

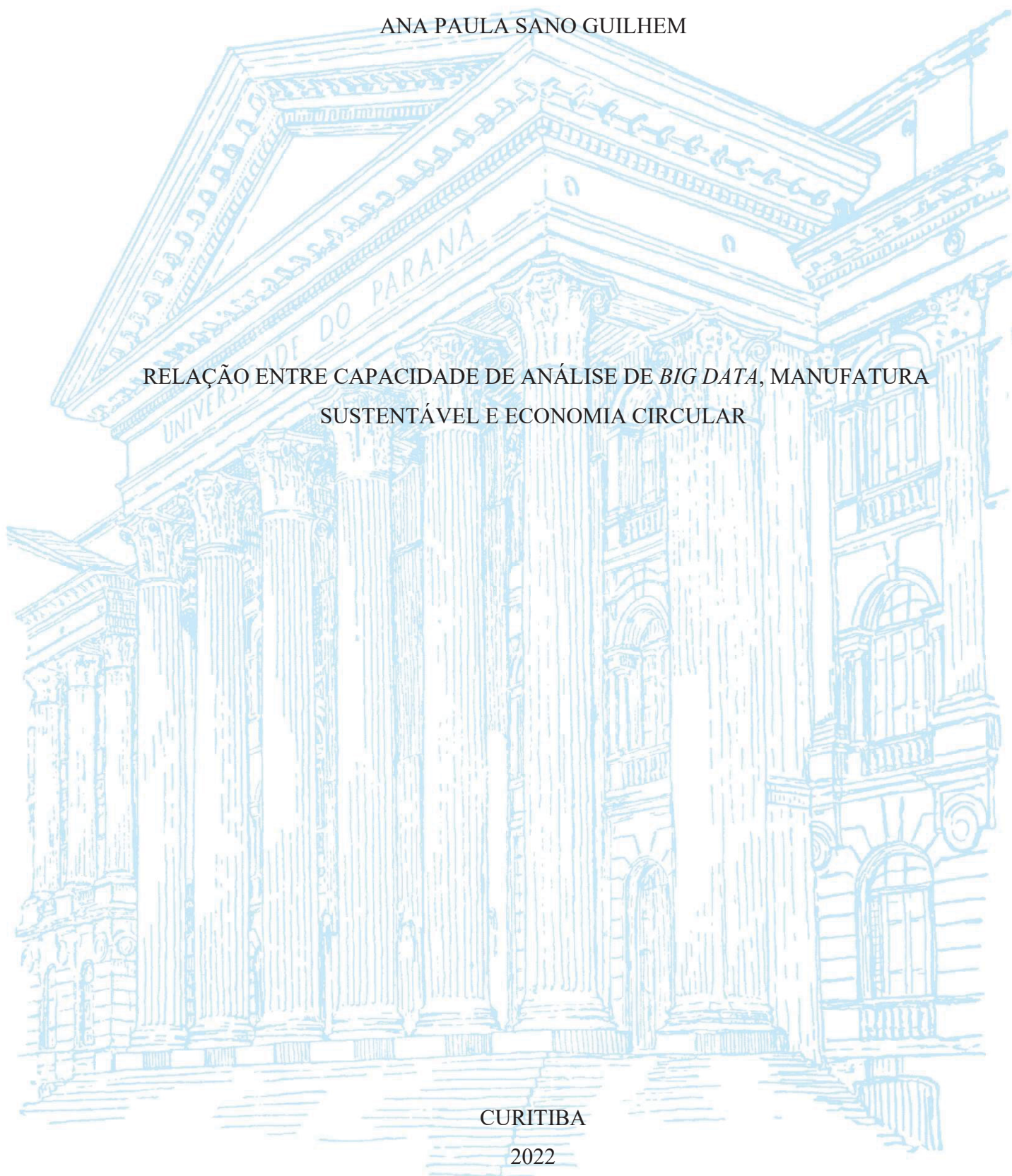
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA PAULA SANO GUILHEM

RELAÇÃO ENTRE CAPACIDADE DE ANÁLISE DE *BIG DATA*, MANUFATURA  
SUSTENTÁVEL E ECONOMIA CIRCULAR

CURITIBA

2022



ANA PAULA SANO GUILHEM

RELAÇÃO ENTRE CAPACIDADE DE ANÁLISE DE *BIG DATA*, MANUFATURA  
SUSTENTÁVEL E ECONOMIA CIRCULAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Contabilidade, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Contabilidade. Área de Concentração: Contabilidade e Controle Gerencial.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Klein

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

Guilhem, Ana Paula Sano

Relação entre capacidade de análise de *big data*, manufatura sustentável e economia circular / Ana Paula Sano Guilhem. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Contabilidade.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Klein.

1. Estratégia. 2. Capacidade de análise - Big data.  
3. Manufatura sustentável. 4. Economia Circular. I. Klein, Luciana.  
II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Contabilidade. III. Título.

Bibliotecária: Maria Lidiane Herculano Graciosa CRB-9/2008



## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação CONTABILIDADE da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ANA PAULA SANO GUILHEM** intitulada: **Relação entre capacidade de análise de big data, manufatura sustentável e economia circular**, sob orientação da Profa. Dra. LUCIANA KLEIN, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 24 de Junho de 2022.

Assinatura Eletrônica

29/06/2022 14:41:54.0

LUCIANA KLEIN

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

29/06/2022 15:45:02.0

JANE MENDES FERREIRA FERNANDES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (PPGOLD/UFPR))

Assinatura Eletrônica

27/06/2022 15:32:34.0

CICERO APARECIDO BEZERRA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico aos meus pais Mário Sérgio Benedeti Guilhem  
(*in memorium*) e Ednéia Aparecida Sano Guilhem e  
minha irmã Fernanda Aparecida Sano Guilhem.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar força para continuar e estar sempre me guiando.

A minha orientadora Professora Doutora Luciana Klein, pela competência, paciência, dedicação ao longo destes últimos anos, e por auxiliar na minha evolução pessoal e profissional.

Aos Professores do Pós-Graduação em Contabilidade (PPGCONT) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) com que tive a oportunidade de obter conhecimento e mudanças de perspectivas sobre o ensino.

Aos secretários do PPGCONT Camila Campos Machnik Pazoti e Márcio Rogério de Souza pelo auxílio ao longo dos anos.

A Professora PhD Mayla Cristina Costa e aos colegas de turma de economia nas empresas de 2019, com quem tive a oportunidade de ter as vivências acadêmicas.

Aos amigos que fiz no período de aluna não regular, Gabriela de Abreu Passos, Henrique Adriano de Souza e Pavel Elias Zepeda Toro, que me incentivaram e me apoiaram ao longo do caminho.

A Rayane Camila por me auxiliar a vinda a Curitiba e no período de adaptação.

A Professora PhD Simone Bernardes Voese por expandir minha visão de mundo, e apresentar a possibilidade de unir ciências biológicas e ciência contábeis.

Ao Professor PhD Cícero Aparecido Bezerra por me mostrar uma nova perspectiva sobre os dados.

Aos professores Doutora Jane Mendes Ferreira Fernandes e PhD Cícero Aparecido Bezerra, por aceitarem o convite para participar das bancas de qualificação e defesa.

A Capes pelo apoio financeiro.

Aos colegas de turma ao longo destes últimos anos, que me acompanharam e contribuíram no meu processo evolutivo.

Aos meus amigos que me apoiaram e me incentivaram para seguir a carreira acadêmica.

Aos meus amigos que compreenderam e tiveram paciência ao longo dos últimos anos.

A minha família, pelo apoio, paciência, compreensão desde o início desta caminhada.

Ao meu Pai Mário Sérgio Benedeti Guilhem (*in memorium*) por ter me incentivado e acreditado em mim, antes mesmo de tudo ser consolidado.

Muito Obrigada!

*Aprender é a única coisa de que a mente  
nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.*

*Leonardo da Vinci*

## RESUMO

O avanço tecnológico e questões ambientais têm sido discutidos globalmente, devido aos benefícios da tecnologia para a vantagem competitiva e sua contribuição no desenvolvimento sustentável. Com foco na tecnologia *big data*, e seguindo o pressuposto teórico da Teoria Baseada em Recursos, o estudo objetiva analisar se a capacidade de análise *big data* está relacionada ao desenvolvimento da manufatura sustentável e economia circular. O estudo possui caráter descritivo e quantitativo, operacionalizado por meio de uma *survey*, aplicada a uma amostra por acessibilidade, constituída por indústrias brasileiras que empregam a tecnologia *big data*. Testou-se as hipóteses utilizando-se a técnica de Modelagem de Equações Estruturais com o *Softaware Smartspls v.3.3.7*. Os resultados evidenciaram que a capacidade de ABD possui uma relação positiva e significativa com a manufatura sustentável e economia circular, sendo a manufatura sustentável uma mediadora complementar entre a capacidade de ABD e economia circular. Demonstrando que a capacidade de ABD contribui para o desenvolvimento da manufatura sustentável, por meio de informações que fornecem *insights* para práticas que englobam os âmbitos social, econômico e ambiental, e na economia circular por meio de novos modelos de negócios e *design* de produtos. Além disso, por meio da manufatura sustentável ocorre circularidade, no micro nível e mesonível, auxiliando na evolução da economia circular.

**Palavras-chave:** Teoria Baseada em Recursos; capacidade de Análise de *Big data*; Manufatura Sustentável; Economia Circular.

## ABSTRACT

Technological advancement and environmental issues have been discussed globally, due to the benefits of technology for competitive advantage and its contribution to sustainable development. Focusing on big data technology, and following the theoretical assumption of Resource Based Theory, the study aims to analyze whether the capacity for big data analysis is related to the development of sustainable manufacturing and circular economy. The study has a descriptive and quantitative character, operationalized through a survey, applied to a sample for accessibility, constituted by Brazilian industries that employ big data technology. The hypotheses were tested using the Structural Equation Modeling technique with Software Smartpls v.3.3.7. The results showed that ABD capacity has a positive and significant relationship with sustainable manufacturing and circular economy, with sustainable manufacturing being a complementary mediator between ABD capacity and circular economy. Demonstrating that ABD capability contributes to the development of sustainable manufacturing, through information that provides insights into practices that encompass the social, economic and environmental spheres, and in the circular economy through new business models and product design. In addition, through sustainable manufacturing, circularity occurs, at the micro and mesonable levels, helping the evolution of the circular economy.

