

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

LIVIA MODESTO PEREIRA

**INTERNET DAS COISAS (IoT): INOVAÇÕES, IMPACTOS SETORIAIS E
IMPLICAÇÕES SOBRE AS ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS**

UBERLÂNDIA – MG

2022

Livia Modesto Pereira

**INTERNET DAS COISAS (IoT): INOVAÇÕES, IMPACTOS SETORIAIS E
IMPLICAÇÕES SOBRE AS ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e
Relações Internacionais da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Professor Dr. Germano Mendes de Paula

UBERLÂNDIA - MG

2022

Livia Modesto Pereira

**INTERNET DAS COISAS (IoT): INOVAÇÕES, IMPACTOS SETORIAIS E
IMPLICAÇÕES SOBRE AS ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e
Relações Internacionais da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Professor Dr. Germano Mendes de Paula

Uberlândia - MG, 20 de Dezembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Germano Mendes de Paula
Orientador

Professor Dr. Humberto Eduardo de Paula Martins

Professor Dr. Marcelo Sartorio Loural

AGRADECIMENTOS

E aqui encerro mais um ciclo da minha história com sentimento de muita felicidade, realização, dever cumprido e ansiosa pela jornada que se inicia.

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades ao longo desses quatro anos e por ter me proporcionado oportunidades que marcaram minha trajetória.

Agradeço aos meus pais, Dionísio e Andreia, por todo o suporte, amor incondicional e por sempre acreditarem em mim. A vocês toda a minha gratidão.

Ao meu irmão, Lucas, pela confiança e admiração, e ao meu namorado, Marcelo, por todo o incentivo e cuidado nos últimos anos.

Ao meu orientador, Germano, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho e por estar sempre disponível a me auxiliar. É com muita admiração e carinho que gostaria de expressar meu agradecimento.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os funcionários e corpo docente do Instituto de Economia e Relações Internacionais pela dedicação na formação de profissionais mais humanos e éticos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada!

RESUMO

A Internet das Coisas é um assunto emergente de importância técnica, social e econômica. Bens duráveis, componentes industriais e utilitários, sensores e outros objetos estão sendo combinados com a internet e recursos de análise de dados e prometem transformar a maneira como os consumidores vivem e as firmas operam. Sob essa perspectiva, o objetivo deste trabalho é analisar e interpretar o potencial da IoT enquanto transformadora da estrutura de mercado, entendendo seu impacto não somente no modo como as firmas operam, mas também na natureza dos negócios. O estudo pretende investigar a difusão e o grau de disrupção da IoT nos setores automobilístico, agroindustrial e de tecnologia da informação e comunicação, bem como entender seus impactos nas principais estratégias adotadas na busca por vantagens competitivas nos mais diversos setores.

Palavras-chave: Internet das Coisas, Indústria Automobilística, Agroindústria, Indústria da Tecnologia da Informação e Comunicação, Estrutura de Mercado, Estratégias Empresariais.

ABSTRACT

The Internet of Things is an emerging issue with technical, social, and economic relevance. Durable goods, industrial and utility components, sensors, and other objects are being combined with internet and data analytics capabilities and promise to transform the way consumers live and business operate. From this perspective, this work intends to analyze and interpret the potential of IoT as a transforming factor of the market structure, understanding its impact not only on the way firms operate, but also on the nature of business. This study aims to investigate the diffusion of IoT in the automotive, agribusiness, and information and communication technology sectors, as well as understand its impacts on the main strategies adopted in the search for competitive advantage in different sectors.

Keywords: Internet of Things, Automobile Industry, Agroindustry, Information and Communication Technology Industry, Market Structure, Business Strategy.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
1 REFERENCIAL TEÓRICO CONCEITUAL E METODOLOGIA.....	14
1.1 Revisão da Literatura.....	14
1.1.1 Inovação.....	14
1.1.2 Estratégias empresariais.....	17
1.1.3 Indústria 4.0 e transformação digital.....	23
1.1.4 Internet das Coisas.....	25
1.2 Revisão Aplicada.....	26
1.3 Metodologia.....	29
2 O IMPACTO DA IOT ENQUANTO TRANSFORMADORA DOS SETORES INDUSTRIAIS.....	31
2.1 Indústria de Tecnologia da Informação e Comunicação.....	31
2.2 Indústria Automobilística.....	39
2.3 Agroindústria.....	51
2.4 Estudo Comparativo.....	59
3 IMPLICAÇÕES SOBRE AS ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS.....	67
3.1 Estratégias Competitivas.....	67
3.2 Estratégias Corporativas.....	71
3.3 Estratégias Cooperativas.....	73
3.4 Estratégias de Inovação.....	74
3.5 Recursos e Competências.....	77
CONCLUSÃO.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Estoque de veículos elétricos no mundo e países e regiões selecionados 2010 – 2020 (em milhões de unidades).....	41
Gráfico 2 - Empresas que mais venderam veículos elétricos em 2021 (em milhares de unidades de automóveis).....	46
Gráfico 3 - Variação estimada do valor adicional potencial das principais inovações vinculadas à IoT na agropecuária em 2030 (em US\$ bilhões).....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Capacidades dinâmicas e seus processos.....	22
Quadro 2 - Revisão aplicada acerca do impacto da IoT na estrutura de indústrias diversas e das firmas.....	27
Quadro 3 – Investimentos das fabricantes de veículos leves, caminhões e ônibus (2022-2026) e anunciados até março de 2022.....	50
Quadro 4 - Relações descritivas do progresso técnico da indústria automobilística, agroindústria e indústria de informação e comunicação no curto e médio prazos relacionadas à IoT.....	65
Quadro 5 - Relações descritivas da relação entre as inovações em IoT e as atividades produtivas da indústria automobilística, agroindústria e indústria de informação e comunicação no curto e médio prazos.....	65
Quadro 6 - Principais recursos habilitados pela IoT e vinculados aos princípios básicos das capacidades dinâmicas de uma firma.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Objetivos da firma e benefícios da diversificação.....	19
Figura 2 – Soluções verticais e horizontais para a indústria de tecnologia da informação e comunicação relacionadas à transformação digital.....	33
Figura 3 – Evolução das gerações de rede.....	36
Figura 4 - Comparação de velocidade e latência entre o 4G e o 5G.....	36
Figura 5 - Disponibilização dos serviços e dispositivos que utilizam de IoT conectada em redes 5G a curto, médio e longo prazo.....	38
Figura 6 - Previsão de taxa de crescimento do mercado para veículos registrados com aplicativos de IoT 2019 – 2025.....	40
Figura 7 - Indústria 4.0 – tecnologias digitais colaborativas.....	48
Figura 8 - Elementos presentes na <i>Smart Farming</i>	51

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 - Diagrama simplificado do processo inovativo dos carros autônomos na indústria automobilística.....	44
Diagrama 2 - Diagrama simplificado do processo de encadeamento na cadeia produtiva do agronegócio.....	54

INTRODUÇÃO

O conceito de Indústria 4.0 (I4.0) foi inicialmente empregado em 2011 na Alemanha e fez parte de uma iniciativa de um grupo privado – juntamente com o governo alemão – para aumentar a produtividade da indústria daquele país por intermédio de inovações disruptivas de alta tecnologia atreladas ao *Big Data*, computação em nuvem, Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), realidade virtual, robôs autônomos, segurança cibernética e simulação e impressão 3D. A partir de então, diversas indústrias espalhadas pelo mundo passaram a introduzir novas tecnologias em seus processos produtivos, visando à redução de custos e ao aumento expressivo da qualidade e rapidez da produção, a fim de evitar refugos de peças e retrabalho e elevar a produtividade. (BERTULUCCI, 2016).

Para além de questões estruturais e financeiras, o processo de transição para a I4.0 e, conseqüentemente, de implementação das tecnologias que a acompanham, incluem aspectos humanos, culturais e organizacionais. Dessa maneira, em um contexto cada vez mais digital e interconectado, as empresas veem-se diante de um cenário mais tecnológico, exigente, volátil e impulsionado pela digitalização, permitindo uma flexibilização e interoperabilidade dos sistemas produtivos e processuais existentes, bem como a criação de linhas de produção inteligentes. Tal processo possibilita não somente a utilização dos diferentes níveis de automação, mas também desencadeiam uma transformação digital nas companhias, afetando a estrutura de seus modelos de negócio (RÜBMANN, 2015; MOHAMED, 2018).

Sendo um dos *clusters* da Indústria 4.0, a Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*, em inglês) possibilita que equipamentos sejam capazes de capturar, processar, transferir, conectar e fazer o uso inteligente de informação – importante ativo estratégico da chamada quarta revolução industrial. Dessa forma, a IoT torna-se responsável, dentro do processo de transformação digital, pela conectividade, a partir da qual todo o processo de digitalização se baseia (HALLER, 2010).

Neste sentido, há a percepção da IoT como fator importante no fomento ao desenvolvimento e reestruturação dos setores e empresas, possibilitando a conexão – em tempo real – de objetos e pessoas com a tecnologia operando de forma invisível nas tomadas de decisão, afetando, diretamente, as estruturas de produção e de comando das firmas. A principal contribuição deste trabalho, portanto, será aprofundar a literatura já existente, analisando – no nível da indústria – como a IoT impacta a estrutura de mercado e explorando – no âmbito da empresa – as estratégias, benefícios e dificuldades da aplicação dessa inovação nos negócios.

Como supramencionado, o trabalho será estruturado sobre os temas de negócios e I4.0 com foco no entendimento das modificações estruturais e estratégicas da aplicação da IoT em setores e firmas, visando a discutir: de que forma e em qual intensidade a IoT possibilita transformações setoriais e estimula mudanças nas estratégias das empresas?

A hipótese a ser adotada relaciona-se ao fato de que a IoT tende a gerar impactos disruptivos na estrutura de mercado e na configuração produtiva das empresas e este processo, por sua vez, desperta uma necessidade de mudanças de estratégia e no modelo de negócio das firmas. A fim de testá-la, variáveis como difusão da tecnologia, produtividade e grau de concentração industrial foram selecionadas.

O objetivo geral do estudo consiste em abordar o potencial da IoT enquanto transformadora da estrutura de mercado, entendendo seu impacto não somente no modo como as firmas operam, mas também na natureza dos negócios, o qual será alcançado por intermédio de três objetivos específicos principais, quais sejam: analisar a difusão da IoT em setores selecionados; discutir se a IoT vem acarretando mudanças disruptivas ou otimizadoras; identificar os impactos da IoT nas estratégias empresariais e nos respectivos modelos de negócios.

Este trabalho está dividido da seguinte maneira: o primeiro capítulo aborda o referencial teórico da pesquisa, discorrendo sobre as principais contribuições de autores diversos acerca da Teoria Neoschumpeteriana, Visão Baseada em Recursos, I4.0 e IoT. O segundo capítulo trata-se da análise do papel da IoT nas indústrias automobilística, agroindústria e de tecnologia da informação e comunicação, a partir dos graus de disrupção identificados no relatório do Projeto I2027 da Confederação Nacional da Indústria, expondo cada setor individualmente e elaborando uma seção comparativa. Já o terceiro capítulo analisa os impactos desse *cluster* nas estratégias das firmas, abordando estratégias competitivas, corporativas, cooperativas e de inovação e capacidades dinâmicas de empresas de setores variados. Por fim, o quarto capítulo apresenta as considerações finais desta monografia.

1 REFERENCIAL TEÓRICO CONCEITUAL E METODOLOGIA

1.1 Revisão da Literatura

1.1.1 Inovação

A abordagem neoschumpeteriana formulou diversas críticas ao pensamento neoclássico, as quais variam desde a origem da inovação, até a tomada de decisão dos agentes, apresentando a noção de que a introdução de inovações se associa, majoritariamente, por problemas referentes à oferta, ou seja, relacionados aos aspectos intrafirma. Assim, em relação ao progresso tecnológico e mudança técnica, Nelson (2005 *apud* CASTELLI & CONCEIÇÃO, 2016) opõe-se à ideia da inovação como exógena ao desenvolvimento econômico, compreendendo dois mecanismos de difusão da mesma: pelo crescimento das firmas que adotam tecnologia superior em detrimento de outras que optam por não implementá-las e a difusão de empresa para empresa, ou seja, por intermédio de processos expansivos ou por imitação.

A difusão tecnológica pode ser analisada sob diversas perspectivas. Para Rogers (2003), o processo de difusão ocorre em cinco etapas distintas, quais sejam: conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação. Na primeira delas, o agente é apresentado à determinada tecnologia. A persuasão acontece quando o indivíduo (ou empresa) forma uma opinião em relação à inovação, podendo – ou não – ser positiva. A partir de então, o agente econômico decide por adotá-la ou rejeitá-la – implementando-a, em caso positivo. Por fim, tem-se a etapa de confirmação, na qual o agente reforça sua decisão de inovar.

Entretanto, alguns fatores apresentam-se como determinantes para o processo de difusão. Segundo Torres (2012), a difusão tecnológica só ocorrerá em condições nas quais os custos de sua implementação sejam menores que os custos de manutenção da tecnologia vigente, entendendo que a implantação da inovação assume caminhos e oferece resultados distintos em cada setor industrial.

Já para Tigre (2006), os condicionantes do processo difusivo fazem parte de três grupos principais: técnico, econômico e institucional. Para o autor, sob o prisma técnico, o processo de difusão de uma nova tecnologia encontra maiores dificuldades, relacionadas, principalmente, à falta de informação e à consequente incerteza gerada. Assim, para que uma inovação se difunda, outras tecnologias complementares devem apoiá-la, a fim de diminuir riscos inerentes ao

pioneirismo. Segundo o autor, “[...] o sucesso na introdução de novas tecnologias depende fundamentalmente da capacitação das empresas para absorverem eficientemente novos equipamentos, sistemas e processos produtivos” (TIGRE, 2006, p.96), para além da flexibilidade organizacional das firmas diante de mudanças.

Na esfera econômica, fatores como custos de transação, expectativas de retorno de investimento, produtividade e custos de aquisição e manutenção, estão relacionados ao ritmo de difusão. Outrossim, elementos como nível de concentração dos mercados e características específicas de cada setor também condicionam o processo de difusão da inovação (TIGRE, 2006).

No âmbito institucional, Tigre (2006) aponta outros cinco fatores relevantes, quais sejam:

- (i) disponibilidade de financiamentos e incentivos fiscais à inovação; (ii) clima favorável ao investimento no país; (iii) acordos internacionais de comércio e investimento; (iv) sistema de propriedade intelectual; e (v) existência de capital humano e instituições de apoio. (TIGRE, 2006, p.98).

Dessa maneira, diante de uma lógica de incerteza e não garantia do equilíbrio, uma firma imitadora pode implementar inovação superior, mas nada garante que a qualidade do processo e/ou produto se equipará ao original pertencente à pioneira – a qual, provavelmente, trabalhará para lançar outro ainda mais avançado em pouco tempo. Essas incertezas, inatas ao modelo de desenvolvimento econômico, levam as firmas a travarem uma competição pautada na diferenciação, buscando estratégias e oportunidades - externa e internamente -, a fim de responder aos desafios, superar suas concorrentes e influenciar o mercado como um todo, o qual determina, ao final desse processo, quais empresas conseguirão se manter e quais serão eliminadas, portanto, acarretando mudanças nas estruturas de mercado (CASTELLI & CONCEIÇÃO, 2016).

Outrossim, a partir do conceito de paradigma científico desenvolvido por Thomas Kuhn (1962), Dosi (1982) sugere uma analogia entre ciência e tecnologia e apresenta a noção de paradigma tecnológico, o qual representa um conjunto de “soluções modelo” para um dilema de produção, escolhido a partir do conhecimento científico e de práticas produtivas. Dessa maneira, além de definir as estratégias e tecnologias a serem utilizadas, o paradigma tecnológico dita oportunidades tecnológicas para as futuras inovações, bem como os meios para alcançá-las (BEZERRA, 2010).

Cabe salientar, também, que nem sempre o paradigma vigente representa a melhor tecnologia disponível na economia, mas é responsável por definir as direções das mudanças

tecnológicas ocorridas no interior do processo de desenvolvimento econômico, gerando as trajetórias tecnológicas. As trajetórias são formadas por inovações incrementais – adaptações inovadoras de uma tecnologia já existente – e por inovações radicais – criação de uma tecnologia inédita. Assim, é por intermédio da habilidade e da capacidade tecnológica das empresas em encontrar novas oportunidades que se dá a evolução de uma trajetória, posto que grandes oportunidades oferecem fortes incentivos à inovação e denotam um ambiente econômico com relevante potencial de crescimento e desenvolvimento (DOSI, 1982).

À vista disso, os paradigmas tecnológicos determinam o avanço inovativo sustentado pelo volume de conhecimento internalizado pela firma e pelo conjunto de rotinas, enquanto as trajetórias orientam a direção em que as mudanças se efetivam no tempo, demonstrando o caráter dependente e pré-determinado da trajetória evolutiva de uma organização. Esse fator sugere que o processo de desenvolvimento tecnológico é condicionado pelo passado e dependente da trajetória, sendo as firmas subordinadas às escolhas irreversíveis já feitas, estando em uma situação denominada *path dependence* (LA ROVERE, 2006).

Assim, em uma tentativa constante de solucionar desequilíbrios gerados por elas próprias, as trajetórias tecnológicas possuem seis características particulares, quais sejam: poder de alcance, complementariedade, fronteira, progresso, alteração e superioridade. Dessa forma, uma inovação radical quando é lançada ao mercado se torna um paradigma, segue trajetórias e acarreta inovações incrementais complementares a ela até atingir um ápice – a fronteira tecnológica. A partir desse momento, a situação do meio abre margem à possibilidade do surgimento de uma nova inovação radical e o ciclo se repete (ARTHUR, 1989).

Entretanto, como as firmas atuam em ambientes industriais diferentes, os neoschumpeterianos, em particular Dosi (1982), buscaram entender as trajetórias tecnológicas a partir de três atributos básicos: apropriabilidade, cumulatividade e condições de oportunidade. O primeiro diz respeito à dificuldade de imitação de determinada inovação – tornando-a mais lucrativa –, o segundo refere-se ao acúmulo de conhecimentos anteriores e o último varia de acordo com o setor e o paradigma vigente, sendo seu potencial de aproveitamento vinculado à cumulatividade e sendo responsável pelo alcance da fronteira e pela maior possibilidade de apropriabilidade (DOSI, 1982).

Para Christensen (1997), quando determinada tecnologia não surge a partir de um processo de inovação evolucionário ou da sustentação de uma trajetória, mas sim de um processo revolucionário, ela é definida como disruptiva. Assim, produtos, serviços ou processos são introduzidos com melhores características – ou menor custo – do que aqueles já existentes.

Conectado ao conceito de paradigma tecnológico de Dosi (1982), Perez (1985) introduz o conceito de paradigma tecnoeconômico (TEP – *techno-economic paradigm*, em inglês), o qual se relaciona ao modelo que demonstra a maneira mais efetiva de se utilizar as tecnologias emergentes de forma a transformar atividades e indústrias como um todo. Essas mudanças, por sua vez, afetam toda a economia e envolvem transformações técnicas e organizacionais, alterando produtos e processos, elevando a produtividade por toda a indústria já existente, criando indústrias e estabelecendo trajetórias de inovação que perduram por décadas (FREEMAN, 1997; PEREZ, 2009).

Segundo Perez (2009), o mérito do termo revolução advém da magnitude de seu poder transformacional e é o TEP, quando articulado ao uso de novas tecnologias, que é capaz de multiplicar e difundir seu impacto por toda a economia e, como consequência, modificar o modo como as estruturas socioinstitucionais estão organizadas. Ademais, a construção do paradigma tecnoeconômico se articula, simultaneamente, em três áreas distintas, quais sejam: na dinâmica da estrutura de custos, nos modelos organizacionais e no entendimento das oportunidades para inovação. Tal discussão pautada na motivação do processo inovativo introduz a exposição a seguir acerca das estratégias das firmas diante das transformações provocadas pelo desenvolvimento tecnológico.

1.1.2 Estratégias Empresariais

Em um cenário em constante transformação, as empresas precisam realizar uma gestão efetiva de seus negócios a fim de se manterem competitivas no mercado. Tal gestão pode ser identificada, principalmente, por intermédio de estratégias empresariais, as quais podem ser de caráter competitivo, corporativo, cooperativo ou de inovação.

Sob a perspectiva de Porter (1985), as estratégias competitivas de uma firma – pautadas na busca por lucratividade –, são moldadas a partir da percepção e análise de cinco forças, as quais definem a estrutura de um mercado e moldam a natureza da competição entre as empresas. Tais forças são: ameaça de novos entrantes, poder de barganha dos fornecedores, poder de barganha dos consumidores, ameaça de bens substitutos e rivalidade entre concorrentes.

Novos entrantes trazem novas capacidades a um mercado e um desejo de angariar *market-share*, colocando pressão nos preços, custos e nas taxas de investimento necessárias para competir. Ademais, a ameaça de entrada em um setor depende, majoritariamente, da existência de barreiras à entrada, as quais configuram-se como vantagens das incumbentes em

relação às entrantes e podem advir de seis fontes principais: economias de escala, diferenciação do produto, necessidade de capital, custos de mudança, acesso aos canais de distribuição e política governamental (PORTER, 2008).

Outrossim, fornecedores poderosos capturam mais valor para si mesmos, cobrando preços mais altos, limitando a qualidade ou transferindo custos para os compradores. O poder de barganha do provedor aumenta quando seu mercado é mais concentrado do que a indústria que vende para, quando os compradores enfrentam custos de mudança de fornecedores ou quando os fornecedores oferecem produtos diferenciados e difíceis de serem substituídos (PORTER, 2008).

No tocante ao poder de barganha dos consumidores, a mesma lógica supra analisada faz-se válida, de forma que os clientes podem capturar mais valor forçando os preços para baixo ou exigindo maior qualidade. Assim como acontece com os fornecedores, os compradores são poderosos se tiverem poder de negociação, de forma que quando existem poucos consumidores ou quando os clientes enfrentem poucos custos de troca de provedor, as empresas são forçadas a travarem uma competição mais agressiva umas contra as outras, geralmente às custas da sua lucratividade (PORTER, 2008).

Para mais, bens ou serviços substitutos limitam o potencial de lucro de uma firma ao impor um teto aos preços aplicados por ela. Dessa maneira, a ameaça é alta se o produto com percepção de valor equivalente ao consumidor oferece uma relação preço-desempenho atrativa ou se o custo do comprador para mudar para o substituto é baixo (PORTER, 2008).

Por fim, a rivalidade entre os concorrentes pode assumir diferentes formas, incluindo descontos de preços, introdução de novos produtos, campanhas publicitárias e melhoria nos serviços. Assim sendo, o grau no qual essa rivalidade impacta a lucratividade de uma indústria depende da intensidade dessa competição, bem como sob quais bases tais firmas competem. No tocante à intensidade, esta é tão maior, quanto maior for o número de competidores de mesmo tamanho – e poder – em um mercado, quanto mais numerosas forem as barreiras à saída e quanto menor o acesso de uma empresa a informações sobre outra. Entretanto, a rivalidade pode resultar em uma soma positiva – aumentando a lucratividade média – quando cada concorrentes visa atender às necessidades de distintos segmentos de clientes, com diferentes combinações de preços, produtos, serviços, recursos e identidade de marca (PORTER, 2008).

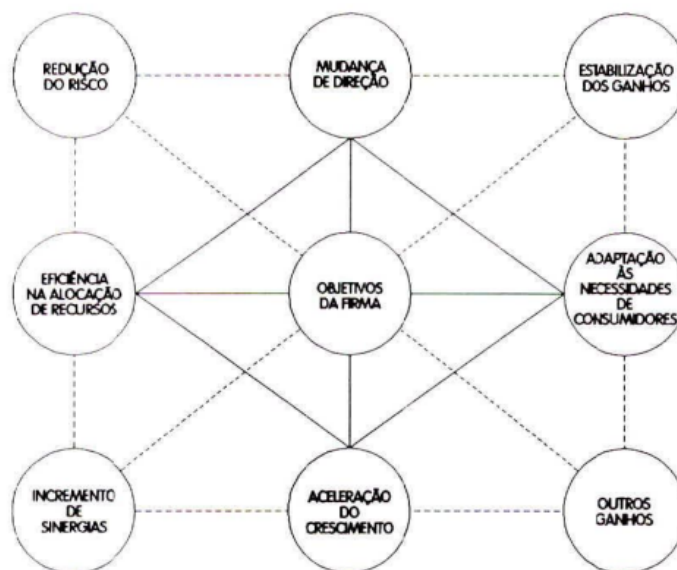
Dessa forma, são duas as maneiras de uma empresa enfrentar essa rivalidade entre os concorrentes, quais sejam: elevar seu domínio sobre uma tecnologia relevante ou conquistar posição monopolística. No entanto, para autores como Penrose (1979), nenhuma dessas

soluções são, individualmente, suficientes para neutralizar por completo a vulnerabilidade da firma em um mercado dotado de incertezas, de modo que somente por meio da produção mais ampla possível – de produtos variados – é que se pode reduzir o impacto sobre a firma resultante de alterações de demanda e de modificações de sua posição competitiva com relação aos produtos individuais.

De acordo com Wright, Kroll e Parnell (2000), a diversificação, no contexto da estratégia corporativa, representa a presença da firma em mais de um setor, reduzindo as incertezas inerentes à especialização produtiva. Ainda segundo esses autores, uma empresa pode adotar estratégias corporativas de crescimento – na existência de oportunidades que lhe permitam aumentar seu *market-share* –, de estabilidade – buscando concentrar suas forças no incremento da produtividade e na inovação das companhias existentes –, e de redução – quando o desempenho da empresa no setor está aquém do esperado.

Ademais, compreendendo a firma no âmbito dos modelos de Organização Industrial como *locus* de acumulação de capital, entende-se que a diversificação atua no sentido de acelerar tal processo, aumentando a lucratividade da companhia e, conseqüentemente, viabilizando o crescimento. A partir dessa perspectiva, diversos são os benefícios da diversificação, intimamente relacionados aos objetivos da firma e demonstrados na figura 1 (BRITTO, 2003).

