

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DE CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

ALISSON CAMATTI PANAZZOLO

ELEVANDO A CAPACIDADE DE APLICAÇÃO DA RFID NAS ORGANIZAÇÕES

**CAXIAS DO SUL
2021**

ALISSON CAMATTI PANAZZOLO

ELEVANDO A CAPACIDADE DE APLICAÇÃO DA RFID ÀS ORGANIZAÇÕES

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação de Administração apresentado à Área do Conhecimento de Ciências Sociais da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Administração.

Orientadora TCC I: Profa. Dra. Margareth Rodrigues de Carvalho Borella

Orientador TCC II: Prof. Me. Leonardo Roth

**CAXIAS DO SUL
2021**

ALISSON CAMATTI PANAZZOLO

ELEVANDO A CAPACIDADE DE APLICAÇÃO DA RFID ÀS ORGANIZAÇÕES

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação de Administração apresentado à Área do Conhecimento de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Administração.

Orientadora TCC I: Profa. Dra. Margareth Rodrigues de Carvalho Borella

Orientador TCC II: Prof. Me. Leonardo Roth

Banca Examinadora

Prof. Me. Leonardo Roth – Orientadora
Universidade de Caxias do Sul

Prof^a. Dra. Margareth Rodrigues de Carvalho Borella
Universidade de Caxias do Sul

Prof^a. Ma. Elisandra Martins
Universidade de Caxias do Sul

“Tudo o que temos de decidir, é o que fazer com o tempo que nos é dado”.

Gandalf; J.R.R. Tolkien

RESUMO

Este estudo tem por objetivo identificar a funcionalidade e aplicabilidade, bem como os desafios e benefícios da tecnologia de identificação por radiofrequência, a RFID, inserida às organizações. Como um dos meios de melhoria aos processos nas organizações e porta de entrada para aquelas que buscam atualizar-se ao modelo de Indústria 4.0, através da classificação desta em características, sendo: Desempenho; Contribuições; Investimento e Aplicação; o estudo toma cunho qualitativo exploratório, através do modelo de estudo de caso para categorização da tecnologia RFID. Foram abordadas organizações que distribuem esta ferramenta e soluções a partir dela, e também, que empregam a RFID atualmente em seus processos, assim, proporcionando a comparação entre as áreas comercial e empresarial. Para tanto, diferentes roteiros de entrevistas foram elaborados baseados em uma análise bibliográfica do assunto chave. O resultado deste estudo é a transformação da RFID em características que as organizações devem ter ciência ao aderir a utilização da ferramenta.

Palavras-chave: RFID. Tecnologia. Estudo de caso. Características. Clusters. Indústria 4.0.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frequência de palavras base Scopus	17
Figura 2 - Frequência de palavras base Web of Science	17
Figura 3 - Estrutura 3 V's do Big Data	21
Figura 4 - Concepção de Clusters	30
Figura 5 - aracterísticas da RFID	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Manufatura habilitada para IIoT	25
Tabela 2 - Artigos Seleccionados	29
Tabela 3 - Roteiro Comercial.....	36
Tabela 4 - Roteiro Empresarial	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPS	<i>Cyber Physical Systems</i>
IA	Inteligência Artificial
ID's	Identificação Digital
IoS	<i>Internet of Service</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IioT	<i>Industrial Internet of Things</i>
IFF	<i>Friendly or Foe Identification</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
M2M	<i>Machine to Machine</i>
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
RFID	Identificação por Radiofrequência
SMO	<i>Smart Manufacturing Objects</i>
TAG	Etiqueta
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA.....	11
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivos específicos	12
1.3 JUSTIFICATIVA	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS	14
2.2 PRIMÓRDIOS DE UMA NOVA REVOLUÇÃO	15
2.3 IV REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	16
2.3.1 Internet of Things.....	18
2.3.2 Cyber Physical Systems.....	19
2.3.3 Big Data	20
2.3.4 Smart Factory.....	22
2.4 INTERNET OF THINGS X INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS	23
2.5 RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID).....	26
2.5.1 Tags Ativas	27
2.5.2 Tags Passivas	27
2.6 CARACTERÍSTICAS DA RFID EM CLUSTERS	28
3 METODOLOGIA	31
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	31
3.2 PARTICIPANTES	32
3.3 COLETA DE DADOS.....	33
3.3.1 Entrevista	34
3.3.2 Observação.....	34
3.3.3 Análise documental.....	34
3.4 INSTRUMENTO DE PESQUISA.....	35
3.4.1 Roteiro área comercial	35
3.4.2 Roteiro área indústrial.....	36
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	37
3.5.1 Roteiro da análise.....	38
4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	39
4.1 RELATÓRIO DE ENTREVISTAS.....	39
4.2 RFID E SEUS CLUSTERS	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES FUTURAS	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

O termo indústria 4.0 foi apresentado à comunidade industrial há algum tempo, definindo uma metodologia necessária para gerar a transformação da manufatura principal baseada na máquina para a digital, porém, tal revolução está ligada a efeitos sociais também. A *Internet of Things*, ou, IoT surge nesse cenário com um efeito dessa transição, uma vez que permite a comunicação entre máquinas, denominada M2M (*machine-to-machine*), tornando assim processos produtivos com menos colaboradores inseridos. Em segundo temos a autonomia como motivação importante nesse processo, por meio de sensores e sistemas ciberfísicos (CPS), tais processos estão se tornando cada vez mais autossuficientes, constituindo sistemas de produção mais consistentes, ágeis e inteligentes (OZTEMEL; GURSEV, 2020).

Nos últimos anos, o termo *internet* começou a ser associado a coisas até assumir sua nova identidade como IoT, ou, de forma geral, internet das coisas. Como sua definição já indica, as coisas são associadas através da internet por tecnologias de comunicação sem fio, como é o caso da identificação por radiofrequência, ou RFID. Deste modo, pode-se explicar a IoT brevemente como coisas que estão associadas por meio da internet, assim, facilitando a coleta de diferentes informações e sua transferência a locais definidos pela mesma (KHANNA; KAUR, 2019).

Um sistema RFID, basicamente é constituído através de leitores e etiquetas ou *tags* como são conhecidas, estas são aplicadas a determinados objetos ou processos para que através de um campo magnético o leitor possa solicitar as informações nela contidas acerca daquele objeto ou ação, isso ocorre em tempo real e sem a necessidade de uma linha de visão direta da mesma. Aplicando um olhar mais técnico de sua operação, tal resultado advém da combinação de um chip conectado a uma antena, quando detectado um comando do leitor o sinal é devolvido com os respectivos dados (KHANNA; KAUR, 2019).

Como pode-se observar, o estudo fundamenta-se na evolução da indústria e seus serviços, impulsionada pelo avanço de tecnologias chaves para tornar os processos destas inteligentes. Dentro deste universo, será tomado como foco o papel da RFID como uma tecnologia de entrada para organizações que desejam inserir-se ao modelo 4.0 de indústria. O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, os quais estão distribuídos respectivamente a partir da Introdução (Capítulo 1), Referencial teórico (Capítulo 2),

Metodologia (Capítulo 3), Análise dos resultados (Capítulo 4), Considerações finais, limitações da pesquisa e sugestões para estudos futuros (Capítulo 5).

1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

A indústria 4.0 tem um impacto além da digitalização das empresas, isto é, tal movimento força a adoção a novos métodos de gerenciamento de processos e negócios, modificando assim estratégias de desenvolvimento de novos produtos, introdução dos mesmos ao mercado, modo de distribuição, bem como o desenvolvimento de *marketing* sobre eles. Isto corrobora com um dos enfoques principais da indústria 4.0, sendo a contínua melhoria da eficiência, produtividade, retorno de investimentos e segurança (COELHO, 2016).

Para Santos et al. (2018) a idéia de indústria 4.0 empodera a implementação de sensores ao ambiente de produção, unificando os mundos físico e virtual, criando assim os *Cyber Physical Systems* (CPS). Esses sistemas conversam entre si através da *Internet of Things* (IoT), fazendo uso de padrões baseados em rede, têm a função de analisar dados antecipando assim a prevenção a falhas e adaptação a mudanças. Tal efeito é perceptível na indústria de manufatura e serviços, com o aumento da qualidade, produção e serviços. (AGRAWAL; VIEIRA, 2013; SANTOS et al., 2018).

A identificação por radiofrequência, ou RFID , representa uma tecnologia automática de identificação de dados, estruturada por três módulos: uma etiqueta comportando um microchip conectado a uma antena; um leitor que ao emitir ondas de rádio recebe respostas das etiquetas (*tags*); e por último, um *software* com o papel de unir *hardware* e *apps* corporativos para leitura e obtenção de dados. (MCFARLANE et al., 2003) Através do estudo de Thonemann (2002) o autor demonstrou que após a implantação da RFID, as empresas Procter & Gamble e Wal-Mart reduziram seus níveis de estoque em 70% e aprimoraram seus serviços prestados de 96% para 99%, reduzindo conjuntamente custos administrativos com a reformulação da cadeia de suprimentos.

O presente estudo se propõe a elucidar o campo de atuação da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID). Como apresentado até o momento, através do conceito de indústria 4.0, a inserção e uso da tecnologia nas empresas tem se tornado necessário para o avanço e continuidade das mesmas no mercado, a fim de se manterem competitivas frente aos concorrentes. Com o conceito de IoT inserida nas empresas, a RFID surge como uma nova tecnologia de rastreabilidade, podendo reduzir custos de armazenamento, manuseio e

distribuição. (GAUKLER, 2005; LI; KEHOE; DRAKE, 2006; GARCIA et al., 2007) Portanto, a questão que conduz a realização desse trabalho é: identificar quais são as características demandadas para aplicação da RFID nas organizações?

1.2 OBJETIVOS

Identificar as características da RFID nas organizações a partir da divisão em clusters. Contrapondo o ponto de vista acadêmico, comercial, e empresarial, através de um estudo de caso de natureza qualitativa exploratória.

1.2.1 Objetivos específicos

Foram definidos como objetivos específicos de pesquisa os itens abaixo:

- a) Realizar entrevistas com organizações que distribuem e aplicam a tecnologia RFID aos seus processos.
- b) Comparar os resultados das entrevistas absorvendo os saberes de cada área.
- c) Apresentar os resultados da análise dos clusters a respeito das características do uso da RFID nas organizações.
- d) Identificar ao final, quais são os pontos a serem analisados para aplicação da tecnologia em questão.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Schwab (2019) passamos pelo prelúdio de uma quarta revolução industrial. Esta é marcada através do uso intensivo de novas tecnologias digitais, possibilitando assim a concepção de novos produtos com mais rapidez, *feedback* de demanda em tempo real e otimização da cadeia de suprimentos e produção.

Dentre estas, encontra-se como uma das principais soluções tecnológicas a *Internet of Things* (IoT), ou, Internet das Coisas. A possibilidade de utilizar dispositivos como: identificação por radiofrequência (RFID), *tags*, sensores, atuadores, *smartphones*, entre outros, conectados à rede em qualquer lugar e hora, iniciou a era da ubiquidade, característica essencial e também pilar fundamental para o surgimento da IoT (TIBURSKI et al., 2015).

