes) de manufatura avançada no Brasil: *testbeds* são ambientes de teste e demonstração de tecnologias, que buscam simular a realidade de ambientes de produção. Dessa forma, o terceiro eixo trata de, primeiramente, definir uma estratégia para impulsionar a infraestrutura existente como *testbeds*.
4. Alinhamento e criação de linhas de fomento: buscar alocação de recursos nas Fundações de Apoio a Pesquisa estaduais e federais, bem como a definição de linhas específicas para a construção de *testbeds* e programas específicos para atender lacunas de financiamento.
5. Engajamento de pequenas e médias empresas (PME): através da construção de programas, disseminar e capacitar conceitos da Indústria 4.0. Propor iniciativas para facilitar o uso de *testbeds* por PME, bem como definir ações para fomentar o engajamento dessas empresas.

A partir desses cinco eixos, espera-se que a indústria brasileira caminhe em direção de uma manufatura avançada, ou seja, possa estar alinhada com os princípios da Indústria 4.0, tornando-se mais competitiva (ABDI, 2017).

Segundo a Firjan (2016) a indústria brasileira, em boa parte, ainda está entre a segunda e a terceira revoluções industriais, e o setor automotivo é o que está mais próximo da Indústria 4.0. Então com estas análises da Firjan (2016), certamente os

desafios referentes a indústria 4.0 no Brasil são diversos, visto que muitas questões precisam ser regularizadas e muitos investimentos deverão ocorrer para que o Brasil possa emergir nesta quarta revolução industrial.

Segundo a CNI (2016) o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil envolve desafios que vão desde os investimentos em equipamentos que incorporem essas tecnologias, à adaptação de layouts, adaptação de processos e das formas de relacionamento entre empresas ao longo da cadeia produtiva, criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências, entre outras. O cruzamento de informações que permita conectar o pedido de compra, a produção e a distribuição de forma autônoma, sem que pessoas precisem tomar decisões a todo o momento, por exemplo, exigirá novas formas de gestão e engenharia em toda a cadeia produtiva (CNI, 2016). Poucas empresas estarão preparadas para enfrentar todas estas mudanças de uma vez, e por outro lado, milhares de empresas deverão participar do processo de difusão dessas novas tecnologias paulatinamente, de acordo com suas trajetórias, suas capacitações e suas estratégias (CNI, 2016).

Nesse contexto, o foco de uma iniciativa visando ao desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil deve ser o de empresas que mais cedo entrarão no novo paradigma e deverão estimular as demais a apressarem sua inserção na nova onda, sob risco de não conseguirem sobreviver no novo ambiente competitivo (CNI, 2016).

Segundo Santos et al. (2018) a padronização é apontada como um dos desafios mais importantes na implementação da Indústria 4.0 no Mundo. Segundo Santos et al. (2018) para garantir a interoperabilidade dos sistemas e alcançar todo o seu potencial, é fundamental a adoção de uma arquitetura de referência que forneça uma descrição técnica de normas e possibilite a comunicação eficaz entre todos os utilizadores e processos, integrando a produção, sistemas e partes interessadas de gestão.

De acordo com EUROPEAN PARLIAMENT (2016), a segurança e a proteção digital; a padronização das interfaces de comunicação; os processos e a organização do trabalho; a disponibilidade de capacidade cognitiva e a inserção das PME's aparecem como uma das maiores preocupações quando o assunto é incluir a Indústria 4.0 na estratégia de negócios das empresas.

Santos et al. (2018) afirma que os sistemas produtivos do futuro ainda requerem muita investigação. Os problemas relacionados com a incompatibilidade das interfaces de comunicação e a segurança na transmissão dos dados, ainda são

um forte inconveniente para alavancar o desenvolvimento colaborativo entre os diferentes prestadores de serviços. No entanto, diversas entidades já estão trabalhando para desenvolver soluções tecnológicas capazes de remover esses obstáculos e cooperar para o objetivo comum da Indústria 4.0. (SANTOS et al., 2018).

Em relação a alguns dos desafios e barreiras Mundiais, Schwab (2016, p. 34) afirma que:

Acredito que os maiores desafios em relação ao desenvolvimento de normas sociais e regulamentações adequadas estão no domínio biológico. Teremos de lidar com novas questões em torno do significado de sermos seres humanos, sobre quais dados e informações a respeito de nossos corpos e saúde podem ou devem ser compartilhados com os outros e sobre os direitos e responsabilidades que temos quando se trata de mudar o código genético das gerações futuras.

Segundo Bragança (2019), existe também uma série de fatores limitadores para a implementação da inovação da indústria 4.0, tanto no Brasil, quanto no mundo, sejam elas barreiras financeiras, culturais, falta de profissionais qualificados, altos custos relacionados às novas tecnologias, segurança das informações estratégicas expostas na nuvem, entre outros fatores. Essas barreiras inevitavelmente atingirão muitos países que queiram implementar a indústria 4.0, visto que muitos deles ainda estão em desenvolvimento, como é o caso do Brasil por exemplo, que atravessa atualmente uma das piores crises financeiras e políticas da sua história.

Segundo Bragança (2019), poucas empresas têm se aprofundado na utilização destas tecnologias relacionadas aos requisitos mínimos de manufatura ou sobre as barreiras e motivações da implementação das mesmas, principalmente no contexto brasileiro.

É de suma importância que as empresas que estão envolvidas com a indústria 4.0 se organizem no sentido de minimizarem ou até mesmo eliminarem essas barreiras que podem vir a ocorrer, para que possam ter resultados positivos referentes a implementação da indústria 4.0. Vale destacar também a importância dos governantes para que criem soluções para as empresas poderem investir nesta nova revolução industrial.

O quadro 2 a seguir, destaca os principais desafios da indústria 4.0:

Quadro 2 – Principais desafios da indústria 4.0

Desafios	Como superar
Políticas estratégicas.	Criação de um programa brasileiro de manufatura avançada: a partir da definição de uma estrutura de governança, envolvendo representantes de diversos setores, deve-se buscar um direcionamento, definindo uma agenda de discussões.
Reunião de empresários e gestores com postura proativa	Promover encontros e reuniões com empresários e gestores focadas em indústria 4.0 e suas tecnologias.
Desenvolvimento tecnológico	Promover cursos voltados a indústria 4.0 e suas tecnologias e propiciar experimentação das tecnologias.
Buscar acordos com outros países	Buscar acordo bilateral com a Alemanha, entre o programa de manufatura avançada criado e o alemão Industrie 4.0: buscar o engajamento de empresas e órgãos de apoio alemães no Brasil, estabelecendo parcerias e bases de investimento.
Plataforma de testes	Criação de uma rede de testbeds (plataforma de testes) de manufatura avançada no Brasil, a fim de estimular a realidade de ambientes de produção.
Incentivos governamentais	Buscar alocação de recursos nas Fundações de Apoio a Pesquisa estaduais e federais. Buscar apoio do Governo

Fonte: Elaborado pelo autor (2019) com base em Firjan (2016)

3 METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é apresentar o método de pesquisa adotado, além disso, indica as técnicas de coleta e de análise de dados utilizadas. No final, descreve algumas limitações do método adotado.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Nesta pesquisa é utilizado o método de pesquisa documental, que segundo Gil (2017), refere-se ao uso de documentos e/ou materiais que ainda não foram analisados, mas que, de acordo com a questão e objetivos da pesquisa, podem ter valor científico e constituir uma estratégia de pesquisa.

Ainda conforme Gil (2017), a pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A única diferença entre ambas está na natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a documental utiliza materiais que ainda não receberam um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa.

Como alguns exemplos de fontes de pesquisa documental, pode-se citar documentos conservados em arquivos de órgãos públicos e instituições privadas, como associações científicas, igrejas, sindicatos, partidos políticos, empresas, etc. Também estão incluídos outros documentos como cartas pessoais, diários, sites, fotografias, gravações, memorandos, regulamentos, ofícios, boletins etc. (GIL, 2017).

Gil (2017) destaca que nem sempre é clara a distinção entre a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental, já que as fontes bibliográficas também são documentos impressos para determinado público. Conforme destaca Gil (2017), a pesquisa documental apresenta algumas limitações que referem-se à não representatividade e à subjetividade dos documentos e que para garantir a representatividade é importante considerar um grande número de documentos.

Esta pesquisa também assume um caráter investigativo e com dimensões pré-estabelecidas, pois, analisa a necessidade de resolver um problema específico,

em um determinado cenário, que é a indústria 4.0 no Rio Grande do Sul e é o que se tornará o fator norteador desta pesquisa documental.

