

## A VANTAGEM COMPETITIVA DAS EMPRESAS *CLEANTECHS* E O DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES DINÂMICAS UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS<sup>1</sup>

Matheus Eurico Soares Noronha<sup>2</sup>

Victor Takashi Hayashi<sup>3</sup>

Luiz Otávio Estevam da Silva<sup>4</sup>

Matheus Nunes Lima<sup>5</sup>

<http://dx.doi.org/10.1590/1413-2311.353.123816>

### RESUMO

As empresas de tecnologia limpa (*Cleantechs*) utilizam diferentes tecnologias para o desenvolvimento de soluções e inovações no mercado. Entre essas tecnologias, o IoT (*Internet of Things*) se destaca por viabilizar a automação de processos e a criação de capacidades e soluções que diferenciam os modelos de negócios dessas empresas e podem gerar vantagens de mercado. A pergunta de pesquisa deste trabalho é: Como o IoT impulsiona o desenvolvimento de capacidades dinâmicas para obtenção de vantagem competitiva nas empresas *Cleantechs*? O objetivo é apresentar um modelo de desenvolvimento de capacidades dinâmicas por meio de IoT para obtenção de vantagem competitiva nas empresas *Cleantechs*. O percurso metodológico contou com a realização de uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo. Foram realizadas 22 entrevistas, representadas por 17 empresas *Cleantech*. As lentes teóricas utilizadas foram: “IoT”, “Capacidades Dinâmicas” e “Vantagem Competitiva”. Os resultados indicam que o IoT pode minimizar os custos de transação no processo de adaptação de produtos e serviços, aumentar a previsibilidade de incertezas e riscos, além de fomentar a agilidade nas organizações. O trabalho apresenta como contribuição científica um modelo que demonstra como ocorre o desenvolvimento de capacidades dinâmicas via IoT para vantagem competitiva de mercado.

<sup>1</sup> Recebido em 19/4/2022, aceito em 25/7/2022.

<sup>2</sup> Escola Superior de Propaganda e Marketing – Programa de Pós-Graduação em Gestão Internacional de Empresas e Inovação; São Paulo - SP (Brasil); <https://orcid.org/0000-0003-4640-6690>; [math.euriconoronha@icloud.com](mailto:math.euriconoronha@icloud.com).

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo - Escola Politécnica; São Paulo - SP (Brasil); <https://orcid.org/0000-0001-6672-4296>; [victor.hayashi@usp.br](mailto:victor.hayashi@usp.br).

<sup>4</sup> Universidade Presbiteriana Mackenzie – Faculdade de Direito; São Paulo - SP (Brasil); <https://orcid.org/0000-0002-6070-0944>; [estevam-luiz@hotmail.com](mailto:estevam-luiz@hotmail.com).

<sup>5</sup> Universidade de São Paulo - Faculdade de Direito; Ribeirão Preto - SP (Brasil); <https://orcid.org/0000-0002-4365-1335>; [matheusgclima@usp.br](mailto:matheusgclima@usp.br)

**Palavras-chave:** Internet das Coisas. Capacidades Dinâmicas. Vantagem Competitiva. *Cleantechs*.

## **THE COMPETITIVE ADVANTAGE OF CLEANTECH COMPANIES AND DYNAMIC CAPABILITIES DEVELOPMENT USING INTERNET OF THINGS (IoT)**

456

Cleantech companies (Cleantechs) use different technologies to develop solutions and market innovations. Among these technologies, the IoT (Internet of Things) stands out for enabling the automation of processes and the creation of capabilities and solutions that differentiate the business models of these companies and can generate market advantages. The research question of this work is “*How does the IoT drive the development of dynamic capabilities to obtain a competitive advantage in Cleantech companies?*”. The objective is to present a model for developing dynamic capabilities through IoT to obtain a competitive advantage in Cleantech companies. The methodological course included the realization of a qualitative research of descriptive nature. 22 interviews were carried out, represented by 17 Cleantech companies. The theoretical lenses used were: *IoT*, *Dynamic Capabilities* and *Competitive Advantage*. The results indicate that IoT can minimize transaction costs in the process of adapting products and services, increase the predictability of uncertainties and risks, in addition to promoting agility in organizations. The work presents as a scientific contribution a model that demonstrates how the development of dynamic capabilities via IoT occurs for competitive market advantage.

**Keywords:** Internet of Things. Dynamic Capabilities. Competitive Advantage. Cleantechs.

## **LA VENTAJA COMPETITIVA DE LAS EMPRESAS CLEANTECH Y EL DESARROLLO DE CAPACIDADES DINÁMICAS UTILIZANDO EL INTERNET DE LAS COSAS**

Las empresas Cleantech utilizan diferentes tecnologías para desarrollar soluciones e innovaciones de mercado. Entre estas tecnologías, el IoT (Internet de las Cosas) se destaca por permitir la automatización de procesos y la creación de capacidades y soluciones que diferencian los modelos de negocio de estas empresas y pueden generar ventajas de mercado. La pregunta de investigación de este trabajo es “*¿Cómo impulsa el IoT el desarrollo de capacidades dinámicas para obtener una ventaja competitiva en las empresas Cleantech?*”. El objetivo es presentar un modelo de desarrollo de capacidades dinámicas a través de IoT para obtener una ventaja competitiva en las empresas Cleantech. El curso metodológico comprendió la realización de una investigación cualitativa de carácter descriptivo. Se realizaron 22 entrevistas, representadas por 17 empresas Cleantech. Los lentes teóricos utilizados fueron: *IoT*, *Capacidades Dinámicas* y *Ventaja Competitiva*. Los resultados indican que IoT puede minimizar los costos de transacción en el proceso de adaptación de productos y servicios, aumentar la predictibilidad de incertidumbres y riesgos, además de promover la agilidad en las organizaciones. El trabajo presenta como aporte científico un modelo que demuestra cómo se produce el desarrollo de capacidades dinámicas vía IoT para la ventaja competitiva del mercado.

**Palabras clave:** Internet de las cosas. Capacidades Dinámicas. Ventaja Competitiva. Tecnologías Limpias.

## INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica nas organizações tem orientado os modelos de negócios de empresas para adotar tecnologias que forneçam vantagem competitiva aos negócios (KLEIN; PACHECO; RIGHI, 2017; MARX; DE PAULA; UEBERNICKEL, 2021). As empresas perseguem conhecimentos, capacidades e competências para obter um diferencial por meio de posicionamento e preço, atendendo anseios da sociedade e economia por meio de inovações (CAPROTTI, 2012; HORWITCH; MULLOTH, 2008; WÄRNER; WAGER, 2019; DE NORONHA, 2022b).

Em paralelo à evolução tecnológica, as capacidades empresariais têm um papel fundamental para a adaptação das organizações ao contexto de novas tecnologias para obtenção de vantagens empresariais (TEECE; LEIH, 2016; TEECE, 2017b). Nesse sentido, a literatura apresenta as capacidades dinâmicas como fonte organizacional para sentir, planejar e reconfigurar os negócios de forma ágil para enquadramento aos contextos industriais tecnológicos (BADEN-FULLER; TEECE, 2020; TEECE; PETERAF; LEIH, 2016).

Entre as tecnologias existentes no prisma das organizações, o IoT (*Internet of Things*) destaca-se fornecendo recursos digitais para tornar as empresas inteligentes e integradas em termos de sistema e armazenamento de dados, possibilitando mobilidade competitiva para empresas que operam a tecnologia (PACHECO et al., 2016; KLEIN et al., 2017). O IoT torna possível que empresas de diferentes setores explorem outras tecnologias (e.g., *Big Data*, *Data Analytics*) de forma inovadora (HOPKINS; HAWKING, 2018; CÔRTE-REAL et al., 2020).

Os estudos existentes apontam como oportunidades para investigação o IoT como uma tecnologia que, além de proporcionar a estruturação dos modelos de negócios, fornece diferentes capacidades para desempenho organizacional (PACHECO; KLEIN; RIGHI, 2016). O IoT pode estar presente com uma solução que fornece o refinamento de produtos e serviços, endereçando demandas consumidoras para setores de tecnologia limpa e energia (KLEIN; PACHECO; RIGHI, 2017; BEDI, 2018; KORESHOFF; ROBERTSON; LEONG, 2013).

Nesta perspectiva do IoT e suas soluções para diferentes setores, este trabalho aprofundará a associação entre os conceitos de IoT, capacidades dinâmicas e vantagem competitiva sobre o fenômeno das empresas de tecnologia limpa (*Cleantechs*). Essas empresas apropriam-se do IoT, aplicando essa tecnologia a soluções de mercado que visam reduzir impactos ambientais negativos por meio de energias renováveis; eficiência energética; sistemas de monitoramento para consumo de energia e água; e soluções de saneamento (CAPROTTI, 2012; CUMMINGS; LEOEUF; SCHWIENBACKER, 2017; LESSER, 2013).

O enquadramento do fenômeno das *Cleantechs* visa fornecer subsídios em conhecimentos científicos para avançar com as agendas de pesquisa apontadas por Pacheco, Klein e Righi (2016) e Klein, Pacheco e Righi (2017), pavimentando o campo organizacional que explora a tecnologia IoT sobre diferentes lentes teóricas nos estudos da economia e administração de empresas. A presente pesquisa considera direções futuras para o contexto tecnológico que envolve as capacidades dinâmicas, ao observar o IoT como premissa antecedente no processo de desenvolvimento de capacidades dinâmicas e de obtenção de vantagem competitiva, consoante a digitalização tecnológica das empresas (TEECE, 2018a; BADEN-FULLER; TEECE, 2020, KORESHOFF; ROBERTSON; LEONG, 2013).

Segundo Klein, Pacheco e Righi (2017), a associação conceitual entre IoT e novas lentes teóricas pode oferecer novos caminhos para o avanço das pesquisas, cobrindo espaços da literatura que carecem de investigações sobre a perspectiva empresarial. A literatura de IoT deve investigar as diferentes formas de aplicação da tecnologia para diferentes verticais, como logística, energia e arquitetura (GUTH et al., 2016; WU et al., 2020; GEORGAKOPOULOS et al., 2016; DE NORONHA et al. 2022a).

Dessa forma, o objetivo geral do trabalho é apresentar um modelo de desenvolvimento de capacidades dinâmicas por meio de IoT para obtenção de vantagem competitiva nas empresas *Cleantechs* para responder à pergunta de pesquisa: Como o IoT impulsiona o desenvolvimento de capacidades dinâmicas para obtenção de vantagem competitiva nas empresas *Cleantechs*?

A lacuna deste trabalho se estabelece a partir de Pacheco, Klein e Righi (2016), que indicam a necessidade da realização de estudos que explorem as capacidades desenvolvidas por organizações via IoT para vantagem competitiva de diferentes tipos de modelos de negócios e empresas. Klein, Pacheco e Righi (2017) e Côrte-Real, Ruivo e Oliveira (2020) reforçam a necessidade de explorar empiricamente novas lentes teóricas e a sua relação com o IoT, considerando a combinação estratégica de capacidades e recursos das organizações.