A RFID vem ganhando espaço através de seu constante desenvolvimento, sua função é comparada a sua tecnologia antecessora, o código de barras. Porém esta permite a identificação à distância não sendo necessário uma linha de visão para obtenção dos dados. Também é capaz de suportar um conjunto maior de IDs, podendo conter informações adicionais como especificações sobre o produto, e até realizar medições como a temperatura do ambiente. Os sistemas RFID também suportam cobertura a um maior espaço sem a necessidade da assistência humana (LI; KEHOE; DRAKE, 2006; WANT, 2006).

A principal relutância sob o uso desta tecnologia ainda é seu alto custo de implementação quando comparada às de rotulagem tradicionais, porém, a RFID sustenta-se pela oferta de valor agregado e apoio a diversas áreas que compõem o ciclo do produto. A partir de uma análise de literatura, foi observado as principais áreas onde a RFID poderia atuar com êxito, sendo elas, gestão de estoques, políticas de reposição de material e com o efeito chicote, presente quando ocorre diferença de percepção entre a procura observada pelo comprador e o fornecedor (SARAC; ABSI; DAUZÈRE-PÉRÈS, 2010).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A partir deste ponto será apresentada a base teórica para desenvolvimento do estudo. Inicialmente é abordado o desenvolvimento das indústrias até a era digital, assim levando as tecnologias que caracterizam este avanço, as quais são abordadas respectivamente. Após é apresentado o assunto chave delimitado por este, que se apresenta diretamente ligado a indústria da era digital e seus pilares. Finalizando, serão abordadas as características, desafios e oportunidades ocasionadas pelo uso da RFID divididos em clusters, a partir da análise bibliográfica.

2.1 REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Através da história percebe-se que as revoluções ocorrem a partir do momento em que surgem novas tecnologias e formas de adaptá-las ao mundo, promovendo assim rupturas nas sociedades e em sistemas econômicos. As indústrias sempre foram os pilares do desenvolvimento de um país, e estas passam por processos de revolução desde o final do século XVIII buscando principalmente o aumento da produtividade. Atualmente o mundo como conhecemos já passou por três revoluções e vive no limiar de uma quarta (BITKOM; VDMA; ZVEI, 2016; SCHWAB, 2019).

A primeira Revolução marca o início da era “industrial”, por volta de 1780 com a invenção da máquina a vapor o trabalho deixa de ser manual, além disso, os teares agora mecânicos passam a centralizar as pessoas nas fábricas localizadas em centros urbanos, promovendo conjuntamente um movimento de êxodo rural, já que, anteriormente os tecidos eram produzidos em casa pelos trabalhadores (DRATH; HORCH, 2014; BITKOM; VDMA; ZVEI, 2016).

Cerca de cem anos depois, a energia elétrica vinha para revolucionar as indústrias, iniciando a segunda era. Sua adoção possibilitou as chamadas linhas de produção, com foco total na quantidade produtiva que poderia ser alcançada. Este conceito ficou mundialmente conhecido através de Henry Ford e a produção do modelo Ford T. Ele dividiu a montagem do veículo em linhas, onde cada trabalhador desempenhava repetidamente apenas uma função (DRATH; HORCH, 2014; BITKOM; VDMA; ZVEI, 2016; COELHO, 2016).

Ao final da década de 1960, surge a terceira revolução industrial, também conhecida como revolução digital. Em 1969 a empresa Monicon apresenta ao mercado seu primeiro controlador lógico programável, trazendo a possibilidade de programar sistemas digitais. Com isso, abrindo as portas para o uso de computadores, automação, robótica, processamento e armazenamento de dados de forma digital, sistemas esses que seriam alavancados ainda mais por volta de 1990 com o surgimento da internet (DRATH; HORCH, 2014; COELHO, 2016).

2.2 PRIMÓRDIOS DE UMA NOVA REVOLUÇÃO

A primeira menção ao termo “indústria 4.0” advém de uma feira realizada no ano de 2011 em Hanôver na Alemanha, a *Hannover Messe*, esta representa uma das maiores feiras mundiais sobre novas tecnologias e soluções. Sua primeira edição aconteceu em 1947 por meio de um acordo do governo militar britânico, com o intuito de impulsionar a recuperação econômica da Alemanha pós-guerra. Devido ao seu sucesso vem sendo realizada anualmente (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016). Durante o evento, uma iniciativa composta por políticos, empresas e academia alemã, expuseram tal termo como sendo parte da “*High-Tech Strategy 2020 Action Plan*” para o país, com o intuito de tornarem-se líderes em inovação tecnológica (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; KHAN; TUROWSKI, 2016).

Desde o ano de 2006, o governo alemão demonstrava interesse e atuava com o propósito de alcançar uma forte posição competitiva através da inovação. Após o evento citado, em 2012 foi criado um grupo de trabalho que ficaria responsável por desenvolver e acelerar a pesquisa em cinco campos principais, como, clima/energia; saúde/alimentação; mobilidade; segurança e comunicação, promovendo assim, a transformação dos resultados em tecnologias comercializáveis. O primeiro relatório foi publicado em 2015, demonstrando o potencial da indústria 4.0 para o desenvolvimento econômico e da sociedade (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; KHAN; TUROWSKI, 2016; SMIT et al., 2016).

Com isso, a Alemanha despertou interesse em diversos outros países e empresas que passaram a desenvolver seus próprios conceitos a respeito desta, que passaria a representar uma nova era industrial. O interesse político, científico, acadêmico e empresarial expandiram-se rapidamente, já que pela primeira vez, uma revolução industrial pode ser abordada antes de tornar-se realidade (SUGAYAMA; NEGRELLI, 2015; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

2.3 IV REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O avanço tecnológico traz consigo não apenas soluções, mas também desafios. Encontram-se neste cenário as organizações, onde as que desejam expansão precisam se adaptar a novas realidades de mercado. O conceito de indústria 4.0 introduz o uso da tecnologia como receita para tal, proporcionando as chamadas “*Smart Factories*”, ou, “fábricas inteligentes”, estas fazem uso de sistemas físicos e virtuais de fabricação operando conjuntamente. Diante da inevitável percepção de evolução de processos, inicia-se a busca por novos modos e soluções que viabilizem a continuidade, posição de mercado e geração de valor do negócio perante esta nova etapa (SCHWAB, 2019). A união desses sistemas abrangem uma cadeia de tecnologias conectadas através da IoT, objetivando ambientes de trabalho mais colaborativos e flexíveis. Sob esta ótica, sistemas de produção beneficiam-se da auto-configuração, auto-otimização e inteligência artificial (IA), para realizar demandas complexas, alcançar eficiência no uso de recursos e qualidade superior de seus produtos (BAHRIN et al., 2016).

A aplicação do conceito de *Smart Factory* ocorre em três dimensões, I) integração vertical: a conexão entre pessoas, objetos e sistemas da empresa que leva a criação de redes de valor dinâmicas; II) integração horizontal: ocorre através das redes de valor, utilizando-se as novas tecnologias para trocar e gerir informações entre os participantes do processo, integrando assim clientes, fornecedores e parceiros do negócio. E, por último, III) a integração de ponta a ponta, essa se dá com a união da vertical e horizontal, com isso, toda informação é coletada durante o ciclo de um produto, e agrega valor desde sua concepção até a entrega ao cliente (EUROPEAN PARLIAMENT, 2015).

O estudo dos autores Herman, Pentek e Otto (2016) apontam as quatro principais tecnologias que compõem a indústria 4.0 através de uma revisão de literatura, sendo elas: *Cyber Physical Systems* (CPS); *Internet of Things* (IoT); *Smart Factory* e a *Internet of Service* (IoS). Já, no estudo de Xu, Xu e Li (2018) de mesma natureza, destacam-se três tecnologias fundamentais: a *Internet of Things* (IoT); *Cloud Computing* e *Cyber Physical Systems* (CPS). Ambos autores destacam que existem ramificações dentro de cada tecnologia apresentada. A fim de melhor apresentar quais os estudos realizados apresentam como assuntos chave neste ciclo e colaborar com a revisão de literatura, foi realizada uma análise de co-ocorrência baseada na Lei de Zipf, a partir das bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, buscando identificar quais termos são mais encontrados na literatura.

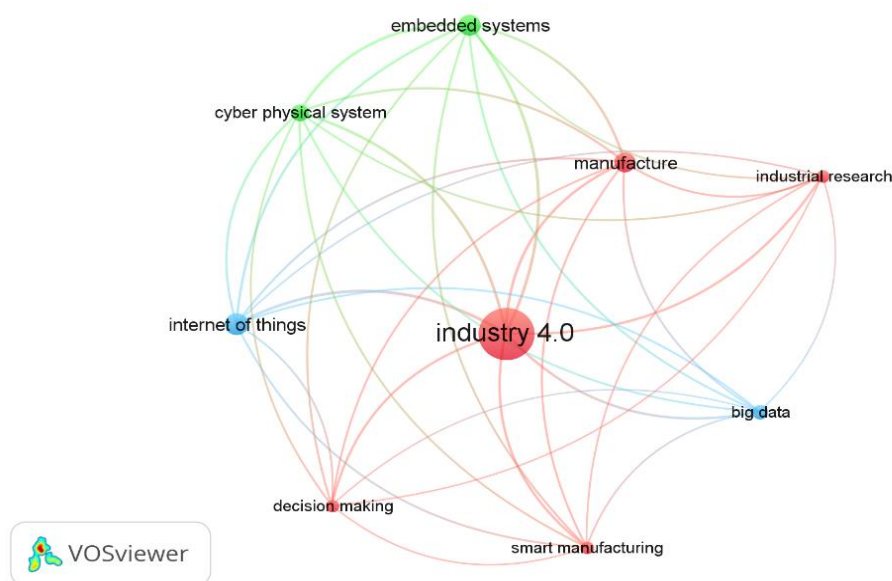
Ao aplicar a Lei de Zipf, a qual representa a relação entre palavras encontradas numa mesma obra; encontrou-se uma correlação entre o número de palavras semelhantes e a frequência de seu uso, e conclui-se que existe uma assimetria fundamental na escolha e uso das palavras, e que um pequeno número de palavras é usado mais frequentemente (ZIPF, 1949).

Tal análise constituiu-se ao observar os 50 artigos mais citados nos últimos 5 anos em ambas as bases, encontrados a partir da busca pelo termo “*industry 4.0*”, destes, foram extraídos os resumos e palavras chaves e com o auxílio do *software* VOSviewer, foi realizada a análise de co-ocorrência das palavras.

O VOSviewer foi projetado para visualização e exploração de mapas criados a partir de dados bibliométricos. Este adota o método de *Visualization of Similarities* (VOS) como o nome sugere. O objetivo deste método é criar visualizações em duas dimensões, assim, os objetos com alta similaridade concentram-se mais próximos do que objetos com pouca e nenhuma similaridade. Também, é capaz de realizar análises de clusters, que representam um grupo de itens com características em comum nos mapas gerados, com base em dados de redes. O software encontra-se disponível em <http://www.vosviewer.com/> (VAN ECK; WALTMAN, 2018).