A fonte documental utilizada será os dados do site Mapeamento 4.0, referente às iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul. Este site é gerido e financiado pelo governo federal, pelo Senai e pelo MCTIC (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações) que são os idealizadores e apoiadores, do ponto de vista de políticas públicas, das iniciativas de indústria 4.0 em todo o Brasil. Este site tem por objetivo ser um espaço para as empresas brasileiras divulgarem suas iniciativas sobre a questão da indústria 4.0 e suas ideias sobre o tema. Também será utilizada como fonte documental, os dados dos sites das organizações que estão envolvidas com as iniciativas de indústria 4.0.

3.2 DEFINIÇÃO DAS UNIDADES CASO

As análises selecionadas, dentre os participantes cadastrados no site Mapeamento 4.0, são empresas ou instituições claramente identificadas no site da consulta, ou seja, pessoas físicas sem identidade definida não serão consideradas.

O Rio Grande do Sul foi escolhido como área delimitada para a pesquisa porque possui empresas com forte atuação no quesito indústria 4.0, além de o trabalho buscar contribuir com o meio acadêmico e de pesquisa voltado à inovação em indústria 4.0 com o foco regional no RS, estado de origem do pesquisador e sua instituição de ensino. Assim, o trabalho visa contribuir com conhecimentos relativos ao desenvolvimento regional. Quanto ao número de iniciativas a serem consideradas para a pesquisa, foram selecionados os dados de 68 iniciativas no Estado do Rio Grande do Sul, envolvendo diferentes empresas, instituições e entidades participantes.

3.3 FORMA DE COLETA DE DADOS

Os dados sobre as 68 iniciativas de indústria 4.0 foram baixados do site Mapeamento 4.0 entre o mês de Outubro de 2019 até Maio de 2020. Estas iniciativas atenderam aos requisitos necessários, pois elas deveriam, por

obrigatoriedade, ter afinidade com o tema em questão, assim como apresentar subsídios pertinentes para que seu conteúdo fosse aproveitado.

3.4 TÉCNICA DE ANÁLISE DE DADOS

Foi feita uma análise de conteúdo dos dados do site Mapeamento 4.0, através da técnica de pesquisa descritiva, considerando as 68 iniciativas de empresas, instituições e entidades, cadastradas até o mês de Maio de 2020.

Segundo Klein (2012) a análise de conteúdo se volta a dados qualitativos, formados por textos que podem ser originários de documentos, entrevistas, reportagens e respostas abertas a questionários. Também pode ser utilizada para tratar dados provenientes de imagem e som. A análise de conteúdo é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações” que utiliza “procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 1995, p. 42).. Busca a geração de indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) das mensagens (BARDIN, 1995).

Richardson (1999), comenta que toda a análise de conteúdo deve basear-se em uma definição precisa dos objetivos da pesquisa. Após a definição dos objetivos, necessita-se delimitar o material de pesquisa que será submetido à análise: textos, transcrições etc. A análise de conteúdo “consiste em classificar em categorias preestabelecidas os elementos de um texto ou de uma comunicação que se quer analisar. Os elementos escolhidos podem ser de diferentes tipos, como palavras, frases, parágrafos ou documentos inteiros” (DENCKER; DA VIÁ, 2001).

As principais categorias da análise do conteúdo das iniciativas da indústria 4.0 consideradas foram:

- Tipos de iniciativas
- Iniciativas por porte de empresa
- Iniciativas por setores
- Clientes ou público alvo das iniciativas
- Parceiros das iniciativas
- Tipos de tecnologias adotadas

Foram consideradas as estatísticas descritivas dos dados quantitativos (tabulação dos dados) em conjunto com a análise de conteúdo da descrição das iniciativas de indústria 4.0 no estado do Rio Grande do Sul.

3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO

Esse método tem limitações por utilizar somente documentos como fonte de dados. Da mesma forma, algumas empresas cadastradas no site Mapeamento 4.0 também não colocaram de forma clara os objetivos quanto as iniciativas de indústria 4.0, ficando subentendido em alguns casos. Muitas empresas não divulgaram o público alvo a quem gostariam de atingir, algumas empresas não colocaram as parcerias envolvidas, e não colocaram a data de término das iniciativas, dificultando um pouco a elaboração das estatísticas descritivas e a análise de conteúdo. Houve empresas que cadastraram em duplicidade a iniciativa a ser abordada. Outro fator limitador do ponto de vista da revisão da literatura foi o de que a maioria dos livros sobre Indústria 4.0 não foram traduzidos para o português e estes que existem atualmente são limitados, de acesso somente por e-books e demais plataformas digitais.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são feitas as análises das iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul, registradas no site Mapeamento 4.0, no ano de 2019 e 2020. Estas análises tiveram como critério determinante a associação com o tema em questão, sendo subdivididas por temas centrais que dessem maior objetividade a fatores pertinentes ao tema da indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul.

A figura 4 apresenta os referidos temas centrais.

Figura 4: Temas centrais das análises

TEMAS CENTRAIS	TIPOS DE INICIATIVAS
	INICIATIVAS POR PORTE DE EMPRESA
	INICIATIVAS POR SETORES
	CLIENTES OU PÚBLICO ALVO DAS INICIATIVAS
	PARCEIROS DAS INICIATIVAS
	TIPOS DE TECNOLOGIAS ADOTADAS

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Estes temas centrais se definem da seguinte forma:

- Tipos de Iniciativas: São os nomes e programas que estão sendo realizados pelas diversas empresas e instituições das mais variadas atividades e nichos sobre os conceitos da indústria 4.0 e suas tecnologias;
- Iniciativas por porte de empresa: Destaca as características das empresas e instituições que estão engajadas com as questões da Indústria 4.0 em relação ao porte. Se pequeno, médio ou grande porte;
- Iniciativas por setores: Destaca as características das empresas e instituições em relação ao ramo de atuação destas empresas, ou seja, quais setores estão mais concentradas estas iniciativas de indústria 4.0;
- Clientes ou público alvo das iniciativas: Destaca o público-alvo das iniciativas de Indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, ou seja, quem são as Pessoas, Gestores, instituições, empresas, entre outros públicos, a quem está se destinando estas iniciativas de indústria 4.0.

- **Parceiros das iniciativas:** Destaca-se as Entidades, organizações, voltadas ao foco no crescimento tecnológico no Brasil. Empresas ligadas ao SNI (Sistema nacional de inovação). Analisa quais empresas ligadas ao SNI que estão envolvidas com os projetos de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul.
- **Tipos de tecnologias adotadas:** As tecnologias de indústria 4.0 que estão sendo mais empregadas nas iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul. Oportunidades que estas tecnologias trazem para o cenário tecnológico do Estado do Rio Grande do sul.

O objetivo destes temas centrais é organizar de forma lógica os assuntos de maior relevância e, assim, tornar o acesso às informações mais preciso e categórico.

Na Tabela 1 estão listadas as empresas e instituições que foram analisadas, todas elas relacionadas com as iniciativas mapeadas e pesquisadas.

Tabela 1: Empresas e Instituições analisadas

Empresa	Frequência
BNDES	4
FACENS	4
INATEL	4
SENAI-SP	4
FIESP	3
FINEP	3
MCTIC	3
Senai/PR	3
USP	3
CITS	2
Festo Brasil	2
Furukawa	2
SENAI-DN	2
UNIMEP	2
ABRASE	1
BSA	1
CERTI	1
CESAR.ORG	1
CPQD	1
HT Micron	1

IFECTSC	1
IFRS	1
INESC P&D Brasil	1
IPT - SP	1
Khomp	1
MRE	1
NEO - UFRGS	1
NIC - BR	1
PARKS	1
PhDsoft	1
Porto Digital	1
Rosas de Ouro	1
SEBRAE	1
SINDIPEÇAS	1
SM4RT Digital	1
Território da Carne	1
UNB-EPR	1
UNESP	1
UTFPR	1
VDI	1
WISE	1
Total Iniciativas	68

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

As iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul registradas no site Mapeamento 4.0, sob responsabilidade do MCTIC, Senai e governo federal, possibilitaram a análise destes dados que serão apresentados na sequência.

4.1 TIPOS DE INICIATIVAS

Neste quesito, conforme a tabela 2 sintetiza, foi observado que os propósitos de iniciativas de indústria 4.0 mais frequentes foram o treinamento/capacitação e a pesquisa e desenvolvimento, fatores estes de suma importância e perceptíveis com maior intensidade nos projetos de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul. A tabela 2 a seguir mostra os dados a respeito disso.