A contribuição científica central do trabalho é um modelo apresentando como o IoT pode desenvolver capacidades dinâmicas, evidenciando os caminhos para as empresas obterem vantagem competitiva, considerando fatores ligados à agilidade das organizações, minimização de custos e mitigação de incertezas nos negócios. Já a contribuição prática reside na utilização do IoT para endereçar soluções de cunho ambiental e social nos negócios, proporcionando o desenvolvimento de capacidades empresariais de caráter digital para resolução de gargalos apresentados por consumidores no mercado.

## 1 INTERNET DAS COISAS: DISPOSITIVOS, NUVEM, PROCESSAMENTO NA PONTA

O termo Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*) foi cunhado em 1999 por Kevin Ashton, que entendia o IoT como uma forma de empoderar os sistemas computacionais com meios de sentir e atuar no mundo físico de forma autônoma (Ashton, 2009). O IoT permite a interconexão de objetos, lugares e ambientes, formando uma rede global de dispositivos que compartilham dados (KORESHOFF; ROBERTSON; LEONG, 2013).

Segundo a literatura científica, IoT é uma tecnologia emergente que usa a Internet para prover conectividade a objetos físicos (KLEIN; PACHECO; RIGHI, 2017; HOSSEIN MOTLAGH et al., 2020); e que estende o conceito existente de comunicação entre pessoas para suportar a cooperação entre dispositivos inteligentes (CHEN et al., 2014; PACHECO, 2016). O IoT também pode ser interpretado, sob a perspectiva da gestão empresarial, como um conjunto de tecnologias cujas capacidades permitem diminuir a lacuna entre os mundos virtual e físico (PACHECO; KLEIN; RIGHI, 2016; KLEIN; PACHECO; RIGHI, 2017).

O IoT pode ser utilizado para compartilhamento de informações, monitoramento e controle remoto. Um exemplo é a medição remota do consumo de energia em residências (CHEN, 2014). Integrar o IoT aos sistemas de energia permite aumentar sua eficiência (HOSSEIN MOTLAGH, 2020), além de melhorar os níveis de confiabilidade (BEDI, 2018). Entre as aplicações de IoT em cidades inteligentes, se destacam: a gestão de resíduos; o monitoramento de qualidade do ar e de poluição sonora; e as iniciativas de eficiência energética (WU, 2020).

Para este estudo, utilizaremos o conceito de IoT abordado por Villari (2016), que tem como vertente as categorias conceituais de: “Dispositivos”, “Nuvem” e “Processamento na Ponta”. Essas categorias são abordadas nos parágrafos a seguir.

**Dispositivos.** Considerando que o propósito do IoT é construir uma rede conectada de bilhões de dispositivos, estes dispositivos devem ter capacidade de coletar, processar e transmitir dados do mundo físico. A capacidade de sentir grandezas físicas é suportada por sensores, enquanto o processamento e comunicação são realizados por sistemas embarcados (WURM, 2016). Outro componente que fornece aos sistemas IoT a capacidade de interagir no mundo físico são os “atuadores”, que permitem ações físicas. Desta forma, define-se dispositivos IoT como sistemas integrados a sensores ou atuadores com capacidade de comunicação (GUTH, 2016).

Nuvem. Dispositivos vestíveis, drones e outros dispositivos IoT possuem recursos limitados (e.g., processamento e armazenamento). Contudo, aplicações complexas demandam mais recursos computacionais que estão disponíveis em servidores instalados nos *datacenters*. (WU, 2020). Considera-se nuvem os recursos computacionais disponíveis nessas máquinas otimizadas, que em sua maioria estão em localizações diferentes dos dispositivos. A integração da nuvem com dispositivos IoT impulsiona ganhos operacionais por meio de monitoramento em tempo real e previsão (GEORGAKOPOULOS, 2016). Porém, esses dispositivos podem apresentar consumo excessivo de energia e maior tempo de resposta devido à comunicação necessária com a nuvem (HOSSEIN MOTLAGH, 2020).

Processamento na Ponta. O mesmo fenômeno de produção distribuída de conteúdo, que é observado em redes sociais, ocorre no cenário de Internet das Coisas: pessoas e dispositivos são consumidores e produtores de informação. Neste contexto, define-se “Processamento na Ponta” como o conjunto de tecnologias que permite que a computação seja realizada o mais perto possível das fontes de dados (SHI, 2016; YU, 2017). O Processamento na Ponta permite minimizar a dependência dos recursos computacionais da nuvem (e da Internet, por consequência), além de proporcionar menor tempo de resposta e possibilidade de gerenciar o consumo de energia (YU, 2017).

## 2 CAPACIDADES DINÂMICAS

As capacidades dinâmicas são habilidades organizacionais que a empresa possui a partir do seu conjunto de informações para reconfigurar, integrar e construir seus negócios (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997; TEECE, 2017a; TEECE, 2018b). A definição dessas habilidades está baseada na integração das capacidades que são necessárias para obter vantagens competitivas, além de estratégias para alocação de recursos de forma economicamente sustentável (HELFAT; PETERAF, 2015; TEECE, LEIH, 2016; DE NORONHA et al. 2022a).

As capacidades dinâmicas estão relacionadas a Negócios Internacionais, Empreendedorismo, Digitalização, Marketing e Administração (MARX; D, E PAULA; UEBERNICKEL, 2021; WARNER; WÄGER, 2019; DE NORONHA et al. 2022a). As capacidades dinâmicas diferem-se das capacidades ordinárias por estarem preocupadas particularmente com mudanças. Elas direcionam as taxas de transformação das capacidades ordinárias (WINTER, 2003) e podem ser utilizadas para investigar diversos contextos tecnológicos (TEECE; LEIH, 2016).

O estudo das capacidades dinâmicas está presente nas pesquisas e estudos de VBR (Visão Baseada em Recursos) (TEECE, 2017b). As investigações da VBR observam os recursos e capacidades sob a perspectiva da insubstituibilidade, fornecendo para as organizações vantagem competitiva (BARNEY, 1991a; BARNEY, 2001). Essas capacidades têm uma predileção para se fixarem nas rotinas e processos organizacionais, além da proficiência dos recursos humanos que, quando devidamente empregada nos agentes econômicos, oferecem um diferencial competitivo (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997; DE NORONHA et al. 2022a).

De acordo com Teece, Pisano e Shuen (1997), as mudanças tecnológicas promovem o desenvolvimento dos recursos organizacionais, demandando dos agentes econômicos uma adaptação por meio das suas capacidades (BOGERS et al., 2019). Desta forma, as capacidades dinâmicas são articuladas nas organizações para dirimir incertezas inerentes ao mercado e aplicar de forma eficiente os seus recursos, com a finalidade de renovar suas competências empresariais (TEECE; LEIH, 2016; AMBROSINI; BOWMAN; COLLIER, 2009).

Este trabalho tem a pretensão de utilizar a abordagem aplicada por Teece (2018) no contexto estratégico, para enquadrar o contexto tecnológico da presente pesquisa. A perspectiva dos autores aponta que a tecnologia é a força motriz para a estratégia empresarial pelas organizações, assim como fomenta os agentes econômicos a renovar competências e recursos, com a finalidade de elevar suas vantagens competitivas por intermédio do *sensing*, *seizing* e *reconfiguring*, três princípios apresentados nos parágrafos abaixo.

*Sensing* é a capacidade que a empresa tem de avaliar as possíveis oportunidades tecnológicas em relação às necessidades dos consumidores (BADEN-FULLER; TEECE, 2020). Essa sensibilidade atua para encontrar sentido em meio a possíveis interpretações de cenários futuros, que após refinamento auxiliam na formulação de hipóteses e, então, criam novos métodos e rotinas de atuação para criação de riqueza e desenvolvimento tecnológico (TEECE, 2017; DE NORONHA et al. 2022a). Uma firma que tem boa sensibilidade como capacidade dinâmica está mais preparada para identificar possíveis impactos na economia, se alinhar às novas tendências e se transformar de forma ágil (LEIH; TEECE, 2016). Em ambientes caracterizados por profunda incerteza, as empresas devem sentir as opções de crescimento e a lógica da destruição criativa antes que a lógica de mercado dessas opções se torne aparente para todos (TEECE; LEIH, 2016).

*Seizing* é o princípio empregado para mobilizar recursos com a finalidade de antecipar a reação concorrencial e garantir a proteção intelectual. Tal mobilização de recursos possibilita que os modelos de negócios por meio da alocação sejam aprimorados, viabilizando a criação

de novas rotinas organizacionais, produtos, processos e serviços. O *Seizing* pode ser classificado como um conjunto de atividades que se concentram na implementação de oportunidades recentes ou, até mesmo, de antecipações por meio da mobilização de recursos ou competências para atingir oportunidades que impliquem em vantagem competitiva (KHAN et al., 2020).

O princípio de *Reconfiguring* possui conexão com o processo de transformação da estrutura organizacional em função dos propósitos do agente econômico. Tal transformação culmina na criação de processos e rotinas organizacionais, como tomadas de decisão e fomento à inovação, usando como referencial os recursos disponíveis. Também pode ser descrito como a habilidade da organização de recombina os seus recursos e/ou reconfigurar novos recursos, com a finalidade de alcançar determinadas metas (KHAN et al., 2020). Essas rotinas são responsáveis pela renovação e ordenamento dos recursos e competências (TEECE, 2007).

### 3 VANTAGEM COMPETITIVA

A Vantagem Competitiva é obtida quando uma empresa alcança um desempenho superior por meio de um diferencial estratégico de mercado, direcionado por preço ou posicionamento (PORTER, 1980). Uma empresa deve possuir recursos e capacidades que sejam valiosos, raros, inimitáveis e insubstituíveis para obter tal vantagem (BARNEY, 1991). O fundamento da vantagem competitiva parte do pressuposto que recursos e capacidades podem ser distribuídos de forma heterogênea entre as empresas, em que essas diferenças podem ter efeitos de longo prazo (BARNEY, 1991; KOTABE; MURRAY, 2004; LIN; CHEN, 2008). O fundamento foca em compreender como algumas empresas conseguem obter melhor desempenho nos seus respectivos mercados (GRANT, 1991; COLLIS; MONTGOMERY, 1995; MA, 2000; LÓPEZ-GAMERO; MOLINA-AZORÍN; CLAVER-CORTÉS, 2009; DE GUIMARÃES; SEVERO; DORION, 2022).

Segundo Huang et al. (2015), a literatura sobre Vantagem Competitiva é explorada por duas linhas de pensamento: “Nova Organização Industrial” (OI) e “Visão Baseada em Recursos” (VBR). Ainda para Huang et al. (2015), na perspectiva da OI, a vantagem competitiva deriva de rendas de monopólio sustentadas por posições de mercado protegidas (CAVES; PORTER, 1977; PORTER, 1980). Já na perspectiva da VBR, a vantagem competitiva ocorre devido a recursos específicos da firma, com características distintas dos demais (LIPPMAN; RUMELT, 1982; WENNERFELT, 1984).