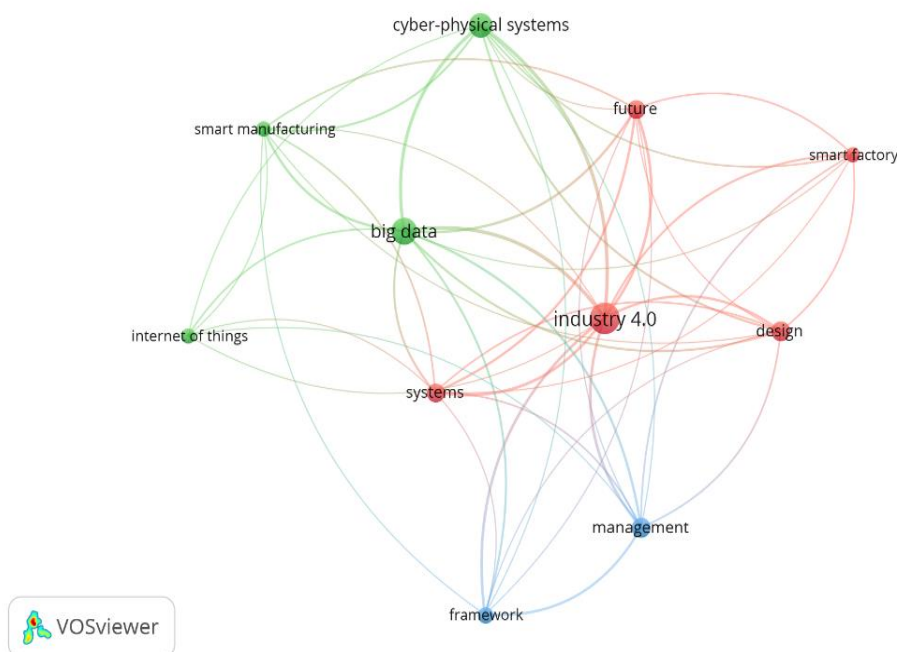
O resultado é apresentado a partir das Figuras 1 e 2, as quais representam os termos mais citados divididos em clusters em volta do assunto principal.

Figura 1 - Frequência de palavras base Scopus



Fonte: Desenvolvida pelo autor (2021).

Figura 2 - Frequência de palavras base Web of Science



Fonte: Desenvolvida pelo autor (2021).

As Figuras demonstram que as tecnologias apontadas nos estudos dos autores Herman, Pentek e Otto (2016), e Xu, Xu e Li (2018) que são: CPS, *Smart Factory* e IoT estão presentes entre os termos que mais se relacionam ao assunto principal. Porém, observa-se também que os termos *Cloud Computing* e *Internet of Service* não estão presentes na análise, dando lugar ao *Big Data* como assunto relacionado, presente em ambas as bases de dados analisadas. A partir dos estudos apresentados pelos autores descritos, e pela análise de co-ocorrência realizada, a seguir, será descrito como funcionam as tecnologias IoT, CPS, *Big Data* e *Smart Factory*, apontadas como principais para a constituição dos sistemas da Indústria 4.0.

2.3.1 Internet of Things

O termo *Internet of Things* surgiu em 1999, criado por Kevin Ashton enquanto pesquisava maneiras de melhorar transações comerciais, através da conexão de informações RFID (*Radio-Frequency Identification*) pela internet. Porém, nos últimos anos sua definição tem sido mais abrangente, ampliando seu campo de atuação para áreas como saúde, serviços públicos, indústrias, transporte, entre outros. Apesar desta mudança devido a evolução da própria tecnologia, o principal objetivo sempre foi, de construir uma cadeia de informações

digitais sem o auxílio da intervenção humana (ASHTON, 2009; SUNDMAEKER et al., 2010; GUBBI et al., 2013).

Com o avanço da tecnologia, a IoT surge como uma nova forma de enxergar e empregar a internet na sociedade, ela visa torná-la mais imersiva e abrangente. A IoT representa um paradigma de comunicação, no qual os objetos da vida cotidiana estarão conectados uns aos outros e com os usuários, tornando-se parte da internet (ZANELLA et al., 2014). Um objeto pode ser um recurso físico ou uma pessoa. Esses objetos, cada qual com seu próprio identificador (IP), têm a capacidade de automaticamente transferir dados através de uma rede, sem que ocorra qualquer atuação humana, buscando a interação e cooperação com outros para alcançar objetivos em comum (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010).

Em outros termos, a IoT se norteia em sensores conectados as coisas que por meio de interfaces eletroeletrônicas de comunicação e controle, possam ser interligadas às redes, inclusive a *internet*, para que os dados coletados por estes, sejam tratados e correlacionados a outros, e também, com informações de diferentes objetos ou bases de dados existentes, através de aplicativos (*apps*), para então resultarem em utilidades práticas para os usuários (PERES, 2017). O assunto será retomado no item 2.4, onde será abordado como a mesma atua diretamente nos sistemas de produção de uma empresa.

2.3.2 Cyber Physical Systems

A união entre os mundos físico e virtual de fabricação já mencionados, é o que dá nome a esta tecnologia, os *Cyber Physical Systems* (CPS), ou, sistemas ciber-físicos representam tal fusão, são tecnologias capaz de gerenciar sistemas interconectados entre os ativos físicos e os recursos digitais de uma empresa (BAHETI; GILL, 2011). De modo mais técnico, um sistema CPS, é composto por duas características principais, a) conexão avançada que garante a absorção de dados em tempo real do mundo físico e o *feedback* das informações encontradas no mundo cibernético; b) inteligência no tratamento dos dados, capacidade analítica e computacional que constituem o espaço cibernético (LEE; BAGHERI; KAO, 2015).

Com a integração desses sistemas nas cadeias produtivas, de logística e serviços, as fábricas passariam a denominar-se inteligentes, incorporando assim o conceito de indústria 4.0, o que traz significativo potencial econômico às mesmas (LEE et al., 2013). A fábrica inteligente opera com foco nos sistemas e processos de produção inteligente e também na implementação

de redes que os conectam, dentro deste conceito, interações de coisas para coisas podem existir (ZHOU; LIU; ZHOU, 2015; IVANOV et al., 2016).

Garantido por meio dos CPS, este dito potencial é alcançado através da geração e captação de informações que já existem dentro das fábricas. O crescente uso de sensores e máquinas conectadas em rede, resulta na constante absorção de dados enviados por estes, esse material armazenado constitui um enorme banco de dados, ou como é conhecido neste campo, *Big Data*. Assim, máquinas inteligentes, resilientes e auto-adaptáveis, são alcançáveis uma vez que os CPS evoluem o gerenciamento destes dados, alavancando a interconectividade dos sistemas fabris (SHI et al., 2011; LEE et al., 2013).

Essa tecnologia, assim como a IoT, também representa um novo paradigma nos modelos de negócio e mercado atuais, sustentado pelos processos de integração dos sistemas industriais. Isso se dá a partir da possibilidade de novas aplicações, cadeias de valor e serviços, que podem ser gerados a partir dos CPS (GTAI, 2014). Para Cheng et al., (2016) os sistemas ciber-físicos fornecerão a base para a concepção de uma IoT Industrial, ao combinar as mais avançadas tecnologias de informação e comunicação (TIC's).

2.3.3 Big Data

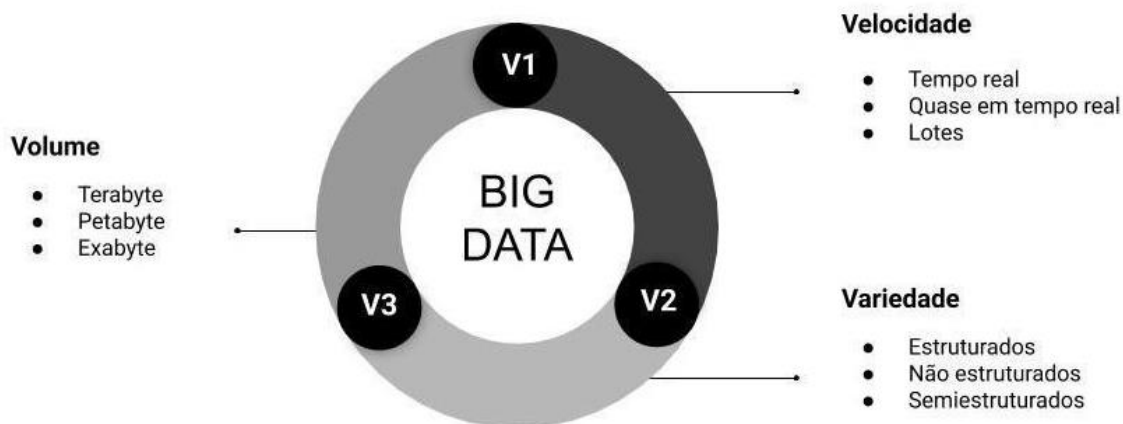
Esta ramificação consolida o estudo dos “dados”, ou seja, informações invisíveis existentes em todas as atividades e operações realizadas por uma sociedade. Com o avançar das tecnologias de informação e comunicação estes dados que são gerados têm sofrido um aumento notável, tornando-se grandes conjuntos de dados, daí o termo *Big Data*. O que difere este conjunto de dados aos já existentes e utilizados, deve-se a uma massa de dados presentes não estruturados dependentes de uma otimização do tempo de análise, para que seja extraído seu verdadeiro valor. O uso do *Big Data* tem despertado interesse em agências governamentais, indústrias e comunidades acadêmicas, apostando em seu potencial para descoberta de novos valores e entendimento de outros (CHEN; MAO; LIU, 2014).

Uma definição mais concreta sobre o termo pode ser observada após os estudos da Apache Hadoop em 2010 e, McKinsey & Company em 2011. Respectivamente, o primeiro estudo definiu *Big Data* como conjunto de dados que não podiam ser capturados, gerenciados e processados por computadores gerais dentro de um escopo aceitável; já o segundo, *Big Data* significa um conjunto de dados que não puderam ser adquiridos, armazenados e gerenciados pelo *software* clássico de banco de dados. Destaca-se a partir destas definições o gerenciamento e armazenamento deste conjunto de dados, sendo necessários avanços de *hardware* e *software*,

aliado às tecnologias de informação e comunicação (TICs) para tratar um constante crescimento no volume de dados. Estes, representam também uma nova fronteira de inovação, concorrência e produtividade (CHEN; MAO; LIU, 2014).

Pode-se investigar o constructo *Big Data* por meio de uma estrutura de “3V’s”, modelo sugerido por Laney (2001) sendo estes velocidade; variedade e volume. Respectivamente representam, I) os dados devem ser coletados e analisados com o menor tempo possível para não perder seu valor comercial; II) remete às diferentes formas em que os dados se revelam, classificados como estruturados, semi-estruturados e não estruturados; III) a quantidade que é armazenada e gerada, constituindo conjuntos em escala cada vez maiores. A Figura 3 demonstra a estrutura dos 3V's, bem como o que representa cada agrupamento (GANTZ; REINSEL, 2011).

Figura 3 - Estrutura 3 V's do Big Data



Fonte: Desenvolvida pelo autor a partir de SAGIROGLU, SINANC, 2013.