Figura 1: Objetivos da firma e benefícios da diversificação



Fonte: Reed & Luffman (1986 *apud* BRITTO 2003)

De acordo com Penrose (1979), novas oportunidades de produção surgem do acúmulo de experiência disponível na firma, das mudanças nos serviços produtivos e das modificações das condições de mercado – igualmente percebidas pelas empresas. Entretanto, para a economista, a inovação é uma das mais importantes fontes de novas oportunidades para a diversificação, estando a companhia especializada vulnerável a alterações adversas da demanda ou pelo próprio acirramento da concorrência exercida por outros produtores, de forma que seu crescimento é limitado pelo crescimento do mercado ou da porção de *market-share* que ela ainda pode conquistar.

Outrossim, dentro da análise das estratégias corporativas, pode-se perceber duas formas distintas de diversificação, quais sejam: relacionada e não relacionada (também denominada de conglomerada). Para Johnson *et al.* (2009), a primeira diz respeito ao desenvolvimento de produtos ou serviços utilizando-se das capacidades ou da rede de valor já dominadas pela firma, enquanto a segunda relaciona-se à operação da empresa em mercados distintos de suas atuações convencionais, em setores não relacionados entre si.

Entretanto, nem sempre as companhias possuem as habilidades necessárias para competirem em determinado mercado, de forma que as estratégias colaborativas emergem como uma possibilidade de elas rapidamente incorporarem recursos e competências relevantes para a competição, angariando vantagens competitivas. Dessa forma, a estratégia de cooperação habilita que parceiros consigam uma posição forte no mercado de maneira conjunta, mais do que conseguiriam se atuassem isoladamente, fugindo de incertezas (DAI & KAUFFMAN, 2005; MEANS & SCHNEIDER, 2001)

Para Kanter (1996), as alianças estratégicas surgem para a expansão de mercados, favorecimento do intercâmbio de recursos humanos e competências, viabilização do compartilhamento de recursos escassos e possibilidade de atendimento às premissas de inovação contínua. Ainda segundo esse autor, o aproveitamento de estratégias cooperativas pode se efetuar de três maneiras distintas, quais sejam:

- 1) Alianças em serviços multiorganizacionais (consórcio entre empresas): quando firmas de um mesmo setor se unem para estabelecer uma nova organização visando à obtenção de ganhos de escala;
- 2) Alianças oportunistas (*joint-ventures*): quando empresas buscam alianças que objetivem novos empreendimentos motivadas pela possibilidade de angariarem vantagens competitivas rapidamente – ainda que temporárias. Tal formação é incentivada por

ganhos de escala, transferência de tecnologia, acesso a novos mercados e aprendizagem acelerada;

- 3) Alianças entre fornecedores e clientes: estimulada pela qualidade e pela inovação esse tipo de estratégia surge quando são necessários investimentos semelhantes por diferentes estágios da cadeia de valor.

Para todos os casos supramencionados, a aliança é definida como uma relação bilateral caracterizada pelo comprometimento das duas ou mais empresas envolvidas, buscando atingirem um objetivo comum, de maneira que a obtenção de vantagem competitiva depende do quanto os ativos complementares dos parceiros estejam eficientemente alinhados (JORDE & TEECE, 1989; PYKA & WINDRUM, 2003).

Ademais, a partir da teoria da Visão Baseada em Recursos (RBV, no acrônimo em inglês), a formação de alianças demonstra-se como fontes potenciais na geração de vantagens por propiciarem flexibilidade, redução de custos de transação, manutenção do enfoque da empresa nas competências essenciais, diminuição da necessidade de verticalização e agilidade na alocação e recombinação de recursos – características das capacidades dinâmicas (BARNEY, 2002).

As capacidades dinâmicas podem ser definidas como um conjunto de habilidades organizacionais capazes de reconfigurar, integrar e construir o negócio de uma firma, reunindo competências necessárias na obtenção de vantagens competitivas. Dessa maneira, essas capacidades diferem-se do *know-how* ordinário, uma vez que estão relacionadas, precipuamente, às mudanças (TEECE *et al.*, 1997; TEECE, 2017a; TEECE, 2018b).

Sob a perspectiva da RBV, as capacidades supramencionadas são analisadas pelo ponto de vista da insubstituibilidade, fixando-se nos processos organizacionais e na proficiência dos recursos humanos, de forma que, quando devidamente empregadas, oferecem um diferencial competitivo. Segundo Teece, Pisano e Shuen (1997), mudanças tecnológicas desenvolvem novos recursos, o que demanda dos agentes econômicos uma adaptação, a qual se concretiza por meio da atualização de suas competências. Assim, as capacidades dinâmicas articulam-se às firmas, suavizando incertezas inerentes ao mercado e levando-as a utilizar de maneira mais eficiente seus recursos, por meio de três princípios básicos: *sensing*, *seizing* e *reconfiguring* (BARNEY, 2001; DE NORONHA *et al.* 2022a).

O *sensing* diz respeito à capacidade da firma em reconhecer oportunidades tecnológicas a partir da necessidade dos consumidores, de forma que – diante da incerteza –, as empresas

capturam vantagens ao perceber novas opções de crescimento e possibilidades de inovação (radical ou incremental) antes de seus concorrentes, transformando-se de maneira mais ágil. Quando o objetivo é antecipar a reação concorrencial, as companhias podem mobilizar recursos por intermédio do *seizing*. Tal processo possibilita o aprimoramento de modelos de negócios, criando novas rotinas organizacionais, produtos e serviços. Já o princípio do *reconfiguring* está relacionado ao processo de transformação da estrutura organizacional em função dos propósitos do próprio agente econômico, a partir dos recursos disponíveis, renovando as competências (KHAN *et al.*, 2020; TEECE & LEIH, 2016).

Tais capacidades sustentadoras podem ser observadas no quadro 1.

Quadro 1 - Capacidades dinâmicas e seus processos

Capacidades	Processos
Atuar analisando o ambiente externo no qual está inserida (<i>Sensing</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Para direcionar trabalhos internos de P&D; - Para buscar fornecedores complementares às inovações da organização; - Para explorar desenvolvimento científico exógeno; - Para reconhecer segmentos do mercado alvo, gerando inovações direcionadas aos clientes.
Aproveitar as oportunidades detectadas (<i>Seizing</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - De seleção das fronteiras organizacionais; - De criação de soluções para o cliente; - De seleção de protocolos de tomada de decisão; - De estabelecimento de rotinas, construindo lealdade de comprometimento.
Gerenciar ameaças e transformações decorrentes das mudanças organizacionais (<i>Reconfiguring</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - De descentralização e decomposição; - De coespecialização; - De governança; - De gerenciamento do conhecimento.

Fonte: Elaboração própria com base em Mendonça *et al.* (2018)

Dessa forma, entendendo que a transformação digital acontece no contexto individual de uma organização, a definição das estratégias já mencionadas forma um roteiro para que as firmas alcancem a visão da Indústria 4.0, a qual é apresentada em seguida.

1.1.3 Indústria 4.0 e transformação digital

Baseada na interconexão, automação e digitalização, a I4.0 provavelmente tende a representar uma mudança de paradigma, cujo objetivo centra-se na integração das fábricas com toda a cadeia de suprimento dos bens produzidos, sob as bases das tecnologias digitais. Essa integração tem como resultado as fábricas inteligentes (*smart factory*, em inglês), as quais são capazes de coletar e analisar dados, além de tomar decisões em tempo real, contribuindo para a incorporação dos equipamentos inteligentes e da informação na criação do valor industrial (BAGHERI *et al.*, 2015; FRANK *et al.*, 2019; LIAO *et al.*, 2017).

Sobre os princípios da I4.0, denotam-se seis, quais sejam: interoperabilidade, virtualização, descentralização, capacidade de operação em tempo real, modularidade e orientação de serviços. A interoperabilidade diz respeito à capacidade dos sistemas *cyber* físicos (CPS) comunicar-se com humanos e fábricas inteligentes por meio da internet e IoT. A virtualização representa uma cópia virtual das fábricas, possibilitando a rastreabilidade, o monitoramento remoto e a previsão de problemas. Já a descentralização se verifica quando um processo de decisão pode ser realizado por intermédio do sistema *cyber* físico de forma a atender às necessidades de produção em tempo real (IEDI, 2017; SILVEIRA, 2017).

Ademais, o conceito de capacidade de operação em tempo real está vinculado à reação rápida do sistema às mudanças de demandas ou problemas de operação via coleta e análise dos dados, permitindo que as decisões supracitadas sejam tomadas em tempo real. A modularidade relaciona-se à produção realizada de acordo com a demanda e à competência de reajuste de acordo com a necessidade de customização do produto. Por fim, a conceituação de orientação de serviços refere-se à disponibilização das funcionalidades empresariais por meio de arquiteturas de *softwares* de serviços prestados em plataformas da Internet dos Serviços (IoS) (IEDI, 2017; SILVEIRA, 2017).

Para que os princípios supramencionados sejam alcançados, determinadas tecnologias-chave agrupadas por proximidade tecnológica e denominadas *clusters* tecnológicos são utilizadas a fim de introduzir mudanças disruptivas na atividade industrial, entendendo-as como alterações de padrões de concorrência setoriais ou de modelos de negócios predominantes no momento de análise. De acordo com o relatório I2027 (2017), os oito *clusters* relacionados à I4.0 são: Internet das Coisas (IoT), Redes de comunicação, Inteligência Artificial e *Big Data*, Produção Conectada, Materiais Avançados, Nanotecnologia, Biotecnologia e Armazenamento de Energia (CNI, 2017).

Segundo Coelho (2016), para que a implementação do paradigma da I4.0 seja exitosa, as organizações deverão passar por mudanças organizacionais importantes, a fim de se tornarem competitivas em um mundo em constante mudança, incorporando tecnologias orientadas pelo propósito de remodelar os negócios. Esse processo é para Solis (2014), o que se conhece por transformação digital.

Dessa maneira, a transformação digital apresenta-se como um fenômeno que abrange, também, um caráter mais estratégico e que engloba todas as dimensões das firmas, tais quais operações, processos, produtos e culturas organizacionais. Ademais, Oks *et al.* (2017) resumem essas três dimensões em humana, organizacional e tecnológica, as quais são interdependentes (CHINEN, 2019).

Na dimensão humana, os autores descrevem a relevância de treinamentos e de desenvolvimento contínuo dos colaboradores a fim de gerar uma melhoria dos conhecimentos vitais para a transição e adaptação para a I4.0. Outrossim, Veile *et al.* (2019) apontam para a importância de um estilo de liderança mais democrático estabelecendo uma estratégia que englobe todos os atores envolvidos na transformação digital (OKS *et al.*, 2017).

Ao se tratar da dimensão organizacional, o processo de transformação digital exige que as hierarquias sejam mais achatadas e com estruturas menos formais, envolvendo uma comunicação aberta entre gerências e departamentos, além de processos descentralizados de tomada de decisão que englobem, principalmente, a cooperação estratégica – dentro e fora da companhia. Para mais, a estrutura organizacional enquanto suporte aos objetivos da I4.0 se baseia, também, por intermédio de mudanças nos modelos de negócios, garantindo flexibilidade e métodos ágeis de gestão que dependem fortemente da cultura corporativa (BURMEISTER *et al.*, 2016; VEILE *et al.*, 2019; SCHUN *et al.*, 2020).

Já a dimensão tecnológica se apresenta enquanto o aspecto chave para a implementação da I4.0, posto que envolve as diversas tecnologias digitais que possibilitam a criação de valor na indústria ao se conectar com as duas dimensões supramencionadas. É a tecnologia que oferece as ferramentas para a criação das fábricas inteligentes, possibilitando a automatização de tarefas e processos, por meio do *Big Data*, Computação em Nuvem, Internet Artificial, IoT, entre outros. Neste trabalho, optou-se por centrar na análise da IoT enquanto tecnologia suporte ao processo de transformação digital, a ser discutida na seção seguinte (KAGERMANN *et al.*, 2013; OKS *et al.*, 2017; VEILE *et al.*, 2019).

1.1.4 Internet das Coisas

O termo IoT foi utilizado, primeiramente, por Kevin Ashton em 1999, sendo entendido como a ideia de que os computadores poderiam trabalhar por meio de redes de maneira inteligente e independente dos dados limitados fornecidos pelos humanos. Entretanto, o termo se popularizou somente em meados de 2010. Assim, Haller (2010) define IoT como um mundo no qual se observa a integração entre os objetos físicos – por intermédio da internet –, a fim de torná-los participantes ativos dos processos de negócio (ASHTON, 2009).

Para Santos *et al.* (2016), a IoT foi resultado da evolução de diversas áreas, transformando-se em um conjunto de diferentes tecnologias que se complementam e tornam possível a inserção de objetos físicos no mundo virtual, conectando-os entre si. Patel *et al.* (2015) entendem que esses objetos físicos são conectados por intermédio de três categorias de interação, quais sejam: (1) Pessoas para Pessoas; (2) Pessoas para Coisas e (3) Coisas para Coisas. Essas interações, por sua vez, contribuem para que o mundo real, o virtual e o digital se complementem em origens ambientes mais inteligentes.

De acordo com Vermesan *et al.* (2009), a IoT é definida como uma rede dinâmica e global segundo a qual o objeto que se torna virtual passa a ter identidade, personalidade, interface inteligente e atributos físicos. Segundo os autores, a IoT faz com que,

[..] as ‘coisas’ se tornem participantes ativas dos negócios e dos processos informacionais e sociais nos quais eles são capazes de interagir e comunicar entre eles e com o ambiente através da troca de dados e informação percebida sobre o ambiente, enquanto reagem de forma autônoma aos eventos do ‘mundo físico/real’ e o influenciam ao iniciar processos que engatilham ações e criam serviços com ou sem intervenção humana direta (VERMESAN, 2009. p.6).

Segundo Albertin e de Moura Albertin (2017), além de possibilitar a integração do mundo físico por meio das redes de comunicação, a IoT está vinculada às demais aplicações tecnológicas que intentam usufruir de seu potencial, estando intimamente relacionada à oferta criada a fim de facilitar as atividades diárias dos indivíduos. Em sua essência, a IoT reúne informações de diversos dispositivos e aplicações e os interligam em um ambiente virtual por intermédio da internet, oferecendo praticidade e conexão ininterrupta entre as camadas dos negócios (SANTOS; FREITAS, 2016).

De acordo com relatório publicado pela McKinsey & Company (2021), estima-se que até 2030, a IoT proporcione de US\$5,5 a US\$12,6 trilhões em valor adicionado globalmente, incluindo o valor capturado por consumidores dos produtos e serviços à base do *cluster*

tecnológico. Outrossim, segundo o Global IoT Report (2017), 38% das empresas pesquisadas¹ já haviam implementado tecnologias relacionadas à IoT e 57% planejavam implementá-las.

Dentre as companhias que já utilizam ou pretendiam utilizar a IoT, 90% enfrentavam desafios no que tange à escolha da melhor plataforma e, conseqüentemente, muitas delas coletam *Dark Data*², enfrentando desafios potenciais no que diz respeito à sua análise. Em 2017, 52% dos dados coletados via IoT não eram analisados e dentre os motivos pode-se citar o uso da plataforma correta para o tipo de negócio (46%) e a falta de experiência (38%). Essa última reflete uma média de nove dias para se converter dados em análises úteis, enquanto o tempo ideal seria de dois dias (GLOBAL IOT REPORT, 2017).

Ademais, 93% firmas enfrentavam – em 2017 – desafios relacionados à segurança, à escalabilidade e à interoperabilidade, sendo que última diz respeito à habilidade das soluções de IoT em trocar informação de maneira mais eficiente e produtiva. Apesar dos obstáculos, 82% das empresas concordavam que a incorporação da IoT em seus processos produtivos impactava positivamente em seu *market share*, sendo o aumento da eficiência (65%) e da satisfação do cliente (65%) e a redução dos custos (62%) as principais vantagens que levavam as companhias a investirem em IoT (GLOBAL IOT REPORT, 2017).

Estima-se que até 2030, 90% da população mundial terá acesso a algum nível de cobertura 5G e o seu advento tende a facilitar o desenvolvimento de redes privadas de internet, corroborando com maior segurança, privacidade e performance e, conseqüentemente, facilitando a expansão da IoT (GLOBAL IOT REPORT, 2017).

1.2 Revisão Aplicada

A fim de complementar aspectos da pesquisa pretendida relacionados à influência da IoT na estrutura dos mercados setoriais e nas estratégias empresariais, o quadro 2 abaixo sintetiza a percepção de diversos autores acerca do impacto desse *cluster* tecnológico diante da mudança de paradigma tecnoeconômico.

¹ Foram entrevistadas 263 companhias de países como Estados Unidos, Dinamarca, Reino Unido, Alemanha e Suécia. O porte das empresas não foi explicitado na pesquisa, mas todas implementaram inovações disruptivas de larga escala relacionadas à IoT.

² *Dark Data* surge quando a capacidade de uma organização de coletar dados excede a taxa de transferência na qual pode analisá-los, de tal forma que deixam de ser utilizados na tomada de decisão (JOHNSON, 2015).

Quadro 2 - Revisão aplicada acerca do impacto da IoT na estrutura de indústrias diversas e das firmas

Título	Autores	Metodologia	Conclusão
Modelos de negócio para produtos e serviços baseados em Internet das Coisas: uma revisão da literatura e oportunidades de pesquisas futuras (2016)	Fabiana Pacheco, Amarolinda Klein e Rodrigo Righi	Revisão sistemática da literatura	Há uma diferença entre os modelos de negócios inseridos na transformação digital e os tradicionais em termos de proposição de valor, segmentação de clientes e fontes de receita. A cocriação é um elemento importante a ser considerado. Em relação às barreiras enfrentadas pelas organizações na introdução da IoT, os autores destacam: a falta de segurança e privacidade, o grande volume de dados e a escalabilidade.
A Internet das Coisas e seus efeitos na Indústria 4.0 (2017)	Arnold de Araújo Freitas	Revisão sistemática da literatura	A IoT enquanto base tecnológica para a Indústria 4.0 terá implicações na infraestrutura tecnológica, na padronização de fatores como interoperabilidade e protocolos, na mudança de modelos de negócios e em aspectos legais relacionados à segurança e privacidade. O valor da nova indústria, para o autor, passa a se concentrar no serviço, ao invés do produto.
O uso da Internet das Coisas na indústria automobilística brasileira (2019)	Igor Ruíra Paiva	Estudo de Caso	O autor observou que a aplicação da IoT ocasionou mudanças no mercado por intermédio de novos modelos de negócio e estão modificando as antigas estruturas da indústria automobilística brasileira. Para que isso seja possível, Paiva (2019) defende o investimento em mão de obra qualificada, melhoria da área de Tecnologia da Informação das empresas para suportar a transformação digital, além do apoio governamental por meio de investimentos em conectividade, como a rede 5G.
Internet das Coisas (IoT) e Indústria 4.0: revolucionando o mundo dos negócios (2018)	Jamires Colombo e João de Lucca Filho	Revisão sistemática da literatura	Os autores destacam que nem todos os setores industriais serão beneficiados da mesma maneira com a implementação da IoT, diante do alto custo e das peculiaridades de cada ramo. Ademais, demonstram a necessidade da capacitação dos colaboradores e da atuação dos líderes enquanto motivadores.
Internet das Coisas: uma oportunidade para a indústria brasileira (2017)	Rafael Perez Arthur	Estudo Prospectivo	O trabalho traça um panorama da indústria no Brasil de 2017 a 2022 e analisa as possibilidades diante da implantação da IoT em seu meio

Título	Autores	Metodologia	Conclusão
			produtivo. Segundo o autor, o sucesso da IoT depende da qualidade da internet sem fio e da garantia da segurança das informações, fatores ainda a serem mais bem trabalhados pelo Estado brasileiro.
A Indústria 4.0 na economia brasileira: seus benefícios, impactos e desafios (2018)	Jhonata de Souza Matos	Análise documental	De forma geral, o trabalho apontou a relevância da IoT no aumento da produtividade e eficiência das indústrias, potencializando a inovação e tornando os setores e as empresas mais competitivos. Outrossim, o autor atenta para a influência da IoT nos ganhos de produção em escala e escopo, na redução dos custos, na melhoria do marketing e na otimização dos processos.
A Internet das Coisas e o <i>Big Data</i> inovando os negócios (2016)	Dalma de Oliveira Santos e Eduardo Bonetti de Freitas	Revisão sistemática da literatura	Os autores evidenciam que ambos os <i>clusters</i> tecnológicos são valiosos em alguns setores e que a coleta massiva de dados – se devidamente analisados – auxiliam em tomadas de decisão mais assertivas. O artigo demonstra que tanto o Big Data, como a IoT é capaz de proporcionar uma melhoria da produtividade e do atendimento ao cliente e minimização dos riscos.
Internet das Coisas (IoT) e modelos de negócios: uma revisão sistemática da literatura (2020)	Juliana Nélia Correa e César Alexandre de Souza	Revisão sistemática da literatura	Os autores identificaram que a Internet das Coisas exerce influência sobre o modelo de negócio das firmas em diferentes dimensões, tais quais: posicionamento estratégico, relacionamento com o cliente, modelo de gestão, cadeia valor, logística e modelo econômico. Segundo Correa e de Souza (2020), os impactos relacionados ao modelo de gestão estão vinculados, principalmente, ao desenvolvimento de novos conhecimentos, flexibilidade e habilidades técnicas aliadas à transformação digital.
Indústria 2027: Riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas (2017)	Confederação Nacional da Indústria – CNI	Estudo multicasos	De acordo com o relatório, Inteligência Artificial, IoT e produção inteligente e conectadas são os <i>clusters</i> que trazem impactos potencialmente disruptivos para um maior número de setores industriais. No caso da IoT, esse nível de impacto é analisado nos sistemas produtivos da agroindústria, insumos básicos, química, petróleo e gás, aeroespacial e defesa e de bens de consumo. Ademais, a IoT tende impactar

Título	Autores	Metodologia	Conclusão
			de forma moderada o setor automotivo e farmacêutico e de maneira disruptiva a competitividade dos setores de bens de capital e de tecnologia da informação e comunicação.

Fonte: Elaboração própria

A IoT apresenta tecnologias de propósito geral e, portanto, aplicáveis a diversas indústrias. Entretanto, devido às especificidades e nível de desenvolvimento de cada setor industrial, o *cluster* tecnológico não afeta de maneira idêntica todos eles, podendo diferir no grau de impacto e disrupção, nos tipos de tecnologias em uso e no seu potencial de difusão no ramo – variável negativamente relacionada aos seus custos. Ademais, ainda que o potencial disruptivo seja normalmente associado às inovações radicais, em determinados setores, uma série de inovações incrementais adversas ao paradigma vigente pode romper com estruturas de mercado no longo prazo, trazendo mudanças predominantemente qualitativas.

Para além das implicações da IoT nos setores industriais relacionados às estruturas de mercados no âmbito da firma, esse *cluster* tecnológico impacta, também, a estrutura de comando das empresas, exigindo uma governança mais flexível e horizontal e um planejamento estratégico voltado à qualificação do trabalhador e à inserção do *mindset* digital no ambiente de trabalho. Dessa maneira – segundo os trabalhos explicitados no quadro –, os efeitos da I4.0 não somente repercutem na esfera financeira e de mercado das companhias, mas também proporcionam mudanças nos modelos de negócios das firmas.

1.3 Metodologia

O método de procedimento escolhido para a condução da monografia foi o estudo de casos múltiplos, a partir de uma pesquisa de natureza, majoritariamente, qualitativa, o qual é definido – segundo Yin (2003) – como um método empírico capaz de investigar fenômenos inseridos em seus contextos reais, explorando os objetos de investigação e permitindo um amplo e pormenorizado entendimento da realidade pesquisada. Para o autor, o estudo multicase permite a possibilidade previsão de resultados similares, bem como de resultados contrários por razões previsíveis.

O estudo de casos múltiplos mostra-se adequado ao objetivo geral deste trabalho, o qual busca demonstrar o potencial da IoT enquanto possível transformadora da estrutura de mercado, bem como na natureza dos negócios, um aspecto relativamente recente e que requer mais

investigações para aprofundamento do conhecimento. Sendo assim, a finalidade da pesquisa demonstra-se como exploratória.

Segundo Gil (1999), um estudo exploratório visa a proporcionar maior familiaridade com o problema da pesquisa, com vistas a torná-lo mais explícito ou realizar descobertas por intermédio de levantamento bibliográfico e documental, considerados fonte de coleta de dados secundária. A partir do desenvolvimento e esclarecimento de padrões e conceitos, esse tipo de estudo busca formular problemas ou hipóteses mais precisas. O método de abordagem utilizado será o método indutivo, visto que se partirá de casos isolados, tentando alcançar uma conclusão geral.

No tocante à análise industrial, os setores escolhidos foram: automobilística, agroindústria e tecnologia da informação e comunicação, com o objetivo de explorar graus de disrupção diversos da IoT de acordo com o relatório do I2027. A análise documental partirá de relatórios publicados, em sua maioria, pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), Boston Consulting Group (BCG) e McKinsey & Company, as duas últimas oferecendo perspectivas das macrotendências associadas à IoT, bem como expectativas e desafios empresariais acerca do *cluster*.

Outrossim, foram realizadas entrevistas com especialistas setoriais referentes à agroindústria, à indústria automobilística e ao setor de tecnologia da informação e comunicação, as quais foram realizadas, respectivamente, nos meses de junho, outubro e novembro do ano de 2022. Os entrevistados foram Sr. Leonardo Sologuren – sócio-diretor na Horizon Company e Cofundador da Zeus Agritech –, Dr. Enéas Carvalho – professor de ciências econômicas na Universidade Estadual Paulista – e Dr. Paulo Tigre – professor de ciências econômicas na Universidade de São Paulo –, nessa ordem.

2 O IMPACTO DA IoT ENQUANTO TRANSFORMADORA DOS SETORES INDUSTRIAIS

Padrões setoriais de inovação, por vezes, resultam das diferenças intersetoriais de condutas inovativas, as quais advêm de características econômicas e tecnológicas de tais indústrias. Dessa maneira, a fim de analisar os distintos graus de disrupção (moderado, potencialmente disruptivo e disruptivo), foram escolhidos nessa seção um setor baseado em ciência – Tecnologia da Informação e Comunicação –, um intensivo em escala – Automobilística – e um dominado pelo fornecedor – Agroindústria –, explorando diversas condutas que assemelham empresas de um mesmo ramo, estabelecendo idiosincrasias dos sistemas setoriais de inovação.

2.1 Indústria de Tecnologia da Informação e Comunicação

O rápido aumento da eficiência e velocidade da internet – combinado com a crescente capacidade de armazenamento e processamento de informação – tem corroborado, nas últimas décadas, para uma expansão da IoT, a qual afeta diretamente a indústria de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Isso porque, o setor é, ao mesmo tempo, historicamente pioneiro no emprego de tecnologias emergentes e núcleo gerador de inovações críticas que se difundem para o restante da economia, atuando em posição de demandante e de ofertante de soluções vinculadas à transformação digital (CNI, 2017).