Para este trabalho utilizaremos a perspectiva da Vantagem Competitiva sob o prisma da Visão Baseada em Recursos, considerando que as capacidades dinâmicas são provenientes desse fundamento (BARNEY, 2001; TEECE; PISANO; SHUEN, 1997; PETERAF, 1993). A VBR considera a empresa como um feixe de recursos. A forma como esses recursos são combinados tornam as empresas diferentes umas das outras, o que permite que uma empresa ganhe vantagem competitiva. A VBR enfatiza suas lentes de análise nos recursos específicos da empresa e em como eles são determinantes para a geração de lucro econômico (BARNEY, 1986, 1991; DIERICKX; COOL, 1989; PETERAF, 1993; HILL, 1995; MCIVOR, 2009).

Recursos são definidos como insumos que permitem às empresas realizar suas atividades. Recursos e capacidades internas determinam escolhas estratégicas feitas pelas empresas em seu ambiente competitivo de mercado. Para Madhani (2009), a VBR analisa e interpreta os recursos das organizações para entender como as organizações alcançam vantagem competitiva sustentável. A VBR foca no conceito de atributos difíceis de imitar da empresa como fontes de vantagem competitiva (BARNEY, 1986).

Por meio de recursos tecnológicos e posicionamento estratégico, capacidades e competências, é possível visualizar a vantagem competitiva como um resultado do desempenho empresarial (HUANG et al., 2015). A perspectiva das capacidades dinâmicas explora como as empresas podem sustentar a vantagem competitiva por um período, ao enfrentar ambientes dinâmicos e em rápida mudança (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997).

O fundamento da Vantagem Competitiva está presente em diversos trabalhos sobre Capacidades Dinâmicas (TEECE; LAZONICK, 2002; LÓPEZ, 2005; TEECE; PISANO, 2003). Para os autores Kazuyuki (2003) e Teece & Lazonick (2002), a tecnologia e a digitalização são fundamentais para alcançar a vantagem competitiva utilizando capacidades dinâmicas. Os autores Pacheco, Klein e Righi (2016) indicam que o IoT pode ter relação com novos modelos de negócio, angariando a vantagem competitiva. Todavia, os autores reforçam que o campo conceitual entre os fundamentos de IoT e vantagem competitiva ainda necessita de aprofundamento pela perspectiva de novas empresas para identificar as peculiaridades do fenômeno.

#### **4 CONTEXTO DA PESQUISA: AS *CLEANTECHS* E O SEU SEGMENTO DE MERCADO**

As *Cleantechs* são empresas de tecnologia limpa que representam atividades empreendedoras dispostas a desenvolver novos modelos de negócios pautados em

sustentabilidade ambiental e tecnologia (O'ROURKE, 2009; CUMMING; LEBOEU; SCHWIENBACHER, 2017). Emergiram no início dos anos 2000 como uma nova categoria de investimento, que observou a possibilidade de transformar um problema dos negócios em uma nova oportunidade de empreendimento na perspectiva ambiental, social e inclusiva (O'ROURKE, 2009). As *Cleantechs* estão inseridas no chamado subsetor de investimento em tecnologias de energias renováveis, nanotecnologia, eficiência energética, otimização na utilização de água, gestão de resíduos, redução de emissão de poluentes e gases, além de processos de manufatura voltados para produção limpa e renovável (CAPROTTI, 2012). Tais atividades fazem parte de mercados que visam uma economia com menor impacto ambiental e desenvolvimento sustentável (HORWITCH; MULLOTH, 2008; DE NORONHA, 2018).

As *Cleantechs* operam diversas tecnologias para obter vantagem no mercado. Dentre as tecnologias operacionalizadas pelas *Cleantechs* estão: *Big Data*, *Machine Learning*, *Data Science* e *IoT* (LESSER, 2013; SIANAKI et al., 2018). Uma dessas tecnologias é a utilização de *Big Data*, cuja utilidade se dá em função da sua capacidade de análise de fluxos de dados, redução de replicações de erros, assim como a obtenção da habilidade de apresentar informação de forma efetiva para os tomadores de decisão (DAVENPORT; BARTH; BEAN, 2012). Dentre as tecnologias utilizada pelas *Cleantechs*, o *Machine Learning* tem sua função em virtude da aplicação de determinados métodos para estimar, como previsão, a geração de energia de fontes renováveis, assim como o reconhecimento de padrões de consumo (SIANAKI et al., 2018).

O *IoT* auxilia *Cleantechs* na finalidade de alavancar a economia de energia e contribuir com projetos de sustentabilidade, do mesmo modo que a *Big Data* tem sido empregada para promover eficiência com o seu uso para análise de dados de rede (LESSER, 2013). As *Cleantechs* operacionalizam esta tecnologia para coletar informações sensoriais e intercambiar com os dispositivos presentes em toda a rede, com a finalidade de promover economia e redução de custos (BHADORIA; BAJPAI, 2019).

## 5 MODELO TEÓRICO DE PROPOSIÇÃO

Para estruturar a lógica hipotética de pesquisa sobre os conceitos e subconceitos selecionados para observar o contexto das empresas de tecnologia limpa (SIPONEEN; KLAUVUNIEMI, 2020), sugere-se um modelo teórico de proposições para direcionar o trabalho. Segundo os autores Gerhardt e Silveira (2009) e Eisenhardt e Graebner (2007), as proposições são premissas de pesquisa que podem constituir um modelo para ser testado com base em conceitos referenciais da literatura, visualizando pesquisas qualitativas. Jabar et al.

(2009) reforçam que a abordagem qualitativa para a construção de proposições pode fornecer ferramentas que relacionam áreas de caráter multidisciplinar com o campo de sistemas da informação, fomentando o desenvolvimento de novas avenidas de estudos. A presente seção visa estabelecer um modelo de proposição emergente da literatura, com base no fenômeno investigado e seu contexto de pesquisa (Figura 1).

## 5.1 IOT E AS CAPACIDADES DINÂMICAS

Conforme o modelo de Villari (2016), o IoT possui dispositivos (GUTH, 2016), nuvem (GEORGAKOPOULOS, 2016) e processamento na ponta (YU, 2017). A combinação desses subconceitos pode gerar externalidades positivas para os negócios das empresas que se dispõem a utilizar essa tecnologia emergente, como já ocorre no cenário industrial (GEORGAKOPOULOS, 2016). Há a necessidade de maiores investigações sobre as capacidades de IoT sob a perspectiva estratégica, como exposto por Klein, Pacheco e Righi (2017) e Côrte-Real, Ruivo e Oliveira (2020).

Por outro lado, as capacidades dinâmicas de Teece (2018a; 2018b) podem ser uma abordagem relevante para entender como as capacidades tecnológicas auxiliam empresas a identificar oportunidades, alocar recursos e internalizar processos de inovação. Pelo exposto, a proposição (P1) de pesquisa estabelece que uma empresa, ao utilizar tecnologias de IoT, é capaz de coletar dados e transformá-los em informações que são úteis para identificar oportunidades (*Sensing*), fomentar a alocação de recursos para criar produtos e serviços (*Seizing*) e tomar decisões para inovação contínua, transformando e reconfigurando seus negócios (*Reconfiguring*). Proposição 1 (P1): A internet das coisas (IoT) impulsiona o desenvolvimento de capacidades dinâmicas nas empresas.

## 5.2 IOT E A VANTAGEM COMPETITIVA PROVENIENTE DAS CAPACIDADES DINÂMICAS

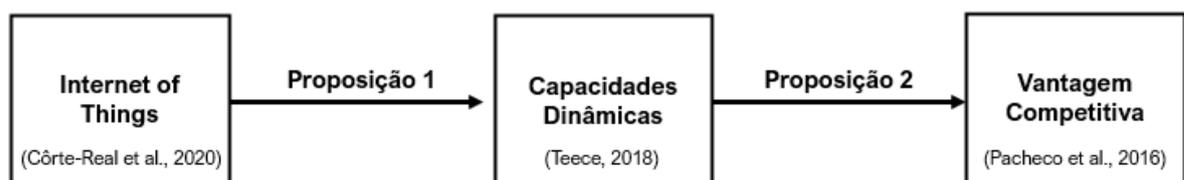
O fundamento da Vantagem Competitiva está presente na literatura de Capacidades Dinâmicas (TEECE; LAZONICK, 2002; LÓPEZ, 2005; TEECE; PISANO, 2003). Para os autores Kazuyuki (2003) e Teece e Lazonick (2002), a tecnologia e a digitalização são fundamentais para alcançar a vantagem competitiva utilizando capacidades dinâmicas. Especificamente, Pacheco et al. (2016) demonstram que a tecnologia IoT pode ter relação com novos modelos de negócio, angariando a vantagem competitiva.

O presente trabalho aborda os fundamentos de IoT, Capacidades Dinâmicas e Vantagem Competitiva pela perspectiva do contexto empresarial das *Cleantechs*. Os fundamentos articulados visam preencher as lacunas dos trabalhos de Pacheco et al. (2016) que indicam a necessidade da realização de estudos que investiguem como as capacidades de tecnologia da informação, desenvolvidas por organizações por meio de IoT, podem fornecer vantagem competitiva. Baseado nos fundamentos teóricos selecionados para a pesquisa e as contribuições extraídas de literaturas prévias de Pacheco et al. (2016), Klein et al. (2017), Côrte-Real et al. (2020), a segunda proposição é estabelecida:

Proposição 2 (P2): As capacidades dinâmicas desenvolvidas pelo IoT geram vantagem competitiva nas empresas.

Baseado nas proposições levantadas sobre a literatura existente, o modelo teórico proposto para o contexto desta pesquisa apresenta-se na Figura 1.

**Figura 1 - Modelo Teórico de Proposições**



Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada nesta pesquisa é de abordagem qualitativa e caráter descritivo. A abordagem qualitativa é a forma de analisar determinados aspectos da realidade que não são possíveis de serem avaliados quantitativamente, possibilitando compreender motivos, aspirações, crenças, valores e questões subjetivas via interpretações de conteúdo textual, análises de conteúdo e discursos (GODOY, 1995).

O caráter descritivo se dá pela existência de um quadro teórico prévio, o que permite a observação do fenômeno de estudo de uma maneira analítica, de forma a observar as relações entre os conceitos existentes (GODOY, 2005).

O percurso metodológico contou com seis etapas principais: i) Delimitação do Objeto de Estudo; ii) Seleção do Quadro Referencial; iii) Definição da Metodologia da Pesquisa; iv) Coleta de Dados; v) Definição, Análise e Interpretação dos Dados; e vi) Elaboração dos Resultados e Considerações Finais.