**Keywords:** Resource Based Theory; Big Data Analysis capability; Sustainable Manufacturing; Circular Economy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caminho para uma vantagem competitiva sustentada com base na Teoria Baseada em Recursos (TBR) .....	21
Figura 2 – Recursos Organizacionais de <i>Big Data</i> .....	22
Figura 3 – Teoria dos três pilares ou <i>Triple Bottom Line</i> .....	25
Figura 4 - Diagrama Borboleta.....	27
Figura 5 – Níveis da Economia Circular .....	28
Figura 6 – Modelo teórico da Pesquisa.....	36
Figura 7 – Definições constitutivas e operacionais.....	38
Figura 8 – Composição do instrumento de pesquisa.....	39
Figura 9 – Instrumento de pesquisa.....	40
Figura 10 – Modelo proposto com valores de $R^2$ .....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características da empresa.....	45
Tabela 2 – Perfil dos respondentes .....	46
Tabela 3 – Estatística Descritiva das Variáveis de Capacidade de Análise de <i>Big Data</i> .....	48
Tabela 4 – Estatística Descritiva das Variáveis de de Manufatura Sustentável .....	49
Tabela 5 – Estatística Descritiva das Variáveis de Economia.....	49
Tabela 6 – Cargas Externas dos Indicadores.....	50
Tabela 7 – Cargas Externas dos Indicadores.....	51
Tabela 8 – Índices de adequação do modelo SEM-PLS.....	52
Tabela 9 – Relação Heterotraço – Monotraço (HTMT) e Critério de <i>Fornell e Lacker</i> .....	53
Tabela 10 – Valores do VIF Interno .....	54
Tabela 11 – Significância e Relevância do Modelo Estrutural.....	56
Tabela 12 – Poder Preditivo do Modelo.....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABD	- Análise de <i>Big Data</i>
EC	- Economia Circular
TBR	- Teoria Baseda em Recursos
ODS	- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
CDO	- <i>Chief Digital/Data Officers</i> – Executivos de Dados
CAO	- <i>Chief Analytical Officers</i> – Diretores Analíticos
BD	- <i>Big Data</i>
MS	- Manufatura Sustentável
TI	- Tecnologia da Informação
DC	- Definições Constitutivas
DO	- Definições Operacionais
MEE	- Modelagem de Equações Estruturais
VIF	- Fator de Inflação de Variância
PLS	- <i>Partial Least Squares</i> – Mínimos Quadrados Parciais
CNI	- Confederação Nacional da Indústria

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA .....	15
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	18
<b>1.2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	18
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	20
1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA .....	20
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO E HIPÓTESES DE PESQUISA.....</b>	<b>21</b>
2.1 TEORIA BASEADA EM RECURSOS .....	21
<b>2.1.1 Capacidade de Análise de <i>Big Data</i> .....</b>	<b>24</b>
2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	26
<b>2.2.1 Manufatura Sustentável .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.2 Economia Circular .....</b>	<b>29</b>
2.3 DESENVOLVIMENTO DAS HIPÓTESES DE PESQUISA.....	31
<b>2.3.1 Capacidade de análise <i>big data</i> na manufatura sustentável.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.2 Capacidade de análise <i>big data</i> e economia circular .....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.3 Manufatura sustentável e economia circular .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.4 Capacidade de ABD, Manufatura sustentável e economia circular.....</b>	<b>36</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>39</b>
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	39
3.2 DEFINIÇÕES CONSTITUTIVAS E OPERACIONAIS .....	39
3.3 INSTRUMENTO DE PESQUISA .....	41
3.4 POPULAÇÃO, AMOSTRA E COLETA DE DADOS .....	42
3.5 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS.....	43
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA .....	47
4.2 ANÁLISES DESCRITIVAS.....	49
4.3 AVALIAÇÃO DO MODELO TEÓRICO .....	51
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>63</b>
5.1 CONCLUSÕES DA PESQUISA .....	63

5.2 IMPLICAÇÕES DO ESTUDO .....	64
5.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS .....	65
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE A – Carta de apresentação da pesquisa .....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE B – Instrumento de pesquisa.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE C – Modelagem de equações estruturais inicial.....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O primeiro capítulo apresenta a contextualização, os objetivos e contribuições teóricas, práticas e sociais, bem como a delimitação e estrutura desta dissertação.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA

O avanço tecnológico desencadeado pela Indústria 4.0 impacta as organizações de forma exponencial, assim, para que se mantenham competitivas no mercado, estas buscam implementar estratégias para aderir as inovações tecnológicas de modo a obter desempenho competitivo e financeiro. A adoção destas tecnologias, está relacionada as possibilidades de geração de valor e a busca/manutenção da vantagem competitiva por meio da otimização de processos internos, melhoria do relacionamento com clientes e precisão às tomadas de decisão (Ibarra, Ganzarain, & Igartua, 2018; Bai, Dallasega, Orzes, & Sarkis, 2020; Kristoffersen, Mikalef, Blomsma, & Li, 2021).

De forma paralela, a adoção destas tecnologias com vistas a vantagem competitiva, a crescente disparidade socioeconômica, as mudanças nas condições climáticas e o esgotamento de recursos naturais, tem forçado as organizações a repensarem suas práticas de gestão de operações a fim de abordar os pilares da sustentabilidade, ou seja, planeta, pessoas e lucro (Kleindorfer, Singhal & Van Wassenhove, 2005; Drake & Spinler, 2013; Tayal, Solanki & Singh, 2020), e as tecnologias possuem um papel primordial nesse intuito. Nesse sentido, as organizações têm desenvolvido novas rotinas para adaptação ao ambiente, para que as tecnologias auxiliem em uma produção mais sustentável.

No entanto, é necessário o desenvolvimento da capacidade organizacional e não apenas a implementação de novas tecnologias, obtida por meio da combinação de recursos tangíveis, intangíveis e habilidades humanas, conforme a Teoria Baseada em Recursos (TBR) (Barney 1991; 2011; Grant, 1991; Yu, Chavez, Jacobs, & Feng, 2018; Mikalef, Pappas, Krogstie & Giannakos, 2018). Segundo a TBR, as organizações são constituídas por recursos e capacidades para o desenvolvimento de competências essenciais (Barney, 1991; Grant, 1991). Grant (1991) postula que as empresas obtêm capacidades a partir da conjunção dos recursos funcionais de forma estratégica, ou seja, um aprendizado coletivo integrando recursos e habilidades individuais. Dessa forma, a construção da capacidade organizacional, ocorre pela aquisição e combinação de recursos organizacionais, ao integrar padrões complexos entre pessoas e outros

recursos, e a aprendizagem por meio de rotinas (Barney, 1991; Grant, 1991, 1996; Makadok, 2001).

As capacidades organizacionais quando inseridas no âmbito da tecnologia, podem gerar capacidade tecnológica (Wernerfelt, 1984). No rol de tecnologias da indústria 4.0, têm-se destacado o *big data* (Jabbour *et al.*, 2019; Bai, Dallasega, Orzes & Sarkis, 2020). O *big data* é entendido como uma ruptura tecnológica nos ecossistemas empresariais e acadêmicos desde a ascensão da *Internet* e da economia digital (Agarwal & Dhar, 2014), sendo definido pelo rápido processamento de grande volume de dados, estruturados ou não, de diversos tipos. Possui um papel informacional chave nas decisões organizacionais, e pode representar uma importante capacidade tecnológica, para tanto, é necessária a construção da capacidade de Análise de *Big Data* (ABD) estabelecida pela implementação, integração e processamento dos recursos de *big data* (Gupta & George, 2016).

A construção da capacidade de ABD ocorre por meio das habilidades aplicadas ao *big data* em conjunto com outros recursos que auxiliam a visualização e análise de dados (Gupta e George, 2016). Quando esta capacidade é desenvolvida possibilita a tomada de decisão consubstanciada, maior poder de barganha em negociações com fornecedores e clientes, aprimoramento da cadeia de suprimentos, aperfeiçoamento do planejamento de demanda, melhor capacidade de planejamento de vendas, operações e agilidade (Schoenherr & Speier-Pero, 2015; Zhang, Ren, Liu, & Si, 2017; Queiroz & Pereira, 2019; Cabrera-Sánchez & Villarejo-Ramos, 2019). Conseqüente, a tecnologia *big data*, também, chama atenção devido as possibilidades relacionadas a processos mais seguros, consumo eficiente de recursos e desenvolvimento de processos mais flexíveis e inteligentes (Luthra; Mangla, 2018; Jabbour, 2018), ou seja, com potencial para uma produção sustentável nas indústrias (Li, Chen, & Shang, 2021; Enyoghasi & Badurdeen, 2021).

A fabricação sustentável ocorre quando as empresas manufatureiras integram ao seu sistema, processos e produtos práticas interdependentes de âmbitos social, ambiental e econômico, sendo denominadas como manufaturas sustentáveis. A implementação destas práticas pode ser facilitada por meio da capacidade ABD, ao fornecer informações para uso mais eficiente da energia, material, bem como melhor segurança (Enyoghasi & Badurdeen, 2021), além de tornar os processos mais flexíveis e os produtos com maior qualidade (Azeem *et al.*, 2021).

Portanto, argumenta-se que tecnologia *big data* pode contribuir para o desenvolvimento sustentável nas indústrias a partir dos dados coletados. Quando o *big data* é integrado a sistemas de visualização e análise de dados, implementa-se a Análise de *Big Data* (ABD), a qual

possibilita a realização de controle e redução de consumo de energia, melhoria em decisões de serviços, manutenção, qualidade, bem como *design* de produtos e modelos de negócios sustentáveis (Majeed *et al.*, 2021; Enyoghasi & Badurdeen, 2021). Para que as organizações obtenham os benefícios proporcionado pela ABD é necessário que haja a construção de capacidade organizacional, neste caso a capacidade de ABD (Grant, 1992, Makadok, 2001, Gupta & George, 2016).

Além dos recursos tecnológicos contribuírem para sustentabilidade, a sua influência pode ser observada para o desenvolvimento da economia circular (EC). A EC caracteriza-se pela maximização de recursos e minimização de resíduos, com o intuito de fechar os ciclos no processo produtivo, por meio de remanufatura, reutilização e reciclagem (Zeng *et al.*, 2017; Villar *et al.*, 2020; Laskurain-Iturbe *et al.*, 2021). O conceito de EC tem se expandido com auxílio das tecnologias da indústria 4.0, a partir de novos modelos de negócios, como a manufatura aditiva, manufatura inteligente e manufatura sustentável, que possibilitam uma produção eficaz, devido a uma produção mais limpa, redução de consumo de materiais e de energia (Majeed, *et al.*, 2021; Ang, Saw, He, Dong & Ramakrishna, 2021).

Conforme destacado por Okorie *et al.* (2018), infraestruturas tecnológicas como sensores e RFIDs estão sendo cada vez mais empregadas em equipamentos eletrônicos permitindo que um produto seja rastreado para reciclagem, apoiando a remanufatura, e reutilização de peças ou componentes no fim da vida útil do produto. Possibilitando assim, uma maior circularidade (redução de desperdícios do processo produtivo e reaproveitamento do material), entre outros benefícios relacionados à sustentabilidade. De forma específica, Kristoffersen *et al.* (2020) e Awan *et al.*, (2021) apontam que a ABD é um facilitador da EC.

Segundo Gupta *et al.* (2019) as funcionalidades de *big data* podem ser utilizadas para gerar *insights* para integração de processos e compartilhamento de recursos. No mesmo sentido, Awan, Shamim, Khan, Zia, Shariq & Khan (2021) argumentam que as capacidades de ABD permitem que as empresas utilizem com sucesso sua infraestrutura e experiência para desenvolver processos e produtos compatíveis com a reutilização e a reciclagem. Dada a observação de que a capacidade de ABD influencia na manufatura sustentável e na economia circular, a questão de pesquisa que orienta este estudo é: **A capacidade de Análise de Big Data (ABD) está relacionada ao desenvolvimento da manufatura sustentável e da economia circular nas indústrias brasileiras?**

## 1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

### 1.2.1 Objetivo Geral

Em concordância com a questão de pesquisa, o estudo tem como objetivo geral analisar a relação da capacidade de ABD no desenvolvimento da manufatura sustentável e da economia circular nas indústrias brasileiras.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral seja atingido os seguintes objetivos específicos são apresentados:

- i) Analisar a relação entre a capacidade de ABD e o desenvolvimento da manufatura sustentável nas indústrias brasileiras;
- ii) Investigar a relação entre a capacidade de ABD e o desenvolvimento da economia circular nas indústrias brasileiras;
- iii) Analisar a relação entre o desenvolvimento da manufatura sustentável e da economia circular;
- iv) Investigar a relação entre a capacidade de ABD e o desenvolvimento da economia circular, mediada pela manufatura sustentável.

## 1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A limitação de recursos naturais e os impactos sociais e ambientais negativos das tradicionais empresas manufatureiras tem impulsionado a necessidade de uma manufatura sustentável. As tecnologias da indústria 4.0 têm fornecido um grande potencial para facilitar o desenvolvimento da sustentabilidade nas empresas manufatureiras (Awan *et al.*, 2021; Enyoghasi & Badurdeen, 2021). Contribuindo para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), constituídos por práticas com padrões sustentáveis de produção e consumo, bem como ações de proteção de ecossistemas aquáticos e terrestres, crescimento econômico e questões sociais (Nações Unidas, 2015).