Dessa forma, pode-se perceber a aplicação de IoT no setor de TIC em inovações de produto e de processo, bem como uma relação inversa, na qual a indústria de TIC cria infraestrutura para o desenvolvimento das tecnologias de IoT, a exemplo do 5G. No tocante à inovação de produto, o que se evidencia é uma possível transformação da estrutura de mercado diante de uma inserção do setor em outros ramos da economia, visando sua permanência no mercado.

Nesse contexto, a fim de acompanhar o rápido desenvolvimento do mundo digital e a entrada de novos *players* – com a oferta de soluções alternativas, por vezes, mais convenientes, como o WhatsApp –, todos os tipos de provedores de serviços de comunicação (*Communication Service Providers* – CSPs, em inglês) – especialmente as operadoras de telefonia – devem realizar investimentos massivos, esperando retorno e suprindo a necessidade dos agentes econômicos de estarem, cada vez mais, conectados (KOKOLJ *et al.*, 2020).

De acordo com Kokolj *et al.* (2020), existiam duas tendências presentes no negócio de TIC, quais sejam: foco na redução de custos, por intermédio do aumento da automatização, produtividade e eficiência; e procura por novos serviços e novas formas de geração de receitas. Concomitantemente, a digitalização em outras indústrias significa que os equipamentos de comunicação e as redes de conexão estão se tornando cruciais para esses negócios, integrando sua estrutura e abrindo espaço para que as empresas de TIC monetizem soluções de IoT, posicionando-se na cadeia de valor de setores variados por intermédio de processos de desintermediação – como os bancos digitais – ou da reintermediação – a exemplo de firmas como a Uber (informação verbal)³.

Assim sendo, diante de uma lógica de incerteza inata ao modelo de desenvolvimento econômico, enquanto companhias do ramo de TIC perdem espaço para soluções mais inovadoras em seu ramo de atuação tradicional, uma competição pautada na diferenciação faz-se necessária para sua manutenção no mercado, levando algumas empresas à fronteira tecnológica (NERIS JR. *et al.*, 2014).

Tal situação foi fonte de profundas transformações no setor que abrangem quatro dimensões: (i) a internet e telefonia móvel, inserindo novos atores e concebendo a utilização de software para os produtos; (ii) a convergência de padrões tecnológicos, diminuindo barreiras à entrada e padronizando equipamentos (*hardware*); (iii) miniaturização de aparelhos; e (iv) aumento do gasto em P&D, crescendo sua importância como fator de competitividade (NERIS JR. *et al.*, 2014).

Sob essa perspectiva, de acordo com relatório publicado pela CNI (2017), espera-se que até o final da década de 2030, a IoT impacte de maneira disruptiva a dinâmica competitiva da indústria de TIC, modificando toda a estrutura tradicional das companhias do setor a partir de uma lógica de uma crescente integração e interconexão de tecnologias que, no passado, se desenvolviam de modo paralelo, ou se quer existiam. Ademais, a IoT não atua de maneira isolada, de forma que essa integração com outros *clusters* e tecnologias – juntamente com a customização das soluções – é o que garante a competitividade no setor nessa trajetória tecnológica (informação verbal)⁴.

Parte desse impacto disruptivo supramencionado já pode ser percebido atualmente por intermédio de tendências observadas no setor. Para além da entrada de novos *players* no

³ Entrevista concedida pelo Prof. Dr. Paulo Tigre, em 02 de novembro de 2022. Entrevistadora: Livia M. Pereira (roteiro em anexo).

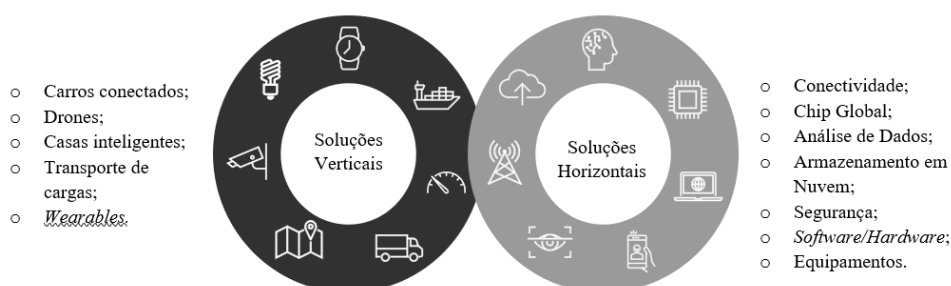
⁴ Entrevista concedida pelo Prof. Dr. Paulo Tigre, em 02 de novembro de 2022. Entrevistadora: Livia M. Pereira (roteiro em anexo).

mercado, observa-se, também, uma predisposição das companhias existentes à estratégia de plena integração vertical, incorporando desde os componentes microeletrônicos, chips e *hardwares*, até os sistemas de rede e comunicações. Entretanto, tal estratégia não se mostra mais eficaz na manutenção de preços baixos e sustentação do impulso de inovação nessas áreas de componentes, reforçando suas vantagens competitivas na produção de bens finais inovadores. Para sustar sua liderança, empresas de TIC terão de investir em produtos diferenciados com características exclusivas e intensivas em inteligência artificial e em IoT – além de parcerias estratégicas –, abrindo espaço para a geração de tecnologias – a exemplo da casa inteligente – e pressionando o surgimento de novas trajetórias tecnológicas (CNI, 2017).

Dessa maneira, a IoT apresenta-se como um meio para redução de custos e uma oportunidade de geração de receita ao setor de TIC, motivando as companhias da indústria a repensarem suas estratégias e incorporar o digital em seus principais modelos de negócios, especialmente no que diz respeito ao mercado B2B (*Business to Business*, em inglês), tornando-os mais intensivos em *softwares* e serviços. Em um cenário no qual a comunicação é cada vez menos sobre voz e mais sobre textos e imagens, a fim de conseguirem manter-se no mercado, empresas de telecomunicação precisam realizar mudanças em suas estruturas, por intermédio de incursões em IoT, as quais devem gerar mais de US\$ 1,5 trilhão em receita até 2030 para o setor globalmente (MARTYNOVA, 2022).

A figura 2 apresenta algumas das oportunidades de penetração da indústria de TIC, segregadas em soluções verticais e horizontais, entendendo por solução vertical um produto ou serviço definido de acordo com os requisitos específicos de um setor, indústria ou grupo determinado de utilizadores. Enquanto uma solução horizontal é concebida para ser utilizada pelo público em geral, com usabilidade mais simples e objetivo mais amplo (WATTANAJANTRA, 2020).

Figura 2 - Soluções verticais e horizontais para a indústria de tecnologia da informação e comunicação relacionadas à transformação digital



Fonte: Elaboração própria com base em Zailani (2017)

No tocante às soluções verticais, as empresas de TIC têm um papel significativo no mercado de casas inteligentes. Além de fornecer recursos de internet e banda larga possibilitando a conexão de câmeras de segurança, alarmes, eletrodomésticos inteligentes e fechaduras, muitas empresas do setor estão se posicionando como fabricantes de aplicativos, equipamentos e serviços personalizados para esse segmento. Até 2030, espera-se que o ganho econômico do uso da IoT em residências seja de US\$ 400 a US\$ 800 bilhões, dos quais 58% são esperados que seja gerado em países emergentes (MCKINSEY & COMPANY, 2021).

Com a popularização dos alto-falantes inteligentes, as barreiras de entrada para implantações de IoT em casas foram reduzidas e as possibilidades foram ampliadas. Um dos casos relevantes relaciona-se à gestão de energia, ramo no qual empresas como Ecobee, Google Nest e Honeywell abriram caminho com os termostatos inteligentes. Até 2030, espera-se que o valor econômico global gerado com gestão de energia alcance US\$ 230 bilhões, incluindo tanto uma redução no uso da eletricidade nas residências, quanto das emissões de gases do efeito estufa e produção de calor (MCKINSEY & COMPANY, 2021).

À medida que as casas se tornam cada vez mais conectadas, desenvolve-se a necessidade do emprego de sistemas e plataformas mais inteligentes, integrando diferentes dispositivos por intermédio da IoT. É nesse contexto que empresas como as supramencionadas estão firmando parcerias com empresas de TIC, incorporando serviços de conectividade gerenciada em medidores inteligentes, de forma que possam oferecer uma plataforma de rede sem fio a seus clientes. Como resultado dessa sinergia, os novos termostatos poderiam se conectar a dados meteorológicos por meio dos sensores de IoT, permitindo-lhes aprender como a temperatura desejada pelos moradores se relacionam ao clima, possibilitando o ajuste automático com base no comportamento histórico. Assim, usuários de termostato economizariam até 23% em seus custos de aquecimento e resfriamento residenciais (MCKINSEY & COMPANY, 2021).

Ademais, sabe-se que a indústria automotiva está entre os setores mais significativos para a difusão de IoT, conforme será analisado na seção 2.2. Enquanto companhias do setor automobilístico buscam espaço para os carros conectados, as empresas de telecomunicação permanecem na ponta como fornecedoras da parte central do ecossistema dos veículos autônomos. Por intermédio de parcerias com empresas de desenvolvimento de *software* e provedores de rede, firmas do ramo automotivo são capazes de criar plataformas de gerenciamento robustas e mais seguras, aprimorando serviços de telemetria, automação, *In-Vehicle-Infotainment* (IVI) e gerenciamento de frotas (MARTYNOVA, 2022).

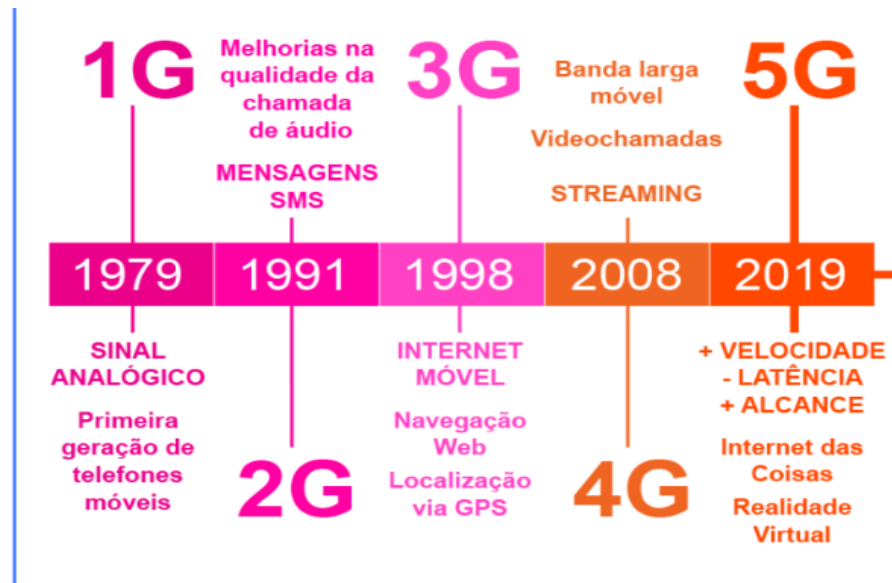
Para além de sua inserção no âmbito da cadeia produtiva de outras indústrias, as empresas de telecomunicações também estão embarcando em sua própria jornada de IoT, utilizando o poder dos dados adquiridos para explorar *insights* cruciais sobre seu funcionamento interno, otimizando o uso de recursos dentro do próprio negócio. Por exemplo, por meio do gerenciamento inteligente da energia, a AT&T conseguiu reduzir o uso de energia em suas instalações em nove milhões de kWh em um ano, resultando em uma economia de, aproximadamente, US\$ 1 milhão (ZAILANI, 2017).

Tais exemplos de soluções verticais e horizontais permitem não somente reafirmar a tendência de convergência digital das firmas – bem como dos setores industriais –, mas, principalmente, interpretá-las como fruto de diferentes trajetórias tecnológicas. Com o advento da rede 3G, toda a estrutura do setor de TIC foi alterada, em especial, modificaram-se as vantagens competitivas e as formas de relacionamento entre as empresas (NERIS JR. *et al.*, 2014).

Com o 4G, houve uma reconstrução dos elos de relacionamento nesse ecossistema, com o crescimento da indústria de aplicativos. Tal fator ocasionou mudanças no ambiente que geraram novas oportunidades e fizeram surgir novos concorrentes, oriundo de atividades econômicas diversas e com cumulatividades e capacitações dinâmicas específicas às suas trajetórias. Dentre esses novos atores, destacam-se Google, Apple, Microsoft, Facebook, entre outros (NERIS JR. *et al.*, 2014).

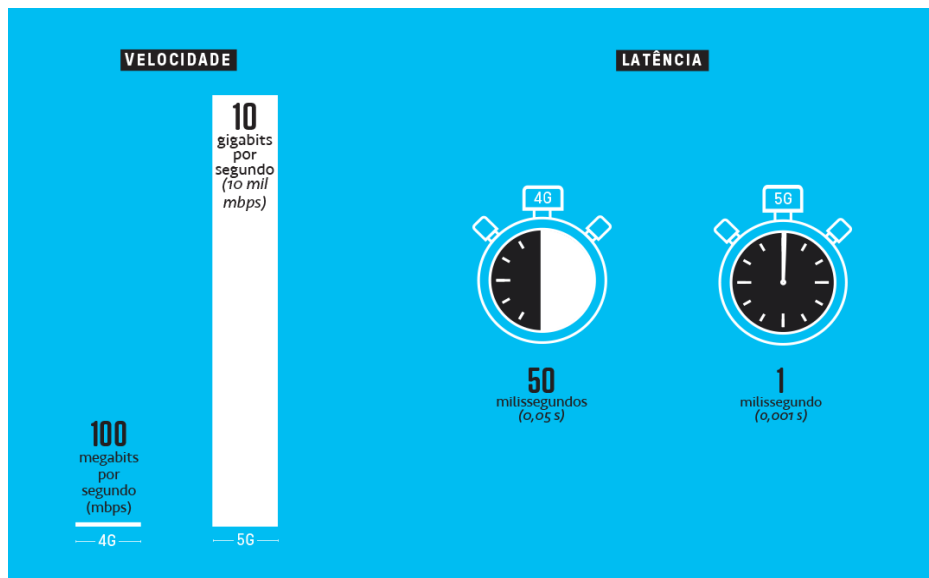
No cenário atual, é o 5G a trajetória tecnológica que torna possível a alavancagem de todas as soluções de IoT supramencionadas, demonstrando a relevância do setor de TIC na construção da infraestrutura adequada para o futuro da IoT, por intermédio do oferecimento de velocidade acelerada – até 20 vezes mais rápida que a tecnologia anterior (4G) –, maior conectividade – em 4G a cobertura é de 10 mil dispositivos por quilômetro, enquanto em 5G a cobertura de rede pode chegar a 1 milhão de dispositivos por quilômetro – e resposta instantânea – com latência 50 vezes menor que a do 4G. As figuras 3 e 4 demonstra a evolução das trajetórias de rede (GUTTMANN & NARDINI, 2022).

Figura 3 - Evolução das gerações de rede



Fonte: Capozoli (2022)

Figura 4 - Comparação de velocidade e latência entre o 4G e o 5G



Fonte: Garattoni (2021)

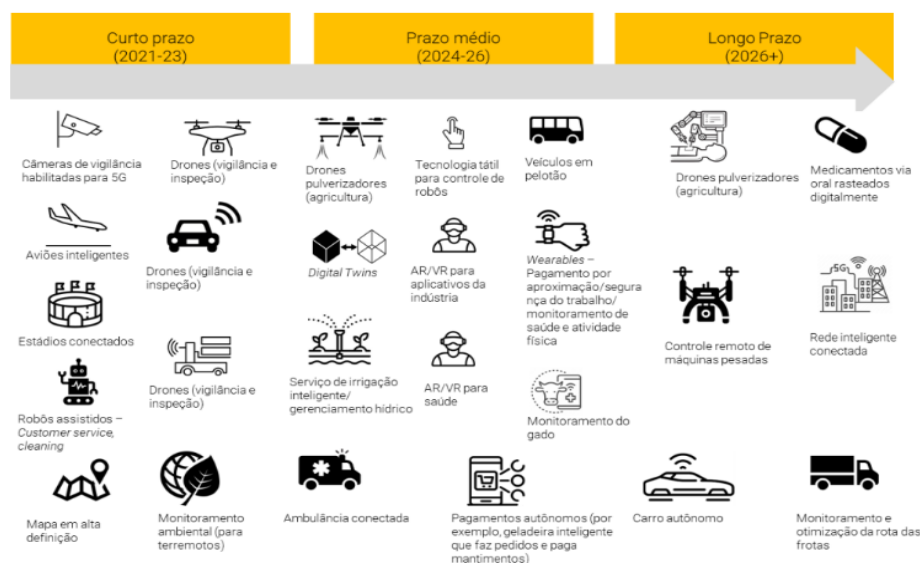
Essa nova trajetória interna ao setor de TIC é capaz de impactar a difusão de IoT para outros segmentos industriais ao permitir a conexão de um maior número de máquinas e processos, beneficiando de velocidade mais alta, melhor responsividade e facilitando respostas em tempo real dentro das fábricas inteligentes. De acordo com estimativas do relatório IoT Analytics, espera-se que a taxa de crescimento anual de 10% das conexões de IoT acelere para 13% até 2025, atingindo 30,9 bilhões de conexões IoT alavancadas pelo crescimento do 5G (GUTTMANN & NARDINI, 2022).

No contexto dos carros autônomos, os benefícios do 5G também incluem a habilidade em processar diferentes fluxos de dados simultaneamente, de maneira que os veículos possam se comunicar não apenas entre si (comunicação V2V), mas com todo o ecossistema, incluindo tráfego, acidentes, pedestres, entre outros (V2X). Outrossim, o 5G também abre espaço para que as montadoras emitam atualizações de *softwares* para os automóveis, assim como para os sistemas de celular e computadores (GUTTMANN & NARDINI, 2022).

Ademais, alimentado por conectividade 5G de alta velocidade, robôs e equipamentos automatizados que transmitem dados e recebem comandos imediatos podem ser implantados com maior eficiência no setor da agropecuária. Com a IoT, a utilização de grande quantidade de sensores (conectados por intermédio da rede 5G) torna-se possível o monitoramento das condições do campo e a detecção em tempo real da necessidade de pulverização, irrigação, correção de solo, entre outros (OKUMURA, 2020).

Qualquer que seja a atividade da economia, sabe-se que novas tecnologias impactam o ambiente competitivo – em menor ou maior grau. No setor de TIC esse processo ocorre de maneira mais acelerada, devido, principalmente, à rápida defasagem tecnológica, ou seja, ao ciclo de vida curto dos produtos produzidos nessa indústria. Nesse sentido, tecnologias como as de redes, quando padronizadas, tornam-se imperativas e impõem alterações na solução ofertada. Por exemplo, quando a tecnologia 4G foi estandardizada, todas as operadoras de celulares precisaram se adaptar para funcionar nesse padrão e o mesmo tende a ocorrer na trajetória tecnológica do 5G, o qual inclina-se, também, a reforçar o poder transformacional dos negócios da IoT e acelerar o processo de servitização na indústria de TIC, como pode ser percebido na figura 5 (NERIS JR. *et al.*, 2014).

Figura 5 - Disponibilização dos serviços e dispositivos que utilizam de IoT conectada em redes 5G a curto, médio e longo prazos



Fonte: Guttmann & Nardini (2022)

Como supramencionado, o que se percebe no setor de TIC é que a cadeia de valor de empresas tradicionais vem se tornando cada vez menos atrativa, posto que os produtos do ramo tendem a se transformarem rapidamente em *commodities*, dificultando a manutenção de margens de lucro crescentes e levando empresas à falência. Nesse contexto a servitização surge como um caminho possível para a rentabilidade, posto que a combinação de serviços e produtos proporcionam maior valor agregado (DE FARIA, 2020).

A fim de capturar valor nesse modelo de oferta, as firmas de TIC precisam modificar o foco da excelência operacional para alianças com os consumidores, expandir sua definição de cadeia de valor e repensar o significado de integração vertical, se adaptando para atender necessidades mais personalizadas. Pode-se citar como exemplo o conceito de SaaS (*Software as a Service*, em inglês), no qual o cliente não precisa mais comprar o *software* ou *hardware* e ter sua instalação própria, uma vez que o sistema estará instalado em nuvem e poderá ser acessado diretamente pelo consumidor (DE FARIA, 2020).

Outro exemplo de servitização no ramo de TIC diz respeito às operadoras de telecomunicações ao influenciarem a indústria de *smarthphones*, subsidiando sua compra pelos assinantes em troca de contratos de serviços. Dessa maneira, as operadoras deixam de atuar somente como redes e passam a ofertar conteúdo, aplicativos gratuitos e *hardwares*, impulsionando a venda casada de produtos (celular) e serviços de rede, visando fidelizar usuários em um ambiente único (*lock-in*) (CNI, 2017).

Tecnologias como a IoT abrem possibilidades de expansão da indústria de TIC para atenderem de forma ainda mais personalizada a diversas atividades econômicas que requerem equipamentos, *softwares* e serviços especialmente projetados em função de demandas idiossincráticas, tais como a da agropecuária. Assim, os novos modelos de negócio de TIC tendem a evoluir para que os provedores de serviços para objetos inteligentes aproximem-se e estabeleçam alianças estratégicas com empresas de produtos, conforme embarcam sua propriedade intelectual chave – tecnologia de serviços de informação e *softwares* – nesses componentes. O que se observa, nesse cenário, é uma tendência de aproximação estratégica entre detentores de *know-how* em componentes e das empresas de serviços de TIC habilitados pela IoT (CNI, 2017).

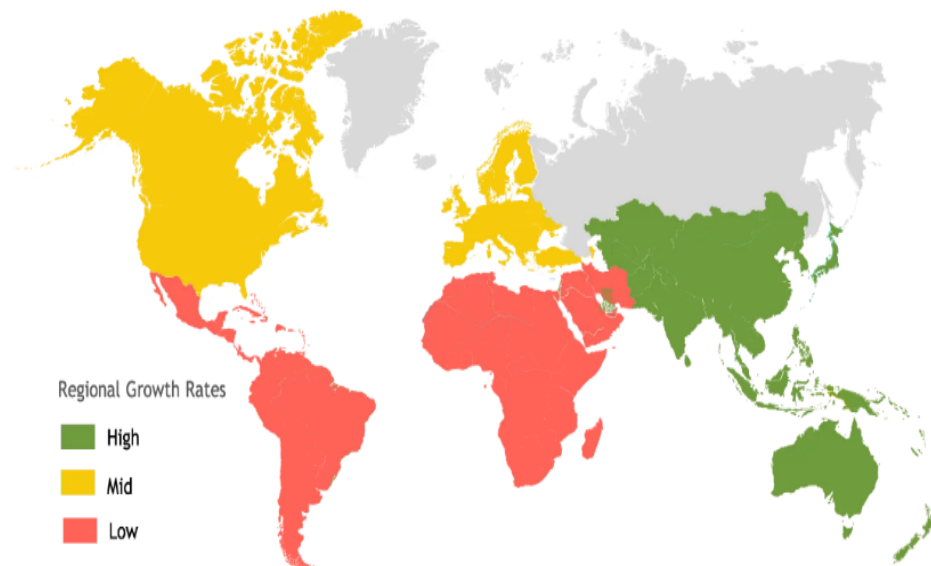
Análise semelhante será apresentada na próxima seção acerca do setor automotivo.

2.2 Indústria Automobilística

Nas últimas décadas, os automóveis tornaram-se um ponto focal para a implantação da IoT devido à emergência dos conceitos de carros conectados e autônomos. Dessa maneira, o aumento do uso de sensores – tanto nos automóveis, quanto na cadeia produtiva desses bens – está redefinindo o padrão de consumo dos clientes, ao passo que aumenta a eficiência e reduz os custos de produção e proporciona novos serviços e modelos de negócios aos vendedores. Outrossim, enquanto o impacto econômico potencial da IoT na indústria automobilística em 2030 é estimado em US\$ 400 a US\$ 600 bilhões, sua difusão ainda não é generalizada (McKINSEY & COMPANY, 2021).

Como o principal impulsionador da indústria de veículos autônomos, o *cluster* da IoT tem passado por um período de crescimento no setor em diversas regiões do mundo. Todavia, segundo relatório da Mordor Intelligence (2021), esse processo tem se dado de forma desigual, com perspectivas de taxas de expansão mais acentuadas para os países localizados na Ásia-Pacífico em detrimento aos países latino-americanos e africanos, como demonstrado na figura 6. No entanto, a pesquisa não explicitou quais parâmetros foram utilizados na definição de alta, média e baixa.

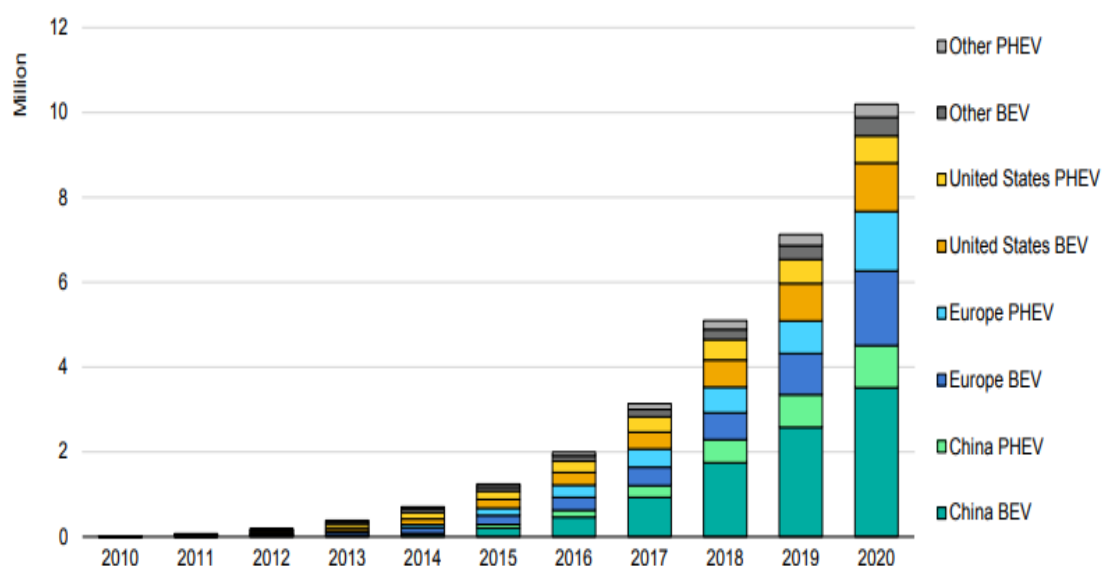
Figura 6 - Previsão de Taxa de Crescimento do mercado para veículos registrados com aplicativos de IoT 2019 – 2025



Fonte: Mordor Intelligence (2021)

No tocante à tendência de eletrificação – aliada à IoT –, de acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, em inglês), apesar do crescimento importante dos veículos elétricos e híbridos no mercado, sua participação ainda é modesta e concentrada na China, Europa e Estados Unidos, os quais detêm, aproximadamente, 90% das vendas de eletrificados no mundo, enquanto em economias emergentes como a do Brasil, a participação é menor que 1%. Outrossim, o mesmo relatório apontou que, em 2021, foram comercializados 6,6 milhões de carros elétricos no mundo – 8,6% de todas as vendas de automóveis no mesmo ano e 120% maior que 2020. O gráfico 1 apresenta a evolução no estoque mundial de carros elétricos no período de 2010 a 2020.