O período de coleta da pesquisa ocorreu entre outubro de 2020 e janeiro de 2022. Para a realização da coleta de dados utilizou-se um roteiro de entrevistas, instrumento utilizado para pesquisas qualitativas (GODOY, 2005). O roteiro de pesquisa, operacionalizado no presente trabalho, trata-se de um instrumento com perguntas extraídas do referencial teórico e seus subconceitos (DUARTE, 2002). Ademais, o roteiro de pesquisa é fundamentado em entrevistas semiestruturadas e conta com 23 perguntas direcionadoras (KALLIO et al., 2016). As perguntas foram elaboradas com base no Bloco Referencial: “IoT”, “Capacidades Dinâmicas” e “Vantagem Competitiva”, além de suas categorias, conforme explicitado no Quadro 2.

A entrevista semiestruturada viabilizou que os pesquisadores realizassem a condução da entrevista com base nas referências científicas, proporcionando liberdade aos entrevistados para que discorressem conforme a condução dos tópicos categóricos referenciais e constatassem novos achados de pesquisa.

O roteiro de pesquisa com entrevistas semiestruturadas foi o principal instrumento que sustentou a coleta de dados primários, sendo aplicada aos entrevistados para levantar informações com base no referencial teórico com a finalidade de aprofundar as diferentes percepções investigadas. O material coletado por meio do roteiro foi gravado e transcrito para sua análise posterior.

Após a criação do roteiro de pesquisa, a seleção da amostra contou com critérios de inclusão para delimitação das empresas dos entrevistados. Dentre estes critérios estão: i) a empresa deve obrigatoriamente operar a tecnologia IoT em seus processos organizacionais; ii) a empresa deve ser uma *Cleantech*; e iii) as soluções da empresa devem estar concentradas em resolver gargalos ambientais, sociais e econômicos nos segmentos de mercado descritos na seção 2, “Contexto da Pesquisa: As *Cleantechs* e o seu segmento de mercado”. Já os critérios de exclusão basearam-se nas três premissas: i) a empresa deve estar diretamente associada a uma tecnologia que impulsiona a sustentabilidade tecnológica; ii) a empresa deve operar IoT e também ser uma *Cleantech*; e iii) serão considerados apenas colaboradores e empreendedores que tenham proximidade com as áreas de desenvolvimento tecnológica da organização. Os critérios foram estabelecidos para reforçar a validação de pesquisa, consoante ao referencial sobre os fundamentos teóricos e os estudos já existentes.

Foram realizadas 22 entrevistas com 17 empresas sediadas no Brasil durante o período de coleta. Foram entrevistados fundadores e funcionários das empresas *Cleantechs* selecionadas. O número de 22 entrevistas atendeu ao ponto de saturação da pesquisa, apresentando repetição de evidências nos relatos dos entrevistados. Ressalta-se que a saturação foi atingida em 11 entrevistas; contudo, para reforço e validação final da amostra, o dobro de entrevistas foi coletado em caráter confirmatório (GUEST; BUNCE; JOHNSON, 2006). O Quadro 1 contém as características de seleção da amostra. Ademais, para preservar a integridade dos entrevistados, as entrevistas foram aplicadas em condição de anonimato (i.e., os entrevistados sabiam que informações de identificação não seriam divulgadas no artigo resultante).

**Quadro 1 - Característica da Seleção da Amostra**

Entrevistado	Empresa	Segmento de Mercado	Data de aplicação	Tempo de Entrevista
E1	A	Gestão de Energia Residencial	Setembro, 2021	49':21"
E2		Gestão de Energia Residencial	Novembro, 2021	42':55"
E3		Gestão de Energia Residencial	Novembro, 2021	33':12"
E4	B	Certificações de Energia Renovável	Fevereiro, 2021	51':22"
E5		Certificações de Energia Renovável	Fevereiro, 2021	27':30"
E6	C	Soluções de Eficiência Energética	Março, 2021	47':28"
E7	D	Soluções de Eficiência Energética	Março, 2021	55':16"
E8	F	Crédito e Financiamento para Sistemas de Energia Renovável	Outubro, 2020	31':32"
E9	G	Comercialização de Energia Solar	Dezembro, 2020	22':30"
E10		Comercialização de Energia Solar	Dezembro, 2020	47':00"
E11	H	Soluções de Eficiência Energética	Janeiro, 2021	37':54"
E12	I	Componentes para Energia Solar	Março, 2021	40':23"
E13	J	Gestão de Energia Residencial	Março, 2022	54':25"
E14	K	Saneamento	Maió, 2021	35':12"
E15	L	Saneamento	Maió, 2021	19':34"
E16	M	Soluções de Eficiência Energética	Março, 2021	31':45"
E17	N	Soluções de Eficiência Energética	Março, 2021	43':47"
E18	O	Sistemas de Monitoramento para Energia Eólica e Solar	Agosto, 2021	59':23"
E19	P	Compensação de Energia	Agosto, 2021	1°:18':04"
E20	Q	Plataforma de Comunicação e Soluções para Energia	Novembro, 2021	57':01"
E21	R	Monitoramento e Desperdício de Água	Setembro, 2021	32':17"
E22		Monitoramento e Desperdício de Água	Setembro, 2021	46':19"

Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4.1 TÉCNICA DE ANÁLISE DE DADOS E SOFTWARE DE PESQUISA



A técnica de análise de dados empregada foi a Análise de Conteúdo, uma técnica empregada em pesquisas qualitativas, com finalidade de avaliar inferências e relatos transcritos em formato de dados obtidos por meio de dados primários (FORMAN; DAMSCHRODER, 2007; BARDIN, 2011). A técnica emprega a sistematização dos dados por meio de sua organização a partir das falas dos entrevistados, que foram transcritas após a aplicação do instrumento de coleta. O percurso adotado para a realização da técnica de análise de conteúdo estruturou-se em cinco etapas: i) Delimitação da abordagem de análise das transcrições; ii) Aferição de dados coletados; iii) Marcação dos dados dedutivos; iv) Sistematização e organização dos dados via *software* e leituras sistêmicas; e v) Categorização dos dados.

A análise de conteúdo compreende categorias e subcategorias de análise que podem ser designadas como Blocos ou Eixos Temáticos, fazendo alusão aos conceitos extraídos do referencial teórico (MENDES; MISKULIN, 2017). Para este trabalho, denominou-se o “Bloco” como a vertente do referencial teórico; e a “Categoria” para o eixo temático, conforme empregado no Quadro 2.

Segundo Elo e Kyngäs (2008), as categorias empregadas na técnica de Análise de Conteúdo têm duas características e podem ser dedutivas ou indutivas. As categorias dedutivas são provenientes do referencial teórico e são operacionalizadas para construção do roteiro de pesquisa semiestruturado. Essas categorias apresentam-se no Quadro 2, com seu bloco de designação respectivo ao referencial do texto. Já as categorias indutivas são as categorias que surgiram além dos relatos constatados, com base no direcionamento referencial. Para esta pesquisa as categorias indutivas são denominadas como “Categorias Emergentes” (Quadro 2) e representam os achados presentes nas entrevistas e transcrições realizadas. Utilizou-se o programa MAXQDA para apoio às análises categóricas, o que auxiliou o processo de identificação categórica e contagem da repetição estatística do eixo temático abordado pelo roteiro de pesquisa. O MAXQDA também corroborou para a seleção dos trechos dos entrevistados. Além do MAXQDA, utilizou-se o programa Excel que permitiu a criação ilustrativa do gráfico de incidência para análise da relevância. Após a utilização de ambos os programas, os pesquisadores validaram manualmente os resultados cruzando os dados das transcrições e resultados dos programas entre si para verificar a relevância categórica.

## 5 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram organizados a partir do Quadro 2, que contém os principais relatos representativos extraídos das transcrições das entrevistas aplicadas. O Quadro 2 apresenta a repetição estatística dos relatos, indicando a incidência de repetição da categoria de análise durante a entrevista. Foram selecionados os principais relatos de cada categoria do bloco para representação de sua relevância científica, corroborando com os conceitos teóricos.

Em função da organização da análise de dados, as análises foram divididas em subseções considerando os blocos categóricos apresentados no Quadro 2: i) Bloco IoT; ii) Bloco Capacidades Dinâmicas; iii) Bloco Vantagem Competitiva, e iv) Bloco Categorias Emergentes. Os blocos i, ii e iii são referentes aos fundamentos teóricos que conduziram o roteiro de pesquisa por meio das lentes de estudo. Já o bloco iv trata dos achados da pesquisa que emergiram durante o processo de análise de dados utilizando o MAXQDA. Este programa indicou os principais relatos e evidências para a divisão categórica e estruturação das seções analisadas.

**Quadro 2 - Relatos representativos e repetição categórica**

Bloco	Categoria	Repet.	Transcrição
IoT	Nuvem (dedutiva)	n= 34	[...] “A gente tem os dispositivos IoT que coletam os dados, a inteligência artificial que transforma esses dados em informação e o <i>dashboard</i> , que entrega a informação de forma estruturada pro gestor poder tomar as decisões que ele precisa tomar. Desenhamos de uma forma genérica, pois entendemos que esse tripé pode ser aplicado em muitos tipos de recursos naturais, optando pela área de saneamento.” [...] (E14)
	Proc. na Ponta (dedutiva)	n= 41	[...] “Temos um IoT proprietário que nos permite monitorar em tempo real a produção de energia do sistema. E como nós estamos financiando sistema e o grande ativo é a produção de energia, é importante entendermos como o sistema está performando. Para tudo que envolve dados, o IoT é uma forma de você coletar dados e traduzir, então toda parte de data <i>analytics</i> também é relevante para você tomar decisão.” [...] (E9)
	Disposit. (dedutiva)	n= 44	[...] “A primeira coisa que nós estamos tentando entregar para o nosso cliente é uma visão de gerenciamento que te possibilita monitorar em pontos críticos o que vai impactar sua operação. Em um supermercado, se o <i>freezer</i> parar, ocorre uma perda brutal; se o <i>freezer</i> trabalhar com temperatura diferente, a conta de energia aumenta muito. Nós oferecemos o monitoramento primeiro. Então eu vou te dar o comando daquilo remoto. Ao longo do tempo, eu vou te dar métricas para você comparar com você mesmo e para você comparar com mercado.” [...] (E6)
Capacidades Dinâmicas	<i>Sensing</i> (dedutiva)	n= 52	[...] “E já estamos monitorando e tentando entender um pouco IoT e como a gente desenvolve inovação de produto nesse guarda-chuva de experiência [...] para entendimento do consumidor. Então a gente usa mais as plataformas disponíveis tanto de Google quanto de Facebook.” [...] (E10)
	<i>Seizing</i> (dedutiva)	n= 36	[...] “Para tudo que envolve dados o IOT é uma forma de você coletar dados e analisar comportamentos, então toda parte de data <i>analytics</i> também é relevante para melhorar nossas capacidades internas para produzir soluções que agradam o cliente.” [...] (E18)
	<i>Reconfig.</i> (dedutiva)	n= 47	[...] “E ao longo do tempo, eu vou te dar métricas para você comparar com você mesmo e para você comparar com mercado. E como que se faz isso? Conversando com as coisas. Hoje as coisas já nascem dialogando com a gente e outras eu tenho que forçar esse diálogo.” [...] (E17)
Vant. Comp.	Vant. Comp. (dedutiva)	n= 42	“A gente tem uma equipe especialista que passa de hidrômetro em hidrômetro pra ver se tem barulho de vazamento ali [...] é uma espécie de ouvido biônico, fazemos a captação do áudio e mandamos para nossa inteligência artificial, classificando aquele ponto como um potencial vazamento ou não [...] Pode tanto usar uma equipe especialista e usar o meu equipamento, como um equipamento pra confirmar aquilo que ele está ouvindo fazer a varredura e ai o especialista só vai nos pontos suspeitos que a gente identificou.” (E15)