Tabela 2: Propósito da Iniciativa

Propósito da iniciativa	Quantidade de iniciativas
Treinamento/Capacitação	33
Pesquisa e Desenvolvimento	20
Financiamento/crédito	7
Infraestrutura de conectividade	5
Apresentação 4.0	1
Inovação e inserção internacional	1
Instância de governança/regulação	1
Total	68

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

Segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018), as iniciativas ligadas a essa tecnologia, o que pode ser inferido como válido também para a indústria 4.0, estão estruturadas em quatro horizontais – temas que são cruciais: (1) Capital humano, (2) Inovação e inserção internacional, (3) Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade, e (4) Regulatório, segurança e privacidade.

Conforme o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018), essas horizontais, são relevantes sob óticas diferentes, são elas:

■ **Capital humano:** inclui os aspectos de formação básica e de mão de obra brasileira para atuar nos setores relacionados a soluções de comunicação M2M (máquina a máquina) e IoT.

■ **Inovação e inserção internacional:** inclui aspectos de ambiente de negócios, investimento, financiamento e fomento e governança de IoT.

■ **Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade:** proporciona uma perspectiva da oferta de serviços de telecomunicações relevantes para atender os diferentes casos de uso de IoT no Brasil, abrangendo as principais redes de acesso, bem como a infraestrutura de suporte aos serviços e alocação de espectro.

■ **Regulatório:** fornece um diagnóstico do quadro regulatório relacionado ao desenvolvimento do ecossistema de IoT no Brasil, com destaque para os debates sobre a regulação do setor de telecomunicações e as normas que regem a privacidade e a proteção de dados pessoais hoje no país.

Como podemos observar, há uma forte concentração das iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul na horizontal **capital humano**, ou seja, há uma quantidade significativa de instituições promovendo treinamento/capacitação sobre as diversas tecnologias da indústria 4.0, como cursos técnicos, profissionalizantes, cursos de graduação e pós-graduação, segundo o site mapeamento 4.0 (2020).

Podemos citar como exemplo, de iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, na horizontal de IoT capital humano, o Senai que possui cursos técnicos e profissionalizantes sobre a indústria 4.0 e as tecnologias como a IoT, segundo o site mapeamento 4.0 (2020). Também como exemplo de iniciativas na horizontal capital humano, podemos citar como exemplo o INATEL (instituto nacional de telecomunicações), que promoverá cursos de graduação e pós-graduação nas modalidades presenciais e a distância, em âmbito nacional, segundo o site mapeamento 4.0 (2020).

A segunda categoria mais frequente de iniciativa (pesquisa e desenvolvimento) e a terceira (financiamento/crédito) tem a ver com a horizontal **Inovação e inserção internacional:** e demonstra o esforço das empresas em buscar inovar com base na indústria 4.0, e também na criação de fontes para financiar essas iniciativas.

Outra horizontal de IoT que aparece, com menor expressão, nas iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do sul é a de infraestrutura de conectividade e interoperabilidade, e como exemplo podemos citar a empresa Parks que possui uma iniciativa de Infraestrutura de rede óptica para indústria 4.0, que permitirá que, em uma única infraestrutura de rede, sejam interligados, de forma simples, todos os sistemas existentes numa planta industrial, conforme o site mapeamento 4.0 (2020).

Assim, conforme detalhamento no Quadro 3, é possível observar que há uma predominância em treinamento/capacitação e pesquisa e desenvolvimento no que se refere aos propósitos das iniciativas de indústria 4.0, isto devido aos usos da indústria 4.0 ainda ser recente no Brasil e ainda em fase de especulação e estudos (TESSARINI E SALTORATO, 2018). No que se refere à Infraestrutura de conectividade, são poucas empresas com iniciativas neste sentido.

Quadro 3 – Tipos de iniciativas de indústria 4.0

Tipo de iniciativa	Propósito da iniciativa
Manufatura aditiva	Pesquisa e desenvolvimento
Infraestrutura de rede óptica para indústria 4.0	Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade
CHIP para indústria 4.0 e IoT	Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade
Manufatura Avançada 4.0 - Alma 4.0	Pesquisa e desenvolvimento
Inova Mecatrônica	Pesquisa e desenvolvimento
Avanços de indústria 4.0	Pesquisa e desenvolvimento
Avaliação de maturidade	Treinamento/Capacitação
SENAI 4.0	Treinamento/Capacitação
Inovação em manufatura avançada	Pesquisa e desenvolvimento
Rede de PD&I para Manufatura Avançada no Agronegócio	Pesquisa e desenvolvimento
Câmara Brasileira da Indústria 4.0	Instância de governança/Regulação
Manufatura avançada e cidades inteligentes e sustentáveis	Pesquisa e desenvolvimento
Workshop sobre Indústria 4.0	Treinamento/Capacitação
Pós-graduação em Indústria 4.0	Treinamento/Capacitação
Curso de Certificação em Redes Industriais	Treinamento/Capacitação
Pós-graduação em Internet das Coisas	Treinamento/Capacitação
FINEP Inovacred 4.0	Financiamento/crédito
Internet das Coisas – Finep IoT	Financiamento/crédito
Roadmap FINEP - Indústria 4.0	Financiamento/crédito
Programa Nexos	Treinamento/Capacitação
Fábrica do Futuro 4.0	Pesquisa e desenvolvimento
Dojot: plataforma IoT	Pesquisa e desenvolvimento

Testbed Educacional Digital	Treinamento/Capacitação
Autoavaliação 4.0	Treinamento/Capacitação
Festo Didactic de Qualificação para Indústria 4.0	Treinamento/Capacitação
BNDES Crédito Serviço 4.0	Financiamento/crédito
BNDES Máquinas 4.0	Financiamento/crédito
BNDES Crédito Direto 10	Financiamento/crédito
FUNTEC IoT	Financiamento/crédito
IX Simpósio internacional de excelência em produção	Treinamento/Capacitação
Observatórios de Pesquisa Aplicada-DataLab	Treinamento/Capacitação
EULA-GTEC innovation management master	Treinamento/Capacitação
MBA - Internet of Things (IoT)	Treinamento/Capacitação
Gateways e sensores IoT	Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade
Carnaval 4.0 "Tempos Modernos"	Apresentação 4.0
LABelectron - LABFABER 4.0	Pesquisa e desenvolvimento
Pesquisa TIC Empresas	Pesquisa e desenvolvimento
Brasil 4.0	Treinamento/Capacitação
FIS – Soluções para Conectividade Industrial	Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade
Treinamento FICP - Furukawa Industrial Certified Professional	Treinamento/Capacitação
Programa de Diplomacia da Inovação	Inovação e inserção internacional
Ensino à Distância (EaD) de indústria 4.0 - Gratuitos	Treinamento/Capacitação
Pós-graduação em indústria 4.0	Treinamento/Capacitação
Pós-Graduação projetos aplicados a inovação em indústria 4.0	Treinamento/Capacitação
Pós-graduação em IoT	Treinamento/Capacitação
LOUCo - Laboratório de Objetos Urbanos Conectados	Pesquisa e desenvolvimento
FIESP - conceitos da Indústria 4.0	Treinamento/Capacitação
FIESP- Hotsite da Indústria 4.0	Treinamento/Capacitação
FIESP - Congresso Brasileiro da Indústria 4.0	Treinamento/Capacitação
Monitoramento de rede optica	Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade

KNoT Network of Things	Pesquisa e desenvolvimento
Pós-graduação 4.0	Treinamento/Capacitação
Projeto "Menu do Dia"	Treinamento/Capacitação
Laboratório de Manufatura Avançada 4.0	Pesquisa e desenvolvimento
Workshop Internacional - Inteligência Artificial na Manufatura 4.0	Treinamento/Capacitação
FASTEN - Systems for Custom-Designed Products	Pesquisa e desenvolvimento
Tecnologia da Informação e Comunicação	Treinamento/Capacitação
Hub de Inteligência Artificial	Pesquisa e desenvolvimento
Inovação em Eletroquímica	Pesquisa e desenvolvimento
SCPM - Sistemas Computacionais para Projeto e Manufatura	Pesquisa e desenvolvimento
24º Seminário Internacional de Alta Tecnologia	Treinamento/Capacitação
Aumento da Eficiência Energética	Treinamento/Capacitação
Gêmeo Digital preditivo para manutenção de ativos críticos	Pesquisa e desenvolvimento
Programa Inova Sindipeças	Treinamento/Capacitação
Adoção das Tecnologias Facilitadoras da Indústria 4.0	Treinamento/Capacitação
4.0 - A Jornada da Transformação Digital	Treinamento/Capacitação
Internet das Coisas e Indústria 4.0	Pesquisa e desenvolvimento
Programa Carne 4.0	Treinamento/Capacitação