Pode-se dizer que é fundamental diferenciar a estrutura dos dados, para assim demonstrar como são distribuídos dentro de cada conjunto. Dados estruturados são adquiridos a partir de dados tabulares encontrados em planilhas ou bancos de dados relacionados, concebidos através de testes bem como pesquisas aplicadas que os comprovam ou não. De acordo com Cukier (2010) devido a sua natureza representam o menor grupo de dados existentes. O conjunto dos não estruturados englobam textos, imagens, áudio e vídeo, por exemplo. Organizações têm acumulado estes de forma interna, por meio de sensores, e externa, através de mídias sociais. São assim nomeados uma vez que carecem de um tratamento

específico de máquinas e outros sistemas para análise e tradução. Por último, os dados semi-estruturados são aqueles que se encontram entre os dois conjuntos, não pertencendo a nenhum padrão rígido. São frequentemente utilizados na internet, por exemplo, arquivos XML (*Extensible Markup Language*), são uma linguagem de texto para troca de dados via *web* (GANDOMI; HAIDER, 2015). Em relação ao volume dos dados, um *Terabyte* é composto por 1024 *Gigabytes*, um *Petabyte* por 1024 *Terabytes*, e por sua vez, um *Exabyte* por 1024 *Petabytes*; acima destes ainda encontram-se *Zetabytes* e *Yotabytes*, que seguem a mesma regra dos demais (SAGIROGLU; SINANC, 2013).

2.3.4 Smart Factory

Smart Factory não representa “uma” tecnologia, mas sim uma “união” delas, assim são concebidas as fábricas inteligentes que sustentam a dita quarta revolução industrial. Esta união se dá através da IoT, CPS e *Big Data*, por essa razão este é o último tópico que compõem os pilares da indústria 4.0, por representar tal movimento.

Como o próprio termo remete, *Smart Factory*, ou, Fábrica inteligente, seria uma organização manufatureira que dispõe de uma planta inteligente, referindo-se ao uso da tecnologia nos sistemas de produção. As fábricas modernas têm suas raízes no final do século passado com a evolução de computadores e máquinas, assim como a tecnologia. Isto levou a automação dos processos fabris, pode-se observar equipamentos operados por programas computacionais, materiais e componentes circulando e armazenados via sistemas automatizados (KUSIAK, 2018).

A automatização das fábricas fora prevista décadas atrás, porém, percebe-se um recuo quanto à proposta por razões comerciais. De acordo com o *National Institute of Standards and Technology* (NIST), a manufatura inteligente ocorre a partir de um sistema produtivo totalmente integrado com capacidade de responder em tempo real as demandas e condições da fábrica, rede de suprimentos e necessidades dos clientes. Ou seja, *Smart Factory*, não representa apenas automatizar plantas produtivas, mas aborda a autonomia, evolução, simulação e otimização da mesma. Ferramentas e dados podem conceder à empresa a possibilidade de simular e otimizar seus processos no mundo virtual, a partir daí, se dá o nível de “inteligência” da empresa, que será o reflexo desta simulação (KUSIAK, 2018; THOBEN; WIESNER; WUEST, 2017).

O conceito da IoT sendo aplicada às plantas produtivas garante os CPS (*Cyber Physical Systems*), que promovem a união das informações técnicas com as que complementam a concepção dos produtos, assim, os mundos físicos e virtuais (KUSIAK, 2018). Esse movimento é o que garante a simulação citada acima, essas seriam as ferramentas, e os dados advém do uso do *Big Data* que também é incorporado através da IoT.

2.4 INTERNET OF THINGS X INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

A *internet of things* (IoT), ou internet das coisas, vem ganhando representatividade na área da comunicação. Complementando o conceito que foi apresentado na seção 2.3.1, além da busca pela inserção de coisas ou objetos que estejam amplamente presentes nas ações do dia a dia, como smartphones, sensores, atuadores, etiquetas de rádio frequência (RFID); em termos mais técnicos, a IoT, representa uma infraestrutura de rede global que constitui-se por meio de dispositivos conectados dependentes de tecnologias de comunicação, sensoriais, processamento de informações e de rede; operando através de esquemas de endereçamento específicos cooperando entre si para alcançar objetivos em comum (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010; TAN; WANG, 2010).

A conexão de uma gama maior de objetos à internet busca melhorar a sustentabilidade e segurança da sociedade e indústrias, permitindo um equilíbrio mais eficaz entre o mundo físico e sua segunda dimensão, a digital, o que conhecemos como *cyber physical systems* (CPS), já apresentados por este. A IoT vem sendo proclamada como a tecnologia disruptiva que proverá a solução para a maioria dos problemas encontrados nas sociedades de hoje, como as cidades inteligentes, transporte inteligente e monitoramento de poluição e saúde, entre outros. Mas, para o objetivo a que se propõe este estudo, são analisadas as contribuições voltadas a indústria, daí, surge então como um subconjunto da IoT a *Industrial IoT*, ou IIoT, a qual engloba as tecnologias de comunicação máquina a máquina (M2M), e também as aplicações de automação. A IIoT apresenta uma maior compreensão dos processos de fabricação que irão permitir uma produção eficiente e sustentável (SISINNI et al., 2018).

Observa-se que os requisitos mais gerais de comunicação de ambas são semelhantes, por exemplo, o uso de dispositivos de baixo custo que garantam o suporte ao ecossistema de rede, porém, uma grande parte destes ainda são específicos de cada domínio, é o caso da qualidade de serviço (QoS), disponibilidade, segurança e privacidade. Enquanto que a IIoT se ocupa da integração e possível interconexão de plantas fabris, ilhas de trabalho e máquinas,

possibilitando processos produtivos mais eficientes e até novos serviços; a IoT está mais voltada para a concepção de padrões de comunicação que possam conectar dispositivos a internet de uma forma mais flexível e amigável (DA XU; HE; LI, 2014). Diante desta comparação, a IIoT ocupa mais um papel de evolução, do que de revolução (SISINNI et al., 2018).

Os conceitos de IoT e IIoT são fortemente relacionados, porém não podem ser utilizados de forma intercambiável. Em relação a IoT, os cenários em que pode ser aplicada são diversos, o que torna diferente os requisitos de aplicação de cada qual, dependendo do foco, alvo, modelo e solução tecnológica adotada (BANDYOPADHYAY; SEN, 2011; PALATTELLA et al., 2016). Neste caso, poderia ser tratada como IoT do consumidor, onde ela é voltada para o ser humano, ou seja, as “coisas” são dispositivos eletrônicos inteligentes conectados entre si para proporcionar às pessoas mais consciência sobre o meio ambiente a sua volta. Assim, poderia ser classificada como uma interação entre cliente e servidor, de máquina para usuário (SISINNI et al., 2018).

Já pelo lado industrial, lida-se com o advento da manufatura inteligente, onde está visa integrar a tecnologia da informação com a operacional (PALATTELLA et al., 2016). Na IIoT a comunicação é orientada à máquina, incluindo aplicativos de monitoramento e novas abordagens para sistemas auto-organizáveis (DA XU; HE; LI, 2014). Colocando de uma forma diferente, a IIoT, ocupa-se da conexão entre os ativos de uma empresa, ou seja, conecta as máquinas e sistemas de controle aos de informação e processos de negócio. Tal procedimento coleta uma grande quantidade de dados que fornecem soluções analíticas, levando a operações industriais mais eficazes (SISINNI et al., 2018).

A manufatura de um ecossistema IIoT, se dá através da conversão de recursos típicos de produção em objetos de manufatura inteligente, ou, *smart manufacturing objects* (SMOs), assim são capazes de interconectar e interagir entre si para obter processos lógicos de forma automática e adaptativa. Neste ambiente as conexões homem-a-homem; homem-máquina; máquina-a-máquina, são essenciais para que a percepção inteligente seja alcançada. A IIoT é vista como a mudança na indústria que a levará ao próximo passo, a manufatura inteligente, ou como é apresentada, indústria 4.0, e tem como principal tarefa a dita união entre os participantes dos processos fabris (ZHONG et al., 2013; TAO et al., 2014). O Quadro 1 apresenta um esquema de manufatura habilitado para IoT.

Tabela 1 - Manufatura habilitada para IIoT

Características principais	Tecnologias de apoio	Pesquisa principal	Aplicações
• Sistema de manufatura inteligente baseado na tecnologia Auto-ID	• IoT	• Modelos de tomada de decisão baseados em dados em tempo real	• Um sistema de gerenciamento de recursos baseado em RFID
• Coleta de dados em tempo real	• Produção sem fio	• Visualização de dados em tempo real	• Um sistema de produção de construção inteligente habilitado para IoT
• Visibilidade e rastreabilidade em tempo real dos processos de produção	• Big Data Analytics	• Modelagem SMO	• Um sistema de gerenciamento de estoque WIP de job shop baseado em RFID
• Tomada de decisão de fabricação em tempo real	• Computação em nuvem	• Modelos de comportamentos SMO	• Um sistema de planejamento e programação de produção em tempo real habilitado para RFID

Fonte: Adaptado de Zhong et al., 2017.

Como visto, a manufatura inteligente se dá através dessa permuta de dados que é captada e distribuída dentro das indústrias e seus processos (BI;DA XU; WANG, 2014). A coleta e compartilhamento destes se dá através do uso de tecnologias chave, como a identificação por rádio frequência (RFID) e padrões de comunicação sem fio. Com o uso da RFID, integra-se fluxos físicos da manufatura, materiais, informações, processos, garantindo visibilidade e rastreabilidade destes (LU; BATEMAN; CHENG, 2006; ZHONG et al., 2013).

Destacando-se assim como fundamental para a operabilidade de um esquema IIoT a tecnologia RFID, que permite por meio de microchips o transporte de informações sem fio, possibilitando assim rastreabilidade e monitoramento automático de objetos anexados com etiquetas (JIA et al., 2012). Tais recursos obtidos da união da IoT com a RFID, interessa às indústrias para desenvolvimento de aplicações industriais de monitoramento, controle, gerenciamento e manutenção automatizados. Com o constante desenvolvimento desta área, que

acarreta no aperfeiçoamento dos sensores, atuadores e etiquetas, e também em seu tamanho, capacidade e valor, tornam seu uso onipresente (DA XU; HE; LI, 2014).

2.5 RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID)

Os primeiros registros da utilização de sinais de rádio advém da Segunda Guerra Mundial no ano de 1942. As missões envolvendo bombardeiros aéreos aconteciam à noite, uma vez que dificultava a detecção e reconhecimento das aeronaves que se aproximavam, daí surgiu a IFF (*Friendly or Foe Identification*), ou, identificação de Amigo ou Inimigo. Na época o Reino Unido mandava seus aviões atacarem as cidades alemãs, e em contrapartida, a Alemanha utilizava da mesma estratégia para confundir as defesas inimigas, estas não sabiam se a aproximação era amiga ou inimiga. Assim, através da utilização de *transponders* que carregavam uma identificação única quando refletida nos feixes de radar, o Reino Unido passou a identificar as aeronaves que se aproximavam de suas bases. Esta tecnologia não foi utilizada por nenhum civil desde essa época até os anos 70, já que eram volumosas e caras (RAJARAMAN, 2017).