			[...] “A personalização a partir do aprendizado do perfil dos clientes e a partir dos dados coletados pelos dispositivos IoT. Por exemplo, entender o perfil de consumo de energia com medidores inteligentes para sugestões de produtos e serviços que fazem sentido para o perfil, e identificação de momentos para realizar alguma recomendação.” [...] (E1)
<b>Cat. Emergentes</b>	<b>Minimiz. de custos de transação (indutiva)</b>	<b>n= 41</b>	[...] “No saneamento a gente tem um sistema que tem como missão melhorar a eficiência das distribuidoras de água, da distribuição de água, por meio do combate às perdas [...] Temos o sistema móvel, que é um sistema pra você fazer a varredura da cidade, do bairro, buscando potenciais pontos de vazamento. O Brasil perde água que coleta dos mananciais que poderia ter um melhor aproveitamento. Nossa solução colabora com o monitoramento da perda de água para economizar financeiramente um recurso natural que representa uma grande quantia financeira para o bolso dos brasileiros e a saúde pública nacional.” (E21)
	<b>Previsib. de incertezas e riscos (indutiva)</b>	<b>n= 51</b>	[...] “Vamos pegar parte de concessionárias de água e energia. Como que eu vou conectar com todos os padrões de energia e com todos os hidrômetros de uma cidade? E como que eu vou ter uma rede segura? Porque uma vez conectado, se eu tiver um <i>hack</i> nisso, ele pode cortar energia de todo mundo. Então isso é algo que tem que acelerar, através do financiamento que as agências disponibilizam para essas empresas. Tem até um projeto de lei que quer colocar uma data em que todos os medidores já sejam digitais. A parte de conexão é um desafio, a parte de segurança é um desafio, a parte de <i>hardware</i> pra mim não é muito desafio, pois uma vez tendo demanda, o preço cai.” [...] (E16)
	<b>Agilid. Organ. (indutiva)</b>	<b>n= 48</b>	[...] “Nós temos um IoT proprietário que nos permite monitorar em tempo real a produção de energia do sistema. E como nós estamos financiando sistema e... a grande, o grande ativo para gente é a produção de energia, é importante pra a gente entender como o sistema está performando.” [...] (E18)

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5.1 BLOCO DE IOT

Uma das formas de se obter ganhos operacionais com um sistema IoT é o monitoramento em tempo real e previsão realizados por meio de tecnologias de computação em nuvem (GEORGAKOPOULOS, 2016; BHADORIA; BAJPAI, 2019). O relato do Entrevistado E14, no Quadro 2, evidencia como os dados coletados por medidores de água IoT podem trazer valor para uma empresa da área de saneamento: esses dados são capturados pelos medidores e transformados em informações entregues de forma estruturada para gestores, que podem tomar decisões respaldados pelo sistema IoT. A transformação dos dados coletados em informações se torna possível a um custo acessível, por meio do uso de recursos dos ambientes de computação em nuvem, que são otimizados para executar algoritmos de inteligência artificial. A operacionalização dos dados está diretamente ligada ao *sensing* das “Capacidades Dinâmicas”, levantando os principais comportamentos e informações via disposição em “Nuvem”, para traçar decisões estratégicas no contexto das empresas de tecnologia limpa. A incidência estatística (repetição), demonstrada pelo MAXQDA, indica que, em grande parte dos relatos, a nuvem trabalha impulsionando a habilidade sensitiva das organizações para sua rápida reconfiguração nos negócios.

Contudo, o IoT não precisa necessariamente depender dos recursos computacionais presentes na nuvem para entregar valor aos negócios *Cleantechs* (YU, 2017). É possível usar o processamento na ponta para realizar processamentos mais simples, conforme descrito no relato do entrevistado E9, no Quadro 2, que é de uma empresa que financia e vende painéis fotovoltaicos, cujo maior ativo é a produção de energia no sistema implantado. Nesse caso, o monitoramento para o morador de uma residência pode ser entregue sem necessidade de maior processamento por algoritmos inteligentes na nuvem, enquanto o monitoramento de desempenho dos dispositivos instalados em escala pela empresa pode ser realizado utilizando a nuvem. Dessa forma, a disponibilidade para o morador pode ser maior pois eventos de indisponibilidade de internet não impactam esta funcionalidade. Esse exemplo de reconfiguração de um produto evidencia como os recursos de processamento na ponta podem ser mobilizados para endereçar uma nova necessidade dos clientes.

A adaptação no produto via processamento na ponta pode se tornar uma vantagem competitiva na medida em que concorrentes que não utilizam essa tecnologia teriam dificuldades para replicar essa nova característica, que está ligada ao *sensing* e *reconfiguring* das capacidades dinâmicas. A incidência estatística suportada pelo MAXQDA mostra que em alguns relatos as funcionalidades podem ser suportadas de forma local, agregando este diferencial nos produtos dessas empresas de tecnologia limpa, contribuindo para a redução da emissão de gases poluentes ao minimizar o uso da banda de comunicação (LIU et al., 2020).

Dispositivos IoT no contexto dos entrevistados também podem mudar o mundo físico com seus atuadores (GUTH, 2016). O entrevistado E6 destaca a adoção de um sistema IoT por um supermercado, em que este inicia sua jornada com o monitoramento que fomenta os alertas em tempo real sobre eventos atípicos e depois evolui para a atuação. Esse exemplo mostra como dispositivos IoT podem monitorar e identificar problemas, além de auxiliar na resolução de forma autônoma. Dessa forma, os dispositivos agregam capacidades de sentir e atuar no mundo físico, aspectos associados ao *sensing* e *seizing* das capacidades dinâmicas (ROSSI et al., 2021; BHADORIA; BAJPAI, 2019). Todos os relatos utilizam os dispositivos IoT, conforme demonstrado pela incidência estatística apresentada pelo MAXQDA.

## 5.2 BLOCO DE CAPACIDADES DINÂMICAS

As capacidades dinâmicas no contexto das *Cleantechs* são operacionalizadas a partir do *Sensing*, buscando o desenvolvimento de inovações que permitam a criação de modelos de negócios preditivos de monitoramento dos comportamentos e experiências dos consumidores

(TEECE, 2017b), conforme menciona o entrevistado E10. Esses modelos de negócios fornecem para as *Cleantechs* mobilidade para operar grande quantidade de dados em nuvem, subsidiando operações em tempo real. Dentre as operações de modelos de negócios preditivos estão: gestão do consumo energético, avaliação do desperdício de água, aumento de eficiência energética e autonomia nos dispositivos. Os dispositivos e o processamento de ponta atuam de forma integrada, viabilizando a empresa interpretar cenários futuros e fornecendo margem para o desenvolvimento de soluções tecnológicas e digitais para mercados como os de energia, saneamento e transporte. Essas soluções visam reduzir ou mitigar possíveis impactos ambientais. A categoria de *Sensing* apresentou alta incidência de repetição (Quadro 2) e está associada aos fundamentos de dispositivos (GUTH, 2016), nuvem (WU, 2020) e processamento na ponta (YU, 2017), que colaboram para minimizar custos de transação das inovações tecnológicas propostas pelas *Cleantechs*.

Para mobilizar os recursos e traçar estratégias, as empresas *Cleantechs* empregam o *Seizing* usando os dispositivos que atuam por meio de sistemas de comunicação integrados e sensores, corroborando com a alocação dos recursos para alavancar rotinas empresariais baseadas na digitalização e sustentabilidade socioeconômica e ambiental. O *Seizing* apresentou-se como um índice de repetição categórica relativamente baixo quando comparado com as demais categorias (Quadro 2); no entanto, é uma categoria fundamental para o aproveitamento dos recursos tecnológicos de *Cleantechs* que dependem de pouco investimento para implementar suas estratégias, apropriando-se de dados mapeados para tomada de decisão, conforme relato do Entrevistado E18.

O *Reconfiguring* foi uma categoria com relevância moderada e está presente na perspectiva dos relatos dos entrevistados E6 e E17, que evidenciaram como a nuvem e o processamento em ponta operam em função da empresa para se adaptar ao contexto do mercado, utilizando dados para realizar comparações e estratégias colaborativas dentro das organizações, fomentando a criação de inovações tecnológicas que permitem minimizar custos internos empresariais, praticando soluções socioambientais ligadas ao setor de energia e saneamento. Ademais, a reconfiguração das *Cleantechs* tem um caráter de adaptação organizacional para endereçar contextos sociais e ambientais, que podem ser resolvidos por meio das tecnologias disponíveis para redução de emissões de gases, operação ineficiente de energia, utilização de fontes de energia renováveis e sistemas de compensação elétrica e outras soluções, visando oportunidades de negócios em lacunas regulatórias existentes no mercado.

### 5.3 BLOCO DE VANTAGEM COMPETITIVA



O IoT impulsiona o desenvolvimento de capacidades dinâmicas, operando majoritariamente o *sensing* e *seizing*, que levam a fatores como: redução de custos, agilidade e previsibilidade das empresas *Cleantechs*, posicionando estas organizações de forma diferenciada no mercado. Esses fatores estão relacionados ao contexto tecnológico que operacionaliza com alta relevância as categorias de “nuvem” e “dispositivo em ponta”, pois favorecem o posicionamento da empresa, corroborando com a mobilidade estrutural da empresa para obtenção de vantagem competitiva frente a empresas com grandes estruturas. Isso decorre da previsibilidade fornecida pelas capacidades dinâmicas trabalhadas na perspectiva do IoT.

A mobilidade estrutural fornecida pelas vantagens competitivas pode ser observada nos relatos dos entrevistados E1 e E15, evidenciando a relação entre diferentes tecnologias (e.g., Inteligência Artificial e *Big Data*), que se associam com o IoT para fornecer vantagens por meio de posicionamento e preço. As vantagens competitivas são impulsionadas por categorias como *Sensing* e *Seizing*, maximizadas por meio da nuvem e dispositivos de ponta, permitindo a reconfiguração empresarial para reposicionar as empresas analisadas.