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

Segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018), o Governo federal, através do plano de ação, espera que o Brasil experimente a criação de uma rede de IoT inserida em cada uma das verticais priorizadas, são elas:

- IoT em Cidades
- IoT em Saúde
- IoT Rural
- IoT em indústria

Segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018), a expectativa é que essa rede seja capaz de atrair empresas das cadeias produtivas inseridas nos quatro ambientes. Isso pode ocorrer mesclando empresas-âncora, *startups* e *scale-ups*, como é comum nas redes de inovação no mundo, conforme o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018). Um exemplo da amplitude da cadeia produtiva numa rede pode ser visto na IoT Rural, ou seja, nessa vertical, multinacionais de insumos básicos para a plantação ou grandes produtores, como cooperativas, podem interagir com *startups* de agronegócio e com empresas de *hardware* para criar soluções de IoT viáveis e que melhorem a produtividade, Segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018). Conforme o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018), essas verticais priorizadas, são relevantes para IoT, logo, também para indústria 4.0, e são elas:

- IoT em cidades: as cidades brasileiras possuem diversos desafios que podem ser resolvidos por IoT. Entre eles, mobilidade, segurança pública, eficiência energética e saneamento são os que mais se destacam pelo impacto de IoT. Também possui grande impacto na saúde pública, porém as aplicações relacionadas com saúde foram consideradas dentro do ambiente de saúde.
- IoT em saúde: Um dos desafios é a integração dos diferentes atores do sistema de saúde, estruturados em torno de uma visão unificada das pessoas, sejam elas pacientes ou não. Assim, a melhoria da gestão dos recursos é fundamental para que a área de saúde continue absorvendo inovações que impactem positivamente a vida das pessoas.
- IoT em Rural: A aplicação de IoT no campo pode trazer inúmeros benefícios aos produtores das cadeias produtivas brasileiras. Suas diversas aplicações permitem desde o acompanhamento das condições climáticas, do crescimento da plantação, do desempenho das máquinas agrícolas até o acompanhamento detalhado da saúde dos animais.

IoT em indústria: A aplicação trará o aumento de produtividade e a incorporação de elementos inovadores nos processos produtivos

Como se pode observar no quadro 4, apresentado a seguir, a vertical que predomina nas iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, é a indústria, uma vez que as iniciativas em maior quantidade não são específicas de um setor de aplicação, e sim, educacionais (horizontal), conforme já foi comentado anteriormente.

Quadro 4: Vertical e horizontal da IoT das iniciativas

Vertical da iniciativa	Frequência
Educação (horizontal)	33
Indústria	35
Saúde	0
Agricultura	0
Cidades inteligentes	0
Total	68

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

Assim, ao analisarmos as iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul, podemos observar que há uma forte concentração de iniciativas na vertical indústria. Os pilares que elucidam de forma mais ampla estes resultados seriam: A indústria irá se beneficiar das tecnologias da indústria 4.0 podendo evitar retrabalhos e gargalos na produção, devido às possibilidades de comunicação entre máquinas e equipamentos em tempo real e de forma independente, por isto há uma grande concentração de iniciativas na vertical indústria.

É de suma importância destacar também que dentre as iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul, não há iniciativas focadas nas verticais saúde, agricultura e cidades inteligentes, pois muitas iniciativas se encontram ainda em fase de pesquisa e desenvolvimento e focadas no capital humano (horizontal).

4.2 INICIATIVAS POR PORTE DE EMPRESA

Ao analisarmos as iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, é importante destacar o porte das empresas e instituições que estão envolvidas com estas iniciativas, para se ter uma ideia se estas empresas estão trabalhando em conjunto com as demandas da indústria 4.0 e atuando em prol do avanço da indústria 4.0. O critério utilizado para se definir o porte das organizações envolvidas com as iniciativas foi o número de funcionários das instituições. Esses dados foram coletados com base nas informações que estavam no site do mapeamento 4.0 e no site das empresas envolvidas com as iniciativas. Conforme a tabela 3, que sintetiza os dados, foi observado que predominam as empresas de grande porte nas iniciativas de indústria 4.0.

Tabela 3: Porte das empresas

Porte das empresas	Quantidade
Grande porte	30
Médio porte	9
Pequeno porte	2
Total de empresas	41

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

Conforme o quadro 5, pode-se verificar, em detalhe, as empresas de grande porte que possuem o maior número de iniciativas de indústria 4.0, isto, provavelmente, devido a possuírem mais recursos para investimentos em tecnologias e inovações.

Quadro 5: Iniciativas por porte de empresa

Nome da Empresa	Porte da Empresa
IFRS	Grande porte
PARKS	Grande porte
HT Micron	Grande porte
NEO - UFRGS	Grande porte
IFECTSC	Grande porte
ABRASE	Médio porte
SENAI-DN	Grande porte
MCTIC	Grande porte
IPT - SP	Grande porte
INATEL	Grande porte
FINEP	Grande porte
SEBRAE	Grande porte
USP	Grande porte
CPQD	Médio porte
UTFPR	Grande porte
Festo Brasil	Grande porte
BNDES	Grande porte
VDI	Médio porte
UNB-EPR	Grande porte
Khomp	Médio porte

Rosas de Ouro	Pequeno porte
CERTI	Grande porte
NIC - BR	Médio porte
BSA	Grande porte
Furukawa	Grande porte
MRE	Grande porte
SENAI-SP	Grande porte
Porto Digital	Grande porte
FIESP	Grande porte
WISE	Médio porte
CESAR.ORG	Grande porte
FACENS	Grande porte
INESC P&D Brasil	Grande porte
SENAI/PR	Grande porte
UNIMEP	Grande porte
SM4RT Digital	Médio porte
PhDsoft	Médio Porte
SINDIPEÇAS	Médio porte
CITS	Grande porte
UNESP	Grande porte
Território da Carne	Pequeno porte

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

As demandas dos consumidores, somadas às novas capacidades produtivas e tecnológicas, podem levar à criação de novos modelos de negócios e serviços orientados a atender às demandas individuais dos clientes e fornecer soluções para

problemas em um contexto caracterizado por redes e cooperação entre parceiros de negócios (SALTORATO, TESSARINI, 2018).

Assim, se considera de suma importância que as empresas de grande porte possam também colaborar com as pequenas e médias empresas no sentido de apoiar as suas iniciativas de indústria 4.0, incentivando estas empresas a trabalharem em conjunto para que os resultados de suas iniciativas possam ser satisfatórios (SCHWAB, 2018).

Conforme Schwab (2018), as empresas devem agir rapidamente e cabe a todos os cidadãos, empresas, instituições, entre outros, trabalharem em conjunto para que se possa conseguir moldar a quarta revolução industrial.

Ao analisar as iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul foi possível perceber que atores importantes do SNI (sistema nacional de inovação), como o SENAI e o MCTIC estão incentivando as empresas envolvidas com as iniciativas, sejam elas de pequeno, médio, ou grande porte, principalmente na questão do capital humano, investindo em treinamentos focados nas demandas da indústria 4.0, conforme o site do mapeamento 4.0 (2020). É importante também a integração de outras empresas, independente do porte, mesmo as que não estejam ligadas ao SNI, para que possam trabalhar em conjunto (SCHWAB, 2018). Ao buscar soluções para a indústria 4.0 em conjunto, as organizações de todos os portes mudarão significativamente seus resultados, experimentando de uma forma mais completa, os benefícios da indústria 4.0 (SCHWAB, 2018).

4.3 INICIATIVAS POR SETORES

Em relação aos setores das organizações envolvidas com as iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, podemos notar que há uma predominância do setor de ensino-educação, visto que, conforme já mencionado, há uma forte concentração da horizontal capital humano nas iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul. As tecnologias da indústria 4.0 ainda estão em desenvolvimento no Brasil e em fase de estudos e pesquisas, ou seja, as tecnologias da indústria 4.0 são ainda pouco difundidas na indústria brasileira, afetando alguns setores (MAGALHÃES, REGINA; VENDRAMINI ANNE LISE, 2018).

Embora a adoção de tecnologias esteja ainda em ritmo lento, há oportunidades para o país, e para aproveitá-las, são necessárias mudanças nos sistemas de gestão (MAGALHÃES, REGINA; VENDRAMINI ANNE LISE, 2018).