Gráfico 1 – Estoque de veículos elétricos* no mundo e países e regiões selecionados 2010 – 2020 (em milhões de unidades)



Fonte: Global EV Outlook (2021)

*Os veículos elétricos incluem veículos elétricos à bateria (BEVs, em inglês), veículos elétricos híbridos plug-in (PHEVs, em inglês) e veículos elétricos com célula de combustível (FCEVs, em inglês). O gráfico acima centra-se em BEVs e PHEVs, ou seja, EVs que são alimentados com eletricidade da rede. O conjunto formado por “outros países” inclui Austrália, Brasil, Canadá, Chile, Índia, Japão, Coreia do Sul, Malásia, México, Nova Zelândia, África do Sul e Tailândia. A Europa inclui a UE, Noruega, Islândia, Suíça e Reino Unido.

Assim sendo, conectando pessoas, máquinas, veículos, autopeças, ecossistemas e serviços que agilize o fluxo de dados – permitindo a tomada de decisão em tempo real e melhorando a experiência do usuário – a IoT mostra-se como um dos principais pilares da transformação digital na indústria automobilística no tocante às inovações de produto, caracterizando o setor para um caminho de inovações incrementais com impacto moderado até 2027 – segundo relatório da CNI (2017) – por intermédio de tecnologias aplicadas aos automóveis, tornando-os, cada vez mais, inteligentes e conectados. Esse impacto da IoT no ramo automotivo, com potencial para mudança do paradigma vigente no médio e longo prazos, baseia-se em quatro tendências principais: mobilidade diversificada⁵, eletrificação, condução autônoma e conectividade (McKINSEY & COMPANY, 2016).

Neste contexto, montadoras de automóveis, empresas de telecomunicação e companhias de tecnologia estão trabalhando em conjunto para a fabricação de veículos, cada vez mais

⁵ Mobilidade Diversificada corresponde às formas alternativas de transporte de pessoas e de cargas, envolvendo serviços como o compartilhamento de veículos - utilização de veículos privados sem os custos e responsabilidades da propriedade -, a Mobilidade Aérea Urbana (UAM, em inglês) e o *E-hailing* – solicitação de um veículo via aplicativo eletrônico (CNI, 2017).

conectados, os quais oferecem ao motorista não somente a capacidade de navegar na internet dentro do painel do automóvel, mas também, proporciona a comunicação entre carros e do veículo com o ecossistema. Dentre esses serviços viabilizados pela IoT, destacam-se: o *In-Vehicle-Infotainment* (IVI), o diagnóstico integrado e a comunicação V2X (*Vehicle to Infrastructure*, em inglês) (BAJAJ *et al.*, 2018).

O IVI diz respeito a um sistema que combina serviços de informação e entretenimento, fornecendo recursos de navegação durante a condução e gerenciando conteúdo audiovisual para os passageiros do banco traseiro por meio da conexão com *smartphones*, funcionando por intermédio de comandos de voz e proporcionando ao motorista uma melhor – e mais segura – experiência. Essa integração entre o veículo e o aparelho celular está sendo ampliada com o potencial da IoT, a qual viabiliza que o diagnóstico integrado de bordo, anteriormente utilizado para sinalizar quando surge algum problema, monitore parâmetros, como a saúde da bateria e a temperatura do automóvel, de maneira ativa (BAJAJ *et al.*, 2018)

Dessa forma, com algum nível de análise no dispositivo, os motoristas podem receber alertas em seus *smartphones* quando falhas potenciais são identificadas, possibilitando uma manutenção preditiva, reduzindo a manutenção corretiva e preventiva. Segundo McKinsey & Company (2021), estima-se que o impacto econômico desse serviço seja entre US\$ 190 e US\$ 330 bilhões em 2030, equivalente a faixa de 45% a 54% do valor potencial total da IoT na indústria automobilística nesse mesmo ano.

Estes e outros dispositivos, como o sistema *start-stop* e a tecnologia do *smart parking*, têm corroborado com o aumento e com a popularidade dos carros conectados, de maneira que se espera que o mercado global desse tipo de veículo cresça US\$ 117 bilhões entre 2021 e 2025, progredindo com uma Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR, em inglês) de, aproximadamente, 26% durante o período, segundo o relatório publicado pelo Research and Markets (2021). Ainda, de acordo com pesquisa divulgada pela Deloitte (2021), estima-se que existam 470 milhões de automóveis conectados no mundo em 2025, 98% maior que em 2021.

Ademais, ao se analisar somente o grupo das tecnologias que auxiliam os motoristas na condução – *Advanced Driver Assistance Systems* (ADAS) –, o crescimento esperado era de US\$ 23,6 bilhões entre 2015 e 2022. À medida que cada vez mais a conectividade é incorporada aos automóveis, um novo paradigma de condução veicular ganha mais relevância, entendendo o carro conectado como uma etapa rumo à inovação radical do carro autônomo em uma trajetória tecnológica. Isso porque o avanço das tecnologias baseadas na IoT permite que a indústria automobilística caminhe no sentido de uma maior conectividade entre veículos e entre

veículos e infraestrutura (V2X) - por meio da troca de dados em uma rede de internet sem fio (BERTONCELLO & WEE, 2015).

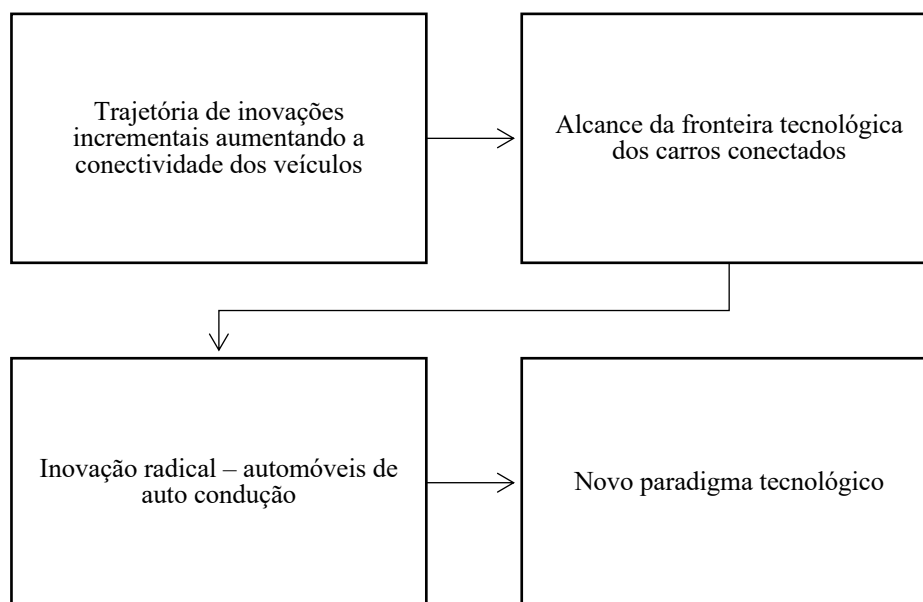
Assim, por intermédio da comunicação V2X, os veículos interagem com estradas, sinalização, sistema de controle de velocidade, entre outros, evitando ou mitigando acidentes, bem como reduzindo congestionamento, uma vez que a integração de diferentes tecnologias e objetos permitiria a tomada de decisão de forma mais segura, confiável e rápida do que aquelas tomadas por humanos. Além disso, o uso da IoT nos automóveis, possibilita a conexão do carro com dispositivos de inteligência artificial como a Alexa da Amazon, facilitando a comunicação com a residência do motorista em casos de emergência e o mantendo focado na estrada e com as mãos no volante (KRASNIQI & HAJRIZI, 2016).

Neste contexto, a instalação de dispositivos de conectividade nos automóveis – como os supramencionados – configura-se como um conjunto de inovações incrementais com caráter cumulativo, deixando a indústria automobilística cada vez mais próxima da fronteira tecnológica dos carros autônomos, que tende a configurar-se como um novo paradigma tecnológico. Isso porque com a revolução dos veículos de auto condução, toda a estrutura do setor automotivo tende a ser alterada, modificando desde a cadeia de fornecimento de matéria-prima – estabelecimento de *joint ventures* com as OEMs⁶ e com empresas de tecnologia –, até a forma de venda dos bens finais – dada o aumento da possibilidade de *cross selling* (venda de bens ou serviços complementares ao que o cliente adquiriu), *up selling* (quando o vendedor oferece ao consumidor a possibilidade de melhorar o bem ou serviço adquirido com outro produto), monetização de dados e taxas de serviços, entendendo o possível contato direto do fornecedor com o consumidor final nesse processo (BAJAJ *et al.*, 2018; MCKINSEY & COMPANY, 2021).

O diagrama 1 explicita o processo inovativo supramencionado, de maneira que o decurso de inovações incrementais no sentido do aumento da conectividade dos veículos causa uma evolução do produto em sua trajetória tecnológica, rumo à fronteira. Nesse estágio, é introduzida a inovação radical dos automóveis autônomos, que inicia uma nova trajetória baseada no encadeamento de tecnologias anterior e forma, conseqüentemente, um novo paradigma.

⁶ Fabricante Original do Equipamento (OEM, em inglês) são empresas que produzem itens direta e exclusivamente para as montadoras (CNI, 2017).

Diagrama 1 - Diagrama simplificado do processo inovativo dos carros autônomos na indústria automobilística



Fonte: Elaboração própria

Outrossim, de acordo com relatório publicado pela McKinsey & Company (2021), veículos estruturalmente têm uma vida útil longa. Esse fator, somado ao alto valor monetário desse bem, limita o ritmo em que novos automóveis entram no mercado com as últimas tecnologias, de tal forma que as trajetórias de inovação podem perdurar por décadas, ainda que já possam ser percebidos avanços consideráveis rumo à inovação radical da auto condução. Entretanto, algumas firmas tendem a ser mais eficientes que outras na sua adaptação ao paradigma da auto condução – com destaque para as orientais e europeias –, uma vez que já estão mais desenvolvidas em trajetórias anteriores, demonstrando a característica do *path dependence* (informação verbal)⁷.

Segundo McKinsey & Company (2016), espera-se que, aproximadamente, 50% dos veículos novos vendidos sejam altamente autônomos em 2030, enquanto 15% deles sejam totalmente autônomos. Salienta-se ainda que automóveis de auto condução entreguem mais de US\$ 507 bilhões em ganhos de produtividade anual nesse mesmo ano, de acordo com estudo realizado por Bertonecello & Wee (2015).

⁷ Entrevista concedida pelo Prof. Dr. Enéas Carvalho, em 25 de outubro de 2022. Entrevistador: Livia M. Pereira (roteiro em anexo).

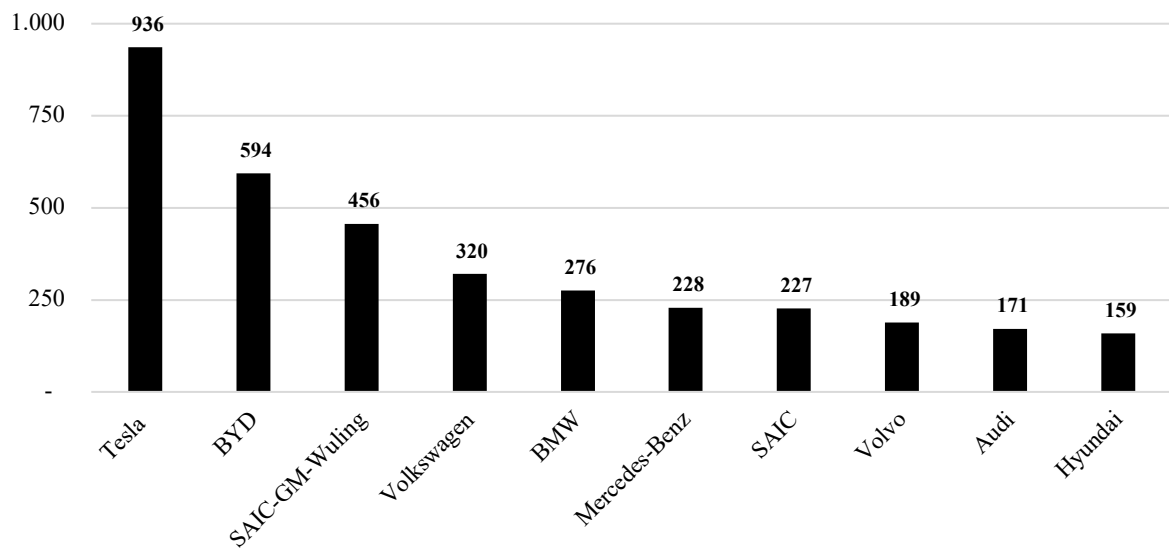
Ademais, outro impacto com potencial disruptivo relevante diz respeito à mudança para a motorização elétrica dos veículos, intensificada pelo debate acerca da imprevisibilidade do preço do petróleo – e sua dependência externa – e dos efeitos das emissões de gases do efeito estufa (GEE). No tocante aos governos, suas motivações estão relacionadas à promoção da indústria local – como no caso chinês –, à possibilidade de aproveitamento de recursos renováveis e ao alívio da poluição localizada (CNI, 2017).

Ainda que o veículo elétrico (EV, em inglês) esteja diretamente relacionado aos outros *clusters* da I4.0, como o Armazenamento de Energia (AE)⁸, uma tendência tecnológica desse produto é o uso de capacidades de armazenamento elétrico de maneira V2X que ultrapasse a conexão entre o automóvel e as estações de recarga e possibilite a venda de energia à rede elétrica, o abastecimento residencial e o suprimento energético de outro carro (HEV TCP-IEA, 2016).

Outrossim, apesar do crescente investimento das empresas da indústria automobilística em pesquisas relacionadas aos veículos elétricos, a companhia estadunidense Tesla é a líder do setor com, aproximadamente, um milhão de EVs vendidos em 2021, acompanhada pela empresa chinesa BYD e pela *joint-venture* formada entre a norte-americana General Motors (GM) e a chinesa Shanghai Automotive Industry Corporation (SAIC). Tal fato, observado no gráfico 2, corrobora com as taxas de crescimento elevadas do uso da IoT no ramo automotivo nos Estados Unidos e nos países da Ásia supramencionadas (EV VOLUMES, 2022).

⁸ O *cluster* de Armazenamento de Energia (AE) diz respeito ao conjunto de tecnologias vinculado à utilização de uma reação química para armazenar energia elétrica (CNI, 2017).

Gráfico 2 - Empresas que mais venderam veículos elétricos em 2021 (em milhares de unidades de automóveis)



Fonte: Elaboração própria com base em EV Volumes (2022)

No tocante aos processos de produção da indústria automobilística, a IoT desempenha um papel otimizador das trajetórias já existentes, impactando de maneira significativa o gerenciamento da cadeia de suprimentos automotiva e tornando-a mais inteligente. Assim sendo, aplicando a interconexão digital proporcionada pela IoT na etapa de produção, o veículo em fabricação pode vir acompanhado por um dispositivo de *Radio Frequency Identification* (RFID)⁹, o qual contém informações específicas sobre o modelo a ser produzido e emite ondas de rádio frequência a leitores dispostos ao longo da linha de montagem, trocando informações entre sistemas físicos e virtuais, de forma que quaisquer desvios além dos valores predefinidos dos parâmetros operacionais – temperatura, pressão, alinhamento, entre outros – são controlados automaticamente por intermédio de ajustes no processo (BHATTACHARYA *et al*, 2014; VOLKSWAGEN AG, 2021)

A partir disso, por meio da descentralização, máquinas e robôs tomam decisões em tempo real para a realização de operações distintas de manufatura, ao mesmo tempo em que operários visualizam processos por meio de telas que dão a instrução correta de montagem. Essa tecnologia, aliada ao uso do Big Data¹⁰, proporciona maior agilidade – diminuindo o tempo

⁹ Tecnologias que utilizam frequência de rádio para captura de dados, armazenando-os em um microchip (MELARA, 2011).

¹⁰ Grandes e variados conjuntos de dados que precisam ser processados e armazenados (CNI, 2017).

de produção em 25% –, maior eficiência na aquisição de matéria-prima, minimiza erros humanos na linha produtiva e, conseqüentemente, reduz custos (VOLKSWAGEN AG, 2021).

Ademais, a aplicação da IoT nas operações de expedição e logística desempenha um papel relevante na otimização das redes de distribuição, posto que ao se tornar possível a análise de parâmetros como tempo e custos de produção, quantidade de pedidos, localização do cliente e custos de entrega, os gerentes da cadeia de suprimentos podem decidir sobre a localização e o número ideal de centros de distribuição. Assim, é possível garantir maior satisfação do cliente, redução do tempo e dos custos de transporte e mitigação de erros (BAJAJ *et al.*, 2018).

Pode-se citar como exemplo, a construção da fábrica digital da Mercedes Benz em São Bernardo do Campo que estima 20% de ganho de eficiência logística com a transformação de 53 armazéns em seis *hubs* logísticos integrados à linha de montagem e cada um deles próximo a um centro de produção da companhia. Além disso, a implantação de tecnologias de IoT nas operações de distribuição da empresa tende a aumentar o percentual de entrega de peças diretas na linha de 20% para 45%, e a reduzir o armazenamento de componentes de dez dias para no máximo três dias (MERCEDES-BENZ, 2018).

De maneira geral, os processos produtivos do setor automobilísticos tendem a seguir a evolução esperada por toda a indústria mecânica em direção à Produção Inteligente e Conectada (PIC)¹¹, a qual corresponde a avanços importantes, mas que de maneira geral, não configuram mudanças disruptivas tão intensas como aquelas observadas no produto. Nestes – como supramencionado –, o efeito decorre de três grandes transformações com diferentes níveis de maturidade e difusão e não mutuamente excludentes: carro conectado, carro autônomo e carro elétrico (CNI, 2017).

A figura 7 demonstram algumas das tecnologias capazes de embasar uma trajetória rumo à PIC.

¹¹ A Produção Inteligente e Conectada abrange um conjunto de tecnologias inovadoras e inter-relacionadas que está sendo incorporado ao processo produtivo dos setores industriais mais avançados. Estas tecnologias estão intrinsecamente associadas às tecnologias de redes, IA e IoT (NAVEIRO, 2017).

Figura 7 - Indústria 4.0 – tecnologias digitais colaborativas



Fonte: Elaboração própria com base em PwC (2016)

No tocante aos veículos autônomos e semi-autônômicos, um importante fator que influencia negativamente sua difusão está relacionado à regulação e segurança desses automóveis. Isso porque, na maioria dos países ainda é proibido que carros circulem sem motorista, de tal forma que mesmo com altos investimentos – US\$ 2,4 trilhões no mundo de 2016 a 2021 –, veículos de auto condução tendem a deter somente 4% do mercado em 2030. Ademais, garantir a cibersegurança para todos os automóveis ainda é uma preocupação crítica, mesmo que a indústria automotiva não tenha sofrido violações de ativos de informação de forma expressiva, mas tal invasão em outras áreas envolvendo a internet influencia a aceitação da sociedade (GOTTARDELLO, 2022).

Dessa maneira, segundo levantamento realizado pela resseguradora alemã Munich Re (2017) constata-se que 55% dos gerentes de risco entendem a segurança digital como o principal problema nos carros autônomos e 64% das empresas da indústria não saberiam lidar com isso. Assim sendo, apesar dos progressos, anos de testes e pesquisas serão necessários antes que os poderes reguladores e os potenciais consumidores ganhem confiança em um veículo totalmente autônomo, posto que a condução automática possui requisitos de alto desempenho e um erro pode ser fatal (CNI, 2017).

Segundo o Summit Mobilidade (2022), publicado pelo jornal O Estado de São Paulo, ainda que o custo médio de sensores para IoT tenha diminuído – era US\$ 1,30, em 2004, chegando a US\$ 0,38, em 2020 – e que os recursos levantados pelas *startups* automotivas aumentaram dez vezes de 2013 a 2018 – atingindo um recorde de US\$ 27,5 bilhões para

investimentos em pesquisa de carros autônomos e sensores -, o nível de detalhe exigido para a segurança da condução implica custo elevado, o que pode levar os primeiros carros da categoria a US\$ 400 mil, dificultando ainda mais sua difusão em massa (CNI, 2017).

No tocante à eletrificação, há ainda questões relacionadas à aceitação dos consumidores – sendo a principal barreira para sua difusão relacionada ao seu alto custo – e à infraestrutura necessária para a maior inserção dos carros elétricos no mercado. No tocante aos custos, o maior impacto advém da bateria. Segundo McKinsey & Company (2016), de 2010 a 2016 houve uma redução de 80% nos preços das baterias, alcançando um valor monetário médio de US\$ 227/kWh, com projeções para que alcance US\$ 100/kWh em 2030, quando poderá obter maior paridade com os preços dos veículos à combustão.

Ademais, outro fator importante vinculado à difusão dos veículos elétricos, diz respeito ao número de estações de recarga, principalmente as de acesso público e semipúblico. No Brasil, a falta de um plano de governo para apoiar a expansão da infraestrutura de recarga reflete negativamente na difusão desse tipo de automóvel, ainda que os pontos de carregamento no país tenham aumentado mais de 50% nos primeiros meses de 2021 – crescimento esse sustentados pela iniciativa privada, dos quais mais de 30% estão concentrados no estado de São Paulo (ABVE, 2021).

No entanto, os híbridos contornam o problema da infraestrutura de carregamento, podendo vir a se difundir mais rapidamente do que os elétricos não híbridos, posto que são menos dependentes das estações de recarga. Mas, embora exista perspectivas favoráveis à velocidade de desenvolvimento dessa indústria, ainda existem dúvidas pertinentes em relação ao mercado e ao produto – evolução dos custos, falta de subsídios, autonomia e vida útil, segurança e viabilidade de produção (CNI, 2017).

Ainda que as tendências de difusão da I4.0 na indústria automobilística supramencionadas apontem para uma mudança de paradigma somente no longo prazo, diversas montadoras pretendem investir no Brasil cerca de R\$ 37 bilhões de 2022 a 2026, sendo o valor destinado, majoritariamente, para o desenvolvimento de produtos mais digitalizados e conectados e, principalmente, para a adoção de sistemas avançados relacionados à eficiência energética e segurança veicular. Ademais, os investimentos estão sendo aplicados na modernização da linha de produção, voltada para o aumento da produtividade e não da capacidade produtiva – já suficiente no país. No quadro 3 estão dispostos os valores dos investimentos realizados por cada montadora, bem como o modo de sua utilização (KUTNEY, 2022).

Quadro 3 – Investimentos das fabricantes de veículos leves, caminhões e ônibus (2022-2026) e anunciados até março de 2022

<p>Grupo Stellantis: R\$ 16 bilhões (2019 – 2025) – aplicados na modernização de fábricas em Betim (MG) e Goiana (PE), lançamentos de sete veículos elétricos e híbridos importados e nacionais e construção de plataformas modulares para produção de automóveis.</p> <p>General Motors: R\$ 10 bilhões (2020 – 2024) – o investimento será utilizado na modernização das fábricas, na construção de novas linhas de produção no estado de São Paulo e no desenvolvimento de novos produtos e conceitos inovadores de I4.0.</p> <p>Volkswagen: R\$ 7 bilhões (2022 – 2026) - o dinheiro será utilizado em projetos de digitalização e descarbonização, na instalação de centros de pesquisa em etanol e biocombustíveis em São Bernardo do Campo (SP) e na montagem do Polo Track (seu novo modelo de entrada) sobre a versão simplificada da plataforma global MQB do Grupo VW.</p> <p>Great Wall: R\$ 4 bilhões (2022 – 2025) – a chinesa anunciou que planeja investir o montante na ampliação da planta de Iracemápolis (SP) para 100 mil unidades por ano e na produção de SUVs híbridos.</p> <p>Mercedes-Benz: R\$ 2,4 bilhões (2019 – 2022) – o investimento está sendo aplicado na nacionalização do modelo Arocs, no desenvolvimento de chassi de ônibus elétrico e na instalação de linhas de manufatura digital 4.0 em São Bernardo do Campo (SP).</p> <p>VWCO: R\$ 2 bilhões (2021 – 2025) – lançamento do caminhão elétrico <i>e-Delivery</i> e desenvolvimento de outros modelos eletrificados, além da construção da área de montagem de elétricos em Resende (RJ).</p> <p>Volvo: R\$ 1,5 bilhão (2022 – 2025) – voltado para o desenvolvimento de caminhões e ônibus híbridos e elétricos e investimento na produção de motores e veículos Euro 6 em Curitiba (PR).</p>
--

Fonte: Kutney, 2022.

Para além dos investimentos supramencionados, outras montadoras têm se comprometido com a construção de uma fábrica mais inteligente. Em 2018, a Fiat Chrysler Automóveis (FCA) anunciou um investimento de R\$ 8 bilhões para sua indústria em Betim (MG), a fim de modernizá-la nos padrões da I4.0 por intermédio do *Manufacturing 2020*, um laboratório equipado para simulações e inovações. Tal espaço também desenvolve soluções de conectividade por meio da IoT, a exemplo da certificação digital no processo de montagem

final do veículo. Ademais, segundo dados publicados pela companhia, o investimento já realizado de R\$ 1 milhão no laboratório foi recuperado em oito meses (FCA, 2018).