## 5.4 BLOCO DE CATEGORIAS EMERGENTES

O bloco de categorias emergentes, indica os achados da pesquisa que foram identificados e emergiram no relatório, além da condução do referencial teórico. As principais categorias emergentes identificadas tratam de três dimensões, que traduzem os achados de pesquisa. Estas dimensões são: i) Minimizar os Custos de Transação no processo de adaptação de produtos e serviços; ii) Previsibilidade de incertezas e riscos; e iii) Agilidade Organizacional para as empresas. Essas dimensões são exploradas sob as perspectivas dos dados analisados no programa de análise MAXQDA.

O processamento da ponta e o armazenamento em nuvem proveniente do IoT têm relação direta com a adaptação e reconfiguração empresarial. Esse fenômeno corrobora com a “minimização dos custos de transação ao adaptar serviços e produtos”, fornecendo soluções que permitem economia desde a escala intraorganizacional e consumidora (HILL, 1995, MCIVOR, 2009; LÓPEZ-GAMERO; MOLINA-AZORÍN; CLAVER-CORTÉS, 2009). Essa minimização de custos de transação em escala empresarial ocorre no processo tecnológico, ao passo que as *Cleantechs* operacionalizam a habilidade de identificar oportunidades, prevendo custos estruturais que seriam desafiadores sem a tecnologia IoT, assim como ilustra o entrevistado E21. Ao mesmo tempo, o custo também é transacionado na perspectiva

consumidora, fornecendo possibilidade para que os consumidores e empresas possam adaptar seus modelos de negócio, produtos e serviços, realizando a compensação econômica no processo de escolha tecnológica para reduzir custos de energia, economia de água, redução de pegada de carbono e outras soluções que adicionalmente possuem caráter socioambiental e econômico (LIU et al., 2020). Minimizar os custos de transação ao adaptar serviços e produtos fornece vantagens competitivas para as empresas *Cleantechs*.

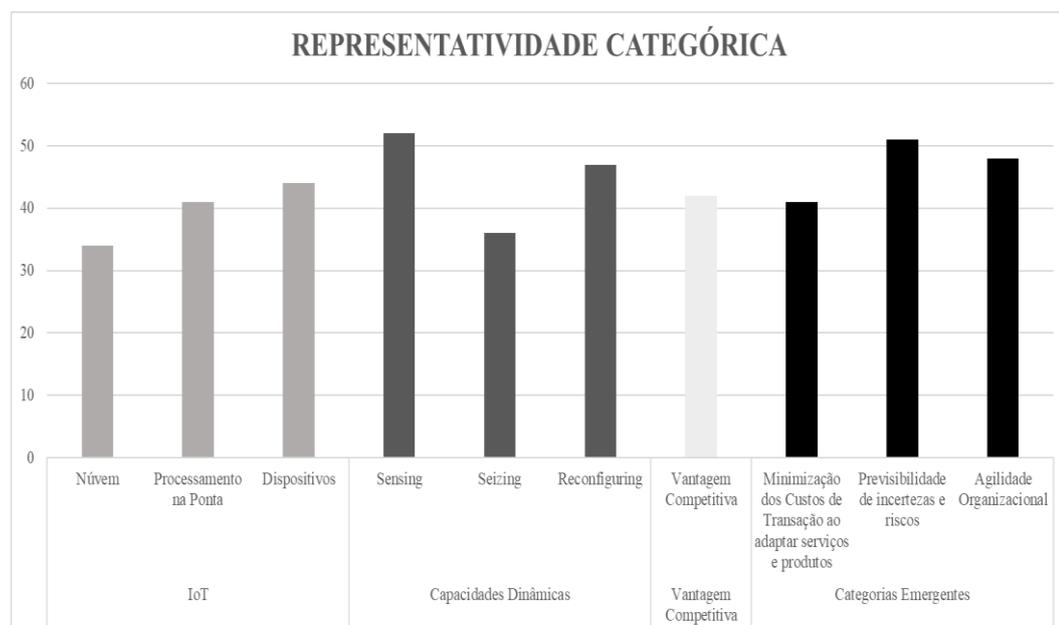
Outra categoria emergente que se apresentou nos relatos dos entrevistados é a “Previsibilidade de incertezas e riscos”. A previsibilidade operada em soluções que se apropriam de IoT pelas empresas *Cleantechs* e está ligada à tecnologia em nuvem e aos dispositivos operados pelas empresas que possuem de forma latente as categorias de *Sensing* e *Reconfiguring*. Segundo o E16, o modelo de negócios das *Cleantechs* deve se adaptar rapidamente não só a um contexto tecnológico e digital, mas a um contexto que acompanhe transições de inovação tecnológica nas áreas de energia renovável, saneamento e eficiência energética, ligadas à sustentabilidade nos negócios. A “Previsibilidade de incertezas e riscos” mitiga o impacto contextual de mudanças regulatórias, ambientais e políticas, fazendo com que as empresas reestruturem seu modelo de negócios de forma ágil (ROSSI et al., 2021; TEECE; LEIH, 2016).

A última categoria emergente diz respeito à “Agilidade Organizacional”, fornecida pelo paralelo entre IoT e as Capacidades Dinâmicas. A Agilidade Organizacional trata da capacidade de eficiência produtiva para fornecer serviços e produtos com valor agregado, respondendo a ameaças competitivas e oportunidades no mercado. Os relatos demonstraram que essas empresas possuem agilidade para diversificar suas soluções, entregando produtos que se adaptam rapidamente ao ambiente regulatório empresarial e político (E18). Ademais, a “Agilidade Organizacional” no contexto da presente pesquisa, indica que a formatação estratégica permite a rápida alocação de recursos internos para as empresas gerarem inovações e criar vantagens no mercado. A “Agilidade Organizacional” modifica o contexto industrial com características peculiares de empresas de tecnologia limpa, que visam soluções ambientais que podem substituir tecnologias ultrapassadas relacionadas a combustíveis fósseis, poluentes, ou que geram algum impacto negativo na sociedade e meio ambiente (CHEN et al. 2014; TEECE; PETERAF; LEIH, 2016; DE NORONHA et al. 2022b).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os relatos e a incidência da representatividade categórica indicaram que algumas categorias provenientes do referencial teórico se manifestam de forma mais expressiva do que outras para atender o objetivo de pesquisa endereçado. Nesse sentido, observou-se a relevância que essas categorias têm entre a associação do IoT e o desenvolvimento de Capacidades Dinâmicas para obtenção de Vantagem Competitiva das *Cleantechs*. O Gráfico 1 ilustra o resultado da representação das diferentes categorias e seus blocos analisados com base nos resultados dos relatos e articulação teórica.

**Gráfico 1 – Representatividade Categórica**



Fonte: Elaborado pelos autores.

O bloco IoT apresentou uma representatividade total moderada (n=119) quando comparado com os demais blocos, conforme apresentado na Quadro 2. A categoria do bloco que apresentou maior relevância foi de “Dispositivos” (n=44), pois são fundamentais para operação das capacidades de *Sensing* e *Seizing*, considerando as oportunidades e planejamento estratégico das empresas de tecnologia limpa. As oportunidades para o desenvolvimento estratégico estão associadas à capacidade das empresas *Cleantechs* operarem a tecnologia IoT, para identificar gargalos estratégicos para criação de novos negócios ligados a energia limpa e saneamento, conforme apresentado por De Noronha et al. (2022<sup>a</sup>) e Klein (2017). Na sequência, o “Processamento na Ponta” foi a segunda categoria com maior representatividade do bloco (n=41), evidenciando principalmente uma ligação entre o *Seizing* e o *Reconfiguring*, para

adaptar as empresas às questões ligadas a arcabouços regulatórios e desafios digitais e tecnológicos para endereçar soluções de caráter sustentável. Relato também observado nas pesquisas de Lesser (2013) e O’rourke (2009), reforçando que a tecnologia IoT pode ser utilizada para adaptar modelos de negócios das organizações *Cleantechs*, considerando a eficiência das soluções digitais a partir do processamento em ponta. E por último, no Bloco de IoT, a categoria de Nuvem (n=34) foi substancial para operação de dados e alocação estratégica para identificar (*Sensing*) e acompanhar rápidas mudanças nos negócios (*Reconfiguring*). A nuvem proporciona alta capacidade de resposta estratégica para diversas organizações, incluindo as *Cleantechs* dos setores de saneamento e eficiência energética, permitindo que os serviços obtenham maior autonomia no processo de medição e economia energética, assim como apresentado por Villari (2016) e De Noronha et al. (2022b).

O bloco de Capacidades Dinâmicas apresentou-se como o segundo mais representativo de toda a pesquisa (n=135). A categoria que teve destaque foi o *Sensing* (n=52), pois está associado diretamente com as três diferentes categorias do IoT (dispositivos, processamento na ponta e nuvem) para o seu desenvolvimento. Segundo De Noronha (2022<sup>a</sup>) e Cumming, Leboeuf e Schwienbacher (2017), a identificação de oportunidades por meio da estratégia empresarial, via *Sensing*, tem o potencial para fornecer recursos de financiamento que visam o aprimoramento das dimensões tecnológicas da organização, viabilizando a utilização de capacidades digitais da organização ambientes de rápida mudança. Em seguida, a categoria *Reconfiguring* apresentou um total de 47 elementos, reforçando a associação entre a nuvem e o processamento em ponta para o seu desenvolvimento, considerando que os entrevistados articulam seus recursos para adotar o IoT e minimizar e transacionar custos, mitigando incertezas de mercado de forma ágil (CAPROTTI, 2012; DE NORONHA et al., 2022b; HUANG et al., 2015). Já a capacidade *Seizing* (n=36) apresentou-se com menor relevância frente às demais categorias, estando diretamente associada aos dispositivos, provendo a mobilização de plataformas para traçar a estratégia da organização, consoante as capacidades da empresa. Essas evidências são encontradas nas pesquisas de Bogers (2019) e Caprotti (2012), reforçando que a cultura organizacional das *Cleantechs* pode proporcionar um ambiente de inovação, aberta para compartilhar a utilização de plataformas que permitem as empresas minimizarem seus custos e ampliarem suas vantagens de mercado, endereçando soluções sustentáveis na conjuntura das mudanças climáticas.