Um sistema de identificação por radiofrequência é constituído em três partes: um leitor, uma antena e uma etiqueta. O leitor é dividido em quatro partes, a) fonte de energia; b) gerador de radiofrequência; c) circuitos responsáveis por amplificar, digitalizar e armazenar sinal analógico recebido pela etiqueta; d) um microprocessador para tratamento dos dados armazenados. A etiqueta por sua vez, divide-se em três, a) antena para recepção de sinais de rádio; b) um retificador para converter o sinal recebido em energia para a etiqueta; c) uma unidade de memória para armazenamento de dados; em alguns casos, as etiquetas podem abrigar também um processador mais simples para o caso de criptografar os dados da mesma. Na prática, o leitor envia um sinal para a antena da etiqueta, este sinal é transformado em energia (*microwatts*), o suficiente para leitura dos dados contidos na memória da *tag*. A volta acontece a partir da leitura destes dados, nesse momento a antena da *tag* modifica a impedância do sinal, que é captado pela antena do leitor, esta é filtrada e convertida em forma digital entregando os dados a memória e processador do leitor (RAJARAMAN, 2017).

Tecnicamente, dispositivos RFID são divididos em duas categorias: com fonte de alimentação/ bateria interna e os que não possuem a mesma. O transponder já citado, nada mais é que, um sistema RFID ativo, ou seja, com bateria, ele transmite por si só seu sinal assim como o nome sugere, *TRANSMitter* / *resPONDER*; enquanto que o sistema sem alimentação

denomina-se *Tag*. Atualmente o transponder passou a ser chamado de *tag* ativa, e o outro de *tag* passiva. As *tags* podem ser inseridas a diversos materiais, o plástico por conta de sua alta possibilidade de aplicação acaba sendo mais comum para sistemas RFID, como são exemplos cartões de identificação para entrada em diferentes locais, cartões de crédito, transporte público, ou, também podem ser confeccionadas como adesivos para utilização em estoques e outros objetos (ROBERTS, 2006).

2.5.1 Tags Ativas

Estas *tags*, ou, etiquetas, por serem constituídas com bateria interna, podem transmitir um sinal mais forte, o que aumenta seu potencial de leitura em termos de distância. Em contrapartida, a presença de uma bateria torna a *tag* ativa mais cara e maior, o que favorece seu uso para objetos de grande volume e distância a ser rastreada. Esse tipo de *tag*, pode permanecer inativa até que esteja ao alcance de um receptor ou possa transmitir um sinal constante. O sinal transmitido, por sua vez, opera em frequências mais altas devido a presença da bateria interna, sendo geralmente 455 MHz; 2,45GHz; ou 5,8GHz; dependendo do quanto o aplicativo de leitura suporta e seus requisitos de memória. As diferentes faixas de frequência permitem que estas *tags* possam manter comunicação ativa com seu leitor entre 20m e 100m. A *tag* ativa ainda possui a característica de uma vida útil limitada, por conta da bateria, porém, estima-se que consiga operar em torno de dez anos (WEINSTEIN, 2005; ROBERTS, 2006).

2.5.2 Tags Passivas

Como vimos, as *tags* passivas não possuem bateria interna, sendo assim tornam-se mais baratas e menores em tamanho, e também, possuem vida útil ilimitada. Mas, como desvantagem, estas apresentam menor capacidade de armazenamento de dados, possuem um alcance de leitura mais curto e carecem de um leitor de maior potência. Por conta do baixo custo de investimento requerido pelas *tags* passivas, espera-se que seja responsável pela maior parte da inserção da tecnologia RFID nas empresas (WEINSTEIN, 2005).

A transmissão de dados ocorre a partir do leitor das *tags* passivas, este pode operar constantemente ou sob demanda. Quando uma *tag* está localizada dentro da área de alcance do leitor automaticamente recebe um sinal captado pela antena que possui, este sinal é responsável por energizar a *tag* através do armazenamento do sinal em um capacitor de bordo, processo

esse denominado como acoplamento indutivo. Com a carga necessária adquirida, o capacitor alimenta o circuito da *tag*, que por sua vez, transmite de volta um sinal modulado ao leitor que é onde se encontram os dados armazenados em sua memória (ROBERTS, 2006; RAJARAMAN, 2017).

A comunicação entre os leitores e as *tags* acontecem de duas maneiras, cada um modula o sinal de uma forma, sendo essa a diferença entre as *tags* que operam em frequências mais altas e mais baixas. Para troca de informações em *tags* de baixa frequência (inferior a 100 MHz), o capacitor libera a energia acumulada para as bobinas (circuitos) da *tag* em diferentes intensidades ao longo do período, afetando assim a frequência de rádio devolvida ao leitor. Através dessa variação nas ondas que chegam ao leitor, ele utiliza-as para demodular o código (ler as informações). No caso das etiquetas de maior frequência (acima de 100 MHz), é utilizado o método de *backscatter*, ou retroespelhamento, nesse caso, o circuito da *tag* altera a resistência da sua antena utilizando toda a carga que é recebida, assim o capacitor não interfere na liberação da energia, isso modifica a transmissão das ondas de rádio que são devolvidas ao leitor, que capta e demodula para obtenção das informações (WEINSTEIN, 2005; ROBERTS, 2006; RAJARAMAN, 2017).

As faixas de frequência em que operam as *tags* passivas, normalmente estão entre 128 KHz, 13,6 MHz, 915 MHz ou 2,45 GHz, e seu alcance fica entre 30 cm para as de baixa frequência, 1m para alta frequência, e no caso das UHF (*Ultra High Frequency*) pode ir de 3m a 5m. A definição de qual frequência será utilizada se dá dependendo do ambiente em que se encontra, alcance de leitura necessário e o material pelo qual deve viajar o sinal (WEINSTEIN, 2005).

2.6 CONCEPÇÃO DOS CLUSTERS

A partir daqui, tratando a RFID como uma ferramenta de entrada para organizações que desejam ingressar ao modelo de indústria 4.0, o estudo se volta para a obtenção de assuntos-chaves, ou, como serão chamados, clusters, para que dessa forma seja possível elaborar e classificar as perguntas que serão utilizadas nas entrevistas as áreas comercial e empresarial.

Para obtenção destes termos, foi constituída uma análise bibliográfica com 20 artigos selecionados dentre os 200 artigos mais citados na base *Scopus* nos últimos cinco anos, sendo estes, todos estudos de caso a partir da aplicação da tecnologia, ou testes para possíveis modelos de utilização. A seleção dos artigos se fez necessária para que se possa alcançar e observar os

objetivos deste estudo, assim, foram selecionados aqueles que apresentam a aplicação da ferramenta ou tratam da investigação de seu uso. Os artigos selecionados serão utilizados para concepção dos termos chaves que serão adotados a partir deste ponto.

Os textos foram analisados individualmente levando em consideração suas características, dificuldades apresentadas em suas propostas e seus resultados obtidos. Após foram elencados quatro assuntos chave, clusters, e os artigos distribuídos ao grupo que constituíram. A Tabela 2 a seguir apresenta estes resultados.

Tabela 2 - Artigos Selecionados

(continua)

Título do Artigo	Publicação	Cluster Atribuído
<i>TagScan</i> : imagem de alvo simultânea e identificação de material com dispositivos RFID de commodities	2017	Desempenho
Explorando a implementação do <i>Blockchain</i> na cadeia de suprimentos: Aprendendo com os pioneiros e pesquisas RFID	2019	
Tecnologia RFID para gerenciamento e rastreamento: aplicações de E-Saúde	2018	
RFID em Logística e Produção - Aplicações, Pesquisa e Visões para Zonas Logísticas Inteligentes	2017	
Um sistema de atribuição de armazenamento baseado em RFID para aumentar a eficiência da separação de pedidos	2017	
Tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) como uma ferramenta estratégica para um melhor desempenho das operações da cadeia de suprimentos na indústria têxtil e de vestuário da Malásia	2019	Contribuições
Integração de RFID, redes de sensores sem fio e mineração de dados em um sistema de rastreabilidade de alimentos e-pedigree	2017	
Análise de dados de produção baseada em RFID em uma oficina de trabalho inteligente habilitada para IoT	2018	
Projeto e implementação de um sistema de mineração de comportamento de compra do cliente baseado em RFID	2017	
Investigação de investimento em RFID em uma cadeia de suprimentos de dois fornecedores de um único varejista com demanda aleatória para diminuir a imprecisão do estoque	2017	

(conclusão)

Sistema de manufatura social habilitado para RFID para monitoramento entre empresas e despacho de produção integrada e tarefas de transporte	2018	Investimento
Cadeia de suprimentos de construção pré-fabricada baseada em conhecimento com RFID habilitada	2017	
Antenas de leitor RFID UHF impressas para aplicações potenciais de varejo	2018	
Rastreamento de objetos móveis internos usando RFID	2017	
Rastreamento de objeto físico habilitado para RFID no fluxo do processo com base em um método de modelagem de dedução gráfica aprimorada	2017	
Arquitetura de informação baseada em RFID inspirada em <i>Blockchain</i> para a cadeia de suprimentos de alimentos	2019	Aplicação
Sistema de gestão de estacionamento inteligente baseado em RFID	2017	
Rastreabilidade usando RFID e sua formulação para uma cadeia de suprimentos de kiwis	2017	
Aplicação de RFID combinada com tecnologia <i>Blockchain</i> na logística de materiais de construção	2018	
Adoção de identificação por radiofrequência (RFID) com extravio de estoque sob a concorrência de varejo	2018	

Fonte: Desenvolvida pelo autor (2021).

A partir da Tabela anterior, explica-se através da Figura 4 a concepção dos termos escolhidos, com suas características e finalidade de observação.

Figura 4 - Concepção de Clusters



Fonte: Desenvolvida pelo autor (2021).

3 METODOLOGIA

A escolha do método a ser utilizado por este trabalho se dá a partir do caráter que os objetivos aqui estabelecidos necessitam para que sejam avaliados e respondidos. Retomando as perguntas que foram apresentadas no início deste e que nortearam o referencial teórico apresentado, busca-se observar quais são as contribuições, desafios e oportunidades a partir do emprego da tecnologia RFID nas organizações.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Em razão disto é adotada uma pesquisa de natureza qualitativa e nível exploratório. A pesquisa qualitativa ou bibliográfica, diz respeito a base do trabalho, sua estrutura, que é adquirida via material já publicado. Através desta, o pesquisador pode vir a estudar uma gama maior de fenômenos, uma vez que determinados assuntos requerem a obtenção de dados dispersos. Pode-se descrever a pesquisa qualitativa com as seguintes características: a) estudar o significado de algo em sua própria realidade; b) apresentar as experiências e perspectivas dos envolvidos com a questão; c) apontar contribuições sobre conceitos existentes ou emergentes adquiridos a partir de determinada situação de uso; d) contrapor com diferentes bases ou estudos sobre o mesmo fenômeno ou objeto (GIL, 2010; YIN, 2016).

O ciclo de pesquisa qualitativa divide-se em três estágios: a) fase exploratória; b) trabalho de campo; c) tratamento e análise dos dados. Na primeira etapa, é delimitado o objeto de estudo, desenvolvendo seu processo teórico e metodológico, chegando assim às hipóteses e pressupostos que serão investigados. Posteriormente, a fase de campo consiste na prática empírica da anterior, utilizando-se de instrumentos de observação, entrevistas, levantamento documental e outros métodos, construindo-se assim material teórico para confirmar ou negar as hipóteses. Por último, como o nome sugere, o tratamento de dados confronta os dados adquiridos em campo com o material teórico constituído anteriormente (MINAYO; DESLANDES; GOMES, 2013).