Assim, considerando contexto atual de avanços tecnológicos, questões socioeconômicas e limitação de recursos naturais (Tayal, Solanki & Singh, 2020). As organizações têm desenvolvido novas rotinas para adaptação ao ambiente, de modo a desenvolver uma produção mais sustentável, tecnologias adotadas pelas indústrias têm sido fonte de *insights* e de

informações que colaboram para práticas sustentáveis, sendo destaque a tecnologia *big data*, a qual possui um grande potencial para o desenvolvimento da produção sustentável nas empresas manufatureiras (Li, Chen, & Shang, 2021; Enyoghasi & Badurdeen, 2021). Para a obtenção dos benefícios proporcionados por esta tecnologia, é necessário o desenvolvimento da capacidade organizacional, ou seja, capacidade de ABD, estabelecida por meio da associação estratégica dos recursos organizacionais (Barney, 1991; Grant, 1991; George & Gupta, 2016).

Segundo Dubey *et al.* (2019a) a capacidade de ABD pode proporcionar melhoria no desempenho ambiental e social nas fábricas, bem como ao longo da cadeia de suprimentos, auxiliando no desenvolvimento sustentável. Song *et al.* (2017) relatam que no poder analítico *big data* possui a capacidade de aprimorar correções e prevenções de problemas, aprimorando o uso dos recursos, bem como desenvolver práticas que resultam em eficiência energética, apoiando o desenvolvimento da sustentabilidade (Dubey *et al.*, 2019a).

Além disso, Jabbour *et al.* (2019) e Awan *et al.* (2021) relatam que a capacidade de ABD pode propiciar análises de recuperação, reuso e reavaliação dos produtos e do processo organizacional, por meio de informações obtidas a partir da ABD, proporcionando às indústrias uma produção mais limpa. Isto tem despertado o interesse dos *stakeholders* para a adoção desta tecnologia para implementação e expansão de práticas sustentáveis, bem como a criação de modelos de negócios que utilizam impressão 3D e produção redistributiva, que otimizam o uso de recursos, sendo elementos que fazem parte do conceito da economia circular (Moreno *et al.*, 2017; Colorado, Velásquez & Monteiro, 2020; Dantas *et al.*, 2020).

Assim, considerando o Brasil um dos grandes produtores de emissão de gases de efeito estufa, e questões ambientais e socioeconômicas, as quais são temas discutidos globalmente, urge o desenvolvimento do paradigma da economia circular. Este paradigma pode ter o suporte da capacidade de ABD, que tem demonstrado grande potencial para o desenvolvimento de práticas sustentáveis (Nobre e Tavares, 2017; Kristoffersen *et al.*, 2020; Awan *et al.*, 2021).

Dessa forma, o estudo busca verificar se a capacidade de ABD contribui para o desenvolvimento da manufatura sustentável e da economia circular, a partir da relação entre estas variáveis. Visto que a tecnologia e sustentabilidade estão sendo cada vez mais discutidas de forma integrada, sendo esta integração indispensável nas organizações, as quais buscam construir capacidades para superar os desafios apresentados no ambiente. Sendo uma delas a capacidade de ABD, que tem se mostrado benéfica no desempenho ambiental e social nas empresas manufatureiras, bem como nas interações das cadeias de suprimentos (Jabbour *et al.*, 2019; Jabbour, *et al.*, 2020; Zhou, Song & Cui, 2020).

#### 1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O estudo está delimitado em indústrias brasileiras que utilizam a tecnologia de ABD, dos mais diversos setores, cujos funcionários foram os respondentes. O intuito é verificar se nas indústrias brasileiras a capacidade de ABD está relacionada ao desenvolvimento da manufatura sustentável e economia circular. Teoricamente a abordagem utilizada é a Teoria Baseada em Recursos (TBR), com foco na capacidade de ABD e como esta capacidade pode estar relacionada à manufatura sustentável e economia circular.

#### 1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

A pesquisa possui cinco capítulos em sua constituição. O primeiro composto por tópicos basilares da pesquisa, como problema de pesquisa, objetivos geral e específico e justificativa do estudo. O segundo capítulo apresenta-se o referencial teórico, partindo da Teoria Baseada em Recursos e suas concepções, adentrando aos aspectos de capacidade organizacional. Em seguida, é abordada uma perspectiva de desenvolvimento sustentável inserido na manufatura sustentável e economia circular. Para o desenvolvimento das hipóteses utilizou-se a Teoria Baseada em Recursos com foco na capacidade de ABD, concluindo o capítulo com fundamentação acerca de uma possível relação entre capacidade de ABD, manufatura sustentável e economia circular.

O terceiro capítulo destina-se aos procedimentos metodológicos no qual o desenvolvimento do trabalho foi embasado. Demonstrando o objetivo de estudo, estratégia de pesquisa, assim como o instrumento de coleta de dados, análises, validade, confiabilidade da pesquisa e limitações. Já o quarto capítulo é constituído pela análise de dados e discussões dos resultados, com base no referencial teórico para analisar as relações suas interações. Por fim, o último capítulo com apresentação das considerações finais, seguida pelas limitações da pesquisa e recomendações de estudos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO E HIPÓTESES DE PESQUISA

O direcionamento teórico e hipóteses da pesquisa são apresentados neste capítulo. Primeiramente trata-se sobre a Teoria Baseada em Recursos, adentrando o conceito de capacidade organizacional com foco na tecnologia *big data*. Em seguida, aborda-se o desenvolvimento sustentável, concentrando-se nas definições e idiosincrasias da manufatura sustentável e economia circular. E, por fim, o desenvolvimento das hipóteses de pesquisa.

### 2.1 TEORIA BASEADA EM RECURSOS

A Teoria Baseada em Recursos (TBR) se desenvolveu a partir de diversos estudos desenvolvidos na área econômica (Penrose, 1959; Chandler, 1962; Porter, 1980, Wernerfelt, 1984, Barney, 1991). A construção da TBR iniciou a partir das contribuições de Penrose (1959) sobre os recursos produtivos da firma. Penrose (1959) trata que a firma é integrada pelo conjunto de recursos produtivos, sendo constituídas por recursos tangíveis como instalações, matérias-primas, equipamentos, além das habilidades humanas constituída pela qualificação técnico-gerencial. A combinação dos recursos organizacionais gera a capacidade produtiva da organização, a qual é compreendida por diversas possibilidades mutáveis, que possibilita as organizações a desenvolver peculiaridades que resultam em características heterogêneas, as quais geram oportunidades produtivas.

Os resultados encontrados por Penrose (1959) foram complementados com os achados de Chandler (1962) que ao realizar contribuições para o desenvolvimento do planejamento estratégico, apontou que a estratégia determina os objetivos e metas de longo prazo, além, da alocação dos recursos necessários ao alcance dessas metas definidas. Estes estudos, alicerçaram a perspectiva estratégica da TBR, ao englobar os conceitos de recursos organizacionais e fatores de mercado, e possibilitam explicar a permanência das organizações no mercado ao esclarecer a influência que as diferentes configurações dos recursos no desempenho e no crescimento das organizações (Chandler, 1962; Porter, 1980, Wernerfelt, 1984, Barney, 1991, Grant, 1991; Barney & Arikan, 2001; Penrose, 2006).

Ao longo dos anos, houve o desenvolvimento de diferentes perspectivas sobre os recursos organizacionais a fim de explicar a vantagem competitiva sustentada (Barney, 1991; Grant, 1991; Peteraf, 1993; Hart, 1995). Wernerfelt (1984) incorporou os conceitos estratégicos de Porter (1979) ao considerar as barreiras de entrada dos recursos organizacionais, o que levou a uma visão estratégica com foco na posição dos recursos, trazendo uma visão da empresa

baseada em recursos. A partir deste estudo, os recursos organizacionais passaram a ser considerados como forças ou fraquezas da organização, devido as diferentes estratégias que poderiam ser desenvolvidas, considerando a sinergia dos recursos organizacionais e barreiras de entrada existentes no mercado. Ao incorporar uma visão estratégica alinhada as características de mercado aos recursos organizacionais, deu se início a construção da Teoria Baseada em Recursos (TBR) (Caves, 1980; Wenerfelt,1984; Barney, 1986a,1986c; Dierickx, & Cool,1989, Barney,1991).

Barney (1986b) observou que a cultura organizacional aderida por meio de valores e aprendizagem organizacional, também, levavam as organizações a desenvolverem características heterogêneas, portanto, deveria ser considerada com um recurso da empresa, este achado possibilitou a diferenciação entre recursos tangíveis e intangíveis (Barney, 1986b; 2001; Teece, Pisano, Shuen, 1997). Apesar das distintas possibilidades, Barney (1991) propõe que os recursos organizacionais sejam classificados em três categorias: i) recursos de capital físico que incluem matéria-prima, equipamentos e tecnologia; ii) recursos de capital humanos que englobam conhecimento, treinamentos, experiência e julgamentos dos funcionários; iii) recursos de capital organizacional definidos pelo planejamento e controle organizacional, que explica a heterogeneidade organizacional.

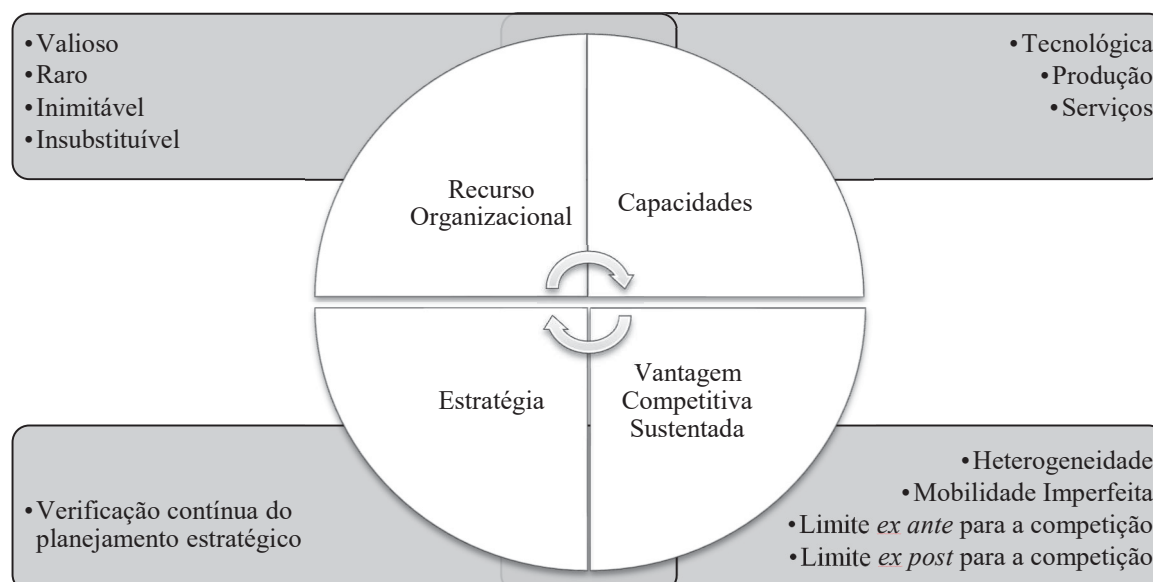
A combinação estratégica dos recursos das empresas constitui-se a capacidade organizacional (Barney, 1986, 1991; Grant,1991). Na TBR a capacidade organizacional é gerada a partir do planejamento estratégico na seleção, adesão e controle dos recursos organizacionais tangíveis e intangíveis, que integram habilidades humanas, recursos materiais e organizacionais necessários para obter desempenho organizacional de forma eficiente e eficaz, gerando capacidade produtiva, de serviço e tecnológica (Barney 1986a, Barney, 1991; Teece, Pisano & Shuen,1997).