O bloco de “Vantagem Competitiva” apresentou menor representatividade no estudo (n=42), pelo fato de ser abordado sob a perspectiva de uma única categoria; contudo, o bloco apresentou relação direta entre fatores como minimização de custos de tração para rápida

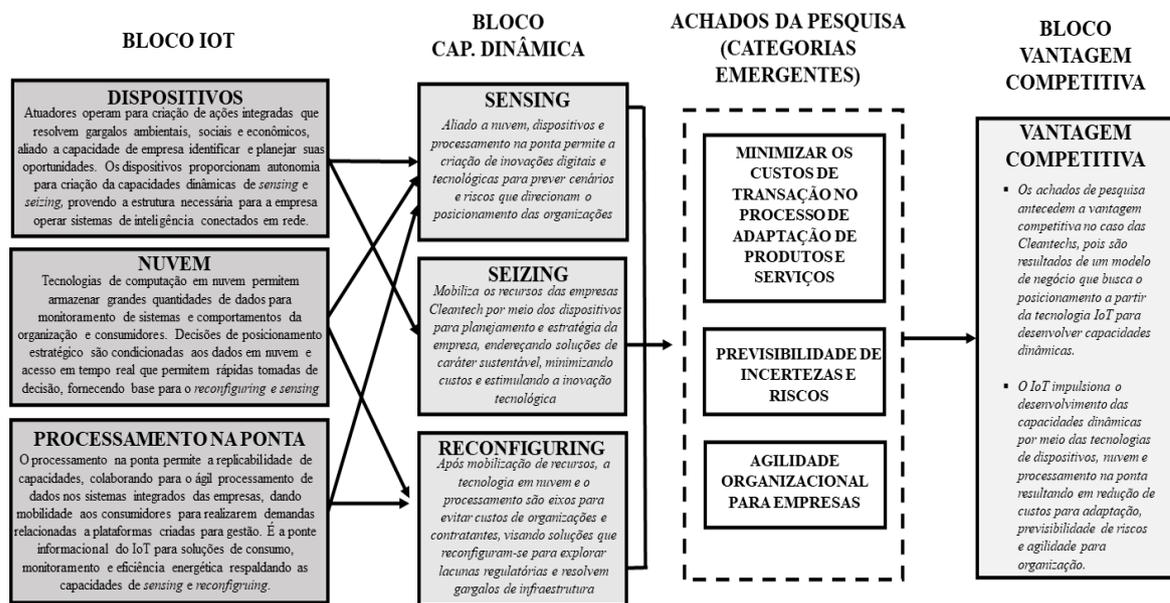
adaptação, previsibilidade de riscos e incertezas e agilidade organizacional, que antecedem a obtenção de vantagem competitiva e, de acordo com os relatos dos entrevistados, são resultados da articulação entre as categorias de IoT e Capacidades Dinâmicas. A agilidade organizacional pode impulsionar a orquestração das capacidades e recursos da organização para adquirir vantagem competitiva (DE NORONHA et al., 2022<sup>a</sup>; 2022b; HUANG et al., 2015), além disso os resultados indicam sobre bases da literatura que a vantagem competitiva pode servir como alicerce para inovação de produtos para rápida adaptação de incertezas do mercado (DE GUIMARÃES; SEVERO; DORION, 2022).

As “Categorias Emergentes” fazem parte do bloco com maior repetição de toda a pesquisa (n=140). Esse fator se deve porque a articulação entre o IoT e Capacidades Dinâmicas culminou em relatos dos resultados das diferentes soluções dos setores de energia, saneamento e eficiência energética pertencentes às empresas dos entrevistados. É possível depreender que o IoT como tecnologia capacitadora de recursos de rede pode fornecer oportunidades e benefícios na inovação de diferentes atores, em uma perspectiva de eficiência nos negócios dos setores mencionados (LIU et al., 2020; PACHECO et al., 2016; MCIVOR, 2009). A categoria “Minimização dos Custos de Transação ao Adaptar Serviços e Produtos” (n=41) apresentou-se como resultado da articulação entre a rápida reconfiguração da empresa e os dispositivos operados em nuvem por meio do IoT, oferecendo para a empresa soluções para minimizar custos internos e externos, de forma a proporcionar para os empreendedores soluções que também diminuam custos (e.g., consumo energético e desperdício de água). Com base na minimização dos custos de transação no processo de adaptação de serviços e produtos, identifica-se respaldo literário de que as capacidades dinâmicas podem ser impulsionadoras para a redução dos custos organizacionais, a partir da rápida resposta derivada de maior sensibilidade de readaptação aos custos de operar no mercados de base tecnológica (MCIVOR, 2009; LÓPEZ-GAMERO; MOLINA-AZORÍN; CLAVER-CORTÉS, 2009; TEECE; PISANO, 2003). Observa-se como a previsibilidade de incertezas auxilia no acompanhamento das transições de inovação tecnológica do setor de energia, com aspectos ligados à sustentabilidade dos negócios (ROSSI et al., 2021; TEECE; LEIH, 2016). Após, a categoria “Previsibilidade de Incertezas e Riscos” (n=51) esteve presente na maior parte dos relatos analisados dos entrevistados, apresentando-se como um achado relevante associado ao monitoramento que se desdobra do processamento na ponta e nuvem, fomentando formas de criar cenários e estratégias, antecedendo problemas do cotidiano de empreendedores e organizações ligados ao meio ambiente e ao escopo de tecnologia limpa de cada *Cleantech*. Por último, a “Agilidade Organizacional” (n=48) também surge como achado proveniente da capacidade de

*Reconfiguring*, orientada pela tecnologia de nuvem, processamento na ponta e dispositivos, subsidiando a empresa com a possibilidade de operar cada uma das capacidades em momentos de decisão estratégica (DE NORONHA et al., 2022a; 2022b).

Com base na pesquisa aplicada, foi possível investigar a associação entre os conceitos de “IoT”, “Capacidades Dinâmicas”, “Vantagem Competitiva” e “Categorias Emergentes” de empresas *Cleantechs*. Um modelo é apresentado (Figura 2) para mostrar a associação conceitual entre as categorias de pesquisa utilizadas, para sistematizar como as capacidades dinâmicas suportadas pelo IoT geram vantagem competitiva das *Cleantechs*. O modelo ilustra as repetições categóricas do Gráfico 1 e sua associação, explicado consoante o atendimento das proposições.

**Figura 2 - Modelo de desenvolvimento de capacidades dinâmicas via IOT para vantagem competitiva de mercado**



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram identificadas associações entre as três categorias de IoT (dispositivos, nuvem e processamento na ponta) e a capacidade de identificar a capacidades *Sensing* por meio do monitoramento em tempo real, análises históricas e predição. Ademais, a possibilidade de atuar no mundo físico pelos dispositivos fornece capacidade de aproveitar (*Seizing*) as oportunidades identificadas. Processos de melhoria contínua e outras análises podem ser realizadas em ambientes de computação em nuvem ou na ponta, a depender de requisitos de privacidade e

disponibilidade, fornecendo às organizações a capacidade de se reconfigurar (*Reconfiguring*) de forma ágil. Essas relações, identificadas a partir da metodologia empregada, permitiram a construção do modelo, além de suportar o atendimento à Proposição 1 (P1).

As capacidades de identificar oportunidades a partir de dados reais coletados em ambientes de produção, aproveitar estas oportunidades por meio da atuação no mundo físico pelos dispositivos IoT e o processamento computacional disponível de forma local (processamento na ponta), e em ambientes de computação em nuvem, permitem que as empresas *Cleantechs* possam inovar de forma contínua, aproveitando oportunidades e cumprindo novos requisitos de forma dinâmica, realizando melhorias em seus produtos e serviços. Desta forma, a Proposição 2 (P2) foi atendida.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão de pesquisa do trabalho: Como o IoT impulsiona o desenvolvimento de capacidades dinâmicas para obtenção de vantagem competitiva?, foi atendida respondendo ao objetivo e resultando no modelo representado na Figura 2. O modelo ilustra as principais associações entre os conceitos articulados na pesquisa pela perspectiva dos relatos apresentados e constatados durante a análise de dados do estudo. O modelo ainda proporciona achados de pesquisa ligados a fatores associados a “minimizar os custos de transação no processo de adaptação de produtos e serviços, previsibilidade de incertezas e riscos e agilidade organizacional”. Os achados de pesquisa emergiram além da literatura articulada e podem orientar pesquisas futuras.

As proposições de pesquisa foram atendidas de forma integral e suportadas pela incidência/repetição categórica apresentada na Quadro 2 e Gráfico 1, considerando todas as categorias selecionadas para análise na pesquisa, os relatos e as proposições lógicas elencadas dentro do modelo conceitual.

Nesta perspectiva, o trabalho forneceu como contribuição científica um modelo que ilustra como o IoT pode desenvolver capacidades dinâmicas para obtenção de vantagens competitivas, considerando fatores como agilidade organizacional, minimização de custos e previsibilidade para mitigar riscos e incertezas. Adicionalmente, demonstra como a tecnologia pode fomentar capacidades, estruturando modelos de negócios para obtenção de vantagem competitiva, corroborando cientificamente com as lacunas de pesquisa de Pacheco, Klein e Righi (2016) e Côte-Real, Ruivo e Oliveira (2020). Por outro lado, a contribuição prática deste trabalho reside na aplicação do modelo, considerando o IoT como propulsor para o

desenvolvimento de capacidades empresariais, que suportam determinadas vantagens empresariais no mercado. As *Cleantechs* utilizam a tecnologia para se adaptar ao contexto da sustentabilidade ambiental, endereçando soluções de caráter digital para resolução de gargalos sociais, ambientais e econômicos.

A limitação do trabalho está associada à abordagem metodológica e à seleção do contexto. O contexto das *Cleantechs* traz peculiaridades para teste do modelo de proposição, fazendo com que emergjam categorias/achados peculiares ao fenômeno. Neste sentido, os autores devem ampliar o escopo contextual para testar o modelo de proposição para organizações que operam não só o IoT, mas também outras tecnologias. Outro ponto de destaque está relacionado ao aprofundamento das categorias emergentes. Sugere-se para pesquisas futuras que os autores aprofundam as categorias emergentes (e.g., “Custos de Transação”, “Agilidade Organizacional” e “Previsibilidade de Riscos”) investigando inicialmente como essas categorias manifestam-se para obtenção de vantagem competitiva, pelo prisma teórico do IoT. Essas novas investigações podem permitir explorar novos caminhos de pesquisa, atendendo às limitações da presente pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AMBROSINI, V.; BOWMAN, C.; COLLIER, N. Dynamic capabilities: An exploration of how firms renew their resource base. **British journal of management**, v. 20, p. S9-S24, 2009.
- ASHTON, K. et al. That ‘internet of things’ thing. **RFID journal**, v. 22, n. 7, p. 97-114, 2009.
- BADEN-FULLER, C.; TEECE, D. J. Market sensing, dynamic capability, and competitive dynamics. **Industrial Marketing Management**, v. 89, p. 105-106, 2020.
- BARDIN, L. **Content analysis**. São Paulo: Edições, v. 70, n. 279, p. 978-8562938047, 2011.
- 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.
- BARNEY, J. B. Strategic factor markets: Expectations, luck, and business strategy. **Management science**, v. 32, n. 10, p. 1231-1241, 1986.
- BARNEY, J. B. Competitive Advantage. **Journal of management**, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.
- BEDI, G. et al. Review of Internet of Things (IoT) in electric power and energy systems. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 5, n. 2, p. 847-870, 2018.