Finalizando, é utilizada a estratégia de estudo de caso para obtenção de dados, este permite um levantamento profundo de determinado objeto ou função. Para o autor Robert Yin (2016) o delineamento proporcionado por um estudo de caso é o mais adequado para investigação de um fenômeno em sua realidade, onde os limites do mesmo e seu contexto não estão expostos de forma clara. As vantagens da utilização desta estratégia são principalmente

a descrição do contexto em que está inserido o objeto estudo; a formulação de hipóteses e teorias sobre sua aplicação e uso; e a explicação das variáveis que levam a situações únicas as quais não podem ser observadas em um levantamento de natureza quantitativa (GIL, 2010).

3.2 PARTICIPANTES

As informações necessárias para a análise proposta por este estudo foram obtidas através de organizações que empregam o uso da tecnologia RFID ao longo de seus processos, e também, que comercializam soluções e tags RFID. Neste cenário foram selecionados os colaboradores responsáveis ou que coordenam áreas ou processos de tecnologia da mesma. Destaca-se aqui a importância na seleção dos participantes para um estudo de caso, uma vez que a escolha definida por acessibilidade pode acabar levando a exclusão dos informantes principais, assim a escolha deve levar em conta os envolvidos e atuantes diretos com os processos em análise (GIL, 2017).

3.2.1 Grupo CCRR Rfid (Comercial)

O Grupo CCRR teve início em 2011 com a fusão de duas grandes empresas com mais de 35 anos de atuação: a Colacril, uma indústria brasileira de autoadesivos com forte atuação na América Latina; e a RR Etiquetas, convertedora nacional de etiquetas autoadesivas para varejo, indústria e serviços. Em 2012 foi criada uma unidade de negócios do grupo, representada pela marca CCRR RFID, que fabrica e comercializa etiquetas e equipamentos com a tecnologia RFID (identificação por radiofrequência).

Roger Davanso é gestor da área comercial da empresa CCRR Rfid, que representa a maior empresa da América do Sul em *tags* Rfid. Esta não trabalha com soluções e sistemas completos de Rfid, mas sim com impressão de *tags*, ou etiquetas, com capacidade de personalização para qualquer demanda do cliente. Por atuarem com a produção de *tags* personalizadas para aplicações diversas, a empresa realiza consultoria ao cliente, a fim de verificar seu objetivo e necessidade.

3.2.2 AKR Sistemas (Comercial)

A AKR surgiu em 2011, focando em soluções em RFID, passando por desenvolvimento de soluções de engenharia para necessidades específicas, e chegando ao desenvolvimento dos produtos Manufacturing View, WMS e Cygnus. Com sede na Serra Gaúcha e atuação nacional e internacional, desde 2016 direcionam os esforços da equipe de desenvolvimento e consultoria a essas soluções a fim de torná-las cada vez mais aderentes aos variados processos de fabricação e logística dos clientes.

Max Kriger é diretor da AKR sistemas, como visto, no início a empresa trabalhava apenas com *tags* RFID, porém, passou por uma reformulação devido a questões mercadológicas, e atualmente comercializa sistemas de informação, as *tags* nesse caso, estão presentes em alguns destes sistemas.

3.2.3 Área empresarial

Era objetivo deste a obtenção de duas organizações que continham em seus processos a utilização da ferramenta em análise e com campos de atuação distintos, porém, apenas a participação de uma organização se deu. Em respeito a esta, seu nome social bem como do gestor que foi entrevistado, por solicitação dos mesmos, serão ocultados seus nomes. A empresa tem operações na área metalúrgica e faz uso da tecnologia em seus processos tanto operacionais, como fiscais, e de seus colaboradores. Sendo uma organização com atuação global, está inserida no mercado a anos, consolidando assim um *Know-how* na utilização e adaptação da ferramenta analisada por este estudo.

3.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados em uma pesquisa com estratégia de estudo de caso, se dá a partir da utilização de entrevistas, observação e análise documental (GIL, 2017). Para a realidade deste estudo e obtenção de um compilado de informações foi utilizada a entrevista, a técnica de observação será comprimida a fim de ser realizada por meio da primeira alternativa. A análise documental será solicitada à organização participante do estudo, se presente constituirá a análise.

3.3.1 Entrevista

Para elaboração da entrevista é necessário diferentes escolhas em sua condução, sendo elas, definição de modalidade; quantidade; seleção dos informantes e negociação. A definição da entrevista leva em conta como a mesma acontecerá, ou seja, as perguntas podem ser abertas, onde estas são predeterminadas mas permitem ao respondente liberdade sobre a resposta; poderá ainda ser guiada, com alternativas de respostas pré definidas; por pautas, onde o entrevistador dita o curso das perguntas conforme o assunto que deseja abordar; ou informal, que se caracteriza uma vez que ocorre apenas uma conversa sobre o assunto (GIL, 2017).

A quantidade diz respeito ao número de respondentes necessários, ou, se tratando de uma organização os responsáveis pelas diferentes áreas abrangentes do assunto em análise. Por sua vez, a seleção dos informantes e negociação complementam a questão da quantidade, já que se refere a seleção de respondentes que atuem e sejam envolvidos com a área, e finalizando, o grau de informação que será disponibilizada para o estudo, levando em conta decisões estratégicas de cada organização (GIL, 2017).

3.3.2 Observação

A técnica de observação divide-se em três formas: espontânea, sistemática e participante. De forma espontânea, o pesquisador mantém-se alheio ao grupo ou situação em análise, apenas registrando sua interpretação da mesma, esta é mais utilizada em estudos exploratórios. Já na sistemática, o pesquisador tem conhecimento dos aspectos ou processos a serem observados e que são importantes para constituição de seu relatório, podendo elaborar planos de análise para coleta e interpretação dos dados, em sua natureza, é recomendada para estudos de caso descritivos. Por fim, como o nome sugere, a observação participante ocorre uma vez que o pesquisador busca inserir-se na ação, grupo, ou organização, agindo como membro do mesmo (GIL, 2017).

3.3.3 Análise documental

O acesso a documentos da organização que contenham informações sobre a área de estudo pode auxiliar na elaboração das perguntas que irão compor a entrevista e no direcionamento das observações práticas. As principais fontes de informações que podem

auxiliar o pesquisador são documentos pessoais; administrativos; material publicado em revistas e jornais; disponibilizados na internet; relatórios internos da organização (GIL, 2017).

3.4 INSTRUMENTO DE PESQUISA

O presente estudo a partir de sua natureza e proposta, optou por ser conduzido através de uma entrevista, com diferentes organizações como já mencionado anteriormente. Estas representam duas responsáveis por operar na área comercial da ferramenta em análise, e outra por empregar a mesma aos seus processos diários. O resultado aqui, são dois roteiros de entrevistas, um embasado ao outro para que os dados sejam sempre confrontados com o olhar anterior. A seguir, é descrito como se dá a concepção de ambos, e por último são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Para tanto, se faz necessário retomar uma das premissas propostas por este estudo para explicar a fundamentação desta etapa. É dito no item 1.2 (Objetivos), que o estudo se dará através da comparação entre os pontos de vista da área acadêmica, comercial e empresarial, assim, significa que este roteiro é dividido em três etapas de desenvolvimento: I) Tendo como base o capítulo 2, item 2.6, é apresentado as contribuições, oportunidades e desafios divididas em clusters a partir de dados coletados bibliográficos; II) Aqui tomando estes como precursores, é construída a primeira etapa da entrevista voltada para a área comercial, desse modo as questões são direcionadas a cada cluster com base nos dados da análise bibliográfica; III) Com os resultados obtidos na segunda fase, fundamenta-se a terceira etapa da entrevista voltada para a área empresarial. Está se dá a partir dos resultados obtidos com o roteiro de entrevista aplicado à área comercial, assim, com os pontos de vista, desafios e oportunidades relatadas, buscar-se-á agora o desenvolvimento de questões que explorem os resultados obtidos sobre o olhar empresarial.

3.4.1 Roteiro área comercial

Este primeiro roteiro visa identificar a funcionalidade e aplicabilidade da tecnologia, juntamente com os benefícios e desafios decorrentes de sua utilização. Notar-se-à diferenças nas perguntas, de maneira que divergem na forma de alcançar o objetivo da mesma, isso em decorrência de uma empresa comercializar apenas as *tags*, e outra, soluções que utilizam as *tags*.

Tabela 3 - Roteiro Comercial

Cluster	Empresa	Perguntas
Desempenho	AKR	Como as funções e processos podem ser beneficiados ou ainda reformulados, com o emprego desta ferramenta?
	CCRR	Como o uso das etiquetas beneficia essas áreas e produtos, bem como as operações onde será inserida (função, ganho de vantagem)?
Contribuições	AKR	Ainda sobre o funcionamento, mas agora sobre um olhar mais técnico, que melhorias o uso da RFID traz às organizações, e desafios ou características necessárias em contrapartida?
	CCRR	Num olhar mais amplo e não direcionado a produto ou processo, na sua opinião, quais seriam os ganhos de utilização da ferramenta, dificuldades de implementação e, se é observado maior procura e diferenciação de áreas, produtos e serviços com o passar dos anos?
Investimento	AKR	Em relação ao investimento necessário, mas não como valor e sim melhoria, de onde viriam os retornos com a implementação da RFID?
	CCRR	De acordo com o tempo de experiência neste mercado, qual seria o tempo médio para a organização visualizar esse retorno e passar a ter lucros com seu investimento?
Aplicação	AKR	Em quais áreas o uso da tecnologia RFID é mais encontrado, e para quais funções ou operações existe procura?
	CCRR	Para quais áreas de aplicação existe maior procura (logística, comércio, empresa), e qual tipo de produto ou ação (controle de movimento, almoxarifado)?

Fonte: Desenvolvida pelo autor (2021).

3.4.2 Roteiro área industrial

Neste segundo roteiro as questões são direcionadas às organizações que participaram deste estudo como representantes da área empresarial, por fazerem uso da ferramenta nos seus processos diários. A fundamentação das mesmas, decorrem dos resultados obtidos com o roteiro comercial já aplicado e analisado. Portanto, cada grupo busca averiguar como e se, as características apresentadas pela área anterior se comprovam aqui, ou havendo divergências, quais e como se apresentam.

Tabela 4 - Roteiro Empresarial

Cluster	Perguntas
Desempenho	A partir da inserção da tecnologia RFID aos processos, quais foram as primeiras melhorias ou diferenças observadas?
	Se houve melhorias, alguma etapa do ciclo do produto pode ser realizada de uma nova forma, ou, extinguida?
Contribuições	Com o emprego desta ferramenta nos processos da empresa, que tipos de ganhos foram observados, e de que forma foram gerados estes?
	Em contrapartida, a adoção desta trouxe a necessidade de novas funções, colaboradores ou custos antes desnecessários ou inexistentes?
	Em relação ao pós-venda, esta ferramenta é utilizada para tal função. Se sim, de que forma? Ou, caso não, como poderia ser aproveitada?
Investimento	Em relação aos gastos e retorno obtido através da utilização da RFID, pode-se dizer que esta trouxe reais benefícios a empresa?
	Atualmente, com a experiência e conhecimento obtidos por trabalhar com esta ferramenta, caso a empresa não a adote, recomendaria tal investimento? Por quê?
Aplicação	Quais foram as necessidades que levaram a empresa a adotar a RFID?
	Nestas áreas e, ou, processos que está inserida a RFID, qual função que a tecnologia executa, desempenha?