A capacidade organizacional proposta por Barney (1991) sustenta a vantagem competitiva, mas apenas, quando os recursos organizacionais possuem características de valioso, raro, inimitável e insubstituível aderidos aos ativos, processos e capacidades organizacionais. Um recurso é valioso quando permite à empresa desenvolver e implementar estratégias que aumentam a sua eficiência. A raridade possui relação com a escassez do recurso, a imitabilidade é a dificuldade de as organizações adotarem padrões já existentes, e a insubstituibilidade é a impossibilidade de produtos substitutos que possibilitem implementar as mesmas funções. Portanto, a capacidade organizacional com estas características está associada a melhor desempenho, por meio do planejamento estratégico (Barney, 1991).

Segundo Peteraf (1993) a vantagem competitiva na TBR deve constituir quatro pilares (i) heterogeneidade de recursos; (ii) mobilidade imperfeita na negociação dos recursos que englobam barreiras; (iii) limites *ex post* para competição, sendo a preservação do caráter heterogêneo a longo prazo; e (iv) limites *ex ante* para competição, ou seja, o posicionamento competitivo deve ser verificado antes do estabelecimento dos recursos (Barney, 1991; Peteraf, 1993; Hart, 1995). A seguir, na figura 1, apresenta-se um esquema com o caminho para uma vantagem competitiva sustentada com base na TBR.

**Figura 1**

*Caminho para uma vantagem competitiva sustentada com base na Teoria Baseada em Recursos*



*Fonte:* Adaptada de Barney (1991); Grant (1991); Peteraf (1993); Hart (1995).

A TBR possui diversas perspectivas, podendo ser discutida por meio dos recursos, capacidades e vantagem competitiva sustentada. Apesar destas possíveis formas, elas se complementam sendo os recursos base para a construção da capacidade organizacional, a qual é construída por meio do planejamento estratégico dos recursos organizacionais. Quando este planejamento estratégico é verificado continuamente, gera-se a vantagem competitiva sustentada. A TBR deu início a perspectivas mais aprofundadas sobre recursos e capacidades organizacionais, sendo incorporada a outras teorias, como a capacidade dinâmica, Teoria Baseada no Conhecimento e a orquestração de recursos (Barney, 1991; Grant, 1991; Teece, Pisano & Shuen, 1997; Sirmon *et al.*, 2011). Considerando o objetivo do estudo, o foco está

voltado para a capacidade organizacional na tecnologia *big data*, sendo a capacidade de Análise de *Big Data* (ABD) o cerne deste estudo.

### 2.1.1 Capacidade de Análise de *Big Data*

As organizações buscam melhorar seu desempenho para se manterem no mercado, buscando e gerando inovações, as quais podem proporcionar vantagem competitiva. Uma das inovações é a tecnologia *big data*, conhecida pelo seu grande volume de dados, originadas por diversas fontes, podendo ser integradas de maneiras variadas gerando diversos tipos de informações (Wenerfelt, 1984; Gupta & George, 2016; Olabode *et al.*, 2022). A ABD pode proporcionar diversos tipos de análises, podendo ser uma análise descritiva, gerando informações de tendência sobre eventos passados e atuais, análise prescritiva possibilitando simulação e otimização, como também análise preditiva que permitem prever acontecimento futuros (Duan, Cao & Edwards, 2020).

Para que as organizações desenvolvam estas habilidades é necessário a construção da capacidade de ABD, a qual é configurada por meio do planejamento estratégico de recursos-chave, constituído por recursos tangíveis, intangíveis e habilidades humanas de *big data* (Gupta & George, 2016; Dubey *et al.*, 2019b; Zhang, Srivastava, Sharma & Eachempati, 2021). Devido à complexidade e o grande volume de dados, faz se necessário um controle gerencial para que seja gerada a capacidade de ABD. (Wenerfelt, 1984; Gupta & George, 2016; Fávero & Belfiore, 2017; Olabode *et al.*, 2022). Segundo Gupta e George (2016) os recursos para gerar a capacidade de ABD pode ser classificada de acordo com Figura 2:

**Figura 2**

*Recursos Organizacionais de Big Data*

Recurso Tangível	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dados (internos, externos e fusão de ambos);</li> <li>• Tecnologia;</li> <li>• Recursos básicos (tempo e investimento);</li> </ul>
Recurso Humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades gerenciais (perspicácia analítica);</li> <li>• Habilidades técnicas (educação e treinamentos relativos às habilidades específicas de <i>big data</i>);</li> </ul>
Recurso Intangível	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultura baseada em dados (decisões baseadas em dados, em vez de intuições);</li> <li>• Intensidade de aprendizagem organizacional (capacidade de explorar, armazenar, compartilhar e aplicar conhecimentos);</li> </ul>

Fonte: Gupta e George (2016).

Os recursos tangíveis são considerados recursos básicos constituídos por recursos físicos, como máquinas, equipamentos, instalações, tempo e investimentos, que são fatores fundamentais para dar suporte aos dados (George & Gupta, 2016; Dubey *et al.*, 2019b). Os dados são originados dos mais diversos tipos de operações, sendo categorizado em dados externos ou internos as organizações. Podendo ser dados privados, públicos, relativos ao comportamento dos consumidores, transações financeiras, saúde, mudanças climáticas, leitores de identificação e sensores aéreos (Gupta & George, 2016; Dubey *et al.*, 2019b; Shamim, Zeng, Choksy & Shariq, 2020a). Dessa forma, um conjunto de recursos são essenciais para dar suporte as coletas, armazenamento, execução e visualização dos dados em tempo real como o Hadoop (Gupta & George, 2016; Shamim *et al.*, 2020a).

As habilidades humanas são conhecimento, experiência e habilidades desenvolvidas ao longo do tempo para buscar soluções, as quais possuem uma dicotomia de caráter gerencial e técnico. As habilidades técnicas envolvem paradigmas de programação como extração, arranjo de dados e compreensão, para auxiliar na seleção e integração de recursos combinados estrategicamente para extrair e visualizar os dados, gerando *insights* de forma relevante e coerente para gestores que tomam decisões a partir das informações geradas (Gupta & George, 2016; Gupta *et al.*, 2021).

Já as habilidades gerenciais demandam um conhecimento mais aprofundado para realizar um planejamento estratégico com uma visão crítica considerando os *insights* obtidos a partir das habilidades técnicas em conjunto com os departamentos internos, fornecedores e clientes para a identificar oportunidades que gerem informações de valor para as organizações. Além de desenvolver uma cultura baseada em dados, proporcionando mais ideias inovadoras. Normalmente sendo esta função exercida por analistas de dados que podem ter cargos de executivos de dados e/ou diretores analíticos (Gupta & George, 2016; Pauleen & Wang, 2017; Gupta *et al.*, 2021; Shamim *et al.*, 2020a; Azeem *et al.*, 2021).

Os recursos intangíveis que constituem a capacidade de ABD englobam a cultura orientada a dados e a intensidade do aprendizado organizacional. A cultura de dados ocorre quando as áreas de uma organização trabalham em conjunto para que a tomada de decisão por dados ocorra em todos os níveis por funcionários independente do título, isto possibilita que boas decisões sejam tomadas. A cultura organizacional é fundamental para que as empresas obtenham sucesso na iniciativa de *big data*, a difusão de uma cultura de tomada de decisão orientada por dados nos diversos níveis organizacionais auxilia em decisões baseadas em evidências, que propiciam boas decisões (Gupta & George, 2016).

Em relação a intensidade de aprendizagem organizacional refere-se ao processo de aplicar o conhecimento, explorar o compartilhamento e armazenagem de dados. Quando a aprendizagem acontece de modo constante, faz com que organizações reconfigurem seus recursos de modo a se adaptarem as mudanças do ambiente com maior facilidade, resultando em negócios com desempenho sustentado (Gupta & George, 2016).

Dessa forma, quando as organizações adotam recursos tangíveis, intangíveis e habilidades humanas de *big data* na rotina organizacional de modo estratégico, podem obter os benefícios proporcionados pela tecnologia *big data* (Gupta & George, 2016; Dubey *et al.*, 2019). Segundo Srinivasan e Swink (2018) a combinação e interpretação de diversas fontes de dados em um ambiente de constantes mudanças é considerada valiosa, por trazer impactos positivos no desempenho organizacional, proporcionando benefícios na tomada decisão com maior precisão, geração de valor por meio da governança relacional e contratual (Shamim, Zeng, Khan & Zia, 2020b; Bag *et al.*, 2021).

Além disso, a capacidade de ABD pode oportunizar o compartilhamento de dados em várias fontes, vinculação dos sistemas cibernéticos, *internet* das coisas e gestão empresarial fornecendo *insights* e auxiliando no processo organizacional de modo a possibilitar o processo de adoção de práticas sustentáveis, viabilizando a mensuração e controle de indicadores ambientais, bem como criação de novos modelos de negócios que incentivem a sustentabilidade (Loshin, 2013; Gupta & George, 2016; Dubey *et al.*, 2019b; Jabbour, de Sousa Jabbour, Sarkis & Godinho Filho, 2019; Raut, *et al.*, 2019; Azeem *et al.*, 2021).

## 2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

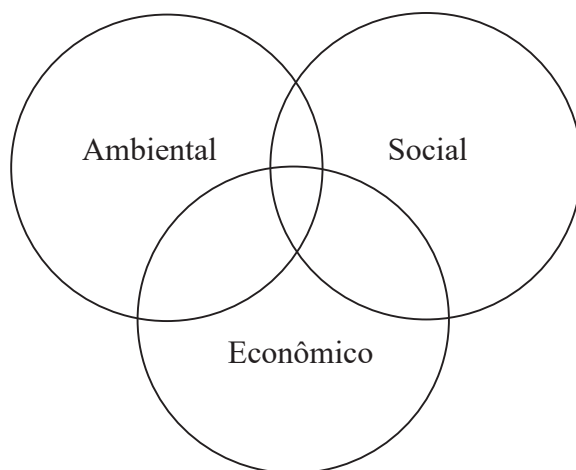
As perspectivas ambientais e sociais iniciaram em consequência das revoluções industriais, as quais desencadearam o aumento da capacidade produtiva e instituição do estilo de vida hedonista, ocasionada pelo desenvolvimento do capitalismo. Originando discussões sobre preceitos ambientais na busca de melhorias em relação ao comportamento humano diante da natureza e de seus recursos limitados. Além das desigualdades sociais ocasionada pelas transformações sociais, derivando o paradigma de sustentabilidade, que engloba os âmbitos econômico, social e ambiental (vom Kapital, 1858; Pearce & Turner, 1990; O'Shaughnessy & O'Shaughnessy, 2002; Valadares *et al.*, 2016; Elkington, 2012; 2019).

Em 1987, o conceito de desenvolvimento sustentável foi definido no Relatório de Brundtland, sendo um desenvolvimento que satisfaça as necessidades do presente sem que haja comprometimento das necessidades das futuras gerações (WCED, 1987). Este conceito integra

âmbitos ambiental, social e econômico, que ficou conhecido como Teoria dos três pilares ou *Triple Bottom Line* (Elkington, 2012), como apresentado na Figura 3.

**Figura 3**

*Teoria dos três pilares ou Triple Bottom Line*



Fonte: Elkington (2019).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) é necessário buscar o equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental. Como estratégia a ONU definiu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para enfrentar as questões globais, que podem ser auxiliadas por meio da tecnologia, a qual possibilita maior eficiência dos recursos, bem como implementação de infraestrutura moderna para processos industriais ambientalmente corretos e limpos (Nações Unidas, 2015).