- BHADORIA, R.; BAJPAI, D. Stabilizing sensor data collection for control of environment-friendly clean technologies using internet of things. **Wireless Personal Communications**, v. 108, n. 1, p. 493-510, 2019.
- BOGERS, M. et al. Strategic management of open innovation: A dynamic capabilities perspective. **California Management Review**, v. 62, n. 1, p. 77-94, 2019.
- CAPROTTI, F. The cultural economy of cleantech: environmental discourse and the emergence of a new technology sector. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 37, n. 3, p. 370-385, 2012.
- CAVES, R. E.; PORTER, M. E. From entry barriers to mobility barriers: Conjectural decisions and contrived deterrence to new competition. **The quarterly journal of economics**, p. 241-261, 1977.
- CHEN, S. et al. A vision of IoT: Applications, challenges, and opportunities with china perspective. **IEEE Internet of Things journal**, v. 1, n. 4, p. 349-359, 2014.
- COLLIS, D. J.; MONTGOMERY, Cynthia A. Competing on Resources: Strategy in the 1990s. **Knowledge and strategy**, v. 73, n. 4, p. 25-40, 1995.
- CÔRTE-REAL, N.; RUIVO, P.; OLIVEIRA, T. Leveraging internet of things and big data analytics initiatives in European and American firms: Is data quality a way to extract business value?. **Information & Management**, v. 57, n. 1, p. 103141, 2020.
- CUMMING, D. J.; LEBOEUF, G.; SCHWIENBACHER, A. Crowdfunding cleantech. **Energy Economics**, v. 65, p. 292-303, 2017.
- DAVENPORT, Thomas H.; BARTH, Paul; BEAN, Randy. **How 'big data' is different**. 2012.
- DE GUIMARÃES, J. C. F.; SEVERO, E. A.; DORION, E. C F. **Product Innovation: Path to Sustainable Competitive Advantage with Use of Environmental, Social and Governance Principles**. Iberoamerican Journal of Corporate Governance, v. 9, n. 1, p. e0117-e0117, 2022.
- DE NORONHA, M. E. S. et al. The orchestration of dynamic capabilities in cleantech companies. **Innovation & Management Review**, 2022a., Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/inmr-08-2021-0144>.
- DE NORONHA, M. E. S et al. A Agilidade Organizacional e a Difusão de Inovação Tecnológica das Empresas Cleantech. **Revista Inteligência Competitiva**, v. 12, n. 1, p. e0412-e0412, 2022b.
- DE NORONHA, M. E. S et al. Sustentabilidade 4.0. In: Congresso Internacional em Artes, Novas Tecnologias e Comunicação – CIANTEC, 2018, São Paulo. **Anais**. São Paulo, 2018.
- DIERICKX, I.; COOL, K. Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. **Management science**, v. 35, n. 12, p. 1504-1511, 1989.

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cadernos de pesquisa**, p. 139-154, 2002.

EISENHARDT, K. M.; GRAEBNER, M. E. Theory building from cases: Opportunities and challenges. **Academy of management journal**, v. 50, n. 1, p. 25-32, 2007.

ELO, S.; KYNGÄS, H.. The qualitative content analysis process. **Journal of advanced nursing**, v. 62, n. 1, p. 107-115, 2008.

FORMAN, J.; DAMSCHRODER, L. **Qualitative content analysis**. In: Empirical methods for bioethics: A primer. Emerald Group Publishing Limited, 2007.

GEORGAKOPOULOS, D.s et al. Internet of Things and edge cloud computing roadmap for manufacturing. **IEEE Cloud Computing**, v. 3, n. 4, p. 66-73, 2016.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, 35(2), 57-63. 1995.

GRANT, R. M. The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. **California management review**, v. 33, n. 3, p. 114-135, 1991.

GUEST, G.; BUNCE, A.; JOHNSON, L. How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. **Field methods**, v. 18, n. 1, p. 59-82, 2006.

GUTH, J. et al. **Comparison of IoT platform architectures: A field study based on a reference architecture**. In: 2016 Cloudification of the Internet of Things (CIoT). IEEE, p. 1-6, 2016.

HEL FAT, C. E.; PETERAF, M. A. Managerial cognitive capabilities and the microfoundations of dynamic capabilities. **Strategic management journal**, v. 36, n. 6, p. 831-850, 2015.

HILL, C. WL. National institutional structures, transaction cost economizing and competitive advantage: The case of Japan. **Organization Science**, v. 6, n. 1, p. 119-131, 1995.

HOPKINS, J.; HAWKING, P. Big Data Analytics and IoT in logistics: a case study. **The International Journal of Logistics Management**, 2018.

HORWITCH, M.; MULLOTH, B. **The interlinking of entrepreneurs, grassroots movements, public policy and hubs of innovation: The rise of Cleantech in New York City**. In: PICMET'08-2008 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology. IEEE, p. 1796-1805, 2008.

HOSSEIN MOTLAGH, N.; MOHAMMADREZAEI, M.; HUNT, J.; ZAKERI, B. Internet of Things (IoT) and the Energy Sector, **Energies**, v. 13, n. 2, p. 494.

<https://doi.org/10.3390/en13020494>

HUANG, K. et al. From temporary competitive advantage to sustainable competitive advantage. **British Journal of Management**, v. 26, n. 4, p. 617-636, 2015.

JABAR, M. A. et al. An Investigation into Methods and Concepts of Qualitative Research in Information System Research. **Comput. Inf. Sci.**, v. 2, n. 4, p. 47-54, 2009.

KALLIO, H. et al. Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. **Journal of advanced nursing**, v. 72, n. 12, p. 2954-2965, 2016.

KAZUYUKI, M. The Japanese model: Shifts in comparative advantage due to the IT revolution and modularization. **Journal of Japanese Trade & Industry**, November/December, p. 30-35, 2003.

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

KLEIN, A.; PACHECO, F.; RIGHI, R. R. Internet of things-based products/services: process and challenges on developing the business models. **JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 14, p. 439-461, 2017.

KORESHOFF, T. L.; ROBERTSON, T; LEONG, T. W. **Internet of things: a review of literature and products**. In: Proceedings of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conference: Augmentation, Application, Innovation, Collaboration. p. 335-344, 2013.

KOTABE, M.; MURRAY, J. Y. Global sourcing strategy and sustainable competitive advantage. **Industrial marketing management**, v. 33, n. 1, p. 7-14, 2004.

LESSER, Adam. **What the internet of things means for cleantech**. Giga Omni Media, 2013.

LIN, M. J.; CHEN, C. Integration and knowledge sharing: transforming to long-term competitive advantage. **International Journal of Organizational Analysis**, 2008.

LIPPMAN, S. A.; RUMELT, R. P. Uncertain imitability: An analysis of interfirm differences in efficiency under competition. **The bell journal of Economics**, p. 418-438, 1982.

LIU, Z. et al. Research on intelligent decision of low carbon supply chain based on carbon tax constraints in human-driven edge computing. **IEEE Access**, v. 8, p. 48264-48273, 2020.

LÓPEZ, S. V. Competitive advantage and strategy formulation: The key role of dynamic capabilities. **Management decision**, 2005.

LÓPEZ-GAMERO, M. D.; MOLINA-AZORÍN, J. F.; CLAVER-CORTÉS, E. The whole relationship between environmental variables and firm performance: Competitive advantage and firm resources as mediator variables. **Journal of environmental management**, v. 90, n. 10, p. 3110-3121, 2009.

MA, H. Competitive advantage and firm performance. **Competitiveness Review: An International Business Journal**, 2000.

MADHANI, P. M. Resource based view (RBV) of competitive advantages: Importance, issues and implications. **KHOJ Journal of Indian Management Research and Practices**, v. 1, n. 2, p. 2-12, 2009.

MARX, C.; DE PAULA, D.; UEBERNICKEL, F. **Dynamic capabilities & digital transformation: A quantitative study on how to gain a competitive advantage in the digital age**. 2021..

MCIVOR, R. How the transaction cost and resource-based theories of the firm inform outsourcing evaluation. **Journal of Operations management**, v. 27, n. 1, p. 45-63, 2009.

MENDES, R. M.; MISKULIN, R. G. S. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, p. 1044-1066, 2017.

O'ROURKE, A. R. **The emergence of cleantech**. Yale University, 2009.

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

PATHAK, V.; JENA, B.; KALRA, S. Qualitative research. **Perspectives in clinical research**, v. 4, n. 3, 2013.

PETERAF, M. A. The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. **Strategic management journal**, v. 14, n. 3, p. 179-191, 1993.

PORTER, M. **Competitive Strategy**, New York Free Press, 1980.

ROSSI, F. et al. New business models for public innovation intermediaries supporting emerging innovation systems: The case of the Internet of Things. **Technological Forecasting and Social Change**, p. 121357, 2021.

SHI, W. et al. Edge computing: Vision and challenges. **IEEE internet of things journal**, v. 3, n. 5, p. 637-646, 2016.

SIANAKI, O. A. et al. **Internet of everything and machine learning applications: issues and challenges**. In: 2018 32nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA). IEEE, p. 704-708, 2018.

SIPONEN, M.; KLAUVUNIEMI, T. Why is the hypothetico-deductive (HD) method in information systems not an HD method?. **Information and Organization**, v. 30, n. 1, p. 100287, 2020.

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. J.; LAZONICK, W. Dynamic capabilities. **Strategy: Critical Perspectives on Business and Management**, v. 2, n. 7, p. 343, 2002.

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

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

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

TEECE, D. J. Towards a capability theory of (innovating) firms: implications for management and policy. **Cambridge Journal of Economics**, v. 41, n. 3, p. 693-720, 2017b.

TEECE, D. J. Dynamic capabilities as (workable) management systems theory. **Journal of Management & Organization**, v. 24, n. 3, p. 359-368, 2018a.

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

TEECE, D.; PETERAF, M.; LEIH, S. Dynamic capabilities and organizational agility: Risk, uncertainty, and strategy in the innovation economy. **California management review**, v. 58, n. 4, p. 13-35, 2016.

TEECE, D.; PISANO, G.. **The dynamic capabilities of firms**. In: Handbook on knowledge management. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 195-213, 2003.

VILLARI, M. et al. Osmotic computing: A new paradigm for edge/cloud integration. **IEEE Cloud Computing**, v. 3, n. 6, p. 76-83, 2016.

WARNER, K. S. R.; WÄGER, M. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. **Long Range Planning**, v. 52, n. 3, p. 326-349, 2019.

WERNERFELT, B.. A resource-based view of the firm. **Strategic management journal**, v. 5, n. 2, p. 171-180, 1984.

WINTER, S. G. Understanding dynamic capabilities. **Strategic management journal**, v. 24, n. 10, p. 991-995, 2003.

WU, H. et al. Collaborate edge and cloud computing with distributed deep learning for smart city internet of things. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 7, n. 9, p. 8099-8110, 2020.

WURM, J. et al. **Security analysis on consumer and industrial IoT devices**. In: 2016 21st Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC). IEEE, p. 519-524, 2016.

YU, W. et al. A survey on the edge computing for the Internet of Things. **IEEE access**, v. 6, p. 6900-6919, 2017.