. Segundo Magalhães e Vendramini (2018), inovação e sustentabilidade devem estar integradas em processos como os de gestão de risco, desenvolvimento de produtos, gestão de fornecedores e desenvolvimento de pessoas.

Conforme a tabela 4 mostra, pode-se chegar à síntese de todos os setores das organizações envolvidas com as iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul. Coerente com os dados analisados anteriormente, se verifica que há uma forte concentração no setor de educação e indústria, e pulverizado nos demais setores, com pouco envolvimento, por exemplo, do Governo e órgãos financiadores, o que é problemático para viabilizar as iniciativas.

Tabela 4: Setores

Setores	Frequência
Ensino / Educação	13
Indústria	9
Tecnologia da informação	4
Instituto de pesquisa	2
Laboratório	2
Plataforma digital	2
Associação de engenheiros	1
Banco	1
Entidade sem fins lucrativos	1
Escola de samba	1
Financiadora	1
Órgão da administração federal	1
Órgão do poder executivo	1
Sindicato	1
Telecomunicações	1
Total	41

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:
<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

O quadro 6 detalha os setores onde estão concentradas as iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul.

Quadro 6: Iniciativas por setores

Nome da Empresa	Setores
IFRS	Ensino - Educação
PARKS	Indústria
HT Micron	Indústria
NEO - UFRGS	Ensino - Educação
IFECTSC	Ensino - Educação
ABRASE	Ensino - Educação, Consultoria.
SENAI-DN	Indústria

MCTIC	órgão da administração federal
IPT - SP	Instituto de pesquisa
INATEL	Ensino - Educação
FINEP	Financiadora
SEBRAE	Entidade sem fins lucrativos
USP	Ensino - Educação
CPQD	Plataforma digital
UTFPR	Ensino - Educação
Festo Brasil	Tecnologia da informação
BNDES	Banco
VDI	Associação de engenheiros
UNB-EPR	Ensino - Educação
Khomp	Indústria
Rosas de Ouro	Escola de samba
CERTI	Laboratório
NIC - BR	Ensino - Educação
BSA	Indústria
Furukawa	indústria
MRE	Órgão do poder executivo
SENAI-SP	Indústria
Porto Digital	Laboratório Digital
FIESP	Indústria
WISE	Telecomunicações
CESAR.ORG	Plataforma digital
FACENS	Ensino - Educação
INESC P&D Brasil	Instituto de pesquisa

Senai/PR	Indústria
UNIMEP	Ensino - Educação
SM4RT Digital	Tecnologia da informação
PhDsoft	Tecnologia da informação
SINDIPEÇAS	Sindicato
CITS	Tecnologia da informação
UNESP	Ensino - Educação
Território da Carne	Ensino - Educação

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

Segundo o relatório do BNDES – plano nacional de IoT (2018), os setores são conhecidos como segmentos da economia, e essa segmentação é relevante, pois é a forma mais tradicional de se enxergar empresas que, dentro de um mesmo setor, possuem semelhanças operacionais muito significativas.

Estas semelhanças operacionais, são importantes para que as empresas envolvidas com as iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, possam se conhecer e se ajudar com as demandas que terão em seus respectivos setores de atuação.

4.4 CLIENTES OU PÚBLICO ALVO DAS INICIATIVAS

Conforme a tabela 5 que sintetiza os resultados, no que se refere ao público-alvo das iniciativas, podemos observar que, as iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul se concentram significativamente nas empresas e clientes ou usuários individuais, a serem capacitados. Vale ressaltar também que algumas iniciativas são destinadas a mais de um público-alvo.

Tabela 5: Público-alvo

Público-alvo	Frequência
Empresas	31
Clientes ou usuários individuais	18
Institutos de pesquisa	4
Governo	2
Total	55

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

O quadro 7, destaca em detalhe, os clientes ou público-alvo das iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul.

Quadro 7: Clientes ou público alvo das iniciativas

Nome da Empresa	Público-alvo
IFRS	Discentes de instituições de ensino e empresas.
PARKS	Empresas do setor público ou privado, de quaisquer segmento de atuação
HT Micron	Todas empresas e desenvolvedores de soluções para indústria 4.0 e IoT
NEO - UFRGS	Empresas da Região
IFECTSC	Profissionais das indústrias
ABRASE	Empresas do setor público ou privado

SENAI-DN	Pequenas, médias, grandes empresas e startups
MCTIC	Pequenas, médias, grandes empresas e startups
IPT - SP	Pesquisadores, professores, bolsistas
INATEL	Graduandos, técnicos e graduados em diversas áreas correlatas à Indústria 4.0
FINEP	Micro, pequenas, médias e grandes empresas
SEBRAE	Pequenos negócios inovadores. Grandes e Médias empresas.
USP	empresas fornecedoras de tecnologia; pesquisadores; alunos de graduação e de pós-graduação.
CPQD	Startups, pequenas, médias e grandes empresas; Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs).
UTFPR	Micro, pequenas, médias e grandes empresas
Festo Brasil	qualquer porte de empresa e segmento.
BNDES	Micro, pequenas, médias e grandes empresas
VDI	Diretores, tomadores de decisão.
UNB-EPR	Social, empresarial e acadêmica
Khomp	Desenvolvedores de plataformas, empresas.
Rosas de Ouro	Sociedade em geral
CERTI	empresas e startups tecnológicas
NIC - BR	Acadêmicos, interessados nas TIC
BSA	Setor produtivo e cidadãos
Furukawa	Pequenas, médias e grandes indústrias.
MRE	Startups
SENAI-SP	Empreendedores, empresários
Porto Digital	Grupos da ciência da computação, eletrônica, design, arquitetura, urbanismo, saúde
FIESP	Empresários, empreendedores e a sociedade
WISE	Operadores e prestadores de serviço telecom
CESAR.ORG	Desenvolvedores, universidades e instituto de pesquisa
FACENS	Graduandos e graduados de diversas áreas

INESC P&D Brasil	Empresas industriais e Instituições de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (ICT)
Senai/PR	Pequenas, médias e grandes empresas; Startups
UNIMEP	indústria, professores, pesquisadores e alunos de doutorado, mestrado e graduação.
SM4RT Digital	Segmento industrial de medio e grande porte
PhDsoft	Empresas de petróleo e de navegação, parques industriais, concessionárias de ferrovias e rodovias, administrações municipais e estaduais.
SINDIPEÇAS	Indústrias de componentes automotores
CITS	Empresas de Médio e Grande Porte
UNESP	instituições de Ensino, Empresas em geral, Institutos de Pesquisa e Desenvolvimento
Território da Carne	Estudantes de Zootecnia, Veterinária e Agronomia

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

Segundo Tessarini e Saltorato (2018), é importante a forma com que as empresas se relacionam com seus clientes (público-alvo), ou seja, é necessário conhecer bem o público alvo para entender o que o cliente necessita, qual o resultado que ele busca para sua empresa ou para seus projetos, qual a tecnologia de indústria 4.0 que ele busca desenvolver, entre outras demandas.

Conforme Santos et al. (2018) as melhorias nos processos de decisão melhoram os produtos e serviços, o relacionamento com os clientes, reduzem os desperdícios e os custos e conseqüentemente melhoram os lucros. Por isso é necessário conhecer bem os clientes ou público-alvo das iniciativas de indústria 4.0 para que possa se tomar decisões mais assertivas em relação a cada cliente, ou seja, entender o que o público necessita para evitar problemas desnecessários.

A Empresa Khomp, por exemplo, é uma empresa que possui uma forte parceria com seus clientes e fornecedores e desenvolve produtos de qualidade, segundo o site da Khomp. O público-alvo da Khomp são empresas que desenvolvem plataformas de gerenciamento de sensores de plantas industriais em nuvem, segundo o site do mapeamento 4.0 (2020). A Khomp está envolvida nas iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do sul e visa fornecer hardware

de infraestrutura para sensoriamento de plantas industriais e comerciais utilizando tecnologias de IoT, segundo o site do mapeamento 4.0 (2020).

Conforme Santos et al. (2018) com a indústria 4.0 e suas tecnologias, surgirão oportunidades que possibilitarão as empresas integrar as necessidades dos clientes nos seus processos de desenvolvimento e de produção. Então, conhecendo e segmentando o público-alvo ficará mais claro para as empresas envolvidas com a indústria 4.0 no Rio Grande do Sul direcionarem seus esforços de maneira adequada.