As tecnologias 4.0 tornaram-se um grande aliado para implementação de práticas sustentáveis nas organizações manufatureiras (Enyoghasi & Badurdeen, 2021). Permitindo economia de energia, redução do consumo de recursos, produção mais limpa, contribuindo para o desenvolvimento da manufatura sustentável (Majeed, *et al.*, 2021). Além disso, a tecnologia favorece a criação de novos modelos de negócios, como a manufaturas aditiva e inteligente, que viabiliza a projeção de *design* de produtos, promovendo o conceito da economia circular, o qual possui uma perspectiva de sistema regenerativo, que envolvendo atividades de reuso, reaproveitamento, reciclagem e remanufatura (Navare, Muys, Vrancken & Van Acker, 2021; Reslan *et al.*, 2022). Dessa forma, o desenvolvimento sustentável possui vínculo com a sustentabilidade, economia circular, tecnologia 4.0 e empresas manufatureiras (Villar *et al.*, 2020).

### 2.2.1 Manufatura Sustentável

A demanda pelo desenvolvimento sustentável se acentuou devido ao crescimento econômico, limitação de recursos naturais e poluição ambiental que impactam a sociedade. Estas questões são pontos de discussões mundial, tratadas na agenda 2030, por meio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Nações Unidas, 2015). Para alcançar os ODS legislações governamentais são instituídas para restringir os impactos ambientais. Concomitantemente, fornecedores e clientes com adesão as perspectivas sustentáveis ocasionam modificações comportamentais que resultam em inovações que integram aspectos sociais e ambientais no setor manufatureiro, o qual tem sido motivado a uma fabricação sustentável (Malek & Desai, 2020; Malek & Desai, 2021; Enyoghasi & Badurdeen, 2021).

A tecnologia, nesse sentido, tem um papel importante, pois oferece vantagem competitiva para as empresas manufatureiras, resultando em maior eficiência e sustentabilidade (Ren *et al.*, 2019). Aderida pelas organizações, por meio da implementação estratégica de recursos e habilidades que geram a capacidade organizacional tecnológica, auxilia as indústrias nas práticas sustentáveis. Quando as empresas manufatureiras realizam o planejamento e alinhamento de funções tecnológicas, gerenciais e organizacionais para obter equilíbrio dos aspectos ambientais, econômicos e sociais nos processos e produtos, denominam-se manufaturas sustentáveis (Barney, 1991; Hart, 1995; Teece, 1996; Chan, Li, Chun & 2017; Malek & Desai, 2020).

Para que haja a criação de valor e crescimento econômico de forma sustentável nas empresas manufatureiras existem três elementos indissociáveis na fabricação, que são os produtos, processos e sistemas, os quais devem considerar os âmbitos social, econômico e ambiental para cada elemento (Enyoghasi & Badurdeen, 2021). O sistema de manufatura sustentável possui complexidades e desafios na gestão dos sistemas tradicionais, pois requer a integração das atividades ao longo do ciclo de vida do produto. Apesar dos desafios, a adesão das perspectivas de sustentabilidade nas manufaturas é fundamental para reduzir os impactos nos ecossistemas (MacArthur, 2013; Ang, Saw, He, Dong & Ramakrishna, 2021).

Além disso, as práticas sustentáveis das indústrias manufatureiras podem ser expandidas de modo a se relacionar com fornecedores de matérias-primas adequados, bem como para destinação e tratamento de resíduos, auxiliando no desenvolvimento sustentável (Makinde, Selepe, Munyai & Ramdass, 2020; Ahmadi-Gh & Bello-Pintado, 2022).

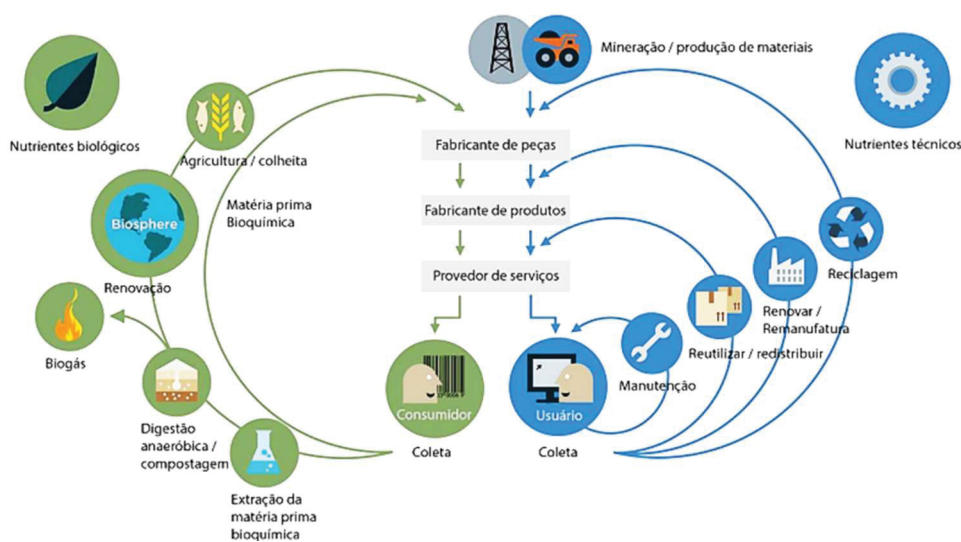
## 2.2.2 Economia Circular

A economia circular surgiu para modificar o conceito de economia linear ao realizar a reinserção dos resíduos na cadeia produtiva ao invés de descartá-los na natureza, sendo uma abordagem de sistema regenerativo modificando a visão de “Berço ao túmulo”, para a perspectiva “Berço a Berço”. Com o intuito de eliminar desperdícios, reduzir o consumo energético e dirimir resíduos, melhorando o desempenho da sustentabilidade por meio do estreitamento de laços entre as organizações (MacArthur, 2013; Geissdoerfer, Savaget, Bocken & Hultink, 2017; Navare, Muys, Vrancken & Van Acker, 2021). Para adesão desta perspectiva, existe a necessidade do planejamento estratégico para o desenvolvimento de sistemas de circuito fechado, adaptação do *design* dos produtos, criação de novos modelos de negócios e melhoria de tecnologias de produção (Chan *et al.*, 2017; Malek & Desai, 2019).

A economia circular possui dicotomia do seu ciclo de acordo com seu componente. Os componentes biológicos são resíduos não tóxicos, que possuem degradação natural, que podem ser devolvidos à natureza com segurança, por métodos de compostagem. Os componentes técnicos referem-se a resíduos constituídos de materiais modificados estruturalmente pela ação do homem, que prejudicam a biosfera. Estes resíduos podem ser reinseridos na cadeia produtiva por meio da manutenção, reutilização, reciclagem e remanufatura (MacArthur, 2013; Navare, *et al.*, 2021). A visão dicotômica da economia circular é representada pelo Diagrama Borboleta da Figura 4.

**Figura 4**

*Diagrama Borboleta*



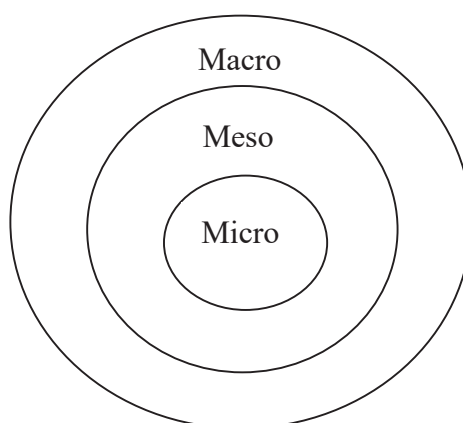
Fonte: MacArthur (2013).

Segundo MacArthur (2022) existem quatro elementos básicos que compõe a economia circular: a) *design* de economia circular: competências de desenvolver produtos que possuam um *design* facilitado para que o reuso, reaproveitamento e reciclagem; b) novos modelos de negócios: negócios inovadores que auxiliam a produção de materiais e produtos que incentive a circularidade c) ciclos reversos: habilidades de aproveitamento de materiais de retornando-os ao processo industrial ou ao solo; d) condições viabilizadoras e condições sistêmicas: apoio de instituições de ensino, políticas públicas, para colaboração, estabelecimento de regras ambientais internacionais adequadas.

Além dos elementos básicos que compõe a economia circular, há também a diferenciação de nível deste conceito. Sendo classificados estes níveis em micro, meso e macro. O primeiro refere-se as práticas nas empresas individualmente, voltada para os produtos, o segundo é considerado uma rede de organizações que adotam os conceitos da circularidade conjuntamente por meio de cooperação e simbiose industrial, e o terceiro é quando adoção de práticas sustentáveis englobadas na economia circular ocorre em cidades, regiões e nações (Alaerts *et al.*, 2019; Acerbi *et al.*, 2021; Yu, Yazan, Bhochohibhoya & Volker, 2021).), conforme apresentado na Figura 5.

**Figura 5**

*Níveis de Economia Circular*



Fonte: Elaboração própria.

A EC possui uma visão ampla, desta forma inicia-se com um olhar voltado para organização, a qual busca desenvolver produtos com *design* regenerativo, bem como outras práticas sustentáveis (Navare *et al.*, 2021). Os objetivos em comum entre as organizações auxiliam na cooperação, passando do micro nível para o mesonível da EC. A partir da cooperação é possível ocorrer por meio da simbiose industrial, considerada um trabalho

colaborativo e coletivo entre indústrias estabelecendo trocas entre si de resíduos/recursos, sendo o resíduo descartado de uma indústria utilizado por outra como recurso, evitando desperdícios e reduzindo os impactos ambientais (Low *et al.*, 2018). A simbiose industrial é constituída de três níveis, o micro nível sendo o nível de empresa, mesonível sendo considerado a interação entre indústrias em um parques eco industriais e no macro nível composto de redes regionais e amplas de atividade fabril. Estes diferentes níveis perpassam os níveis da EC, contribuindo para implementação deste conceito e da perspectiva mais sustentável (Liu, Côté & Zhang, 2015; Low *et al.*, 2018).

Portanto, a economia circular é composta por ciclos, elementos e atividades que podem ser desenvolvidos em diferentes níveis, de acordo com a perspectiva a ser trabalhada, podendo ser com uma abordagem micro, meso ou macro (Liu, Côté & Zhang, 2015; Alaerts *et al.*, 2019; Acerbi *et al.*, 2021; MacArthur, 2022).

## 2.3 DESENVOLVIMENTO DAS HIPÓTESES DE PESQUISA

Segundo a ONU a tecnologia e inovação podem auxiliar o desenvolvimento sustentável, propiciando a adoção de produção limpa e ambientalmente correta no processo produtivo. Uma das tecnologias que tem sido destaque é o *big data*, para que as organizações consigam aplicá-la as práticas sustentáveis é necessário que tenham desenvolvido capacidade de ABD, tal capacidade organizacional pode auxiliar a empresas manufatureiras a adotarem práticas sustentáveis, bem como possibilitar a economia circular nos diferentes níveis existentes (Ren *et al.*, 2019; Dubey *et al.*, 2019; Jabbour *et al.*, 2019; Bai, Dallasega, Orzes & Sarkis, 2020). Desta forma, são apresentadas as hipóteses de pesquisa a seguir.

### 2.3.1 Capacidade de análise *big data* na manufatura sustentável

A capacidade de ABD pode trazer diversos benefícios para os líderes industriais, auxiliando nas decisões de negócios em ambientes complexos e no ciclo produtivo, bem como no desenvolvimento sustentável, auxiliando as indústrias a adotarem práticas sustentáveis (Gupta & George, 2016; Raut *et al.*, 2019; Ren *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019). Contribuindo para um menor custo na fabricação e maior precisão dimensional do desempenho ambiental e social, auxiliando na eficiência energética e na proteção ambiental, sendo um valor essencial para o sistema de manufatura, por trazer soluções mais limpas de produção, bem como para o

descarte (Dubey *et al.*, 2019a; de Sousa Jabbour *et al.*, 2019; Krolczyk *et al.*, 2019; Dantas *et al.*, 2020; Olsen & Tomlin, 2020; Luthra, 2020).