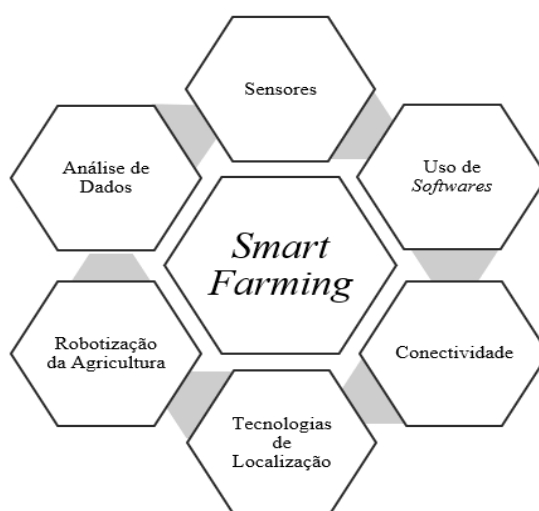
De maneira semelhante, a análise a seguir pauta-se no entendimento das características inovativas do setor agroindustrial.

2.3 Agroindústria

Com a ascensão da I4.0, a digitalização das áreas rurais tem se tornado um tema relevante e capaz de modificar a infraestrutura da produção agrícola e pecuária por intermédio da utilização de tratores e maquinários conectados, *drones* e sistemas de monitoramento, construindo o que se conhece na literatura como *Smart Farming*¹². Essa demanda, vinculada diretamente à IoT, quando conjugada à agricultura de precisão¹³, reflete-se em um uso mais eficiente de insumos produtivos e recursos naturais – capaz de diminuir em até 50% o consumo de água e em 40% o gasto de energia –, na otimização da cadeia produtiva e no aumento da produtividade agrícola (ABINC, 2018; LIMA *et al.*, 2020).

Os elementos presentes na trajetória da *Smart Farming* podem ser percebidos na figura 8.

Figura 8 - Elementos presentes na *Smart Farming*



Fonte: Elaboração própria com base em Beecham Research (2014)

¹² *Smart Farming* refere-se ao gerenciamento de fazendas por intermédio de tecnologias de informação e comunicação para aumentar a quantidade e a qualidade dos produtos, otimizando trabalho humano e reduzindo custos (IoT FOR ALL, 2020).

¹³ A agricultura de precisão é uma forma de gerir o campo produtivo, considerando as características individuais de cada área, a qual pode ser ampliada por meio das tecnologias digitais (LAMPARELLI, 2020).

Nesse contexto, somente em 2021, o mercado global de IoT na agricultura gerou mais de US\$ 11 bilhões, dos quais 44,6% foram obtidos na América do Norte. Entretanto, espera-se que a região da Ásia Pacífico obtenha as maiores taxas de crescimento no período de 2018 – 2025 (16,4%), devido à onerosa demanda por alimento do território e às iniciativas governamentais do emprego de tecnologia de sensoriamento remoto para suporte aos pequenos e médios agricultores (EMERGEN RESEARCH, 2022).

Outrossim, segundo McKinsey & Company (2020), o ganho econômico da implementação da IoT na agroindústria mundial pode chegar a US\$ 350 bilhões em 2025, dos quais, aproximadamente, de 6% a 9% seriam gerados no Brasil – a depender do grau de adoção que essas tecnologias atingirem. Caso a conectividade seja concretizada com êxito no setor, a perspectiva é de que o complexo produtivo obtenha US\$ 500 bilhões em valor adicional para o Produto Interno Bruto (PIB) global em 2030, elevando sua produtividade em até 9%.

De acordo com pesquisa publicada pela Business Insider (2021), projeta-se que existirão cerca de doze milhões de sensores agrícolas instalados no mundo até 2023. Parte disso pode ser explicado pelos fatores supramencionados relacionados ao crescimento da população e às mudanças climáticas, os quais funcionam como aceleradores do investimento na agricultura digital, a fim de alcançar ganhos de produtividade.

Dessa maneira, ainda que essas inovações sejam impulsionadas pela busca da maior lucratividade, elas estão, também, diretamente relacionadas ao aumento da demanda mundial por alimentos, vinculado ao crescimento da população – que poderá atingir 9,7 bilhões até 2050 –, fator esse que implica a necessidade de aumento de 70% das calorias disponíveis para consumo. Ademais, até 2030 o suprimento de água deverá ser 40% menor que o exigido pelo mercado global, além de questões relevantes para o setor, e cada vez mais debatidas, de sustentabilidade, de aquecimento global e do impacto econômico de eventos climáticos catastróficos nas grandes lavouras (ONU, 2016).

Essa transformação diz respeito, principalmente, aos aspectos “porteira para dentro”, posto que muitas das inovações do setor concentram-se na agropecuária, por ser a etapa produtiva com maior *gap* atualmente em relação aos demais setores econômicos e a base de toda a cadeia. Todavia, o impacto da inserção dessas tecnologias no campo tem potencial de

encadeamento ao longo do complexo agroindustrial, seja por intermédio da economia de custos de transação, seja pelo uso da inteligência estratégica (informação verbal)¹⁴

Segundo o relatório do I2027 da CNI (2017), evidencia-se que a IoT traz impactos cumulativos potencialmente disruptivos até 2027 sobre a agroindústria. Isso se deve, principalmente, aos fatores relacionados ao aumento da produtividade supramencionado, bem como do processo de modificação do *modus operandi* da base da cadeia produtiva no longo prazo, vinculada à automatização das máquinas e equipamentos agrícolas e ao surgimento e incorporação das AgTechs pelas grandes companhias.

Esse último elemento é parte relevante do encadeamento e integração das inovações para as demais etapas que compõem a cadeia do agronegócio. Como exemplo, pode-se observar a adoção de sensores desenvolvidos por *startups* agrícolas no transporte dos grãos até seus revendedores, no monitoramento do estado do produto e demanda nas gôndolas dos supermercados ou dentro dos refrigeradores e até na disponibilização para as empresas de informações históricas acerca de determinada lavoura. Estas podem ser utilizadas na tomada de decisão estratégica ou na definição do tratamento mais eficiente do grão dentro da fábrica (SLAMET *et al.*, 2018; TALAVERA *et al.*, 2017).

Da maneira como a aplicação da IoT no ramo agroindustrial é tratada no relatório do I2027, subentende-se que ela, quando analisada individualmente, possui um papel secundário, otimizando os processos já existentes. De forma que, faz-se necessário destacar que tal impacto potencialmente disruptivo está associado à utilização combinada da IoT com outros *clusters* relevantes para o setor, a exemplo da Biotecnologia, Computação em Nuvem e Inteligência Artificial (IA). Tal fato demonstra uma característica de convergência das inovações na agroindústria.

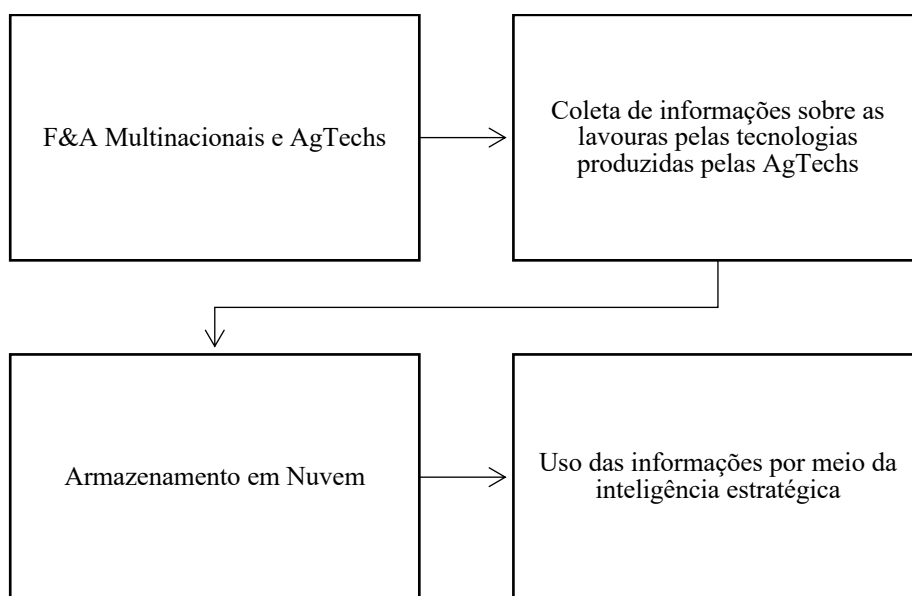
Por intermédio dessa convergência de *clusters*, as AgTechs surgem como um novo agente econômico inserido na cadeia produtiva do agronegócio, criando uma nova forma de difundir informações técnicas para prover especificações de como e quando plantar ou colher com alto grau de precisão. Dessa nova estrutura empresarial, surgem dois movimentos distintos, quais sejam: um de integração entre *startups*, a fim de entregar soluções mais completas ao produtor, formando um *hub* de inovação, e um de absorção das AgTechs por multinacionais, consolidando-se como um processo de integração vertical para trás (informação verbal)¹⁵.

¹⁴ Entrevista concedida pelo Sr. Leonardo Sologuren, em 30 de junho de 2022. Entrevistador: Livia M. Pereira (roteiro em anexo).

¹⁵ Entrevista concedida pelo Sr. Leonardo Sologuren, em 30 de junho de 2022. Entrevistador: Livia M. Pereira (roteiro em anexo).

Este último movimento supramencionado tem como consequência relevante uma diminuição dos custos de transação. Isso porque, com o processo de Fusão e Aquisição (F&A) dessas *startups*, as companhias eliminam a necessidade de intermediários, reduzindo a complexidade e as incertezas, para além da possibilidade de monetizar o excesso de capacidade do ativo (os dados coletados nas fazendas pelos *softwares*) em um encadeamento ao longo da cadeia produtiva ou de sua utilização internamente por meio do uso de inteligência estratégica. Tal processo faz-se possível por intermédio do emprego de informações climáticas, de solo, do comportamento de pragas, entre outros dados armazenados em nuvem, na tomada de decisão mais assertiva, na identificação de gargalos no mercado agrícola e no planejamento do lançamento de novas biotecnologias. Esse encadeamento pode ser observado no diagrama 2.

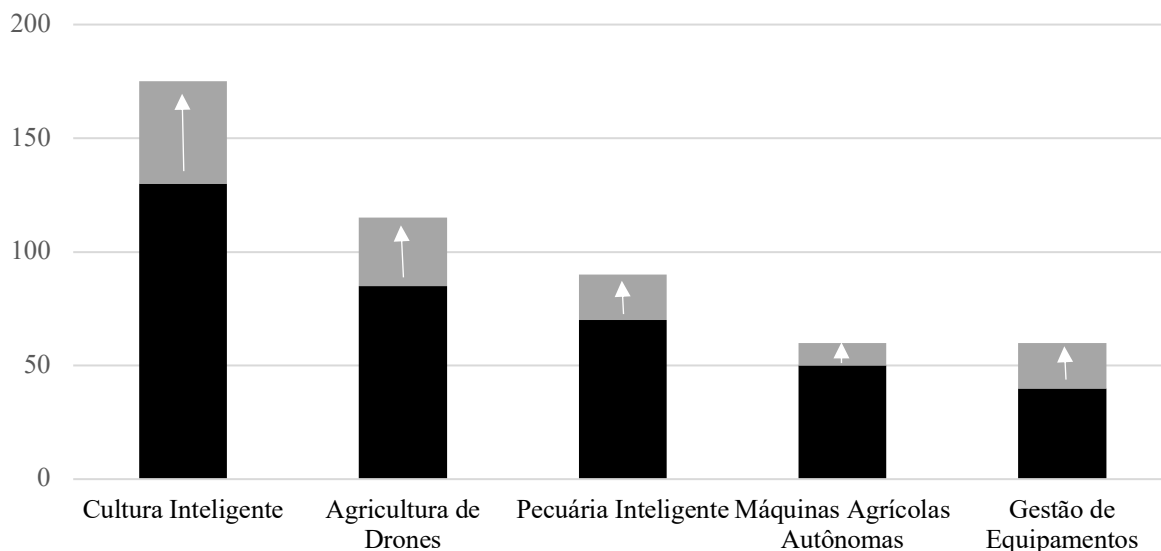
Diagrama 2 - Diagrama simplificado de um processo de encadeamento na cadeia produtiva do agronegócio



Fonte: Elaboração Própria com base na entrevista realizada em 30/06/2022 com o Sr. Leonardo Sologuren

A partir disso, é possível compreender que as inovações incrementais de aumento da conectividade agrícola têm potencial revolucionário na indústria por intermédio da trajetória de *Smart Farming* e de todo o processo de encadeamento gerado do campo para a “porteira para fora”. Segundo McKinsey & Company (2020), são cinco os casos com potencial de transformar radicalmente a agroindústria até 2030, quais sejam: cultura inteligente, agricultura de *drones*, pecuária inteligente, máquinas agrícolas autônomas e gestão de equipamentos. Tais tecnologias podem ser observadas no gráfico 3.

Gráfico 3 - Variação estimada do valor adicional potencial das principais inovações vinculadas à IoT na agropecuária em 2030 (em US\$ bilhões)



Fonte: Elaboração própria com base no relatório da McKinsey & Company (2020)

Ainda em relação ao gráfico 3, no tocante à cultura inteligente, os autores destacam a relevância do *cluster* da IoT na irrigação conectada e na distribuição de defensivos baseadas em sensores RFID dispostos nos sistemas de irrigação e capazes de otimizar o uso de recursos alinhados às necessidades de umidade em tempo real, bem como às exigências de agroquímicos em determinada lavoura. Estima-se que processo, por intermédio da otimização de recursos, seja capaz de gerar – até 2030 – de US\$ 130 a US\$ 175 bilhões em valor adicional para o PIB global (McKINSEY & COMPANY, 2020).

Ademais, o sistema de vigilância e intervenções remotas por *drones* funciona a partir de sensores conectados ao aparelho que tornam possível o monitoramento de grandes áreas e habilitam o controle remoto de pragas. Otimizando custos e aumentando a produtividade em cerca de 20%, essa inovação pode gerar – até o final da década –, entre US\$ 85 a US\$ 115 bilhões em valor adicional globalmente (Gráfico 3). Outrossim, a pecuária inteligente, por intermédio da IoT, possibilita alimentação e cuidado individualizados à criação, com base em dados fornecidos por sensores conectados ao corpo do animal e capazes de medir temperatura, pressão sanguínea, entre outros, agregando cerca de US\$ 70 a US\$ 90 bilhões em valor adicional até 2030 (BORTOLIN & MACHADO, 2020; McKINSEY & COMPANY, 2020).

Outro sistema de IoT relevante para o setor diz respeito à utilização de maquinário agrícola inteligente, no qual máquinas autônomas e robôs podem ser conectados aos sensores

de RFID supramencionados e, assim, performar intervenções direcionadas nas lavouras – plantio e colheita em momentos devidos, melhor tratamento de solo, controle de pragas, entre outros –, reduzindo necessidade de mão de obra safrista, aumentando a produtividade e proporcionando de US\$ 50 a US\$ 60 bilhões em valor adicionado ao PIB global até 2030 em um processo de interoperabilidade (Gráfico 3). Ademais, destaca-se o emprego do *cluster* analisado na manutenção preditiva, capaz de aumentar a vida útil dos equipamentos utilizados nas fazendas e de gerar de US\$ 40 a US\$ 60 bilhões em redução de custos até 2030 (McKINSEY & COMPANY, 2020).

Cada uma dessas tecnologias quando analisadas separadamente, apresentam-se como uma inovação incremental relevante no interior da trajetória da *Smart Farming*. No tocante à cultura e à pecuária inteligentes, a melhoria contínua dos sensores – que atingem, cada vez mais, um número maior dos processos da indústria –, alinhada à interoperabilidade desse sistema com os equipamentos das fazendas dizem respeito às inovações incrementais significativas rumo à fronteira tecnológica da agropecuária totalmente digital.

Ao se analisar o uso de *drones* na agricultura, percebe-se essas mudanças demonstram um caráter altamente dependente do processo de desenvolvimento condicionado pela tecnologia supramencionada de cultura inteligente – posto que o equipamento funciona aliado à utilização de sensores nas lavouras – e do próprio poder de alcance da tecnologia principal (*drone*). Tudo isso demonstra uma característica de *path dependence* dos sistemas de IoT, bem como de cumulatividade e complementariedade. Adicionalmente, associado ao processo analisado na indústria automobilística, todo o incremento da conectividade e do emprego de sensores aliados ao maquinário agrícola representa um conjunto de inovações incrementais no contexto do avanço tecnológico relacionado à auto condução.

Para além dos casos acima mencionados, o emprego de tecnologias vinculadas à IoT na agricultura viabiliza ganhos indiretos. Isso porque, a adoção de soluções de conectividade é capaz de reduzir o tempo de trabalho realizado pelos proprietários das fazendas individuais, de maneira que eles tenham maiores condições de cultivarem terras adicionais ou procurarem trabalho fora dessa indústria. Somados os resultados econômicos diretos (80,6%) e indiretos (19,4%), o valor adicionado potencial das tecnologias associadas à IoT na agropecuária alcança US\$ 620 bilhões até 2030 (McKINSEY & COMPANY, 2020).

No entanto, a captação total ou parcial desse valor depende, majoritariamente, de recursos avançados de cobertura de internet, os quais devem atingir apenas 25% da África e das regiões mais abastadas da Ásia e América Latina até o final da década de 2020. Ademais, nos

continentes supramencionados a agricultura é mais fragmentada do que na América do Norte e na Europa, dificultando ainda mais o alcance à massa crítica necessária à adoção dos sistemas citados (McKINSEY & COMPANY, 2020).

Como supra referido, essas e outras inovações incrementais têm levado as grandes companhias do setor a investirem em braços de agricultura digital, a exemplo da multinacional alemã Bayer e sua subsidiária The Climate Corporation. Assim, por meio da conexão com o maquinário de cada fazenda, a plataforma FieldView oferece dados de plantio, uso de insumos, colheita e desempenho de cultivares de acordo com variações no clima da área, fornecendo *insights* ao produtor rural (CLIMATE FIELD VIEW, 2022).

Quando utilizado na lavoura de soja, por exemplo, a tecnologia corrige falhas de plantio e resulta em ganho de três sacas por hectare, o que representa cerca R\$ 12 mil em uma lavoura de 70 hectares, com base na situação econômica de 2021. Ademais, a aplicação mais precisa de insumos, a partir dos *insights* gerados pela plataforma, garante uma diminuição de até 40% nos custos totais da produção (SOLLITTO, 2021).

Outro caso relevante diz respeito à estadunidense John Deere, a qual possui uma linha de equipamentos conectados e capazes de transmitir informações em tempo real aos operadores por intermédio da telemetria – tecnologia vinculada à IoT e que possibilita que os dados coletados no campo sejam compartilhados de forma virtual. Essa inovação incremental oportuniza a construção de maquinários automatizados conectados à internet – como a colheitadeira de grãos da companhia –, que possui câmeras e sensores digitais que permitem a leitura da passagem de grãos que estão sendo colhidos. Isto facilita a identificação de impurezas e de sementes danificadas, promovendo automaticamente os ajustes necessários a cada três minutos por intermédio do princípio da descentralização. Essa inovação, quando aplicada ao processo produtivo agrícola, resulta em um grão 17% superior em qualidade e em uma redução de 13% dos custos – associado à diminuição das perdas (FAST COMPANY BRASIL, 2022).

Ao longo da cadeia, evidencia-se a adoção de IoT entre grandes produtores de *commodities* por meio de soluções fornecidas tanto por multinacionais presentes no Brasil, quanto por uma nova geração de *startups* agrícolas nacionais, a exemplo da Agriconnected. A empresa desenvolveu um sensor que, quando instalado no equipamento agrícola, é capaz de monitorar a operação e enviar os dados coletados à um aplicativo de celular. O controle em tempo real da atividade pelo dono da fazenda é capaz de diminuir – em média – 10% do consumo de combustível da máquina e 20% os custos por mau uso delas (AGRICONNECTED, 2020).

Entretanto, diversos fatores restringem a velocidade de difusão dessas tecnologias, relacionados, principalmente, às limitações de infraestrutura e aos altos custos. Uma vez que a IoT é um *cluster* da I4.0 altamente dependente dos sistemas e serviços de comunicação e informação que a suporta, torna-se inviável a adoção dessas inovações em um ambiente sem internet ou com baixa confiabilidade das redes. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), faltava conexão estável de internet em 3,6 milhões de propriedades rurais do Brasil, o que representa mais de 70% das fazendas do país.

Adicionalmente, ainda que existam sistemas de IoT menos custosos, como os sensores localizados no solo ou instalados nos maquinários agrícolas, as tecnologias de *drones* ainda são ferramentas mais dispendiosas, o que dificulta seu acesso aos pequenos e médios produtores. Entretanto, como na maioria dos processos de trajetória tecnológica, observa-se que essas inovações continuarão em ascensão, podendo futuramente ser barateadas, aumentando seu impacto na indústria no longo prazo (LUCHETTI, 2019).

Outros dispositivos de IoT na agroindústria também levarão mais tempo para serem difundidos, incluindo, por exemplo, os tratores autônomos. Isso porque, para além dos altos custos e da incerteza relacionada a essa trajetória tecnológica, existem questões relacionadas à regulamentação. Porém, os maquinários agrícolas de auto condução possam ser adotados a um ritmo mais rápido do que os carros autônomos, pois as fazendas são um ambiente confinado e controlado, ao contrário das estradas públicas (EMBRAPA, 2017).

Em consonância à situação da infraestrutura de internet nas áreas rurais, o processo de implementação de tecnologias de IoT na agroindústria viabiliza uma oportunidade aos atores agrícolas em desenvolverem parcerias com *players* de telecomunicação. Dessa forma, não só poderão adquirir *hardware* de conectividade de maneira mais simplificada, mas também, serão mais bem posicionados para desenvolver relacionamentos próximos com os agricultores, conectando-se diretamente com eles, por intermédio de um *cross-selling*. O setor público, por sua vez, tem um papel fundamental no desenvolvimento de redes de banda larga, especialmente nas zonas rurais, por intermédio de subsídios e fornecimento de crédito. (McKINSEY & COMPANY, 2020).

A partir das seções supra analisadas, pode-se estabelecer um estudo comparativo dos padrões de inovação observados nos setores de TIC, automobilístico e agroindustrial.

2.4 Estudo Comparativo

Ainda que inovações relacionadas à I4.0 estejam se difundindo de maneira mais rápida nas indústrias de alta tecnologia, espera-se que *clusters* como a IoT sejam, também, implementados em setores mais maduros, ainda que em um ritmo mais lento e com impacto divergente na estrutura competitiva. Em relação à indústria automobilística e à agroindústria, os efeitos da IoT referem-se mais à eficiência operacional no curto e médio prazos, do que à mudança no *modus operandi*, diferentemente do que se percebe no setor de tecnologia da informação e comunicação.

Apesar das diferenças em suas bases de conhecimento, as soluções tecnológicas pautadas na IoT e aplicadas nos setores automobilístico, agroindustrial e de TIC possuem elementos em comum, quais sejam: custos em queda e mercados em expansão. No tocante às relações entre essas inovações e as atividades produtivas como um todo, ainda que o impacto da IoT em cada indústria supramencionada seja diverso no curto e médio prazos, observa-se uma tendência de coexistência de tecnologias cada vez mais disruptivas no longo prazo. As direções da disrupção podem ser analisadas por meio de três aspectos: modelos de negócio, fatores de competição e estruturas de mercado (CNI, 2017).

No que concerne aos modelos de negócio, variáveis como integração, conectividade, inteligência e servitização ditam a evolução desses modelos sob a influência da I4.0. A partir da análise referente à indústria automobilística, o que se percebe é que o impacto da IoT sobre o setor se diferencia ao longo do tempo com efeito de intensidade moderada no presente, mas com possibilidade de gerar impactos disruptivos no futuro. Como já mencionado, até que se atinja a fronteira tecnológica dos veículos autônomos e elétricos, o ramo automotivo perpassa por trajetórias com inovações incrementais que induzem a geração de carros cada vez mais conectados, as quais exigem que empresas do setor integrem os diversos elos das cadeias de valor (SALERNO *et al.*, 2017).

Nesse cenário, observa-se uma predisposição de integração não somente entre fornecedores de peças e montadoras, mas também entre bases de conhecimento distintas. Isso porque, para garantir a conectividade dos veículos faz-se cada vez mais necessária a difusão de redes de internet mais rápidas, a existência de um sistema integrado de *softwares* e sensores e do estabelecimento de *joint ventures* com empresas de tecnologia capazes de tornar o carro inteligente a partir de recursos personalizados e que estão desenvolvendo não somente partes

isoladas – como os modelos tradicionais –, mas todo o *powertrain*¹⁶ do automóvel, integrando a cadeia de fornecimento de matéria-prima (CNI, 2017).

Sendo a indústria automobilística uma das mais digitalizadas, a inserção de novas tecnologias de IoT, integradas a outros *clusters* da I4.0, por intermédio dos princípios da interoperabilidade e descentralização, tem potencial de alavancar ainda mais o impacto dessa digitalização ao longo da cadeia. Isso porque, quanto maior o número de sensores de IoT no sistema produtivo, maior a conectividade dos sistemas homem-máquina e maior é sua inteligência na análise de dados que podem ser vendidos como um novo serviço, resultando na integração vertical e horizontal ao longo de toda a cadeia de valor, compreendendo um único sistema de produção *cyber* físico (CPS). Tal situação abre espaço para um novo modelo de fabricação na busca de melhoria de processos industriais em todos os seus elos, possibilitando a formação – no longo prazo – de fábricas inteligentes (McKINSEY & COMPANY, 2016).

Ainda que todo o conjunto de inovações incrementais dos carros conectados rumo à fronteira tecnológica dos veículos de condução autônoma sejam capazes de ampliar as possibilidades de *carsharing* e serviços de mobilidade, com potencial de modificar, no longo prazo, o padrão de comercialização dos automóveis, o modelo de produção desse bem e a estrutura de mercado tendem a permanecer inalterados.

Assim, com o aumento da participação das vendas de veículos pela internet, espera-se que a representatividade da venda direta nos resultados da indústria aumente 68,8% até 2030, reduzindo a necessidade de concessionárias, as quais passarão a atuar como centros de assistência técnica. Ademais, com o fornecimento de alternativas de mobilidade supramencionadas, a venda direta deve ser fomentada por meio do surgimento de novas empresas focadas nesse tipo de serviço. No entanto, considerando a alta concentração do setor automobilístico e, portanto, um contexto de elevadas barreiras à entrada (altos investimentos, tempo de maturação do negócio, escassez de mão-de-obra qualificada, economias de escala, entre outros), as novas entrantes desse mercado – em sua maioria, *startups* – tendem a se concentrarem “nas pontas” da cadeia, fornecendo insumos tecnológicos ou atuando no novo perfil de vendas (KPMG, 2021).