4.5 PARCEIROS DAS INICIATIVAS

Conforme a tabela 6 sintetiza, no que se refere aos parceiros das iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, podemos observar que esses parceiros são diferentes atores que fazem parte do SNI (Sistema Nacional de inovação), e que estão apoiando estas iniciativas sobre as demandas da indústria 4.0.

Tabela 6: Parceiros ligados ao SNI

Parceiros - SNI	Frequência
MCTIC	32
SENAI	30
Universidades	5
Escola Técnica da USP	2
Governo Federal	2
CNPQ	1
EMBRAPA	1
FINEP	1
IFRS	1
INATEL	1
IPT-SP	1
SEBRAE	1
Total	78

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

Podemos verificar, na tabela 6, que o MCTIC (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações) e o SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) são atores fundamentais das iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, estando presentes em diversas destas iniciativas, agregando expertise e conhecimento para as empresas envolvidas com as questões da indústria 4.0. Vale destacar que as instituições do sistema S e os órgãos públicos

são os grandes parceiros envolvidos nas iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul. Vale destacar também, que há poucas parcerias entre empresas, ou com incubadoras, parques tecnológicos e Universidades envolvidas nas iniciativas de indústria 4.0 no estado do Rio Grande do Sul.

Conforme Bulgacov et al. (2009), o SNI é conhecido como um arranjo institucional constituído por elementos que se relacionam e interagem na produção, na difusão e no uso do conhecimento dentro do Estado nacional. Os atores do SNI Brasileiro incluem empresas privadas e do setor público.

De acordo com Mamede et al. (2016), destaca-se alguns atores do SNI: Ministérios, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), Estados – Secretarias, as fundações de amparo à pesquisa (FAP), agências, bancos de desenvolvimento, municípios, universidades, ICTs, marco legal, empresas, sistema S, sistema financeiro (*venture capital* etc.), entre outros agentes.

Conforme detalhado no quadro 8, podemos observar que vários dos agentes tradicionais do SNI brasileiro, mencionados na literatura, estão entre as instituições parceiras mais presentes nas iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul. Estas instituições são de suma importância para agregar valor para estas iniciativas e auxiliam muito no processo de geração de inovação.

Quadro 8: Parceiros das iniciativas

Nome da Empresa	Parceiros
IFRS	SENAI-DN, MCTIC, IPT-SP, IFRS.
PARKS	SENAI, MCTIC
HT Micron	MCTIC, FINEP.
NEO - UFRGS	SENAI, MCTIC
IFECTSC	SENAI, MCTIC
ABRASE	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
SENAI-DN	SENAI, MCTIC

MCTIC	MCTIC, CNPq e EMBRAPA
IPT - SP	SENAI, MCTIC
INATEL	SENAI, MCTIC
FINEP	SENAI, MCTIC
SEBRAE	MCTIC
USP	ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CPQD	MCTIC
UTFPR	SENAI, MCTIC
Festo Brasil	SENAI, MCTIC
BNDES	SENAI, MCTIC, Governo federal
VDI	SENAI, MCTIC
UNB-EPR	SENAI, MCTIC
Khomp	SENAI, MCTIC
Rosas de Ouro	SPI - INTEGRACAO DE SISTEMAS LTDA
CERTI	SENAI - DN
NIC - BR	SENAI, MCTIC
BSA	SENAI, MCTIC
Furukawa	SENAI, MCTIC
MRE	SENAI, MCTIC, Governo federal
SENAI-SP	SENAI, MCTIC
Porto Digital	SENAI, MCTIC
FIESP	SENAI-DN, FINEP, SENAI-SP
WISE	SENAI, MCTIC
CESAR.ORG	MCTIC, Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações NUCLEO DE GESTAO DO PORTO DIGITAL
FACENS	Festo Brasil Ltda

INESC P&D Brasil	Universidade Federal de Goiás, PUCRS Universidade Federal da Bahia BRADEL ELETROELETRONICOS LTDA. UFSC
Senai/PR	SENAI, MCTIC
UNIMEP	SENAI, MCTIC
SM4RT Digital	MCTIC
PhDsoft	SENAI-DN, FINEP, SEBRAE NACIONAL, ESCOLA TÉCNICA DA USP
SINDIPEÇAS	SENAI, MCTIC.
CITS	SENAI, MCTIC.
UNESP	SENAI-SP
Território da Carne	SENAI, MCTIC.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

Como exemplo de parcerias, a empresa Phd Soft Tecnologia, possui iniciativa para otimizar o processo de manutenção de ativos críticos de forma a reduzir riscos de incidentes, poluição e perdas de vidas e também custos, segundo o site do mapeamento 4.0 (2020). O Senai é um importante ator do SNI que está apoiando esta iniciativa no Estado do Rio Grande do Sul.

O Sebrae, possui iniciativa para apoiar a conexão entre startups com grandes e médias empresas, visando a geração de negócios e desenvolvimento de novas tecnologias, segundo o site do mapeamento 4.0 (2020). O MCTIC é um ator do SNI fundamental nesta iniciativa.

Conforme já citado anteriormente, o SNI é composto por vários atores que vão desde empresas privadas a empresas públicas, que buscam trabalhar em conjunto para tornar o SNI Brasileiro um sistema ainda mais competitivo.

Ao analisarmos as iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul podemos observar que poucas instituições que fazem parte do SNI Brasileiro estão envolvidas nas iniciativas de indústria 4.0, sendo que os atores mais relevantes são o SENAI e MCTIC, que são entidades que estão diretamente ligadas e focadas nas iniciativas

de indústria 4.0. Criar parcerias com outros atores do SNI pode estimular as inovações e iniciativas ligadas a essa nova realidade da indústria.

4.6 TIPOS DE TECNOLOGIAS ADOTADAS

Neste tema central dos tipos de tecnologias adotadas nas iniciativas de indústria 4.0 no rio Grande do Sul, podemos observar na tabela 7 que uma boa parte destas iniciativas estão focadas em IoT (Internet das Coisas), que é uma das principais tecnologias de indústria 4.0 , pois conecta máquinas e produtos à Internet.

Conforme a tabela 7 sintetiza, podemos notar também que a Impressão em 3D e a inteligência artificial também são tecnologias usadas em iniciativas no Rio Grande do Sul, mas em menor expressão.

Cabe destacar, conforme a tabela, que poucas iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul estão focadas diretamente no uso de novas tecnologias, pois, como foi visto, as iniciativas estão concentradas em capacitações sobre indústria 4.0 e em estudos para uso futuro de novas tecnologias.

Tabela 7: Tipo de Tecnologia

Tecnologia	Frequência
Internet das Coisas (IoT)	9
Impressão em 3D	1
Inteligência Artificial	1
Total	11

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

Conforme o quadro 9, podemos observar, em detalhe, as tecnologias adotadas nas iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul. Vale ressaltar que algumas instituições informaram, no site mapeamento 4.0, de maneira genérica, que tem iniciativas de manufatura avançada, mas sem especificar as tecnologias que estavam buscando desenvolver, e isto acabou sendo uma limitação para a busca das tecnologias especificamente empregadas no conteúdo destas iniciativas.

Quadro 9: Tipos de tecnologias adotadas

Nome da Empresa	Tecnologia
IFRS	Conceitos e aplicações da Indústria 4.0
PARKS	Internet das coisas (IoT)
HT Micron	Internet das coisas (IoT)
NEO - UFRGS	Conceitos e aplicações da Indústria 4.0
IFECTSC	manufatura avançada.
ABRASE	manufatura avançada.
SENAI-DN	Conceitos e aplicações da Indústria 4.0
MCTIC	Conceitos e aplicações da Indústria 4.0
IPT - SP	Manufatura avançada, IoT.
INATEL	Conceitos e aplicações da Indústria 4.0
FINEP	Financiadora tecnologias 4.0
SEBRAE	Manufatura avançada
USP	Manufatura avançada
CPQD	IoT.
UTFPR	Conceitos e aplicações da Indústria 4.0
Festo Brasil	Conceitos e aplicações da Indústria 4.0
BNDES	Manufatura avançada
VDI	Conceitos e aplicações da Indústria 4.0
UNB-EPR	Estudos e aplicações da Indústria 4.0
Khomp	IoT.
Rosas de Ouro	Indústria 4.0, apresentação.
CERTI	aplicações da Indústria 4.0
NIC - BR	Manufatura avançada

BSA	IoT, Redes inteligentes.
Furukawa	IoT Conectividade.
MRE	Manufatura avançada
SENAI-SP	Estudos e aplicações da Indústria 4.0
Porto Digital	IoT.
FIESP	Estudos e aplicações da Indústria 4.0.
WISE	Manufatura avançada, IA.
CESAR.ORG	IoT.
FACENS	Estudos e aplicações da Indústria 4.0.
INESC P&D Brasil	Impressão em três dimensões (3D)
Senai/PR	Estudos e aplicações da Indústria 4.0
UNIMEP	Estudos e aplicações da Indústria 4.0.
SM4RT Digital	Estudos e aplicações da Indústria 4.0.
PhDsoft	Manufatura avançada
SINDIPEÇAS	Manufatura avançada
CITS	Estudos e aplicações da Indústria 4.0.
UNESP	Estudos e aplicações da Indústria 4.0.
Território da Carne	Estudos e aplicações da Indústria 4.0.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020) com base nos dados do site:

<https://mapeamento40.mctic.gov.br>

É sabido que as tecnologias de indústria 4.0 terão papéis fundamentais para o avanço da indústria 4.0, isto porque estas tecnologias, como já mencionado anteriormente, trarão significativos resultados para as empresas em diversos aspectos.