Estratégias que promovem a redução de consumo de recursos, custos econômicos e sociais, podem ser auxiliadas por meio da ABD, permitindo a evolução das tradicionais fabricações, em uma manufatura sustentável, a qual é novo paradigma de produção (Ren *et al.*, 2019). A combinação de ferramentas e processos realizados pelas empresas para integrar as informações permite melhor gerenciamento da cadeia, possibilitando a verificação do equilíbrio de oferta e demanda em ações que busquem maior eficiência em custos e recursos (Srinivasan & Swink, 2018).

Além disso, a ABD pode aumentar os benefícios ambientais em diversos setores de empresas manufatureiras como fonte de energia renovável, saúde e bem-estar, monitoramento de ações climáticas e nos setores manufatureiros, colaborando para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) (Nobre & Tavares, 2017; Govindan, Cheng, Mishra, & Shukla, 2018; Zhang *et al.*, 2019; Gupta *et al.*, 2019; Azeem *et al.*, 2021; Nações Unidas, 2021). Tendo as indústrias um papel fundamental para o desenvolvimento sustentável, pois o consumo de grande parte dos recursos naturais limitados ocorre no processo produtivo. Quando a produção acontece de modo ineficiente sucede em resíduos que acarretam poluição. Podendo ser aderida por diversos setores como construção civil, têxteis, vestuário, florestal e farmacêuticos (Zeng *et al.*, 2017; Husgafvel *et al.*, 2018; Jabbour *et al.*, 2019; Jia, Yin Chen & Chen, 2020; Ang, Saw, & Ramakrishna, 2021).

A integração dos âmbitos econômico, ambiental e social nos produtos, processos e sistemas fabricação são fundamentais para o desenvolvimento sustentável (Enyoghasi & Badurdeen, 2021). No Brasil segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), as indústrias brasileiras de modo geral contribuem com a sustentabilidade, adotando práticas que evitam o desperdício de água, energia, desenvolvem ações de reflorestamento, monitoramento de gases de efeito estufa e utilizam fontes renováveis de energia. Isto é possível devido ao grande volume de dados que possuem um potencial informacional, possibilitando geração de conhecimento, otimização de indicadores de desempenho chave, que dão suporte a decisões, *feedback* e predição (Nagorny, Lima-Monteiro, Barata & Colombo, 2017).

A capacidade de ABD possui um potencial para gestão ambiental, por meio dela é possível agrupar, analisar e fornecer informações importantes quanto aos recursos utilizados, eficiência energética, geração de resíduos, níveis de poluição. Como, também, um alerta de necessidades de correção e oportunidade na produção, melhorando a capacidade produtiva reduzindo o consumo de recursos, tornando-se ambientalmente ativo, melhorando a qualidade

do produto e tornando os processos mais flexíveis nas empresas manufatureiras (Carvalho, Carvalho & Carvalho, 2020; Azeem *et al.*, 2021).

Em relação ao âmbito social possui um papel fundamental na sustentabilidade, a segurança ocupacional preventiva, a saúde e equilíbrio entre vida pessoal e profissional são aspectos elementares para o bem-estar social. Neste sentido a ABD pode contribuir para melhorar as condições de trabalho por meio de dados que fornecem informações sobre os parâmetros vitais dos funcionários (Papetti *et al.*, 2018). Segundo Papetti *et al.* (2018) a carga de trabalho física, mental e as condições ambientais afetam os resultados da produção, e a partir da análise desses dados foi possível otimizar o trabalho, permitindo uma melhora nas condições ambientais e concomitantemente melhoria na eficiência produtiva, auxiliando a perspectiva sustentável. Diante do exposto, formula-se a seguinte hipótese de pesquisa:

**H<sub>1</sub>:** A capacidade de ABD possui relação com o desenvolvimento de uma manufatura sustentável.

### 2.3.2 Capacidade de análise *big data* e economia circular

A integração da tecnologia *Big data* com a economia circular (EC) é defendida por Jabbour *et al.* (2019) devido a sinergia entre ambos os campos fornecendo uma perspectiva na sustentabilidade social e ambiental. Pois a capacidade de ABD pode auxiliar no planejamento de estratégias por meio do conhecimento das variáveis que compõe o conceito de EC, como minimizar emissões, consumo de energia, estreitamento e fechamento de laços energéticos e materiais, por meio de um gerenciamento de fluxo de materiais de forma eficiente e eficaz. Esta tecnologia pode contribuir, também, para projetar produtos com *design* inteligente, auxiliando a implementação de negócios circulares, beneficiando as empresas e a sociedade (Nobre & Tavares, 2017; Geissdoerfer, Savaget, Bocken & Hultink, 2017; Jabbour *et al.*, 2019; de Sousa Jabbour *et al.*, 2019; Desing *et al.*, 2020).

Com uma visão voltada para o nível micro da economia circular, o qual possui o foco nas organizações, a ABD pode possibilitar a modelagem, que é um tipo de análise multicritério, a qual é realizada antes do lançamento de novos produtos, processo e operações (Carvalho, Carvalho & Carvalho, 2020). Isto proporciona a criação de novos modelos de negócios, como as manufaturas aditivas que realizam a produção de produtos a partir dos dados, utilizando digitalização 3D, impressão 3D, manufatura redistribuída, a qual possui um conceito de uma produção redistribuída e personalizada ao invés de uma produção em larga escala centralizada,

estes tipos de manufaturas utilizam como base tecnologias que proporcionam benefícios ambientais como redução de desperdício de material. Resultando na otimização dos produtos, e *design* de componentes, auxiliando no desenvolvimento da EC (Moreno *et al.*, 2017; Colorado, Velásquez & Monteiro, 2020; Javaid, *et al.*, 2021; Abd Aziz, *et al.*, 2021; Majeed, *et al.*, 2021; Gupta, Kumar, & Wasan, 2021).

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), no Brasil as empresas brasileiras têm realizado gestão de resíduos sólidos, logística reversa de produtos compostagem, fertirrigação, bem como reaproveitamento de resíduos como matéria-prima como bloco de construção civil e isopor, demonstrando que as empresas brasileiras têm desenvolvido práticas de EC. Outras oportunidades de modelo de negócios que tem sido observada é a servitização, definida pela modificação da oferta de produtos produzidos pelas indústrias, passando a promover serviços e soluções de negócios que agregam valor aos consumidores. Apesar dos desafios para a servitização, existe um grande potencial que pode beneficiar as práticas sustentáveis e EC (Kamal, *et al.*, 2020).

Além disso, a economia circular no nível meso, a ABD pode propiciar o desenvolvimento de EC por meio do compartilhamento de informações e estreitando os laços entre as organizações, para isto é necessário gestores que possuam habilidades para o gerenciamento (Jabbour *et al.*, 2020b). Apoiando a cooperação entre as organizações nas práticas de EC por meio de mecanismos de governança responsável (Stekelorum, Laguir, Lai, Gupta & Kumar, 2021).

Possibilitando a criação de instrumentos que auxiliem na seleção de fornecedores que realizam a produção de modo eficiente, considerando questões ambientais, sociais e econômicas, apoiando a redução de resíduos e prolongamento da vida útil do produto (Wang, Ali, Chen, Negash, Tseng & Tan, 2021). Como também, melhoria na interação entre organização, fornecedores e clientes, devido as informações geradas pela capacidade ABD, estabelecendo uma rede sustentável de cadeias de suprimentos (Gupta & George, 2016; Zeng *et al.*, 2017; Gupta *et al.*, 2019; Awan *et al.*, 2021).

Além disso, a ABD pode tornar a simbiose industrial mais viável, por meio de plataformas de colaboração, permitindo a criação de subsistemas de correspondência de resíduos e recursos indústrias. Possibilitando a otimização dos recursos e divulgação dos dados operacionais, resultando em uma confiança mútua, devido a possibilidade de avaliação do consumo sustentável e a cultura corporativa nas redes interindústrias melhorando o sistema de simbiose industrial (Low *et al.*, 2018; Tseng *et al.*, 2018).

Com foco na perspectiva da EC em um nível macro, os aspectos da circularidade são analisados em nível de sociedade. Todavia, é necessário ter indicadores de desempenho em nível micro para incorporar o nível macro, esta abordagem permite um caminho para o desenvolvimento de políticas que incentivem a EC. No curto prazo os dados não serão suficientes para gerar informações significativas, apenas quando a EC alcançar um tamanho suficientemente grande que será possível observar uma primeira percepção sobre a transição para uma EC (Alaerts *et al.*, 2019).

Apesar disso, algumas informações já têm possibilitado a constituição de leis e políticas que incentivem a EC. No Brasil existe a lei 12.305 que trata sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre conceitos, princípios, objetivos e instrumentos para viabilizar o desenvolvimento sustentável. Já de forma global, em 2018 foi criado a ISO/TC 323 da EC, que possui o intuito de padronizar o campo da EC e desenvolver ferramentas de apoio e orientações para implementação de atividades.

Dessa forma, a ABD pode proporcionar benefícios em todos os níveis que compõe a EC, desde o micro até o macro, de forma que novos *designs* de produtos e processos sejam desenvolvidos, desenvolvimento de novos modelos de negócios que possuem sua base constituída em dados, bem como para auxiliar na criação de instrumento políticos e legais que possam incentivar a implementação de práticas circulares. Assim, formula-se a seguinte hipótese de pesquisa:

**H<sub>2</sub>:** A capacidade de ABD possui relação com o desenvolvimento da economia circular.

### **2.3.3 Manufatura sustentável e economia circular**

O desenvolvimento sustentável está vinculado a manufatura sustentável e a economia circular, ambas contribuem para que os ODS (Nações Unidas, 2015; Villar *et al.*, 2020). Segundo Reslan *et al.* (2022) a EC possui uma perspectiva estratégica holística, englobando modelos de negócios verdes e sustentáveis. Na manufatura sustentável ocorre a interação da perspectiva sustentável (social, econômico e ambiental) nos produtos, processos e sistemas operacionais (Enyoghasi & Badurdeen, 2021).

As indústrias que aderem as perspectivas sustentáveis auxiliam na promoção da EC por meio da reciclagem, reutilização e remanufatura. Possibilitando oportunidades de novos modelos de negócios, bem como profissões emergentes (MacArthur, 2013; Husgafvel, Linkosalmi, Hughes, Kanerva & Dahl, 2018). No nível micro da EC o foco está nas empresas

e seus produtos, sendo o desenvolvimento do *design* circular nos produtos um modo de maximizar seu tempo de vida útil (Alaerts *et al.*, 2019). Além disso, existem novos modelos de negócios proporcionam evolução nas manufaturas como a manufatura aditiva, a qual tem demonstrado grande potencial de produção ambientalmente limpa e redução do consumo de energia, além de reduzir custos, tempo de produção de baixo volume e produtos personalizados (Majeed *et al.*, 2021).

O nível meso da EC é constituída por uma rede de empresas que realizam práticas sustentáveis possibilitando o gerenciamento adequado do fluxo reverso dos produtos e o controle de resíduos, que auxilia na implementação da EC, ocorrendo por meio da cooperação entre clientes e fornecedores em uma cadeia de fornecimento em circuito fechado, por meio da reciclagem, remanufatura, reutilização e simbiose industrial, resultando na minimização da entropia do processo produtivo (MacArthur, 2013; Desing *et al.*, 2020; Navare, *et al.*, 2021; Acerbi *et al.*, 2021). Além disso, na relação de cooperação pode ocorrer a simbiose industrial, quando as indústrias realizam estas conexões, geralmente compartilham a perspectiva *Triple Bottom Line* (ambiental, social e econômico), a qual é muito valorizada nas redes interseccionárias (Tseng *et al.*, 2018).