Fonte: Desenvolvida pelo autor (2021).

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados em um estudo de caso deve iniciar de forma simultânea com sua coleta, partindo da primeira entrevista, observação ou acesso documental. Para interpretação dos dados, por sua multiplicidade de enfoques analíticos presentes e que podem ser aplicados, não existe uma regra a seguir para as etapas de análise. O autor Gil (2017) apresenta algumas etapas presentes para interpretação dos dados em estudos de caso, como a codificação dos dados, onde é atribuída uma designação aos pontos chaves que são observados a partir da transcrição das entrevistas, análise documental e relatório das observações que foram realizadas; a construção de categorias de análise a partir da comparação dos dados, separando-os dessa forma por similitude e ocorrência, conforme demonstram tal comportamento; e também, através da exibição dos dados, onde são destacados os tópicos principais e redigido

um texto discursivo sobre estes a partir das análises, para ilustrar e facilitar a compreensão e apresentação dos resultados e apontamentos pode-se usar esquemas gráficos.

3.5.1 Roteiro da análise

Tal estudo terá sua análise dos dados elaborada em três etapas: na primeira será desenvolvido um relatório das entrevistas a área comercial e empresarial como texto único, assim caracterizando cada cluster e seu assunto com os pontos discutidos que se encaixam a cada um, completando a análise de cluster proposta pelo mesmo. Seguindo, a segunda etapa trará através de representação gráfica a união dos cluster à ferramenta em análise, bem como será responsável por esboçar a ideia e olhar propostos por este. Fechando a análise, será descrito os apontamentos encontrados com o final da análise proposta.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como foi mencionado no Capítulo três (Metodologia), as entrevistas foram realizadas de forma “aberta”, como uma conversa, e por conta desse tratamento seriam convertidas em um relatório e representação gráfica dos resultados obtidos. O texto que discorre a seguir une os relatos de ambas as áreas comercial e empresarial presentes nesse estudo, que será responsável pela obtenção dos objetivos a que se propõe.

4.1 CARACTERÍSTICAS DA RFID

Seguindo a ordem de observação definida pelas perguntas elaboradas, iniciamos com o tema “**Desempenho**”, encontram-se aqui os principais fatores e ganhos proporcionados pelo uso da RFID, sendo agilidade, precisão e visibilidade. Para isso, a empresa deve ter clareza de seus objetivos, a função que necessita de tal investimento, e o momento de implementar a ferramenta. A organização ainda deve, após estabelecidos os passos anteriores, realizar um programa piloto antes da adoção, identificando dessa forma quais serão suas dificuldades. Como exemplo destas temos: necessidade de investimento inicial e modificações na infraestrutura da organização. A partir da inserção da tecnologia RFID aos processos das organizações, nota-se como uma das principais mudanças a cultura e comportamento organizacional, através da mudança com que as informações e acompanhamento dos processos se dá com a utilização da ferramenta.

Seguindo esse raciocínio, passamos ao segundo assunto, “**Contribuições**” fazendo assim um paralelo dos ganhos e dificuldades, com oportunidades e desafios. Temos dessa forma, como oportunidades: aumento de estoque; redução de rupturas; redução de custos; maior eficiência. Já em desafios, cita-se: treinamento dos colaboradores e implementação de nova cultura organizacional, apontada pelo cluster anterior. Finalizando estes dois pontos, é citado em comum que a RFID tem seu potencial máximo encontrado quando aplicada a funções de conferência e controle de processos, assim olhando novamente para as oportunidades destacadas, percebe-se que são direcionadas a gestão de compras e manutenção de estoques das organizações. Já se tratando de ganhos, pode-se exaltar a organização das informações, acesso, assertividade e rapidez, transformando assim dados internos em conhecimento; desperdício e duplicidade nos processos também são funções favorecidas e até extintas em alguns casos. Como todo ganho, o preço para tais avanços recai sobre a gestão e organizações

destas melhorias, uma vez que processos demandam atualização e menos colaboradores mostram-se necessários para o bom andamento destes.

O ponto a seguir, denomina-se “**Investimento**”, porém, não é do interesse deste buscar valores de aplicação inicial, mas sim, trata-se dos pontos qualitativos inseridos à questão, como tempo médio para retorno e acessibilidade à tecnologia. Identificou-se aqui, uma estimativa atualmente entre 6 e 12 meses, anteriormente esta era de 8 a 16 meses, para que os investimentos iniciais fossem transformados em lucro. A respeito do crescimento e adoção da ferramenta, é relatado que esta vem ganhando uma fatia maior de mercado a cada ano, impulsionado pelo avanço da tecnologia na manufatura das *tags*, tornando-se atualmente mais atrativa que sua antecessora, o código de barras. O aqui denominado investimento, é positivo visto que sua implementação traz ganhos de fluxo de tempo aos processos das organizações, além disso, com a expertise na implementação da tecnologia em um determinado processo, pode-se utilizar a mesma para outros, levando ao aumento do uso da tecnologia e diluição dos custos, já que mais processos podem ser automatizados com a RFID. Vale mencionar nesse tópico, que ambos mencionam a não necessidade de todas as organizações adotarem a RFID, sendo para estas, o código de barras suficiente.

Por fim, em “**Aplicação**” buscou-se as áreas que mais apresentam demanda pela mesma, e nestas, para qual função. É apontado por ambos que o varejo é responsável pela maior porcentagem de procura, e neste setor, voltado à logística. A RFID, não deve ser interpretada como uma tecnologia que transforma informações em dados, mas o inverso disso reflete sua função de fato, ou seja, a coleta de informações, atua antes do dado. Recomenda-se o uso da ferramenta tanto para controle de processos, quanto de materiais, e até mesmo de pessoas através da utilização no controle de acessos. Por isso, a mesma é amplamente utilizada para rastreamento de materiais com alto valor agregado, processos chave das organizações, possibilitando assim não só o controle dos processos, mas dos envolvidos com o mesmo.

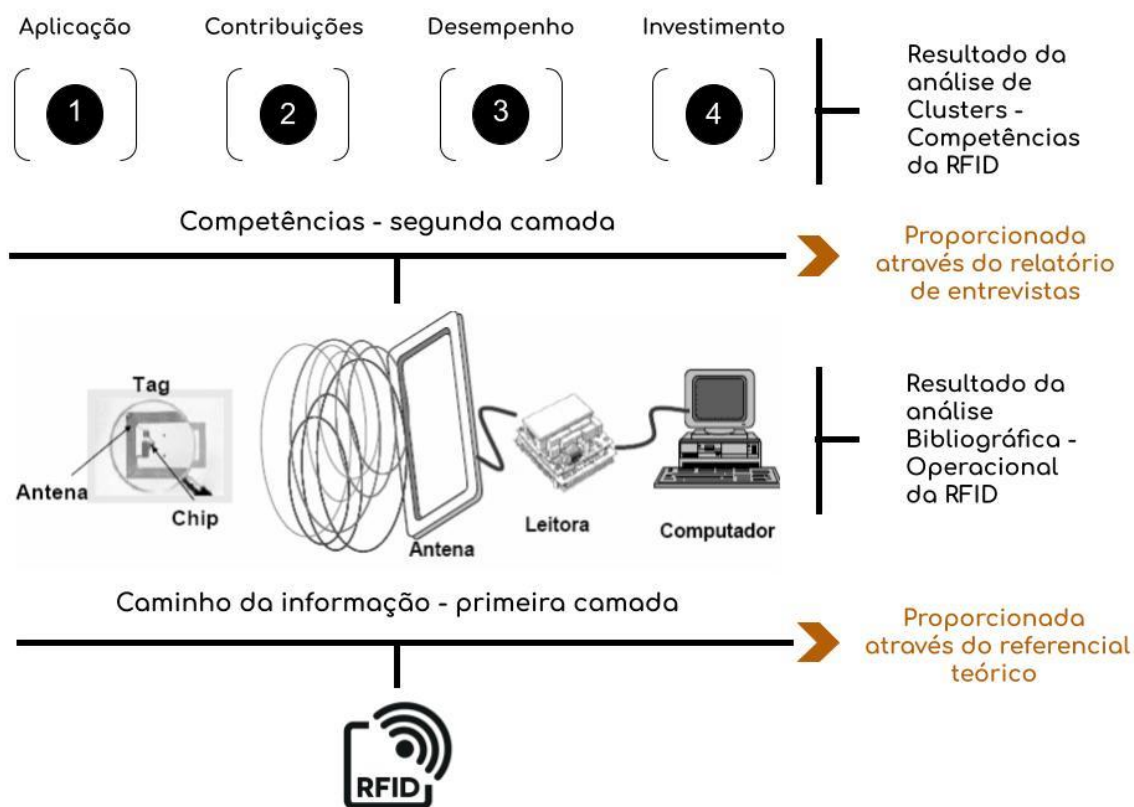
Fazendo um apanhado dos assuntos abordados e *cases* discutidos com ambos entrevistados, é dito que os estágios da RFID são: Dado -> Informação -> Conhecimento -> Sabedoria, para eles as organizações Brasileiras em sua maioria hoje, encontram-se na parte do conhecimento, não tendo adquirido ainda o suficiente para transformá-lo na sabedoria da utilização. Passa pelo campo do conhecimento, a escala de implementação da ferramenta as organizações também, sendo: Tecnologia -> Processos -> Pessoas; onde a Tecnologia representa que tipo de solução será utilizada e seu funcionamento, os Processos são formados pela identificação do objetivo (dificuldade/ ineficiência) e posição de mercado almejada, por

fim, Pessoas está ligada a concepção de uma nova cultura organizacional que deve ser trabalhada para que a ferramenta atinja seus objetivos.

4.2 RFID E SEUS CLUSTERS

A próxima Figura 5, encerra este capítulo de Análise de resultados apresentando o desfecho deste estudo e seus resultados em uma visualização única.

Figura 5 - Características da RFID



Fonte: Desenvolvida pelo autor (2021).

É apresentada pela mesma o que identificou-se como sendo a primeira camada de observação da RFID, o modo de operação da ferramenta, sua análise técnica. Através do objetivo deste estudo e caminho escolhido, ao inserir experiências práticas de uso e vivência fornecidos por áreas de comercialização e utilização, possibilitou-se a concepção de uma segunda camada de visualização, das características da RFID. Aqui, cada processo da primeira

linha ocorre em alusão na segunda, mas com significado e abrangência voltados ao que não é possível ser encontrado apenas com análise operacional, complementando dessa forma o item acima 4.1, e finalizando seu objetivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES FUTURAS

O presente estudo buscou apresentar as características que se inserem na RFID, constituídas através da abertura do assunto em clusters de observação, cada qual com seus objetivos definidos bibliograficamente, e com o intuito de apresentar ao leitor uma visão mais ampla acerca da inserção desta tecnologia as organizações. Apresentou-se que o investimento na tecnologia RFID não está ligado apenas ao valor da *tag*, do custo com antenas, receptores e *software* para organização dos dados, mas trouxe o “valor” do dado projetado na organização, otimização dos processos, tempo de retorno e como transformar investimento em lucro, através do aprendizado com a própria ferramenta. Foi entregue relatos de organizações tratando desempenho não apenas como capacidade medida através do tamanho de lote de produtos/ matéria rastreada, mas operação pré-adoção da tecnologia, o que levou a mesma, e quais serão seus impactos.