Além disso, cada padrão de concorrência possui a característica de ser mutável no tempo, se ajustando às transformações que ocorrem nas tecnologias, no ambiente competitivo ou na organização industrial. Dentro dessa concepção,

¹⁶ Sistema composto pela embreagem, caixa de marchas, eixos de transmissão, diferencial e rodas motrizes de um veículo responsável pelo seu movimento (PINTO, 2021).

...a competitividade só pode ser mantida pela contínua evolução, através do desenvolvimento de novas capacitações que permitam à firma transformar as condições do mercado a seu favor ou, ao menos, conseguir acompanhar aquelas introduzidas por suas concorrentes (COSTA, 2008, p.38)

Sob essa perspectiva, no estágio atual de desenvolvimento das tecnologias de IoT no ramo automobilístico, espera-se que *startups* fornecedoras de insumos para as inovações nos veículos e em seu processo produtivo não atuem como concorrentes das companhias já estabelecidas no setor automotivo, sendo em sua maioria capturadas pelas montadoras em movimentos de F&A e *joint ventures*.

Outrossim, no tocante à inovação de produto, observa-se na cadeia produtiva do setor uma tendência dos fornecedores de autopeças à especialização, posto que as mudanças exigidas pelas montadoras fizeram com que aumentasse o grau de personalização dos produtores, visando a assegurar a permanência como fornecedores privilegiados e se adaptem às novas demandas, cada vez mais tecnológicas. Já em relação às montadoras, as inovações em IoT estimulam a instauração de alternativas tecnológicas que possibilitem a diferenciação de seus produtos para garantir a competitividade. No contexto de soluções ainda em desenvolvimento, o agente que mais investe em inovações incrementais, mais rapidamente se aproxima da fronteira, obtendo vantagens em relação aos concorrentes em um mercado oligopolizado (CNI, 2017).

Dessa forma, entende-se que, atualmente, as inovações de IoT estão mais difundidas nos processos produtivos, ainda que o potencial disruptivo no longo prazo encontre-se nas inovações de produto, com difusão ainda limitada devido a fatores como regulamentação, alto preço de fabricação e, conseqüentemente, de venda e vida útil longa dos automóveis, dificultando sua disseminação no mercado. No que concerne aos processos de produção de veículos automotivos, a IoT desempenha papel otimizador de trajetórias já existentes, tornando toda a cadeia produtiva do setor mais inteligente, direta ou indiretamente, como supramencionado. Contudo, tais mudanças não configuram em impactos disruptivos intensos como as modificações observadas no produto.

Em relação à agroindústria, evidencia-se que o impacto da IoT no curto e médio prazos é potencialmente disruptivo e altamente concentrado nas inovações de processo e na base da cadeia produtiva, configurando-se como tecnologias aplicadas na “porteira para dentro”. Tal processo inovativo – quando centrado em IoT e focado no aumento da produtividade do setor –, não pressupõe diferenciação dos produtos (somente quando vinculada à biotecnologia),

estando seu efeito condensado no incremento da eficiência operacional e na precisão (WILKINSON & RAMA, 2017).

Para mais, faz-se necessário destacar que a difusão de tecnologias de IoT na agroindústria tende a resultar – nos próximos anos – em um aumento da cooperação intersetorial, visto que como o foco inovativo centra-se no processo produtivo, o setor torna-se cada vez mais dependente de inovações em outros setores que atuam como fornecedores em sua cadeia, a exemplo da indústria automobilística e de bens de capital (máquinas e tratores conectados e autônomos) e do ramo de TIC (construção de infraestrutura de rede nas áreas rurais).

No que tange à estrutura de mercado, o setor agro compreende tanto firmas intensivas em escala, quanto produtores individuais ou organizados em cooperativas, que competem por custos e negociam produtos padronizados (*commodities*). Sob essas características, a base da indústria apresenta um grau baixo de concentração, posto que mesmo um pequeno produtor é capaz de adentrar esse mercado diante da possibilidade de organização, superando a principal barreira à entrada do setor relacionada à necessidade crescente de escala produtiva em um contexto de exigência de alto volume de recursos financeiros para os avanços tecnológicos (BNDES, 2017).

Ademais, tal impacto potencialmente disruptivo da IoT na agroindústria condiciona a popularização e incorporação das AgTechs pelas grandes empresas do setor. Esse movimento de integração vertical é capaz de encadear inovações de IoT para as demais etapas da cadeia do agronegócio – ainda que em menor grau. Dessa maneira, esse modelo de empresa configura-se como entrante nesse mercado, criando uma nova forma de difundir informações técnicas com precisão ainda que não impactando de maneira direta a concorrência das companhias já estabelecidas no ramo. Isso porque, como percebido na indústria automotiva, a inserção dessas *startups* no setor resulta em movimentos de F&A por parte das multinacionais, visando reduzir custos de transação e sua dependência tecnológica externa.

Entretanto, como as inovações de IoT voltadas ao agronegócio são desenvolvidas, em sua maioria, por outros setores, as tecnologias utilizadas podem ser facilmente difundidas entre os concorrentes, de maneira que se percebe um setor com condições desfavoráveis de apropriabilidade. Dessa forma, em um contexto de menores oportunidades tecnológicas internas, menores condições de apropriabilidade e maior cumulatividade tecnológica, a tendência é que se observe um padrão inovativo de aprofundamento (DATHEIN, 2003).

Pavitt (Dosi, Pavitt & Soete, 1990), entende que, em uma condição de economia de mercado, a direção e a intensidade do processo de mudança tecnológica dependem fundamentalmente de três aspectos: natureza das oportunidades tecnológicas, fonte dos requerimentos dos usuários potenciais e das possibilidades de que os pioneiros em inovações bem-sucedidas se apropriem dos benefícios advindos de suas atividades inovativas para justificarem os seus esforços de investimento em P&D. Dessa tipologia, apreende-se especificidades relevantes nos padrões de geração e de emprego dessas inovações, relacionados, portanto, à concorrência da indústria.

Assim, buscando apresentar as trajetórias tecnológicas setoriais, Pavitt (1984), observou as principais direções dessas mudanças, das quais – quando combinadas com a natureza cumulativa do processo inovativo – resultam-se três categorias dos setores industriais, sendo elas: i) Dominada pelo fornecedor; ii) Produção intensiva e iii) Baseadas em ciência. A partir de tal estudo, pode-se destacar que o padrão tecnológico da agroindústria – especialmente “da porteira para dentro” – configura-se como dominado pelos fornecedores tendo como consequência baixos gastos com P&D. Sob essa perspectiva, entende-se que as inovações de IoT no setor agroindustrial são predominantemente de processo, incorporadas em equipamentos de capital e insumos intermediários e com característica incremental (AREND, 2009).

No caso do setor de TIC, esse se configura como um ramo difusor de inovação, intrinsecamente tecnológico e com mudanças disruptivas constantes, de maneira que segmentos relevantes dessa indústria podem capturar oportunidades em outros segmentos com a digitalização da manufatura, posto que processos como esses demandam soluções customizadas e infraestrutura de rede, abrindo janelas de oportunidade para firmas integradoras de TIC. A partir disso, os desafios relacionados à competitividade das companhias centram-se no fomento ao aproveitamento das oportunidades pelo lado da oferta de soluções, articulando-as com as demandas relevantes em curso, com impacto para o restante da economia por intermédios dos encadeamentos (CNI, 2017).

Ademais, por englobar segmentos diversos, a indústria de TIC possui diferentes estruturas de mercado e padrões de competição, altamente influenciados pela dinâmica inovativa do setor. No tocante à produção de *softwares*, por exemplo, a concorrência é mais relevante, com importantes *players* internacionais, ainda que existam barreiras à entrada vinculadas aos recursos humanos e a economias de rede, de forma que a capacidade de diferenciar produtos e serviços define, em grande medida, o sucesso competitivo. No entanto,

no que diz respeito ao segmento de telecomunicações, a concorrência é naturalmente menor, devido, principalmente, aos custos elevados de entrada e à forte regulação (BNDES, 2017).

Por sua própria natureza, avanços tecnológicos nos bens produzidos pelo segmento de *softwares* demandam a incorporação de crescente conexão, inteligência e integração, de forma que para serem capazes de ofertar soluções de IoT a atividades econômicas distintas, as firmas precisam modificar seus modelos de negócio, possibilitando a oferta de capacidade de armazenamento em nuvem, infraestrutura 5G, entre outros. Como o setor de TIC é marcado por ciclos tecnológicos rápidos, a difusão da IoT nessa indústria tende a ser mais acelerada e, cada vez mais, parte relevante das inovações ocorre por intermédio da colaboração entre diferentes elos da cadeia produtiva. Essas características abrem espaço para que novas empresas com modelos de negócios inovadores – pautados no uso de ativos como serviços – e infraestruturas mais eficientes sejam protagonistas, modificando ao longo do tempo a estrutura de mercado (BNDES, 2017).

Sob essa perspectiva, empresas mais tradicionais estão buscando incorporar *startups* e alterando seus modelos de negócio a fim de adequarem-se à tendência de fornecer *softwares* (e sensores) como um serviço (SaaS). No contexto da IoT, aliada a esse processo de servitização, observa-se um movimento de ampliação da importância econômica não somente dessa indústria, mas das soluções nela baseadas, as quais são, cada vez mais, personalizadas. Dessa forma, para avançar na difusão de tecnologias avançadas no ramo de TIC, as companhias do setor necessitam do entendimento das necessidades de cada usuário – já que soluções genéricas não mais atendem às necessidades da demanda – e de uma, conseqüente, aproximação crescente entre produtores e clientes (CNI, 2017).

Dessa forma, as tecnologias pautadas na IoT quando aplicadas na indústria de TIC podem ser definidas como inovações de produto e de processo, sendo a primeira a mais relevante no que se refere às modificações na estrutura de mercado desse setor. Ademais, o papel da TIC na I4.0 manifesta-se na própria criação de infraestrutura para o desenvolvimento e difusão da IoT no mercado. A alta capacidade dos produtores de testar novos modelos de negócios, com estratégias ativas de inovação corrobora com a conclusão de que o estágio de desenvolvimento esteja em etapa de seleção, com ritmo acelerado de mudanças disruptivas pautadas em inovações radicais.

Os quadros 4 e 5 abaixo sintetizam a dinâmica das inovações de IoT quando aplicadas nos setores analisados.

Quadro 4 - Relações descritivas do progresso técnico da indústria automobilística, agroindústria e indústria de informação e comunicação no curto e médio prazos relacionadas à IoT

Caracterização	Indústria Automobilística	Agroindústria	Indústria de Informação e Comunicação
Tipo de Inovação	Produto e processo	Processo	Produto e processo
Estágio de Desenvolvimento	Em mutação	Em mutação	Em seleção
Intensidade	Incremental	Incremental	Radical
Difusão da Tecnologia	Ao longo da cadeia	Interna ao ambiente inovativo	Ao longo da cadeia
Oportunidade	Alta	Baixa	Alta
Apropriabilidade	Alta	Baixa	Alta

Fonte: Elaboração própria

Quadro 5 - Relações descritivas da relação entre as inovações em IoT e as atividades produtivas da indústria automobilística, agroindústria e indústria de informação e comunicação no curto e médio prazos

Caracterização	Indústria Automobilística	Agroindústria	Indústria de Informação e Comunicação
Espectro	Propósito específico	Propósito geral	Propósito geral
Impacto	Moderado	Potencialmente disruptivo	Disruptivo

Fonte: Elaboração Própria

Observa-se, portanto, que inovações radicais introduzidas na indústria de TIC têm afetado diretamente a forma como firmas desse setor estruturam seus modelos de negócio, considerados paradigmáticos em determinado período de tempo. A explicação para tal instabilidade estrutural dessa indústria – diferente dos demais setores analisados –, pautam-se em trajetórias tecnológicas menos maduras, as quais permitem padrões de concorrência e modelos de negócios menos estáveis. Dessa forma, nas TIC, todo o conjunto de estratégias, modelos organizacionais e infraestrutura têm se alterado sucessivamente diante das janelas de oportunidades abertas por inovações tecnológicas de caráter disruptivo e trazidas, em sua

maioria, por firmas entrantes – independentes de trajetórias passadas e, assim, “livres para inovar” (TIGRE & NORONHA, 2013).

A partir disso, destaca-se que enquanto inovações incrementais isoladas podem se sustentar por muito tempo na indústria automobilística e na agroindústria, dificilmente o mesmo faz-se válido na indústria de TIC. Isso porque, melhoramentos contínuos tornam-se obsoletos com maior facilidade devido aos novos modelos de negócio disruptivos introduzidos por firmas sem dependência tecnológica passada, fazendo com que empresas consolidadas no setor se reestruturem, abandonando práticas comerciais e a produção de bens tradicionais. Tal reestruturação se concretiza por meio da incorporação de empresas menores e mais dinâmicas ou por imitação. (TIGRE & NORONHA, 2013).

3 IMPLICAÇÕES SOBRE AS ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS

Produtos, serviços e processos baseados no paradigma da I4.0 estão modificando a forma como o valor é criado, como as firmas competem entre si e os próprios limites da competição. Não obstante, sugerir que a IoT “muda tudo” é uma simplificação perigosa. Assim como a própria internet, bens inteligentes e conectados refletem um novo conjunto de possibilidades tecnológicas, mas as regras da concorrência e as vantagens competitivas permanecem as mesmas, o que se altera são as estratégias internas e externas das empresas.

À vista disso, a análise a seguir pauta-se no entendimento dessas alterações no tocante às estratégias competitivas, corporativas, cooperativas e de inovação, bem como na exploração dos impactos nos recursos e competências das firmas.

3.1 Estratégias Competitivas

Como já analisado, produtos inteligentes e conectados por intermédio da IoT são capazes de expandir as possibilidades das firmas para novas funcionalidades, maior confiabilidade e outras capacidades que transcendem os limites tradicionais de uma mercadoria convencional. Tal natureza mutável dos bens e serviços está interrompendo as cadeias de valor, levando as empresas a repensarem o modo como estão organizadas internamente e como se relacionam com a concorrência, ao passo que ficam cada vez mais expostas às novas oportunidades e ameaças. Tal mudança vem suscitando um novo conjunto de escolhas estratégicas relacionadas à criação e à captura de valor, ao gerenciamento de dados e recursos e aos relacionamentos com parceiros (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

Segundo Porter (2008), a competição é impulsionada por cinco forças competitivas, quais sejam: o poder de barganha dos compradores, a ameaça de novos entrantes, a ameaça de produtos ou serviços substitutos, o poder de barganha dos fornecedores e a rivalidade entre concorrentes. No contexto da I4.0, especialmente no tocante à utilização da IoT, a estratégia das firmas tende a se alterar substancialmente em diversas indústrias, uma vez que o uso dessas tecnologias alteram as composições dessas forças, as quais são capazes de determinar – em conjunto – a natureza da competição (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

O uso de IoT pelas empresas expandem as oportunidades de diferenciação de produtos, afastando a concorrência apenas por preço. Assim, o uso de sensores inteligentes e conectados possibilitam às firmas coletarem de forma indireta informações sobre o comportamento dos

compradores, aumentando as possibilidades de segmentação de clientes e a personalização de produtos, permitindo que as empresas desenvolvam relacionamentos mais próximos com seus consumidores. Esse processo aumentam os custos dos compradores em mudarem para um novo fornecedor, mitigando seu poder de barganha (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

Como exemplo, pode-se citar a GE Aviation – subsidiária da multinacional de tecnologia e inovação, GE – que por intermédio de uma parceria com a AT&T desenvolveu um sistema de monitoramento contínuo dos aviões com sensores IoT, fornecendo diagnósticos de manutenção preditiva à companhia em tempo real. Tal inovação possibilita à empresa a comercialização desses dados como um serviço ofertado diretamente aos usuários finais, ampliando seu poder em relação aos fabricantes de estruturas de aeronaves e companhia aéreas (clientes) (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

De acordo com McKintyre e Srinivasan (2017), para se beneficiar completamente dos dados gerados pelos produtos pautados em IoT, uma empresa precisa identificar organizações externas que complementem esses dados e sejam capazes de cocriarem novos serviços. Como exemplo pode-se citar o recurso de pedido e aquisição de café da Ford durante a condução. Quanto mais complementos a montadora identificar e atrair, maior o escopo de seus serviços e maior o seu valor diante dos compradores por intermédio de efeitos de rede. Sob essa perspectiva, a Ford expande seu valor como uma firma multifacetada, utilizando dados para orquestrar trocas entre companhias complementares que existem no mercado (HAGIU, 2014).

No entanto, em outras situações, o uso da IoT nas firmas pode aumentar o poder de barganha do comprador ao ofertar ao cliente uma maior compreensão do desempenho real do produto, diminuindo sua dependência do fabricante em relação à suporte. Ademais, em comparação aos modelos proprietários, negócios baseados em “produto como serviço” - ou em economias de compartilhamento – podem, também, aumentar o poder dos consumidores e reduzindo custos de transação na troca para um novo fabricante (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

No tocante à ameaça de novos entrantes, a utilização de IoT nas empresas insere novas barreiras significativas, especialmente relacionadas aos altos custos fixos de *design* e implantação dessas tecnologias nas fábricas inteligentes. Outrossim, a ampliação das funcionalidades de um produto com a introdução de tecnologias de IoT pode aumentar ainda mais as barreiras à entrada. Um exemplo relevante diz respeito à companhia alemã de dispositivos médicos Biotronik, a qual, por intermédio da incorporação de *tags* RFID em seus produtos, passou a ofertar dispositivos inteligentes e conectados a todo um sistema de

monitoramento de saúde domiciliar, reduzindo as chances de falecimento dos pacientes cardíacos em até 60% (LANG, 2022; PORTER & HEPPELMANN, 2014).

Entretanto, as barreiras à entrada podem diminuir quando produtos pautados em IoT invalidam os pontos fortes e ativos das firmas já estabelecidas, abrindo espaço para novos produtores tal como empresas baseadas no modelo *productless*. Como exemplo pode ser citada a companhia OnFarm, a qual compete com fabricantes tradicionais de equipamentos agrícolas no fornecimento de serviços aos agricultores por intermédio da coleta de dados via sensores instalados em diferentes tipos de maquinário, sem a necessidade de produzir o equipamento em si (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

Ademais, de acordo com Iansiti e Lakhani (2014) existem outros facilitadores para a entrada de novas empresas que desejam pautar seus negócios em tecnologias IoT. Quais sejam (IANSITI e LAKHANI, 2014, pág. 98-99):

- **Conectar ativos existentes de uma empresa com outras companhias:** examinar seus ativos em busca de sinergias com *startups*. A exemplo da subsidiária da Google no segmento de *smart homes*, Nest, que está conectando a serviços públicos a fim de compartilhar dados e otimizar o uso geral de energia;
- **Aplicar lentes digitais aos produtos e serviços já existentes:** determinar quais processos são mais suscetíveis à conectividade, dando ênfase nas trajetórias tecnológicas da empresa;
- **Explorar o uso de softwares para estender os limites da firma:** investir em habilidades relacionadas a *software* que complementem os produtos e serviços já ofertados, diminuindo a dependência de tecnologias cruciais extra firma.

Como supramencionado, produtos inteligentes e conectados – criados a partir de sensores de IoT – podem oferecer desempenho superior, personalização e maior percepção de valor para o cliente em relação ao bem substituto tradicional, reduzindo ameaças de substituição e ampliando as possibilidades de lucratividade da firma inovadora. Todavia, novos modelos de negócio habilitados pela IoT podem ampliar as chances de emergência de substitutos fortes, reduzindo a demanda geral por produtos tradicionais (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

A Uber, por exemplo, oferece aos clientes acesso em tempo real aos veículos quando e onde eles precisam deles – conectando sistemas físicos e virtuais fazendo uso de GPS –, substituindo para alguns consumidores o carro enquanto propriedade. Tal fato levou as montadoras tradicionais a adentrarem o mercado de compartilhamento, como a General Motors com a RelayRides e a BMW com a DriveNow (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

A introdução de tecnologias IoT nas firmas também podem influenciar seus relacionamentos com fornecedores, redistribuindo as forças de negociação. À medida que os componentes inteligentes dos produtos entregam mais valor em relação aos componentes físicos, há a possibilidade de comoditização dos segundos. Dessa forma, a importância dos fornecedores tradicionais dos elementos físicos para o custo total do produto tende a diminuir, levando à redução de seu poder de barganha (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

No entanto, o uso de sensores pautados em IoT nos produtos e processos geram nas firmas a necessidade de novos fornecedores: *softwares*, sistemas operacionais, armazenamento de dados, rede, entre outros. Gigantes em suas próprias indústrias, empresas de TIC como Google, Apple e AT&T possuem talentos e capacidades que muitas empresas de manufatura não possuem – e não precisavam no passado – mas que estão se tornando essenciais para a diferenciação dos bens por elas produzidos diante da I4.0. O poder de barganha desses novos fornecedores tende a ser alto, permitindo que eles capturem parte maior do valor gerado pelo produto, reduzindo a lucratividade dos fabricantes (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

Sob essa perspectiva, empresas como General Motors, Honda, Audi e Hyundai juntaram-se na Open Automotive Alliance visando a angariar maior poder de negociação com a Google, buscando utilizar o sistema operacional Android em seus veículos conectados, entendendo que as OEMs não tinham as capacidades necessárias ao desenvolvimento de um sistema operacional próprio e robusto. Outrossim, à medida que os fornecedores capturam dados gerados pelos dispositivos de IoT implantados em suas soluções, eles também podem fornecer novos serviços aos consumidores finais, a exemplo da GE supramencionada (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

Por intermédio da diferenciação e personalização dos produtos baseados em IoT, as firmas também podem modificar a rivalidade perante seus concorrentes. A Babolat, por exemplo, atua no segmento de raquetes de tênis há mais de 140 anos. Entretanto, na última década, a empresa inseriu um sensor no cabo do equipamento, sendo capaz de ofertar – além do bem tradicional – um serviço adicional que pode ajudar os jogadores a melhorarem seu desempenho, rastreando velocidade da bola e localizando o impacto, inserindo novos desafios à concorrência (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

Além disso, a rivalidade entre os concorrentes pode aumentar à medida que produtos cada vez mais inteligentes e conectados tornam-se partes de sistemas mais amplos. Por exemplo, fabricantes de iluminação residencial, equipamentos audiovisuais e de termostatos historicamente não competiam entre si. No entanto, no contexto das *smart homes*, cada um

deles está competindo por um espaço na adição de componentes inteligentes a produtos residenciais diversos. No tocante aos sistemas mencionados, as empresas cujos bens tenham maior impacto no desempenho total do sistema tende a se estabelecer na melhor posição, capturando valor desproporcional em relação às demais (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

Ainda que o efeito líquido da IoT possa variar em termos de estratégias competitivas de empresa para empresa, algumas tendências podem ser percebidas. Primeiramente, observa-se barreiras à entrada crescentes, juntamente com vantagens de pioneirismo decorrentes da acumulação “precoce” de dados capturados por sensores. Em segundo lugar, pode-se destacar que as firmas produtoras de um único bem enfrentam, cada vez mais, dificuldades na competição com empresas multiprodutos – que podem otimizar seu desempenho em sistemas mais amplos.

Um terceiro aspecto diz respeito às possibilidades de novos entrantes, à medida que as empresas criam inovações radicais capazes de mitigar as barreiras supracitadas, a exemplo do WhatsApp. Tal companhia, ao adentrar a indústria de TIC com a oferta gratuita de serviços de comunicação via *smartphone*, incitou uma nova forma de competir às empresas de telefonia convencionais, que tiveram que aproveitar as oportunidades e o potencial da IoT para criar valor ao passo que perdia, cada vez mais, espaço para a firma entrante.

3.2 Estratégias Corporativas

No contexto da teoria neoschumpeteriana, para sobreviver ao processo de seleção, as organizações precisam desenvolver uma variedade de ações que mantenham sua competitividade, de forma que o ambiente seleciona aqueles que melhor se adaptem à sua dinâmica. Dessa maneira, as vantagens tecnológicas possibilitadas pela transformação digital das firmas, podem ajudá-las a adotar estratégias de diversificação visando dispersar as incertezas e obter lucros monopolistas, atuando como uma arma competitiva. Por outro lado, a transformação digital como um todo também facilita a comunicação entre as empresas e o mercado e reduz os custos de transação. Tal movimento promove um ambiente propício ao desenvolvimento de companhias especializadas, reduzindo relativamente, o nível de diversificação das firmas (WU & YOU, 2021).

A partir disso, nova concorrência também pode derivar de *players* já existentes que buscam expandir suas competências para elos diversos da cadeia de valor ou vislumbram na IoT uma oportunidade de diversificação. Nesse contexto, empresas como a Apple e a Google,

gigantes em seus setores de atuação, enxergam em indústrias emergentes oportunidades de crescimento valendo-se do grande posicionamento de sua marca, de economias de escopo e de base tecnológica já consolidada. Essas firmas adentraram, na última década o segmento de *smart homes*, com o objetivo de alcançar lucros ainda maiores em um mercado em expansão (McKINSEY & COMPANY, 2018).

Outro exemplo a ser citado diz respeito à estadunidense Amazon. Dentre suas diferentes estratégias de diversificação, o Kindle destaca-se por marcar não somente a diversificação da empresa a partir de sua base tecnológica, mas a entrada da companhia no segmento de *hardware*, no qual o conhecimento é tácito. Com esse novo produto – que é capaz de conectar livros virtuais vendidos pela Amazon a um aparelho físico específico –, a firma passou a competir, também, no mercado literário com um produto diferenciado e, naquele momento, único (GONÇALVES, 2018).

Tal estratégia corporativa pode ir além da própria diversificação dos bens produzidos, alcançando novos modelos de negócio, como o *pay per use* e a monetização dos dados. De acordo com pesquisa publicada pela Rinf Tech (2022), 52% dos modelos de negócios pautados em IoT são criados com o propósito de diversificação, enquanto apenas 11% das firmas buscam penetração em novos mercados. Do total, 91% dos dispositivos IoT lançados em 2021 oferecem *dashboards* interativos como parte de suas funcionalidades, favorecendo a coleta de dados de produtos já vendidos, ofertando-os como novos serviços ao mercado.