Muitas vezes os conceitos de manufatura sustentável e economia circular são confundidas, pois ambos são aplicados na literatura de forma intercambiável. Entretanto, os conceitos são distintos, a manufatura sustentável possui o foco apenas na manufatura, integrando produto, processo e sistemas. Já a EC é um modelo de negócio que possui o foco na economia englobando manufatura, cidades e regulamentações (Enyoghasi & Badurdeen, 2021). Portanto, apresenta-se a seguinte hipótese de pesquisa:

**H<sub>3</sub>:** O desenvolvimento da manufatura sustentável está relacionado à economia circular.

#### **2.3.4 Capacidade de ABD, Manufatura sustentável e economia circular**

A capacidade de ABD pode facilitar este processo de integração possibilitando a conectividade, análise em tempo real e qualidade de serviço (Rajput & Singh, 2019). No nível micro da EC, as empresas manufatureiras que possuem a capacidade de ABD tem utilizado os recursos de ABD para observar os produtos em tempo real, reduzir o custo de processamento e melhorar o ciclo de vida do produto, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (Enyoghase & Badurdeen, 2021). Proporcionando benefícios nas cadeias de suprimento, melhorando no desempenho, gerenciamento, melhor capacidade preditiva, redução de custos e

geração de informações sobre as práticas sustentáveis, além de auxiliar no monitoramento ambiental e social (Nobre & Tavares, 2017; Wamba *et al.*, 2017; Bag, Wood, Xu, Dhamija, & Kayikci, 2020; Jabbour *et al.*, 2020).

Permitindo a melhoria da sustentabilidade socioambiental nas cadeias de suprimentos, pois melhora a coordenação entre os parceiros, devido a redução da assimetria informacional. Isto demonstra que a ABD tem a potencial de alavancar os conceitos de EC nas empresas bem como na sociedade, fazendo com que se torne parte do cotidiano (Nobre e Tavares, 2017; Dubey *et al.*, 2019a).

Quando as cadeias de suprimento desenvolvem a capacidade de ABD podem aplicá-la nos âmbitos econômico, social e ambiental, obtendo benefícios e construindo dessa forma cadeias de suprimentos sustentáveis, este benefício triplo é observado no desenvolvimento da economia circular (EC). Assim, a capacidade de ABD é associada, também, ao desenvolvimento da manufatura sustentável e da EC (Belhadi, *et al.*, 2020; Tayal *et al.*, 2020; Modgil *et al.*, 2021; Awan, *et al.*, 2021; Raut, *et al.*, 2021; Ellen MacArthur Foundation, 2021).

A integração da capacidade de ABD com a EC tem aumentado a qualidade na tomada de decisões em relação ao desenvolvimento da EC, agregando valor informacional e sustentável. Desenvolvendo um papel fundamental na sociedade, modificando as perspectivas em relação a preservação ambiental e do comportamento humano, resultando na mudança de paradigma (Nobre e Tavares, 2017; Desing *et al.*, 2020; Awan *et al.*, 2021). Zhang, Pan, Yu e Liu (2019), demonstram que a ABD pode ser aplicada em diversos aspectos englobando degradação ambiental, desigualdade social e justiça que fazem parte dos ODS, transformando-se em capacidade de sustentabilidade quando bem desenvolvidas.

Devido a orientação a dados a simbiose industrial tem sido mais valorizada, possibilitando a demonstração de informações sobre a perspectiva da sustentabilidade “*Triple Bottom Line*” (ambiental, social e econômico), sendo muito apreciada nas redes interseccionarias. Além disso, os modelos matemáticos fornecem suporte na tomada de decisão otimizando as práticas de simbiose industrial. A partir de uma melhor compreensão da otimização de recursos e desenvolvimento de métricas universais de simbiose industrial é possível criar índices de confiabilidade e resiliência, auxiliando no desenvolvimento da EC (Tseng *et al.*, 2018).

O foco na EC tem crescido ao ponto de o governo solicitar criação de indicadores que sejam adequados para realização de monitoramentos efetivos para que haja o progresso para uma EC (Alaerts *et al.*, 2019). Entretanto, para que a EC chegue a uma fase ampla, ou seja, em um nível macro, é necessária uma inovação sistêmica (Kristensen & Mosgaard, 2020). O macro

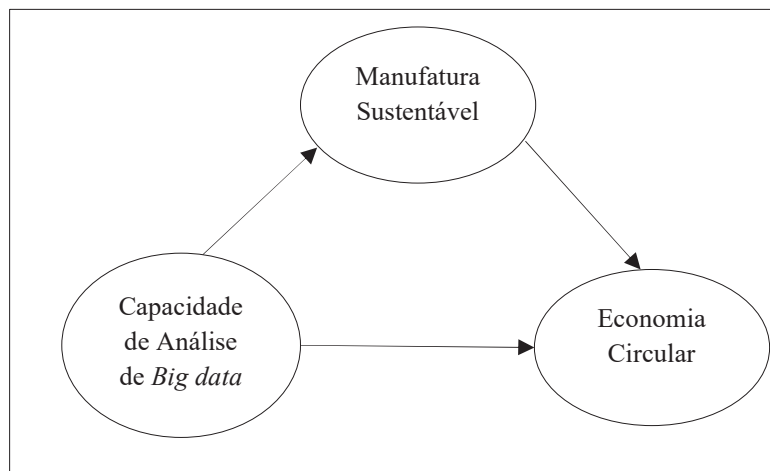
nível engloba produtores, consumidores, tecnologia e política, e para que chegue nesse nível é necessário a colaboração e integração entre das cadeias de suprimentos sustentáveis (Kayikci, Kazancoglu, Lafci, & Gozacan, 2021). Por conseguinte, apresenta-se a seguinte hipótese de pesquisa:

**H4:** A capacidade de ABD e o desenvolvimento da economia circular são mediadas pela manufatura sustentável.

A partir das hipóteses enunciadas, a Figura 4 expressa o modelo teórico proposto nesta pesquisa.

**Figura 6**

*Modelo teórico da pesquisa*



*Fonte:* Elaboração própria.

Em conformidade com o modelo teórico da figura 4, esta dissertação propõe-se analisar a variável latente capacidade de ABD e sua relação com as variáveis latentes manufatura sustentável e economia circular.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, apresenta-se os procedimentos metodológicos adotados para atingir o seguinte objetivo: Analisar a relação da capacidade de ABD, manufatura sustentável e economia circular. Para atender o objetivo da pesquisa foi selecionada uma estratégia de levantamento, *sample survey*, com abordagem quantitativa. A seguir apresenta-se o delineamento da pesquisa e posteriormente a descrição das técnicas e procedimentos de avaliação.

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa possui caráter descritivo, ao analisar possíveis associações existentes entre as variáveis (Gil, 2019), ou seja, analisar a relação entre a capacidade de ABD, manufatura sustentável e economia circular, por meio de uma coleta de dados com técnicas padronizadas.

Quanto a estratégia adotada, utilizou-se um levantamento, por meio da aplicação de um questionário, aos colaboradores de indústrias brasileiras que utilizam tecnologia *big data*. Segundo Cooper e Schindler (2016) o levantamento consiste em comparar os dados entre subconjuntos de amostras selecionadas, de modo a verificar diferenças e semelhanças. Assim, a partir de um recorte transversal de dados, buscou-se descrever características presentes nas indústrias brasileiras.

Em relação ao problema, a pesquisa possui natureza quantitativa, a qual busca analisar as relações propostas pelo modelo teórico. A pesquisa quantitativa segundo Martins e Théophilo (2018) permite quantificar e mensurar os dados coletados. Isto ocorre a partir das hipóteses de pesquisas, as quais são testadas por meio de ferramentas e técnicas estatísticas. Permitindo a avaliação de possíveis erros e possibilitando o reconhecimento e análise de padrões comportamentais (Collis & Hussey, 2005; Sampiere, Collado & Lucio, 2013; Lakatos & Marconi, 2017).

#### 3.2 DEFINIÇÕES CONSTITUTIVAS E OPERACIONAIS

O modelo teórico proposto constitui-se de Definições Constitutivas (DC) e Definições Operacionais (DO), as quais são fundamentais para validação da pesquisa quantitativa. As DC referem-se aos conceitos e termos teóricos, originados a partir da fundamentação teórica, já as

DO relacionam-se ao modo como a teoria será operacionalizada, ou seja, como a teoria será identificada no transcorrer do estudo (Vieira, 2004).

**Figura 7**

*Definições constitutivas e operacionais*

Constructo de 1ª Ordem	Constructo de 2ª Ordem	Definição Constitutiva	Definição Operacional
Teoria Baseada em Recursos (TBR)	Capacidade de ABD	Capacidade preditiva obtida a partir da integração dos recursos tangíveis e habilidade humanas de <i>big data</i> (Gupta & George, 2016).	A capacidade de ABD foi capturada por meio da facilidade de integração dos recursos tecnológicos (dashboards) e de técnicas analíticas para o desenvolvimento de rotinas baseada em dados (Srinivasan & Swink (2018).
Desenvolvimento Sustentável	Manufatura Sustentável	A manufatura sustentável é definida como uma manufatura adere práticas sustentáveis em sua cadeia produtiva, buscando o equilíbrio entre os aspectos sociais e ambientais no seu desempenho económico (Zeng <i>et al.</i> , 2017).	A percepção da manufatura sustentável foi obtida a partir visões e práticas que auxiliem na redução dos impactos ambientais como redução e destinação correta de resíduos, adesão a energia limpa (Zeng <i>et al.</i> , 2017; Bag <i>et al.</i> , 2021).
	Economia Circular	A economia circular é uma perspectiva de maximização do uso de recursos e minimização da poluição ambiental, aderidas por práticas de redução, reciclagem e reutilização (Zeng <i>et al.</i> , 2017).	A economia circular é captada por meio de práticas de reaproveitamento, reuso e reciclagem no processo produtivo (Zeng <i>et al.</i> , 2017).

Fonte: Elaboração própria.

### 3.3 INSTRUMENTO DE PESQUISA

O instrumento de pesquisa é constituído por três constructos: capacidade de ABD, manufatura sustentável e economia circular. As assertivas foram adaptadas dos estudos de Zeng *et al.* (2017), Srinivasan e Swink (2018) e Bag *et al.* (2021). Conforme a Figura 8.

**Figura 8**

*Composição do instrumento de pesquisa*

<b>Constructos</b>	<b>Assertivas utilizadas na elaboração do instrumento de pesquisa</b>
Capacidade de Análise de <i>Big data</i>	O constructo de capacidade de <i>big data</i> construído com 4 assertivas adaptadas do estudo de Srinivasan e Swink (2018). Itens q1, q2, q3, q4.
Manufatura Sustentável	O constructo de manufatura sustentável contendo 5 questões baseadas nos estudos de Bag <i>et al.</i> (2021) e Zeng <i>et al.</i> (2017). Itens q5, q6, q7, q8, q9.
Economia Circular	O constructo de economia circular composto por 5 assertivas adaptadas da pesquisa de Zeng <i>et al.</i> (2017). Itens q10, q11, q12, q13, q14.

*Fonte:* elaboração própria.

O constructo da TBR constitui-se como base o estudo de Srinivasan e Swink (2018), sendo o constructo capacidade de ABD composto por quatro assertivas, formulado por variável categórica ordinal, que varia de 1 a 5, representando o nível de concordância. Em relação ao constructo de desenvolvimento sustentável, contido de 10 assertivas baseada nos estudos de Zeng *et al.* (2017) e Bag *et al.* (2021). O constructo de manufatura sustentável teve como base estudo de Bag *et al.* (2021) e Zeng *et al.* (2017), constituído por cinco assertivas, elaborado por variável categórica ordinal, que varia entre de 1 e 5, retratando o nível de concordância, e na elaboração do constructo de economia circular adota-se a perspectiva de Zeng *et al.* (2017), formada por cinco assertivas, instituída de variável categórica ordinal, variando entre 1 e 5, representando o nível de concordância.