De acordo com Neto et al. (2018), com o objetivo estratégico de explorar o alto potencial econômico e de inovação resultante do impacto das tecnologias de informação e comunicação na indústria, o principal foco da Indústria 4.0, é melhorar as cadeias de valor em todas as fases do ciclo de vida do produto, e as tecnologias de indústria 4.0 são fundamentais nestes processo. Os desafios chave para atingir esse objetivo são: criação de fluxos de trabalho digitais ao longo do ciclo de vida do produto; processos de manufatura altamente flexíveis e adaptáveis; além da capacidade de criar e produzir produtos individualizados (ANDERL, 2014, apud NETO et al., 2018).

Ao Analisarmos as iniciativas de indústria 4.0 no estado do Rio Grande do Sul, é possível observar que tecnologias de conectividade já estão sendo testadas, como é o caso da iniciativa da empresa PARKS, que está testando uma infraestrutura de rede óptica para a indústria 4.0, que permitirá que em uma única infraestrutura de rede, sejam interligados, de forma simples, todos os sistemas existentes numa planta industrial, conforme o site do mapeamento 4.0 (2020). Essa infraestrutura trará significativos resultados para as tecnologias de indústria 4.0, em especial para a IoT, que demandará uma boa estrutura de rede para se obter o efeito esperado, conforme o site do mapeamento 4.0 (2020).

Conforme o site do mapeamento 4.0 (2020), vale ressaltar a iniciativa da empresa HT Micron que também vem investindo em tecnologia de conectividade para a indústria 4.0 e criará o primeiro Chip brasileiro para indústria 4.0 e IoT. A empresa HT Micron já está iniciando produção de amostras deste produto que promete revolucionar o quesito conectividade, segundo o site do mapeamento 4.0 (2020).

Ainda segundo a empresa HT Micron, o primeiro chip brasileiro para indústria 4.0 e IoT fornecerá conectividade pronta para uso, e utilizará rede *Sigfox* sem restrição de região (protocolo *Monarch*), e suas pequenas dimensões, alto desempenho e baixo consumo de energia são ideais para dispositivos e equipamentos em todos os segmentos, segundo o site do mapeamento 4.0 (2020).

De acordo com Neto et al. (2018), há uma oferta de tecnologia na indústria, a qual já é presente na rotina da sociedade por meio de smartphones, apps, laptops, por exemplo. Essas tecnologias são identificadas como: aumento da mecanização e automação no ambiente de trabalho; digitalização da manufatura e criação de redes por meio de sensores e atuadores para funções de análise e controle e

miniaturização de componentes computacionais, ou seja, de forma resumida, essa visão do futuro da produção, ou indústria 4.0, contém sistemas modulares e eficientes de produção e é caracterizado por cenários onde os produtos controlam seus próprios processos de manufatura (NETO et al., 2018).

Em relação à pesquisa e desenvolvimento, o IFRS (instituto federal do Rio Grande do Sul), propõe ações de pesquisas múltiplas para o desenvolvimento de tecnologias para a manufatura aditiva, produção de filamentos especiais e capacitação de recursos humanos para atuar na solução de problemas, segundo o site do mapeamento 4.0 (2020).

Conforme o site do mapeamento 4.0 (2020), o Senai, que já oferece cursos de capacitação e cursos técnicos sobre a indústria 4.0 e suas tecnologias, possui também iniciativas para promover cursos de graduação e também pós graduação em indústria 4.0 e Internet das Coisas (IoT). Além destas iniciativas o Senai possui também outras iniciativas como promover a adoção das tecnologias de inteligência artificial pelo setor industrial, utilização de tecnologias não tradicionais na melhoria de processos produtivos, desenvolvimento acelerado de produtos e criação de novos modelos de negócio, com o objetivo de aumentar a competitividade das empresas, conforme o site do mapeamento 4.0 (2020). O Senai dispõe de laboratórios que podem ser usados pelas empresas, os quais possuem tecnologias avançadas, como impressoras 3D, disponíveis, por exemplo, em seu centro de inovação, na cidade de São Leopoldo. Como podemos observar existem algumas tecnologias de indústria 4.0 sendo desenvolvidas e testadas no estado do Rio Grande do Sul.

Conforme Schwab (2018), as tecnologias da quarta revolução industrial crescerão exponencialmente, emergirão fisicamente e se incorporarão em nossa vida. Segundo Schwab (2018) quanto mais rápido uma nova tecnologia cresce, mais profundamente seremos desafiados a nos adaptar a seus impactos disruptivos.

As tecnologias da quarta revolução industrial se dimensionarão muito mais rapidamente do que aquelas das revoluções anteriores, porque podem ser construídas e difundidas por meio das redes digitais da terceira revolução industrial (SCHWAB, 2018).

CONCLUSÃO

O presente estudo cumpriu com seu objetivo, pois conforme o levantamento dos dados retirados do site Mapeamento 4.0, foi possível identificar e analisar as iniciativas de indústria 4.0 que estão em andamento no estado do Rio Grande do Sul, bem como as tecnologias de indústria 4.0 que vem sendo utilizadas nas empresas e instituições.

Após analisar as iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul, Conclui-se que há uma forte concentração de iniciativas na horizontal de IoT capital humano, e na vertical indústria. Não foram identificadas, na base analisada, iniciativas focadas nas verticais saúde, agricultura e cidades inteligentes. Verificou-se também que muitas iniciativas se encontram ainda em fase de pesquisa e desenvolvimento. Também foi possível concluir que atores importantes do SNI, como o SENAI e o MCTIC, são incentivadores das empresas envolvidas com as iniciativas.

Verificou-se também uma forte concentração das iniciativas no setor de educação (treinamento e formação de mão de obra) e indústria, mas com pouco envolvimento, por exemplo, de outros órgãos de Governo e órgãos financiadores, o que é problemático para viabilizar as iniciativas. Talvez isso se deva ao fato do conjunto de dados analisados pertencer a uma página coordenada pelo MCTIC, porém fica esse indicador de que não foi identificada a participação de outras instituições como apoiadoras dos projetos analisados.

Destaca-se a importância do apoio do Governo para viabilizar as iniciativas, pois, há necessidade de reestruturações amplas nos aparatos que suportam a inovação no Brasil, envolvendo mudanças sobretudo no sistema educacional e na consolidação de uma cultura de inovação baseada em investimentos públicos e privados em P&D industrial, notadamente com a disseminação de institutos de desenvolvimento tecnológico e com o fortalecimento das relações empresa-universidades (MAMEDE et al., 2016).

Com este trabalho foi possível concluir também que as iniciativas concentram-se significativamente nas empresas proponentes das iniciativas, envolvendo clientes ou usuários individuais, por exemplo, pessoas a serem capacitadas. Poucos

parceiros (atores diversos do SNI), estão envolvidos nas iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, com destaque como já comentado anteriormente, para o SENAI e o MCTIC. Para se ter sucesso na implementação e adoção das tecnologias de indústria 4.0 é necessário que as formas de governança sejam mais compatíveis com o futuro, adaptáveis e com lideranças multilaterais, incluindo novas normas, padrões e práticas (SCHWAB, 2018).

Da mesma forma, pelos dados do site, poucas iniciativas de indústria 4.0 no Rio Grande do Sul estão focadas diretamente no uso já efetivado de novas tecnologias, pois, como foi visto, as iniciativas estão concentradas em capacitações sobre indústria 4.0 e em estudos para uso futuro de novas tecnologias. Em suma, pelos dados analisados, parece que o desenvolvimento da indústria 4.0 no estado do Rio Grande do Sul ainda se encontra em um estágio bastante inicial.