A Honeywell, por exemplo, está usando os dados dos termostatos inteligentes que fornece para estabelecer práticas de manutenção preditiva e avaliar se os preços de seus componentes devem ser modificados com foco em garantias de manutenção, pensando, assim, novas formas de gerar valor ao cliente e de capturar fatia cada vez maior desse valor para a firma. Outrossim, OEMs de aeronaves também estão buscando competir com fornecedores de componentes tradicionais – como fabricantes de motores – ao passo que visam a monetizar dados. A plataforma AnalytX da Boeing, por exemplo, utiliza de sensores avançados de IoT para coletar dados a bordo de todo o avião, empregando mais de 800 especialistas e fornecendo *insights* para mais de 200 clientes, que podem utilizar tal informação para reduzir custos de combustível em uma média de 4%, realizar manutenção preditiva, construir planos de voos e minimizar interrupções (McKINSEY & COMPANY, 2018).

Sob essa perspectiva, entende-se que a estratégia de diversificação das firmas que utilizam de tecnologias IoT apresenta-se como uma decisão de dentro para fora mais do que uma informação de fora para dentro, ou seja, comportando mais como um mecanismo

organizacional para capturar maiores rendimentos. Dessa maneira, firmas já consolidadas em seus mercados de atuação tradicional, buscam na IoT oportunidades de diversificação capazes de serem criadas e exploradas lucrativamente.

3.3 Estratégias Cooperativas

Com o advento da IoT, as estratégias cooperativas das empresas tornaram-se ainda mais relevantes em um contexto de necessidade de recursos cada vez mais tecnológicos, diferenciados e custosos. Com o desenvolvimento da I4.0 em curso, a colaboração entre as firmas na área de P&D passou a ser considerada como a primeira opção, não vista mais como a última alternativa disponível. Outra mudança que pode ser observada, diz respeito ao crescente uso de diversas formas de organização não-tradicionais, em particular a utilização de acordos de parceria sem participação acionária, diminuindo as burocracias e trazendo agilidade aos processos de inovação (CLEMENTE *et al.*, 2015).

O investimento necessário para adentrar à I4.0 e lidar com a disrupção é potencialmente alto. Ademais, como supramencionado, as competências necessárias vão além do que a maioria das firmas manufatureiras possuem em sua força de trabalho existente. Tais fatores abrem espaço para o surgimento de parcerias. De acordo com relatório publicado pela McKinsey & Company (2018), os *players* que desejam obter sucesso no desenvolvimento de alternativas IoT precisam pensar em seus negócios de maneira unificada, de forma que fornecedores, fabricantes e prestadores de serviços formem alianças estratégicas.

Um exemplo relevante diz respeito à companhia europeia Airbus, a qual reconheceu que para conseguir diversificar suas frentes de atuação em IoT, necessitaria de parcerias. Recentemente, a empresa firmou cooperação com a Uber visando a permitir que as pessoas reservem helicópteros como serviço de mobilidade. A firma, também, engendrou parceria com a *startup* de *hardware* HAX buscando desenvolver, testar e comercializar soluções de transporte urbano autônomo, sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo inteligentes utilizando IoT, entre outros. Outrossim, a Airbus firmou parceria com a empresa de *software* SITA para desenvolver soluções avançadas de segurança cibernética para a indústria de transporte aéreo (McKINSEY & COMPANY, 2018).

Em 2015, Audi, BMW e Daimler firmaram uma aliança estratégica e adquiriram os serviços de localização da Nokia – Here – por cerca de € 2,7 bilhões, visando a garantir recursos auxiliares no desenvolvimento da tecnologia de condução autônoma. Entretanto, desde 2016,

as três fabricantes passaram a fornecer à HERE dados recolhidos em tempo real por seus veículos – vagas de estacionamento, potenciais riscos na estrada, entre outros –, o que traduziu-se no sistema HERE Real-Time Traffic, implantado nos automóveis das marcas a partir de 2019 e possibilitando economias de escopo relevantes (McKINSEY & COMPANY, 2018).

Segundo o relatório publicado pela McKinsey & Company (2018), os grandes *players* dispostos a investir em IoT devem estar preparados para “apostar alto” em oportunidades diversas e prontos para descartar algumas delas relativamente rápido. Dessa maneira, outra possibilidade de alçar estratégias cooperativas relevantes diz respeito às incubadoras – como a iVentures da BMW. Tal divisão é capaz de identificar, investir e direcionar tecnologias promissoras desenvolvidas por *startups*, que podem suprir necessidades de recursos pautados em tecnologias da I4.0 não desenvolvidos internamente pelas firmas. Ainda que tais investimentos carreguem, naturalmente, algum risco, movimentar recursos financeiros para esse modelo de negócio passa a ser – no contexto da I4.0 – uma competição, uma vez que angaria uma “corrida” em direção à aquisição da tecnologia mais eficiente produzida por firmas terceiras e, portanto, disponíveis para o mercado geral.

Em uma cooperação firmada com a TIM em 2020, o grupo Fiat Chrysler implementou um sistema de conectividade via chip virtual que permite acesso a Wi-Fi a bordo dos veículos da montadora. Tal tecnologia, possível por intermédio da parceria entre uma firma automobilística e outra de TIC, viabiliza ao motorista dar partida remotamente e acionar o ar-condicionado por meio de aplicativo de celular (MENDES, 2020).

A partir disso, observa-se uma tendência das firmas manufactureiras na busca por competências e recursos digitais por vezes não encontrados internamente, de forma que para além da complementariedade de experiência e recursos, as alianças estratégicas oferecem às empresas maduras uma rápida entrada ao mercado de I4.0, acesso a novas tecnologias e contato com expertise chave em desenvolvimento de inovações. Assim sendo, em um contexto no qual faltam capacidades, competências e recursos para duplicar suas cadeias de valor, a utilização de estratégias de cooperação passa a ser não só uma maneira de aumento de competitividade das companhias, mas também de sobrevivência.

3.4 Estratégias de Inovação

Entendendo que o ambiente de atuação das firmas está em contínua transformação e desequilíbrio, as organizações devem ser capazes de se adaptarem rapidamente aos seus

contextos ambientais por intermédio das inovações, sobrevivendo, assim, aos processos de competição e seleção do mercado. Nessa proposta evolucionária, a empresa pode ser compreendida como um conjunto de técnicas e processos que caracterizam o modo pelo qual produtos e serviços são produzidos (rotinas). Assim, à medida que se promovem mudanças tecnológicas, a sobrevivência das organizações depende da sua capacidade de adaptação e, conseqüente, geração de novas rotinas (NELSON & WINTER, 2002).

No contexto da difusão das tecnologias IoT no ambiente das firmas, o processo competitivo provoca mudanças nas capacidades dos competidores pela seleção ou pela adaptação. Um exemplo a ser citado é a estadunidense Yahoo, que ao longo da última década observou seus maiores concorrentes, como a Google, desenvolverem novas rotinas e competências que vão além do fornecimento de rápida informação aos seus usuários, como relógios inteligentes, veículos autônomos, óculos de realidade virtual, aparelhos de conectividade residencial, entre outros. Tal fato, culminou com o fim das operações da Yahoo em 2021, enquanto a concorrência angariou US\$ 76 bilhões de lucro no mesmo ano (GOOGLE, 2022).

Ademais, como supramencionado, o investimento em IoT possibilita o desenvolvimento de novos modelos de negócio, agindo como intensificador das pressões de seleção do mercado e exigindo das firmas uma maior variedade de ações experimentadas. No entanto, tais ações tendem a não serem tomadas de maneira aleatória, de forma que o processo inovativo ou de difusão de novas tecnologias pautadas em IoT dependem das especificidades quanto à base tecnológica vigente e às condições de cumulatividade, apropriabilidade e oportunidade, sendo essas últimas fundamentais na definição das estratégias empresariais (DOSI, 1984).

De acordo com Malerba e Orsenigo (1993), as opções de estratégias tecnológicas viáveis aumenta quanto mais amplas forem as oportunidades tecnológicas, mais alto o grau de cumulatividade e mais baixo o grau de apropriabilidade. Entretanto, em um cenário em que a base tecnológica é complexa – como é o caso da IoT –, pode-se perceber, também, uma relação inversa entre essas variáveis, no sentido de que a própria estratégia de inovação da empresa é capaz de exercer influência sobre essas condições intrafirma. Um exemplo a ser citado diz respeito à holandesa Philips, a qual introduziu no mercado o conceito de lâmpadas inteligentes que podem ser acionadas via *smartphone* ou pela claridade do ambiente de maneira automática. Tal inovação, pautada em IoT, alterou os regimes de apropriabilidade da inovação, por intermédio da diferenciação do produto frente aos concorrentes do setor de lâmpadas (PORTER & HEPPELMANN, 2014).

O mesmo pode ser observado no tocante aos veículos conectados. Quanto mais amplas forem as oportunidades e a possibilidade de uma firma automotiva em se apropriar do valor gerado pela introdução de inovações, mais investimento elas tendem a realizar, visando as tecnologias que tornem os automóveis cada vez mais inteligentes sob uma perspectiva de cumulatividade do conhecimento. A cada inovação incremental – rumo à fronteira dos carros autônomos –, a montadora cria condições de apropriabilidade, aumentando as barreiras à entrada e dificultando a atuação de concorrentes que terão de voltar sua estratégia à adaptação.

Um exemplo a ser citado diz respeito à parceria entre Vivo Empresas e a Hyundai Motor Brasil para lançar o sistema Bluelink capaz de localizar o veículo em tempo real, abrir e fechar portas, acionar contatos de emergência, entre outros, por intermédio de um aplicativo para *smartphone*. Tal tecnologia, fornece à Hyundai um diferencial competitivo e aumenta o padrão de conectividade dos automóveis comercializados, levando os concorrentes a um cenário de necessidade de adaptação: ou se cria uma inovação incremental suficiente para competir com o Bluelink ou as demais firmas tendem a perder *market-share* para a pioneira (VIVO EMPRESAS, 2022).

Outrossim, considerando as trajetórias tecnológicas como um apontamento da direção rumo à exploração progressiva de oportunidades, o investimento em IoT também possui o potencial de alterá-las, principalmente, em um contexto de disrupção. Isso porque, nesse cenário, novas oportunidades tecnológicas são criadas no mercado, levando as firmas a alterarem suas estratégias de inovação, corporativas e de cooperação (DOSI, 1984; NELSON & WINTER, 2002).

Como supra analisado, a difusão de inovações pautadas em IoT no agronegócio culminou na trajetória tecnológica da *Smart Farm*. Sob essa perspectiva, as montadoras de tratores ou máquinas agrícolas que antes se preocupavam em entregar veículos pouco intensivos em tecnologia, agora faz-se cada vez mais necessário o investimento em sensores inteligentes, o que culmina, conseqüentemente, em estratégias de diferenciação, diversificação – considerando que os tratores convencionais continuarão a ser produzidos – e de cooperação com *startups* – visando a angariar recursos e competências necessários para essa transformação.

A título de exemplo, pode-se citar a estadunidense John Deere que lançou na última década um programa tecnológico em larga escala, permitindo à firma oferecer novos e sofisticados serviços de conectividade aos seus consumidores. Por intermédio da IoT, os agricultores podem utilizar da própria plataforma da companhia – acoplada aos tratores e maquinários – para decidir quais culturas plantar, onde e quando. A partir daí – e por intermédio

de parcerias com *startups* agrícolas, a exemplo da AgTech –, os produtos fabricados e comercializados pela John Deere passaram a ser pautados na trajetória tecnológica do *Smart Farm*. Tal cenário culminou em novas oportunidades tecnológicas para os concorrentes, considerando a aceitação do mercado consumidor e variedade de agentes capazes de ofertar soluções tecnológicas inovadoras (McKINSEY & COMPANY, 2018).

Dessa maneira, fica evidente que as condições de oportunidade, cumulatividade e apropriabilidade influenciam as estratégias tecnológicas das firmas, ao passo que são, também, influenciadas por elas. Assim, o processo inovativo configura-se como encadeamento circular de introdução de inovações, capazes de interferir, de maneira ativa, nas estratégias competitivas, corporativas e de cooperação das empresas, como supramencionado.

3.5 Recursos e Competências

Desbloquear o valor econômico da IoT dentro da firma requer experiência em tecnologia, dados e rede, de forma que a adoção desse *cluster* deixa de ser considerado como projeto unicamente tecnológico, passando a ser entendido como uma transformação de todo o modelo operacional, acoplando mudanças necessárias em processos de governança, talento, gerenciamento de desempenho e, principalmente, nas capacidades dinâmicas das empresas (McKINSEY & COMPANY, 2021).

De acordo com Winter (2003), uma organização baseada somente em suas capacidades operacionais, não cria mudanças e, portanto, não apresenta um diferencial que a confira vantagem competitiva, podendo levá-la a ser eliminada. Ao passo que uma empresa torna-se capaz de mudar seus procedimentos, ela possui capacidades dinâmicas, o que permite à firma manter um desempenho superior no longo prazo.

As capacidades dinâmicas, então, exploram como as organizações podem obter e sustentar vantagens competitivas por um período em um contexto de um sistema em rápida mudança. Assim, Meirelles e Camargo (2014) evidenciam que as capacidades dinâmicas são baseadas em três elementos, quais sejam: os processos (padronização de aprendizado), as posições (ativos que uma firma possui, tangíveis e intangíveis) e a trajetória. Nesse cenário, para autores como Kazuyuki (2003) e Teece (2007), a tecnologia e a digitalização são fundamentais para se alcançar vantagem competitiva por intermédio das capacidades dinâmicas, posto que possuem o potencial de modificar rotinas, baseando-se nos três princípios básicos: *sensing*, *seizing* e *reconfiguring*.

Como ocorre no cenário industrial, a utilização da IoT no âmbito da firma pode gerar externalidades positivas para os negócios das empresas que se dispõem a utilizar tal tecnologia emergente, de forma que as capacidades dinâmicas é uma abordagem relevante no entendimento dos recursos e competências tecnológicos enquanto auxiliares das organizações na identificação de oportunidades e internalização dos processos inovativos. Assim, uma companhia, ao utilizar tecnologias de IoT, é capaz de coletar dados e transformá-los em informações estratégicas suscetíveis a impactos positivos relevantes no ambiente interno da firma (*sensing*) (DE NORONHA, 2022b).

Como exemplo podem ser citadas empresas que já nasceram digitais – Amazon, Netflix e Airbnb – ou aquelas que se transformaram em digitais ao longo de seus anos de operação – Disney. Essas firmas, por intermédio da IoT, coletam e analisam (*sensing*) dados demográficos, necessidades dos consumidores, histórico de aquisições e interações, comportamento de consumo e oferecem produtos e serviços personalizados de ponta a ponta, antecipando seus concorrentes. Tal centralidade no cliente transforma dados em resultado, refletindo no *market-share*, de forma que ao apoderar-se das novas oportunidades (*seizing*), a IoT oferece um novo caminho para se alcançar formas inovadoras de vantagem competitivas. Isso porque, os dados coletados via IoT transformam-se em ativos intangíveis, os quais podem auxiliar as empresas na tomada de decisão, alimentando o valor do negócio e a natureza transformadora da IoT (DUNAWAY *et al.*, 2019; GANDHI *et al.*, 2022).

Todo esse processo, leva a firma a recombinar seus recursos (*reconfiguring*) com base nas exigências do mercado – observadas e avaliadas nas duas etapas anteriores. Sua capacidade em fazê-lo resultará em uma combinação que a garante vantagem de pioneira, como é o caso da tecnologia Touch ID da Apple. Observando uma insatisfação da população em relação à privacidade de seus *smartphones*, a Apple criou em 2013 o Touch ID, um sensor biométrico pautado em IoT capaz de desbloquear a tela inicial sem precisar de uma senha alfanumérica (DUNAWAY *et al.*, 2019).

Diante da base tecnológica complexa, as tecnologias em IoT pedem atitudes específicas. Dessa maneira, as firmas precisam ter flexibilidade para se observar (*sensing*) e se integrar às operações da I4.0 (*seizing*). Essa característica requer competências de agilidade e adaptação frente ao mercado (*reconfiguring*), aliado à visão empreendedora e à criatividade, habilidades essas capazes de potencializar os três parâmetros supramencionados. Ademais, a relação da emergência da IoT com as capacidades dinâmicas das firmas pode ser tratada por intermédio de diferentes dimensões, das quais destacam-se: minimização de custos de transação

no processo de adaptação de produtos e serviços; e agilidade organizacional para as empresas (DA SILVA, 2020; DE NORONHA *et al.* 2022a).

O armazenamento em nuvem e o processamento da ponta provenientes da IoT possuem relação direta com o processo de adaptação e reconfiguração da firma. Tal fenômeno corrobora com a primeira dimensão supracitada, ao fornecer soluções que permitem economia intraorganizacional. Essa minimização dos custos de transação ocorre no processo tecnológico das empresas, uma vez que elas se tornam capazes de operacionalizar a habilidade de identificar oportunidades, a exemplo do caso analisado no capítulo anterior referente à comercialização dos dados coletados pelo sistema Field View da alemã Bayer. Sob essa perspectiva, ao capturar uma série de dados dos consumidores do *software*, a companhia é capaz de utilizá-los como inteligência estratégica, reduzindo custos de intermediários no processo de identificação de novas oportunidades no campo de produção de sementes. Minimizar custos de transação ao adaptar seu negócio à IoT fornece vantagens competitivas às firmas (DE NORONHA *et al.* 2022a).

Um paralelo entre IoT e as capacidades dinâmicas fornece espaço para a agilidade organizacional, entendida como a capacidade de eficiência produtiva para fornecer produtos e serviços com valor agregado, respondendo a ameaças competitivas no mercado. Como exemplo, pode-se citar o caso da empresa de telefonia Vivo, que com a ascensão do WhatsApp, diversificou seu ramo de atuação de forma ágil com o fornecimento de tecnologias pautadas em IoT. Dentre as soluções lançadas pela companhia, destacam-se a criação de um *drone* para pulverização de lavouras operado por meio das redes da própria firma – Drone Pro – e o serviço de instalação de *softwares* de rastreamento de frota em veículos de transporte de cargas (DE NORONHA *et al.* 2022a; VIVO EMPRESAS, 2022).

O quadro 6 demonstra – de maneira simplificada - essa relação entre IoT e as capacidades dinâmicas em uma firma.

Quadro 6 - Principais recursos habilitados pela IoT e vinculados aos princípios básicos das capacidades dinâmicas de uma firma

Capacidade Dinâmica	Atividade Habilitada via IoT	Uso Efetivo de IoT
<i>Sensing</i>	Gerenciamento de dados em tempo real; Monitoramento remoto; Repositório de Big Data.	<ul style="list-style-type: none"> • Extração de <i>insights</i>; • Monitoramento de rede para aumento de produtividade;

Capacidade Dinâmica	Atividade Habilitada via IoT	Uso Efetivo de IoT
		<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento de grande quantidade de dados; • Monitoramento da experiência do usuário via dispositivos conectados por meio da rede.
<i>Seizing</i>	Comunicação físico-virtual; Gerenciamento de recursos; Inovação Aberta; Inteligência estratégica.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de dispositivos inteligentes para gestão de processos; • Redução de custos via alocação mais eficiente de recursos; • Captura de oportunidades no refinamento de modelos de negócios; • Aumento da precisão.
<i>Reconfiguring</i>	Desenvolvimento de novos produtos/serviços; Criação de valor; Reengenharia de negócios.	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de novas receitas por intermédio de produtos e serviços melhorados; • Gerenciamento estratégico apto para garantir recursos de TI; • Transformação digital para acomodar rapidamente as mudanças.

Fonte: Elaboração própria com base em Dunaway *et al.* (2019).

No geral, pode-se perceber que os princípios de *sensing*, *seizing* e *reconfiguring* pautados no uso de tecnologias IoT criam capacidades dinâmicas relevantes. Os recursos de IoT, por sua vez, incrementam as vantagens competitivas das firmas, de forma que os tomadores de decisão são incentivados a adotar a IoT em suas organizações não somente porque concorrentes o fazem, mas também para sair à frente de seus competidores e angariarem proveitos relacionados ao pioneirismo.

CONCLUSÃO

O presente trabalho investigou o impacto da IoT em setores selecionados principalmente a partir da Teoria Neoschumpeteriana, identificando exemplos da utilização desse *cluster* nos produtos e processos das firmas dessas indústrias, bem como avaliando a adoção de diferentes estratégias empresariais tomadas por companhias diversas, de modo a aproveitar vantagens competitivas geradas pela transformação digital.

No que se refere à indústria de TIC, sua posição histórica como pioneira no emprego de tecnologias emergentes e núcleo gerador de inovações críticas que tendem a se difundirem para o restante da economia a coloca na posição de demandante e de ofertante de soluções de IoT. Sob essa perspectiva, espera-se que no curto e médio prazos, esse *cluster* impacte de maneira disruptiva a dinâmica competitiva desse setor com a entrada de novos *players* no mercado, diversificação da produção e modificação de seus modelos de negócio, tornando-os, cada vez mais, intensivos em serviços.

Por ser uma indústria de ciclos tecnológicos rápidos, a difusão da IoT tende a ser mais acelerada, tanto no tocante aos produtos, quanto aos processos. Ademais, parte importante das inovações ocorre por meio da colaboração entre os diversos elos da cadeia, possibilitando a entrada de novas firmas inovadoras em diferentes posições, modificando, ao longo do tempo a estrutura de mercado desse setor. Assim sendo, a fim de manterem a competitividade, as companhias buscam oportunidades pelo lado da oferta de soluções, articulando-as com as demandas personalizadas – principalmente advindas de outras indústrias –, impactando o restante da economia por intermédio de encadeamentos. Dessa forma, tal setor apresenta-se na própria criação da infraestrutura da I4.0, bem como de sua difusão para o restante do mercado.

No tocante à indústria automobilística, constatou-se que é um setor de ciclos longos, de forma que as trajetórias tecnológicas tendem a perdurar por décadas. Diante disso, ainda que a IoT se mostre como um dos principais pilares da transformação digital nessa indústria, no tocante à inovação de produtos, o impacto desse *cluster* refere-se mais à eficiência operacional no curto e médio prazos, ainda que tenha potencial disruptivo no longo prazo com o paradigma da condução autônoma. Ademais, observou-se que as inovações em IoT estimularam as montadoras a procurarem alternativas tecnológicas que possibilitassem a diferenciação de seus produtos, garantindo competitividade.

No que se refere aos processos produtivos, a IoT desempenha um papel otimizador de trajetórias já existentes, impactando de forma significativa todo o gerenciamento da cadeia de

suprimentos automotiva e levando-a rumo à Produção Inteligente e Conectada, seguindo a evolução esperada por toda a cadeia metalmeccânica. Sob essa perspectiva, constatou-se uma propensão de integração entre bases de conhecimentos distintas “nas pontas” da cadeia produtiva, abarcando montadoras e *startups*, ainda que a estrutura de mercado tenda a permanecer inalterada.

Em relação à agroindústria, destaca-se a relevância da IoT na modificação da infraestrutura de produção agropecuária por intermédio de elementos da trajetória tecnológica da *Smart Farming*. Ademais, concluiu-se que grande parte dessa transformação digital na indústria concentra-se nos aspectos “porteira para dentro”, posto que essa etapa configura-se como a base da cadeia produtiva e aquela que possui maior *gap* em relação aos demais setores econômicos.

Por ser um setor dominado pelo fornecedor, nos termos da taxonomia de Pavitt, o encadeamento de tecnologias para os concorrentes ocorre de maneira mais ágil, difundindo-se mais rapidamente na indústria como um todo e diminuindo as condições de oportunidade e apropriabilidade. Entretanto, o potencial da IoT é ampliado quando há a combinação de inovações desse *cluster* com tecnologias relacionadas à Biotecnologia, Computação em Nuvem e IA pressupondo, somente assim, diferenciação de produto. À vista disso, a IoT traz impactos cumulativos e convergentes potencialmente disruptivos no curto e médio prazos sobre a agroindústria, aliado, principalmente, ao grau de difusão dessas tecnologias na cadeia.

Entendendo a dominância das inovações de processo nesse setor, a difusão tende a resultar em um aumento da cooperação intersetorial, uma vez que o desenvolvimento de suas trajetórias é dependente de inovações em setores fornecedores de insumos e equipamentos agrícolas, condicionando a incorporação das AgTechs pelas grandes empresas do setor, ainda que não alterando a estrutura de mercado.

Dada a análise dos três setores supramencionados, segue-se o próximo capítulo de investigação do efeito do uso de IoT nas estratégias das firmas, entendendo como as empresas utilizam desse *cluster* na obtenção e sustentação de vantagens competitivas. A partir disso, constatou-se que, no tocante às estratégias competitivas, pôde-se perceber uma tendência de barreiras à entrada crescentes no contexto de inovações incrementais e de vantagens decorrentes do pioneirismo e da acumulação de dados capturados por sensores. Por outro lado, observou-se que a IoT pode estimular a entrada de novos *players* no mercado, à medida que empresas criam inovações radicais capazes de mitigar essas barreiras.

No contexto das estratégias corporativas, o que se verificou foi uma propensão das firmas a utilizarem das tecnologias de IoT como meio para diversificação, de forma que o *cluster* comporta-se como um mecanismo tecnológico das companhias que visam a capturar maiores rendimentos e sustentarem sua posição de atuação em determinado mercado.

Outrossim, observou-se que as firmas manufatureiras tendem a buscar por competências, recursos e expertise de conectividade não encontrados internamente por intermédio de estratégias cooperativas. Para mais, constatou-se que as alianças estratégicas com *startups* geram oportunidades às empresas maduras uma rápida entrada ao mercado da I4.0.

Em uma análise mais voltada à Teoria Neoschumpeteriana, verificou-se que as condições de oportunidade, cumulatividade e apropriabilidade influenciam e são influenciadas pelas estratégias tecnológicas das empresas, em um cenário no qual o ambiente de atuação das firmas está em constante desequilíbrio e as companhias precisam de sua capacidade de adaptação para se manterem ativas nesse mercado.

Já no tocante aos recursos e competências das firmas, a partir da Visão Baseada em Recursos, observou-se que os princípios de *sensing*, *seizing* e *reconfiguring* são capazes de criar capacidades dinâmicas relevantes às empresas quando pautados no uso de IoT. Ademais, a combinação entre esse *cluster* e as capacidades dinâmicas por ele geradas, abre espaço para a agilidade organizacional que, por sua vez, habilita todas as demais estratégias supramencionadas em um contexto de respostas às ameaças competitivas em um mercado.