Muito se têm elaborado, ou em constante atualização bibliográfica sobre modelos de utilização para novas tecnologias, adaptações a processos, criação de novos padrões, porém, se analisado, pouco é abordada a questão “qualitativa” quanto ao papel da tecnologia. Como principal limitação deste estudo pode-se citar a participação de apenas uma organização representante da área empresarial, o que acaba limitando o campo de observação e experiências vivenciadas por diferentes organizações e seus ramos de atuação. Uma vez que buscou-se através de modelos práticos, discursos a respeito da utilização individual e como está se insere a cada campo de atuação das organizações envolvidas nesse estudo, fica claro a necessidade de mais participantes.

Carecem dessa forma, estudos que busquem evidenciar mais tal olhar a utilização de ferramentas tecnológicas - que acabam sendo tratadas como “técnicas” – buscando explorar os impactos causados por tal inserção, seu papel como agente transformadora de culturas organizacionais, para que da mesma forma que organizações busquem aprender sobre determinada tecnologia aplicada a um processo, também seja capaz de encontrar abordagens dos processos que estão inseridos extra-estruturais.

REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, Shashank; VIEIRA, Dario. A survey on Internet of Things. **Abakós**, v. 1, n. 2, p. 78-95, 2013.
- ASHTON, Kevin et al. That ‘internet of things’ thing. **RFID journal**, v. 22, n. 7, p. 97-114, 2009.
- ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. **Computer networks**, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.
- BAHETI, Radhakisan; GILL, Helen. Cyber-physical systems. **The impact of control technology**, v. 12, n. 1, p. 161-166, 2011.
- BAHRIN, Mohd Aiman Kamarul et al. Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. **Jurnal Teknologi**, v. 78, n. 6-13, 2016.
- BANDYOPADHYAY, Debasis; SEN, Jaydip. Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. **Wireless personal communications**, v. 58, n. 1, p. 49-69, 2011.
- BI, Zhuming; DA XU, Li; WANG, Chengen. Internet of things for enterprise systems of modern manufacturing. **IEEE Transactions on industrial informatics**, v. 10, n. 2, p. 1537-1546, 2014.
- BITKOM, V.; VDMA, V.; ZVEI, V. Implementation Strategy Industrie 4.0. **Berlin, Germany**, 2016.
- CHEN, Min; MAO, Shiwen; LIU, Yunhao. Big data: A survey. **Mobile networks and applications**, v. 19, n. 2, p. 171-209, 2014.
- CHENG, Fan-Tien et al. Industry 4.1 for wheel machining automation. **IEEE Robotics and Automation Letters**, v. 1, n. 1, p. 332-339, 2016.
- COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. Dissertação de Mestrado.
- CUKIER, Kenneth. **Data, data everywhere: A special report on managing information**. Economist Newspaper, 2010.
- DA XU, Li; HE, Wu; LI, Shancang. Internet of things in industries: A survey. **IEEE Transactions on industrial informatics**, v. 10, n. 4, p. 2233-2243, 2014.

DRATH, Rainer; HORCH, Alexander. Industrie 4.0: Hit or hype?[industry forum]. **IEEE industrial electronics magazine**, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth**.

Setembro de 2015. Disponível em:

<[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2020.

GANDOMI, Amir; HAIDER, Murtaza. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. **International journal of information management**, v. 35, n. 2, p. 137-144, 2015.

GANTZ, John; REINSEL, David. Extracting value from chaos. **IDC iView**, v. 1142, n. 2011, p. 1-12, 2011.

GARCÍA, A. et al. RFID enhanced MAS for warehouse management. **International Journal of Logistics**, v. 10, n. 2, p. 97-107, 2007.

GAUKLER, Gary M.; SEIFERT, Ralf W. Applications of RFID in supply chains. In: **Trends in supply chain design and management**. Springer, London, 2007. p. 29-48.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2017.

_____.; Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. reimpr. **São Paulo: Atlas**, v. 201, 2010.

GTAI – GERMANY TRADE & INVEST. **Industrie 4.0: Smart manufacturing for the future**. Berlin: GTAI, 2014. Disponível em:

<<file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/GTAI%20-%20industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

GUBBI, Jayavardhana et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. **Future generation computer systems**, v. 29, n. 7, p. 1645-1660, 2013.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

IVANOV, Dmitry et al. A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. **International Journal of Production Research**, v. 54, n. 2, p. 386-402, 2016.

JIA, Xiaolin et al. RFID technology and its applications in Internet of Things (IoT). In: **2012 2nd international conference on consumer electronics, communications and networks (CECNet)**. IEEE, 2012. p. 1282-1285.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. **Forschungsunion: Berlin, Germany**, 2013.

KHAN, Ateeq; TUROWSKI, Klaus. A survey of current challenges in manufacturing industry and preparation for industry 4.0. In: **Proceedings of the First International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry"(IITI'16)**. Springer, Cham, 2016. p. 15-26.

KHANNA, Abhishek; KAUR, Sanmeet. Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. **Computers and electronics in agriculture**, v. 157, p. 218-231, 2019.

KUSIAK, Andrew. Smart manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1-2, p. 508-517, 2018.

LANEY, Doug. 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. **META group research note**, v. 6, n. 70, p. 1, 2001.

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.

LEE, Jay et al. Predictive manufacturing system-Trends of next-generation production systems. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 46, n. 7, p. 150-156, 2013.

LI, Dong; KEHOE, Dennis; DRAKE, Paul. Dynamic planning with a wireless product identification technology in food supply chains. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 30, n. 9-10, p. 938-944, 2006.

LU, B. H.; BATEMAN, R. J.; CHENG, K. RFID enabled manufacturing: fundamentals, methodology and applications. **International Journal of Agile Systems and Management**, v. 1, n. 1, p. 73-92, 2006.

LU, Yan; MORRIS, Katherine C.; FRECHETTE, Simon. Current standards landscape for smart manufacturing systems. **National Institute of Standards and Technology, NISTIR**, v. 8107, p. 39, 2016.

MCFARLANE, Duncan et al. Auto ID systems and intelligent manufacturing control. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 16, n. 4, p. 365-376, 2003.

MINAYO, M. C. de S. DESLANDES, S. F. e R. GOMES, (Orgs). **Pesquisa social - teoria, método e criatividade**. 33a edição. São Paulo: Editora Vozes, 2013.

OZTEMEL, Ercan; GURSEV, Samet. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 31, n. 1, p. 127-182, 2020.

PALATTELLA, Maria Rita et al. Internet of things in the 5G era: Enablers, architecture, and business models. **IEEE Journal on Selected Areas in Communications**, v. 34, n. 3, p. 510-527, 2016.

PERES, João Roberto; SLEIMAN, Cristina Morais. **IOT Investigação forense digital fundamentos e guia de referências**. 1. ed. São Paulo: 2017. 92 p. Disponível em: <http://www.ntsc-br.com/data/documents/e-Book-IoT-Investigacao-Forense-Digital-vPre2c.pdf>. Acesso em: 10 mai 2020.

RAJARAMAN, V. Radio frequency identification. **Resonance**, v. 22, n. 6, p. 549-575, 2017.

ROBERTS, Chris M. Radio frequency identification (RFID). **Computers & security**, v. 25, n. 1, p. 18-26, 2006.

SAGIROGLU, Seref; SINANC, Duygu. Big data: A review. In: **2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS)**. IEEE, 2013. p. 42-47.

SANTOS, Beatrice Paiva et al. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SARAC, Aysegul; ABSI, Nabil; DAUZÈRE-PÉRÈS, Stéphane. A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. **International journal of production economics**, v. 128, n. 1, p. 77-95, 2010.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Edipro, 2019.

SHI, Jianhua et al. A survey of cyber-physical systems. In: **2011 international conference on wireless communications and signal processing (WCSP)**. IEEE, 2011. p. 1-6.

SISINNI, Emiliano et al. Industrial internet of things: Challenges, opportunities, and directions. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 14, n. 11, p. 4724-4734, 2018.

SMIT, Jan et al. Policy Department A: Economic and Scientific Policy–Industry 4.0. **European Parliament, EU**, p. 1-94, 2016.

SUGAYAMA, Ricardo; NEGRELLI, Evaldir. **Connected vehicle on the way of Industry 4.0**. Disponível em: < pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/simea2016/PAP16.pdf > Acesso em: 5 Out. 2020.

SUNDMAEKER, Harald et al. Vision and challenges for realising the Internet of Things. **Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, European Commision**, v. 3, n. 3, p. 34-36, 2010.

TAN, Lu; WANG, Neng. Future internet: The internet of things. In: **2010 3rd international conference on advanced computer theory and engineering (ICACTE)**. IEEE, 2010. p. V5-376-V5-380.

TAO, Fei et al. CCIoT-CMfg: cloud computing and internet of things-based cloud manufacturing service system. **IEEE transactions on industrial informatics**, v. 10, n. 2, p. 1435-1442, 2014.

THOBEN, Klaus-Dieter; WIESNER, Stefan; WUEST, Thorsten. “Industrie 4.0” and smart manufacturing-a review of research issues and application examples. **International journal of automation technology**, v. 11, n. 1, p. 4-16, 2017.

THONEMANN, Ulrich Wilhelm. Improving supply-chain performance by sharing advance demand information. **European Journal of Operational Research**, v. 142, n. 1, p. 81-107, 2002.

TIBURSKI, Ramão Tiago et al. The importance of a standard security architecture for SOA-based iot middleware. **IEEE Communications Magazine**, v. 53, n. 12, p. 20-26, 2015.

WANT, Roy. An introduction to RFID technology. **IEEE pervasive computing**, v. 5, n. 1, p. 25-33, 2006.

WEINSTEIN, Ron. RFID: a technical overview and its application to the enterprise. **IT professional**, v. 7, n. 3, p. 27-33, 2005.

XU, Li Da; XU, Eric L.; LI, Ling. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2941-2962, 2018.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Penso Editora, 2016.

ZANELLA, Andrea et al. Internet of things for smart cities. **IEEE Internet of Things journal**, v. 1, n. 1, p. 22-32, 2014.

ZHONG, Ray Y. et al. Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. **Engineering**, v. 3, n. 5, p. 616-630, 2017.

ZHONG, Ray Y. et al. RFID-enabled real-time advanced planning and scheduling shell for production decision making. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 26, n. 7, p. 649-662, 2013.

ZHONG, Ray Y. et al. RFID-enabled real-time manufacturing execution system for mass-customization production. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 29, n. 2, p. 283-292, 2013.

ZHOU, Keliang; LIU, Taigang; ZHOU, Lifeng. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In: **2015 12th International conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD)**. IEEE, 2015. p. 2147-2152.

ZIPF, George Kingsley. Human behaviour and the principle of least-effort. Cambridge MA edn. **Reading: Addison-Wesley**, 1949.