O conteúdo da bibliografia deste trabalho embasou, de forma abrangente, a caracterização da indústria 4.0 e suas tecnologias, mostrando os possíveis benefícios e aplicações destas tecnologias, assim como as oportunidades que a indústria 4.0 poderá trazer para as empresas rumo ao sucesso da indústria 4.0 no Rio Grande do Sul.

Este trabalho contribuiu ao abordar um tema atual e relevante, mas sobre o qual ainda há pouca produção bibliográfica no Brasil. Espera-se que a análise das iniciativas de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul seja de grande valia para futuros estudos e que possa contribuir para o desenvolvimento de assuntos relacionados a indústria 4.0 e suas tecnologias no estado.

O desenvolvimento da indústria 4.0 no Rio Grande do Sul, como reconhecimento de uma nova revolução industrial, é um campo de importância para a administração, visto que expõe preceitos de impactos em todas as vertentes gerenciais, transpondo barreiras de gestão que se limitavam aos desafios e às tecnologias das revoluções industriais anteriores.

Fica evidente que estas iniciativas de indústria 4.0 se apresentam para as organizações como um meio de alcançar as vantagens competitivas e eficiência para diversos segmentos de mercado, em todos os setores. Porém, entende-se que se faz necessária a atualização e acompanhamento das empresas e instituições aos percursos e sinais que o mercado pode apresentar. É de suma importância que os produtos e serviços, somados às tecnologias advindas da indústria 4.0, possam gerar inovações rentáveis e sustentáveis para o futuro.

Há a necessidade de que o Governo Federal e o SNI brasileiro valorizem e apoiem as iniciativas de indústria 4.0 realizadas no Rio Grande do Sul, bem como os produtos resultantes delas, para que tenhamos a oportunidade de ver estas iniciativas sendo colocadas em prática. É importante também que se estabeleça a cooperação entre os agentes, entidades e empresas capacitadas em suprir a necessidade do mercado, bem como a possibilidade de trabalharem em conjunto para atingirem resultados expressivos.

A maior limitação deste trabalho foi ter analisado uma única base de dados sobre o tema (o site <https://mapeamento40.mctic.gov.br>). Sugere-se que para as pesquisas futuras que o foco esteja estabelecido em estudos com assuntos voltados ao emprego das tecnologias de indústria 4.0 e acompanhamento da expansão de indústria 4.0 no Estado do Rio Grande do Sul, utilizando outras fontes de dados, como pesquisas survey e estudos de casos, e também nos outros estados brasileiros, pois tendem a ser de suma importância, levantando os assuntos determinantes e caminhos potenciais de crescimento tecnológico.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURA DE PRECISÃO. *In: AGROLINK*. São Paulo, 12 Setembro, 2016. Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/georreferenciamento/agricultura-de-precisao_361504.html. > Acesso em: 05 Nov. 2019.

AGRICULTURA 4.0, a **agricultura conectada**. *In: EMBRAPA*. Paraná, 30 Agosto, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/15894563/agricultura-40-a-agricultura-conectada>. > Acesso em: 04 Nov. 2019.

AGRICULTURA 4.0 é uma realidade que veio para ficar. *In: REVISTA DE AGRONEGÓCIOS*. São Paulo, 14 Dezembro, 2019. Disponível em: <<https://revistadeagronegocios.com.br/agricultura-4-0-e-uma-realidade-que-veio-para-ficar/>> Acesso em: 22 Abr. 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.

BNDES, **Produto 9a: Relatório final de estudo, Internet das coisas: um plano de ação para o Brasil**. *In: MCTIC*. Rio de Janeiro, RJ, Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/inovacao/paginas/politicasDigitais/arquivos/estudo_iot/fase_3/produto-9A-relatorio-final-estudo-de-iot.pdf > Acesso em: 13 Nov. 2019.

BRAGANÇA, Jânio. **Implementação das tecnologias da indústria 4.0. Requisitos, fatores motivadores e barreiras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/199958> > . Acesso em: 11 Novembro 2019.

BULGACOV, Yara Lucia, et al. **O sistema nacional de inovação e a ação empreendedora no brasil**. BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos. Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 120-137, 2009. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337228638004>>. Acesso em: 7 Abril 2020

DENCKER, DA VIÁ. **Pesquisa empírica em ciências humanas: com ênfase em comunicação**. São Paulo: Futura, 2001.

DESAFIOS PARA A INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL, . *In: PORTAL DA INDÚSTRIA*. Brasília, Agosto, 2016. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/>. > Acesso em: 03 Nov. 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas S.A, 2017.

KLEIN, Amarolinda. **Metodologia de pesquisa em administração: uma abordagem prática**. São Leopoldo, RS: Editora Unisinos, 2012.

MAGALHÃES, Regina, VENDRAMINI, Annelise. **Os impactos da quarta revolução industrial**. São Paulo, v. 17, n. 1, JAN/FEV, 2018. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/viewFile/74093/71080>> Acesso em: 4 Novembro 2019.

MAMEDE, Michele, et al. **Sistema nacional de inovação: uma análise dos sistemas na Alemanha e no Brasil**. Revista de gestão e tecnologia. Florianópolis, v. 6, n. 4, p. 06-25, 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=350454048002>>. Acesso em: 7 Abril 2020.

MATOS, João. **Uma abordagem para integração de Sistemas de Manufatura num contexto de Indústria 4.0**. Dissertação (Mestrado em Engenharia eletrotécnica e de computadores) – Faculdade de ciências e tecnologia , Universidade Nova de Lisboa, 2017. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/34376>. > Acesso em: 5 Novembro 2019.

NETO, Anis, et al. **A busca de uma identidade para a indústria 4.0** Brazilian. Journal. of Develop. Curitiba, v. 4, n. 4, p. 1379-1395, 2018. Disponível em: <<http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/183>>. Acesso em: 7 Abril 2020.

PACHECO, Ana Clara. **A indústria 4.0 e seu impacto nas estratégias das organizações – Estudo de caso em uma empresa de treinamentos em informática**, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de produção) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2017. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/4868> >. Acesso em: 6 Novembro 2019.

Painel debate **Indústria 4.0 e sua inserção no Rio Grande do Sul**. In: *JORNAL DO COMÉRCIO*. Rio Grande do Sul, 23 Maio, 2019. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/economia/2019/05/685583-painel-debate-industria-4-0-e-sua-insercao-no-rio-grande-do-sul.html> Acesso em: 22 Abr. 2020.

PEREIRA, Adriano, SIMONETTO, Eugênio. **Industria 4.0: Conceitos e perspectivas para o Brasil**. Revista da Universidade Vale do rio Verde, Minas Gerais, MG. v. 16, n. 1, Jan-Jul, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938>. >Acesso em: 24 Outubro 2019.

RICHARDSON, Robert Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, Beatrice. **Indústria 4.0: Desafios e oportunidades**. Revista Produção e desenvolvimento. Rio de Janeiro, RJ, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Beatrice_Santos/publication/325060590_INDUSTRIA_40_DESAFIOS_E_OPORTUNIDADES/links/5af426a40f7e9b026bcd081a/INDUSTRIA-40-DESAFIOS-E-OPORTUNIDADES.pdf>. Acesso em: 17 Outubro 2019.

SANTOS, Ismael, SANTOS, Ruan, SOUZA, Daniel. **Análise da indústria 4.0 como elemento rompedor na administração de produção**. Future Journal, São Paulo, SP. v. 11, n. 1, p. 48-64 Jan-Abr, 2019. Disponível em: <<https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA590762782&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=21755825&p=IFME&sw=w>>. Acesso em: 6 Novembro 2019.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWAB, Klaus. **Aplicando a quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

SEVERO, Lutiano. **Oportunidades e desafios da Internet das coisas: Análise dos dados da consulta de pesquisa pública do Governo Federal**, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017.

SILVEIRA, Aline, et al. **Análise do Sistema Nacional de Inovação no setor de energia na perspectiva das políticas públicas brasileiras**. Cad. EBAPE.BR, edição especial. Rio de Janeiro, v. 14, n. 6, p. 506-526, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395117320> >. Acesso em: 7 Abril 2020.

SOUZA, Elana. **Características e Impactos da Indústria 4.0: Percepção de Estudantes de Ciências Contábeis**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em ciências contábeis) – Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/188365>>. Acesso em: 05 Novembro 2019.

TESSARINI, Geraldo, SALTORATO, Patricia. **Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura**. Revista Científica eletrônica de engenharia de produção. São Paulo, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018. Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2967>>. Acesso em: 5 Novembro 2019.