Outrossim, a continuação e aprimoramento desse trabalho podem ser realizados por intermédio de uma análise acerca do entendimento de formas de acelerar a captura de valor gerado pela IoT pelos diversos setores econômicos, em um cenário pós pandemia da Covid-19. Tal estudo complementar a pesquisa atual ao mostrar de maneira mais direta quais os dados analisados na tomada de decisão das firmas rumo à digitalização, para além de fornecer uma melhor compreensão a respeito do impacto do coronavírus no mercado de IoT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (IEA). **Global EV Outlook 2021: accelerating ambitions despite the pandemic**. Paris, França, 2021.

_____. **Hybrid and Electric Vehicles the Electric Drive Commutes - Annual Report**. Paris, França, 2016.

AGRICONNECTED. **Benefícios**. 2020. Disponível em: <<https://www.agricconnected.com/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

ALBERTIN, A. L.; DE MOURA ALBERTIN, R. M. **A internet das coisas irá muito além as coisas**. GV-executivo. São Paulo, v. 16, n. 2, p. 12-17, 2017.

AREND, M. **50 Anos de Industrialização do Brasil (1955-2005): uma análise evolucionária**. 2009. 252f. Tese de Doutorado em Economia, Programa de Pós Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ARTHUR, R. P. **Internet das Coisas: uma oportunidade para a indústria brasileira**. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

ARTHUR, W. B. **Competing Technologies increasing returns and lock-in by historical events**. Economic Journal. p. 116-131, mar-1989.

ASHTON, K. **That ‘internet of things’ thing**. RFID journal, v. 22, n. 7, p. 97-114, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VEÍCULO ELÉTRICO (ABVE). **Rede de recarga aumenta 50% em quatro meses**. Disponível em: <<https://www.abve.org.br/eletropostos-no-brasil-crescem-50-em-quatro-meses/>>. Acesso em: 05 mai. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INTERNET DAS COISAS (ABINC). 2018. **Comitê de Agronegócio**. Disponível em: <<https://abinc.org.br/comites-de-trabalho/comite-de-agronegocio/>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

BAGHERI, B. *et al.* **Cyber-physical systems architecture for self-aware machines in industry 4.0 environment**. IFAC-PapersOnLine, v. 48, n. 3, p. 1622-1627, 2015.

BAJAJ, R. K. *et al.* **Internet of Things (IoT) in the smart automotive sector: a review.** IOSR Journal of Computer Engineering, 2018.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Panoramas Setoriais 2030: Desafios e oportunidades para o Brasil.** Rio de Janeiro, 2017.

BARNEY, J. B. Resource-based theories of competitive advantage: A ten-year retrospective on the resource-based view. **Journal of management**, v. 27, n. 6, p. 643-650, 2001.

_____. **Gaining and sustaining competitive advantage.** 2 nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

BEECHAM RESEARCH. **Towards Smart Farming – agriculture embracing the IoT vision,** 2014.

BERTONCELLO, M.; WEE, D. **Ten ways autonomous driving could redefine the automotive world.** McKinsey & Company, 2015. Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ten-ways-autonomous-driving-could-redefine-the-automotive-world>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

BERTULUCCI, C. S. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo.** 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BEZERRA, C. M. Inovações tecnológicas e a complexidade do sistema econômico. 1. ed., São Paulo: **Cultura Acadêmica**, 2010.

BHATTACHARYA, S. *et al.* **Supply chain management in Indian automotive industry: complexities, challenges and way ahead.** International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC) Vol.5, No. 2, 2014.

BORTOLIN, M.; MACHADO, J. **Pulverização por drones pode aumentar produtividade em até 20%.** 2020. Disponível em: <<https://tnsul.com/2019/economia/jacinto-machado-pulverizacao-por-drones-pode-aumentar-productividade-em-ate-20/>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRITTO, J. O processo de diversificação da firma: uma abordagem dinâmica exploratória. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 31, 1993.

BURMEISTER, C. *et al.* **Business Model Innovation for Industrie 4.0: Why the 'Industrial Internet' Mandates a New Perspective on Innovation.** Die Unternehmung, v. 2, 2016.

CAPOZOLI, R. Estratégico, investimento em 5G deve ser mantido apesar da crise. **Valor Econômico**. 2022. Disponível em: <<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2022/07/27/estrategico-investimento-em-5g-deve-ser-mantido-apesar-da-crise-sembarreira.ghml>>. Acesso em: 11 set. 2022.

CASTELLI, J.R; CONCEIÇÃO, O. A. C. **Instituições, mudança tecnológica e crescimento econômico: uma aproximação das escolas evolucionárias neoschumpeteriana e neoinstitucionalista**. Anais do 1º Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação. São Paulo: Blucher, v.3, n.4, 2016, p.838-854.

CHINEN, R. Y. **Transformação digital nos negócios: uma abordagem visando barreiras e aceleradores do processo**. 2019. 82p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

CHRISTENSEN, C. M. **The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail**. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1997.

CHUI, M. *et al.* **The Internet of Things: Catching up to an accelerating opportunity**. McKinsey Global Institute. San Francisco, p. 1-90. 2021.

CLEMENTE, D. H.; MARX, R.; LAURINDO, F. J. B. Carros elétricos: uma nova abordagem para P&D na indústria automobilística tradicional com a ascensão da Tesla Motors. **Política Nacional de Inovação e Engenharia de Produção**. Bauru, São Paulo. 2015.

CLIMATE FIELD VIEW. **Gestão agrícola: veja como é possível lucrar ainda mais com sua lavoura**. 2022. Disponível em: <<https://blog.climatefieldview.com.br/gest%C3%A3o-agr%C3%ADcola-veja-como-%C3%A9-poss%C3%ADvel-lucrar-ainda-mais-com-sua-lavoura>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

COELHO, P. M. N. **Rumo à Indústria 4.0**. 2016. Dissertação de mestrado – Universidade de Coimbra, Portugal, 2016.

COLOMBO, J. F.; LUCCA FILHO, J. **A Internet das Coisas (IoT) e Indústria 4.0: revolucionando o mundo dos negócios**. Revista Interface Tecnológica Fatec. São Paulo, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Relatório do Projeto Indústria 2027: Riscos e Oportunidades para o Brasil Diante de Inovações Disruptivas**. Rio de Janeiro: IE-UFRJ; Campinas: IE-UNICAMP, 2017.

_____. **Estudo do Sistema Produtivo Agroindústrias**. Rio de Janeiro: IE-UFRJ; Campinas: IE-UNICAMP, 2017.

_____. **Estudo do Sistema Produtivo Automotivo**. Rio de Janeiro: IE-UFRJ; Campinas: IE-UNICAMP, 2017.

_____. **Estudo do Sistema Produtivo Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC**. Rio de Janeiro: IE-UFRJ; Campinas: IE-UNICAMP, 2017.

CORREA, J. N.; DE SOUZA, C. A. **Internet das coisas (IoT) e modelos de negócios: uma revisão sistemática da literatura**. Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade (SINGEP), 2020.

COSTA, R. M. **Estratégias competitivas e desempenho econômico: o caso da indústria automobilística brasileira de 1986 a 2007**. Tese de Mestrado em Economia, Programa de Pós Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

DAI, Q.; KAUFFMAN, R. **Understanding B2B e-market alliance strategies**. Disponível em: <<https://carlsonschool.umn.edu/faculty-research/mis-research-center>>. Acesso em: 28 nov. 2022.

DA SILVA, T. L. **Desenvolvimento de competências de líderes gestores frente à indústria 4.0**. Trabalho de conclusão de curso - (bacharelado – Administração de Empresas) – Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Maceió, 2020.

DATHEIN, R. **Teoria neoschumpeteriana e desenvolvimento econômico**. In: *Desenvolvimentismo: o conceito, as bases teóricas e as políticas* [online]. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

DE FARIA, A. A. **Está na hora de transformar seus produtos em serviços de maior valor agregado?** 2020. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/est%C3%A1-na-hora-de-transformar-seus-produtos-em-servi%C3%A7os-aluizio/>>. Acesso em: 18 set. 2022.

DE NORONHA, M. E. S. *et al.* A vantagem competitiva das empresas cleantechs e o desenvolvimento de capacidades dinâmicas utilizando internet das coisas. **Revista Eletrônica de Administração**, [S. l.], v. 28, n. 2, p. 455–486, 2022b.

_____. The orchestration of dynamic capabilities in cleantech companies. **Innovation & Management Review**, 2022a.

DOSI, G. **Technical Change and Industrial Transformation**. London: Macmillan. 1984.

DOSI, G. **Techonological paradigms and techonological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change**. In: Reserch Policy, 1982.

DOSI, G., PAVITT, K., SOETE, L. **The economics of technical change and international trade**. Hertfordshire: Harvester Wheatsheaf, 1990.

EMERGEN RESEARCH. **Internet of Things in Agriculture Market**. 2022. Disponível em: < <https://www.emergenresearch.com/industry-report/iot-in-agriculture-market>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Internet das Coisas (IoT): Inovação para o Agronegócio**. Diálogos Estratégicos. Brasília, Distrito Federal, 2017.

EV VOLUMES. **Total world plug-in vehicle volumes**. Disponível em: <<https://www.ev-volumes.com/datacenter/>>. Acesso em: 16 mai. 2022.

FAST COMPANY BRASIL. **Equipamentos conectados da John Deere impulsionam a produtividade do campo**. 2022. Disponível em: <<https://fastcompanybrasil.com/tech/foodtech/equipamentos-conectados-da-john-deere-impulsionam-a-produtividade-no-campo/>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES (FCA). **Três anos e 400 mil veículos depois**. FCA/LATAN, 28 abr. de 2018. Disponível em: <<http://mundofca.com/tres-anos-e-400-mil-veiculos-depois/>>. Acesso em: 18 mai. 2020.

FRANK, A. G. *et al.* **Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies**. International Journal of Production Economics, v. 210, p. 15-26, 2019.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**, 3 ed. The MIT Press, 1997.

FREITAS, A. A. **A Internet das Coisas e seus efeitos na Indústria 4.0**. Monografia (Graduação em Tecnologia em Sistemas de Computação) – Instituto de Computação, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2017.

GANDHI, S. et al. Monetização de dados sem segredos. **MIT Sloan Management Review**, 2022.

GARATTONI, B. Como o 5G vai mudar o mundo. **Super Interessante**, 2021. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/tecnologia/como-o-5g-vai-mudar-o-mundo/>>. Acesso em: 19 set. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GOEDDE, L. *et al.* **Agriculture's connected future: How technology can yield new growth**. McKinsey Global Institute. San Francisco, 2020.

GONÇALVEZ, G. D. **Amazon: crescimento e diversificação**. Trabalho de conclusão de curso - (bacharelado – Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Paraná, Setor Sociais Aplicadas, Curitiba, 2018.

GOOGLE. **Transparency Report**. 2022. Disponível em: <<https://about.google/intl/pt-BR/commitments/reports/>>. Acesso em: 19 out. 2022.

GOTTARDELLO, H. **Carro autônomo precisa de regulação para decolar**. Auto Informe, 7 fev. 2022. Disponível em: < <https://www.autoinforme.com.br/carro-autonomo-precisa-de-regulacao-para-decolar/>>. Acesso em: 05 mai. 2022.

GUTTMANN, B.; NARDINI, M. Telecom Brasil: 5G insights / Capítulo 3: IoT e sua (R)evolução com 5G. **Expert XP**. 2022. Disponível em: <<https://conteudos.xpi.com.br/acoes/relatorios/telecom-brasil-5g-insights-capitulo-3-iot-e-sua-revolucao-com-5g/>>. Acesso em: 11 set. 2022.

HAGIU A. Strategic decisions for multisided platforms. **MIT Sloan Management Review**, Winter: 2-8, 2014.

HALLER, S. **The Things in the Internet of Things**. Proceedings of Internet of Things Conference 2010, Tokyo, 2010.

HCL. **IoT strategy: insights from early IoT adopters**. Global IoT Report. Noida, p. 1-8. 2017.

IANSTITI, M.; LAKHANI, K. R. Digital Ubiquity: How Connections, Sensors, and Data Are Revolutionizing Business. **Harvard Business Review**, Nov. 2014.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). **Indústria 4.0: A quarta revolução industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro**. São Paulo, Instituto de Estudos para Desenvolvimento Industrial (IEDI), 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

IoT FOR ALL. **Smart Farming: Future of agriculture**. 2020. Disponível em: <<https://www.iotforall.com/smart-farming-future-of-agriculture>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

JOHNSON, G.; SCHOLE, K.; WHITTINGTON, R. **Fundamentos de estratégia**. Bookman Editora, 2009.

JOHNSON, H. **Digging up dark data: What puts IBM at the forefront of insight economy**. Silicon ANGLE, 2015.

JORDE, T.; TEECE, D. Competition and cooperation: striking the right balance. **California Management Review**, Berkeley, v. 31, n. 3, p. 25-48, Spring 1989.

KAAS, H. *et al.* **Automotive Revolution – perspective towards 2030**. McKinsey Global Institute. San Francisco, 2016.

KAGERMANN, H. *et al.* **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Acatech, p. 13-78, 2013.

KANTER, R. **Classe mundial**. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

KAZUYUKI, M. The Japanese model: Shifts in comparative advantage due to the IT revolution and modularization. **Journal of Japanese Trade & Industry**, 2003.

KHAN, O. *et al.* Microfoundations of dynamic capabilities: Insights from circular economy business cases. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 3, p. 1479-1493, 2020.

KOKOLJ, S.; STOJANOVIĆ, M.; BOGDANOVIĆ, Z. **Innovative IoT-based business models in telecommunications**. 2020.

KRASNIQI, X.; HAJRIZI, E. **Use of IoT technology to drive the automotive industry from connected to full autonomous vehicles**. International Federation of Automatic Control (IFAC), 2016.

KUHN, T. **The Structure of Scientific Revolution**. University of Chicago. Chicago, 1962.

KUTNEY, P. **Montadoras planejam investir R\$ 37 bilhões no Brasil até 2026**. Motor 1. 2022. Disponível em: <<https://motor1.uol.com.br/features/576402/montadoras-investirao-37-bilhoes-brasil/>> . Acesso em: 18 de mai. 2022.

LA ROVERE, R. L. **Paradigmas e trajetórias tecnológicas**. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁYI, T. Economia da Inovação Tecnológica. São Paulo: HUCITEC, 2006.

LAMPARELLI, R. A. C. **Agricultura de Precisão**. 2020. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arvore/CONTAG01_72_7516719.html>. Acesso em: 14 jun. 2022.

LANG, V. **With IoT, Biotronik saves lives all over the world**. 2022. Disponível em: <<https://iot.telekom.com/en/references/biotronik>>. Acesso em: 18 out. 2022.

LIAO, Y. *et al.*, **Past, present and future 4.0 – a systematic literature review and research agenda proposal**. International Journal of Production Research, Vol. 55 No. 12, pp. 3609-3629, 2017.

LIMA, G. C. *et. al.* **Agro 4.0: Enabling agriculture digital transformation through IoT**. Fortaleza, Ceará, 2020.

LUCHETTI, A. **Utilização de Drones na Agricultura: Impactos no Setor Sucroalcooleiro**, Palhoça, Santa Catarina, 2019.

MALERBA, F.; ORSENIGO, C., **Technological Regimes and Firm Behavior. Industrial and Corporate Change**. v.2, n.1. 1993.

MARTYNOVA, O. **The IoT in telecom: a data-driven path to growth**. 2022. Disponível em: <<https://intellias.com/the-iot-in-telecom-a-data-driven-path-to-growth/>>. Acesso: 14 set. 2022.

MATOS, J. S. **A indústria 4.0 na economia brasileira: seus benefícios, impactos e desafios.** Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.

McKINSEY & COMPANY. **Disruptive forces in the industrial sectors.** Global executive survey. 2018.

McKINTYRE D.; SRINIVASAN A. **Networks, platforms and strategy: emerging views and next steps.** *Strateg Manag J* 38(1): 141–160, 2017.

MEANS, G; SCHNEIDER, D. **Meta-capitalismo: as empresas e a revolução do e-business e dos mercados.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.

MEIRELLES, D. S.; CAMARGO, A. A. B. Capacidades dinâmicas: o que são e como identificá-las? **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, 2014.

MELARA, E. P. **Estudo da tecnologia RFID e sua aplicação na gestão de estoques.** Trabalho de conclusão de curso - (bacharelado - Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

MENDES, F. **Não é carro autônomo ainda, mas já é conectado com a internet.** 2020. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/economia/nao-e-carro-autonomo-ainda-mas-ja-e-conectado-com-a-internet/>>. Acesso em: 17 out. 2022.

MENDONÇA, C. M. C. *et al.* Uso da IoT, Big Data e Inteligência Artificial nas capacidades dinâmicas. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração.** 2018.

MEOLA, A. **Smart Farming in 2020: How IoT sensors are creating a more efficient precision agriculture industry.** Business Insider, 2021. Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/smart-farming-iot-agriculture>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

MERCEDES-BENZ. **Mercedes-Benz inicia uma nova era rumo à Indústria 4.0 no Brasil.** Disponível em: <<https://www.bancomercedes-benz.com.br/sala-de-imprensa/noticias/corporativo/mercedes-benz-inicia-uma-nova-era-rumo-a-industria-4-0-no-brasil>>. Acesso em: 28 mai. 2022.

MOHAMED, M. **Challenges and benefits of Industry 4.0: an overview.** *International Journal of Supply and Operations Management*, v. 5, n. 3, p. 256-265, 2018.

MORDOR INTELLIGENCE. **Internet of Cars Market – Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecast (2022 – 2027)**. 2021. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/internet-of-cars-market-industry>>.

Acesso em: 11 mai. 2022.

NAVEIRO, R. M. **Cluster Tecnológico: Produção Inteligente e Conectada**. Documento Interno de Trabalho, Projeto Indústria 2027. Rio de Janeiro, IE-UFRJ; Campinas, IE-Unicamp, 2017.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. Evolutionary Theorizing in Economics. **The Journal of Economic Perspective**, 16, 2, Spring. 2002.

NERIS JR., C.; FUCIDJI, J. R.; GOMES, R. **Trajetórias tecnológicas da indústria de telefonia móvel: um exame prospectivo de tecnologias emergentes**. 2014.

OKS, S. J. *et al.* **An Application Map for Industrial Cyber-Physical Systems**. In Sabina Jeschke, Christian Brecher, Houbing Song, Danda B. Rawat (Eds.), **Industrial Internet of Things – Cybermanufacturing Systems**. (pp. 21-46). Switzerland: Springer International Publishing, 2017.

OKUMURA, R. **Os impactos da rede 5G no agro**. 2020. Disponível em: <<https://venturus.org.br/os-impactos-da-rede-5g-no-agro/>>. Acesso em: 11 set. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **The World Population Prospects: 2015 Revision**. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015.

_____. **World Could Face Water Availability Shortfall by 2030 if Current Trends Continue**. Secretary-General Warns at Meeting of High-Level Panel, 2016.

PACHECO, F. B.; KLEIN, A. Z.; RIGHI, R. R. **Modelos de negócio para produtos e serviços baseados em internet das coisas: uma revisão da literatura e oportunidades de pesquisas futuras**. **Revista de Gestão**, v. 23, n. 1, p. 41-51, 2016.

PAIVA, I. R. **O uso da Internet das Coisas na indústria automobilística brasileira**. Monografia (Graduação em Administração) – Faculdade de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2019.

- PATEL, K. K. *et al.* **Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges.** International journal of engineering science and computing, v. 6, n. 5, 2016.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v.13, p. 343-373, 1984.
- PENROSE, E. A economia da diversificação. **Revista de Administração de Empresas**, v. 19, n. 4, p. 7-30, 1979.
- PEREZ, C. **Microelectronics, long waves and world structural change: new perspectives for developing countries.** World Development, vol. 13, no. 3, 441–63, 1985.
- _____. **Technological Revolutions and Techno-Economic Paradigms.** Cambridge Journal of Economics, 2009.
- PINTO, P. A. **Análise e simulação do powertrain de um veículo elétrico.** Monografia (Graduação em Engenharia Automotiva), Universidade Federal de Santa Catarina. Joinville, 2021.
- PORTER, M. E. The Five Competitive Forces that Shape Strategy. **Harvard Business Review**, 86, 2008.
- _____. **Competitive Advantage.** New York: Free Press, 1985.
- PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How smart, connected products are transforming competition. **Harvard Business Review**, 3, 2014.
- PROFF *et al.* **2021 Global Automotive Consumer Study: Global focus countries.** Deloitte. Nova Iorque, 2021.
- PWC. **Indústria 4.0: Digitalização como vantagem competitiva no Brasil.** São Paulo, 2016.
- PYKA, A.; WINDRUM, P. The self-organization of strategic alliances. **Economics of Innovation & New Technology**, Abingdon, v. 12, n. 3, p. 245-268, 2003.
- REED, R.; LUFFMAN, G. Diversification: The growing confusion. **Strategic Management Journal**, Wiley Blackwell, vol. 7(1), 1986.

RESEARCH AND MARKETS. **Global Connected Car Market 2021 – 2025**. Disponível em: <<https://www.researchandmarkets.com/reports/5513991/global-connected-car-market-2021-2025/>>. Acesso em: abr. 2022.

RINF TECH. **8 Iot business models for connected product strategy**. 2022. Disponível em: <<https://www.rinf.tech/8-iot-business-models-for-connected-product-strategy/>>. Acesso em: 18 out. 2022.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 5.ed. New York: The Free Press, 2003.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, 2006.

ROZEN, M. **Pesquisa SAE Mobilidade: Executivos e consumidores**. KPMG. São Paulo, 2021.

RÜBMANN, M. *et al.* **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries**. Boston Consulting Group, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015.

SANTOS, B. P. *et al.* **Internet das coisas: da teoria à prática**. Minicursos Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC), v. 31. Belo Horizonte, 2016.

SANTOS, D. O. FREITAS, E. B. **A Internet das Coisas e o Big Data inovando os negócios**. REFAS: Revista FATEC Zona Sul, v. 3, n. 1, p. 4, 2016.

SCHUH, G. *et al.* **Using the Industrie 4.0 Maturity Index in Industry**. Current challenges, case studies and trends (acatech COOPERATION). Munich, 2020.

SILVEIRA, C. B. **O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. Citisystems. 2017. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

SLAMET, W. *et al.* **IoT based Growth Monitoring System of Guava (Psidium guajava L.) Fruits**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 147, 012048, 2018.

SOLIS, B. **The 2014 State of Digital Transformation**, 2014.

SOLLITTO, A. **O plano Bayer para digitalizar o pequeno agricultor**. 2021. Disponível em: <<https://neofeed.com.br/blog/home/o-plano-da-bayer-para-digitalizar-o-pequeno-agricultor/>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

SUMMIT MOBILIDADE 2022. **De cada dez veículos no mundo, um será carro autônomo até 2030**. Estadão, 6 abr. 2020. Disponível em: <<https://summitmobilidade.estadao.com.br/carros-autonomos/de-cada-dez-veiculos-no-mundo-um-sera-carro-autonomo-ate-2030/>>. Acesso em: 11 mai. 2022.

TALAVERA, J. M. *et al.* Review of IoT applications in agroindustrial and environmental fields. **Computers and Electronics in Agriculture**, 142, 283–297, 2017.

TEECE, D. J. Business models and dynamic capabilities. *Long range planning*, v. 51, n. 1, p. 40-49, 2018b.

_____. Dynamic capabilities and (digital) platform lifecycles. In: Entrepreneurship, innovation, and platforms. **Emerald Publishing Limited**, 2017a.

_____. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. **Strategic management journal**, v. 28, n. 13, p. 1319- 1350, 2007.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic management journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

TEECE, D.; LEIH, S. Uncertainty, innovation, and dynamic capabilities: An introduction. **California Management Review**, v. 58, n. 4, p. 5-12, 2016.

TIGRE, P. B; NORONHA, V. B. Do mainframe à nuvem: inovações, estrutura industrial e modelos de negócio nas tecnologias da informação e comunicação. **Revista De Administração**, 48(1), 114-127, 2013.

TIGRE, P. **Gestão da Inovação: A Economia da Tecnologia no Brasil**. 7. reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TORRES, R. L. **A Inovação na Teoria Econômica: Uma Revisão**. [s.l.; s.n.], 2012.

VEILE, J. W. *et al.* **Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry**. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2019.

VERMESAN, O. *et al.* **Internet of Things Strategic Research Roadmap**, 2009.

VIVO. **Vivo Empresas**. 2022. Disponível em: <<https://www.vivo.com.br/para-empresas/produtos-e-servicos/digitais/iot/drone-pro>>. Acesso em: 23 out. 2022.

VOLKSWAGEN AG. **Cars and RFIDs: How do they go together?** Volkswagen AG, 2021.

WATTANAJANTRA, A. **Crescimento de negócios e clientes, vertical ou horizontal?** 2020. Disponível em: <<https://www.sage.com/pt-pt/blog/software-erp-vertical-ou-horizontal/>>. Acesso em: 19 set. 2022.

WINTER, S. G. Understanding dynamic capabilities. **Strategic Management Journal**, 24(10), 991- 995. 2003.

WRIGHT, P.; KROLL, M.; PARNELL, L. **Administração estratégica: conceitos**. São Paulo: Atlas, 2000.

WU, G.; YOU, D. Will enterprise digital transformation affect diversification strategy? **EconPapers**, 2021.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Tradução de Daniel Grassi. 2. ed. São Paulo: Editora Bookman, v. 2, 2003.

ZAILANI, H. R. The future of telecommunication may rely on IP: a look at AT&T's innovation. **Center for Digital Society**. 2017.

ANEXO 1 – ROTEIRO ENTREVISTAS

1. A transformação digital no setor tem potencial para alterar as relações na cadeia produtiva? Se sim, como?
2. De que forma e em qual intensidade a IoT mudará a indústria em termos de:
 - 2.1 Estrutura de Mercado;
 - 2.2 Esforço Tecnológico;
 - 2.3 Estratégias Competitivas Predominantes;
 - 2.4 Fatores Chaves de Sucesso.
3. Quais pontos disparam processos inovativos na indústria?
4. O grau de disrupção da IoT quando combinada com outros *clusters* diverge de seu impacto individualmente nessa indústria?
5. O setor é regido por princípios econômicos de competitividade característicos? Como?