As assertivas utilizadas no estudo originam-se de instrumentos de pesquisas estrangeiras. Portanto, aplicou-se o processo de tradução e tradução reversa, para se evitar mensurações distorcidas, e para mensurar o que realmente pretende-se (Pedroso, Oliveira, Araújo & Moraes, 2004). Subsequentemente, o instrumento de pesquisa foi submetido ao pré-teste, com dois profissionais da área e três alunos de doutorado, com o propósito de suprimir qualquer ambiguidade possível. Dessa forma, o questionário de pesquisa conta com 14 assertivas, conforme Figura 9.

**Figura 9**

*Instrumento de pesquisa*

<b>Capacidade de <i>big data</i></b>	
Nossa empresa combina e integra facilmente informações de muitas fontes de dados para uso na tomada de decisões.	Srinivasan e Swink (2018)
Nossa empresa utiliza técnicas analíticas avançadas (por exemplo, simulação, otimização, regressão) para melhorar a tomada de decisões.	
Nossa empresa usa rotineiramente técnicas de visualização de dados (por exemplo, dashboards) para ajudar usuários ou tomadores de decisão a entender informações complexas.	
Nossos dashboards nos dão a capacidade de decompor informações para ajudar na análise de causas básicas e na melhoria contínua.	
<b>Manufatura Sustentável</b>	
Nossa empresa utiliza energia limpa no processo de produção (Solar, eólica, etc.)	Zeng <i>et al.</i> (2017) e Bag <i>et al.</i> (2021)
Nossa empresa se preocupa com o processo logístico a fim de reduzir impactos ambientais	
Nossa empresa dá preferência a parceiros que aderem à regras e regulamentos de proteção ambiental	
Nossa empresa trabalha com design de produtos e processos que prezam pela diminuição de resíduos	
Nossa empresa possui um programa de transformação ou destinação de resíduos	
<b>Economia Circular</b>	
Nossa empresa se dedica a processos que reduzem o consumo de matéria prima e energia	Zeng <i>et al.</i> (2017)
Nossa empresa utiliza materiais que possam ser reutilizados	
Nossa empresa utiliza os resíduos de materiais para fabricar outros produtos	
As empresas com que nos relacionamos participam da destinação dos resíduos de manufatura	
Nossa empresa se dedica a processos de produção enxuta	

Fonte: Elaboração própria.

O instrumento de pesquisa foi constituído por uma pergunta controle com o intuito de selecionar indústrias que utilizam um grande volume de dados estruturados ou não. Além das assertivas apresentadas anteriormente, as quais buscam mensurar o nível de concordância dos respondentes por meio de uma escala *likert* de cinco pontos, sendo 1 – Discordo Totalmente; 2 – Discordo; 3 – Neutro; 4 – Concordo; 5 – Concordo Totalmente. Ademais, com a finalidade de analisar as características organizacionais e perfis dos respondentes. Realizaram-se questões demográficas, as quais buscam analisar a função, o gênero, a idade e o grau de instrução dos respondentes, de distintos setores industriais que utilizam *big data*, cujo número de funcionários permite verificar o porte da organização.

### 3.4 POPULAÇÃO, AMOSTRA E COLETA DE DADOS

A população investigada são indústrias brasileiras dos mais diversos setores. A opção por esta população, reside no fato de que, as indústrias têm evoluído rapidamente devido aos avanços tecnológicos, o que tem possibilitado o desenvolvimento de inovações para uma produção sustentável, proporcionando novos modelos de negócios que reduzem os impactos ambientais e sociais, temas discutidos globalmente (vom Kapital, 1858; Pearce & Turner, 1990; Elkington, 2012; 2019). Dessa forma, as perspectivas sustentáveis têm sido urgentes, resultando

em inovações que convergem aspectos econômicos, sociais e ambientais. Uma das inovações é a tecnologia *big data*, que auxilia as indústrias para práticas sustentáveis e transição para uma economia circular (Malek & Desai, 2020;2021; Ang, Saw, He, Dong & Ramakrishna, 2021).

A partir dessa população, selecionou-se a amostra. Para tanto, buscou-se indústrias que utilizam um grande volume de dados estruturados ou não. Os respondentes são colaboradores que exercem suas funções em áreas de tecnologia e qualidades. O tamanho da amostra mínima foi estimado por meio do software G\*Power3.1.9.4 (Faul *et al.*, 2009), utilizando-se o poder de teste de 0,80, e o tamanho do efeito ( $f^2$ ) mediano = 0,15 de acordo com as recomendações de Cohen (1998) e Hair *et al.* (2014), que resultou em uma amostra mínima de 55 casos, de acordo com as relações demonstradas na Figura 4.

A coleta de dados ocorreu via questionário sustentado pela plataforma *Google forms*, o qual foi encaminhado para população constituída por indústria que utilizam um grande volume de dados estruturados ou não estruturados com técnicas estatísticas de análise de dados. Os respondentes são funcionários destas indústrias, os quais foram selecionados por meio da rede profissional *LinkedIn*.

O primeiro contato foi por meio do envio de um convite na rede social, posteriormente ao aceite, foi enviada mensagem privada para explicar o objetivo do estudo e contribuições que haveria a partir dos resultados. Assim, após a explicação sobre o estudo e esclarecimentos de dúvidas, foi encaminhado o *link* de acesso do questionário para os participantes que aceitaram realizar a pesquisa. Alguns destes respondentes pediram o encaminhamento via e-mail, assim utilizaram-se dois meios para obterem-se as repostas: rede profissional *LinkedIn* e e-mail.

O período de coleta de dados ocorreu entre os dias 06 de maio e 01 de junho de 2021. Obteve-se 154 respostas, as quais foram consideradas válidas 113. Devido ao fato de o estudo possuir foco na população de empresas manufatureiras que empregam a tecnologia *big data*, foram desconsideradas 18 respostas por selecionarem na pergunta controle o não uso de grande volume de dados estruturados ou não estruturados, e outras 23 respostas não foram consideradas por não serem empresas manufatureiras.

### 3.5 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS

O procedimento adotado para análise dos dados foi análise estatística descritiva, que segundo Fávero e Belfiore (2017), busca sintetizar e demonstrar as principais características de um conjunto de dados em forma de tabelas, medidas-resumo e gráficos, permitindo melhor análise dos dados e trazendo compreensão de padrões informacionais. Neste estudo utilizou-se

esta análise para realizar categorizações do perfil dos respondentes e de seus respectivos ambientes de trabalho para analisar as frequências da amostra. Esta mesma análise foi aplicada nas assertivas que dão suporte ao modelo teórico, bem como a medida de tendência central moda, com a finalidade de avaliar as respostas obtidas nos construtos de capacidade de ABD, manufatura sustentável e economia circular.

Para análise do modelo teórico da pesquisa foi realizada a verificação da normalidade multivariada dos dados, por meio do teste de Henze – Zirkler, utilizando o programa RStudio para selecionar o método mais adequado para aplicar a Modelagem de Equações Estruturais (MEE). Assim, a MEE estimada pelo método *Partial Least Squares Path Modeling* (PLS), devido a não normalidade na distribuição dos dados e ao tamanho da amostra. Segundo Hair *et al.* (2014) o método pode ser aplicado na elaboração de modelos complementares aos métodos tradicionais estatísticos, podendo ser adotado em amostras de tamanho pequeno, as quais não possuem normalidade na distribuição dos dados. Para efetuar a análise foi utilizado o software SmartPLS v.3.3.7, devido ao método possibilitar prever e explicar as relações de causalidade entre as variáveis (Hair, Sarstedt, Hopkins & Kuppelwieser, 2014).

A MEE - PLS é uma técnica multivariada constituída pela combinação de Análise Confirmatória e Análise de Regressão, que possibilita testar a representatividade das variáveis na formação dos constructos, proporcionando a confirmação ou rejeição de uma teoria pré-concebida (Pilati & Laros, 2007; Hair *et al.* 2014). Inicia-se pela estimativa do modelo de mensuração, também conhecido como modelo externo, para analisar a relação entre variáveis observadas (indicadores) com as variáveis latentes (constructos). O processo de mensuração possui o intuito de verificar se os indicadores de seus respectivos constructos mensuram o que se pretende medir por meio da análise confirmatória. Posteriormente realiza-se a avaliação do modelo estrutural, denominado como modelo interno, cujas relações entre os constructos são avaliadas (Brei & Liberali, 2006; Hair *et al.*,2014).

A mensuração da relação entre indicadores e constructos pode ser classificada em formativa ou reflexiva. Na relação reflexiva os constructos causam os indicadores, ou seja, os indicadores são reflexos do fenômeno do constructo. Já na relação formativa as variáveis latentes são compostas por variáveis observadas, as quais não possuem correlação entre si (Brei & Liberali, 2006; Hair *et al.*,2014). De forma congruente com o modelo teórico apresentado anteriormente, utilizou-se a relação reflexiva nas assertivas que compõem os seguintes constructos: capacidade de ABD, manufatura sustentável e economia circular.

Para avaliar o modelo de mensuração reflexivo avalia-se a qualidade do modelo por meio da confiabilidade e validade. A confiabilidade é avaliada por meio da confiabilidade do

indicador relacionada ao nível do indicador, o qual deve ser igual ou maior que 0,708. Bem como a confiabilidade da consistência interna referente ao nível do constructo, avaliada pelo alfa de Cronbach, coeficiente de confiabilidade rhoA, confiabilidade composta. Sendo recomendado valores entre 0,80 e 0,90. Todavia, pode-se considerar também valor mínimo de 0,60 para pesquisa exploratória, ou 0,70 e no máximo 0,95, para que seja evitado a redundância de indicadores (Hair, Hult, Ringle, Sarstedt, Danks & Ray, 2021; Hair, Hult, Ringle & Sarstedt, 2022).

Quanto a validade do modelo de mensuração, ocorre por meio da validade convergente e validade discriminante. A validade convergente é a medida de convergência do constructo, que explica a variância dos indicadores, utiliza-se a variância média extraída (AVE), definida pelo valor médio das cargas quadradas dos indicadores do constructo. Sendo o valor mínimo considerado aceitável de 0,50, indicando que o constructo é explicado por 50% ou mais por meio da variância dos indicadores (Hair *et al.*, 2021; Hair *et al.*, 2022).

A validade discriminante permite a comparação de um constructo medido reflexivamente com medidas de outros constructos do mesmo modelo. Para esta avaliação recomenda-se o uso da razão heterotraço-monotraço (HTMT) de correlações, ou do critério de Fornell e Lacker. A validade discriminante por meio da HTMT considera o valor limite de 0,90 para constructos com semelhanças conceituais e 0,85 para construções conceitualmente diferentes (Hair *et al.*, 2021). Em relação ao critério de Fornell e Lacker o cálculo corresponde a raiz quadrada da AVE de cada constructo, os valores obtidos devem ser superiores a maior correlação quadrada em relação aos outros constructos (Hair *et al.*, 2014).

Após a avaliação do modelo de mensuração, avalia-se o modelo estrutural constituído pelas relações entre as variáveis latentes, as quais possuem a capacidade de explicar e prever o modelo teórico a partir dos parâmetros ou diagrama dos caminhos. Os caminhos são convertidos em um conjunto de equações, cujas relações entre as variáveis são apresentadas matematicamente (Hair *et al.*, 2014; 2021), estas relações são avaliadas pelos critérios apresentados a seguir.

Primeiramente verifica-se a colinearidade do modelo estrutural, esta verificação ocorre por meio da inflação de variância (VIF) dos constructos. Quando os valores de VIF estão abaixo de três não a problemática de colinearidade. Todavia se os valores forem iguais ou superiores a cinco, provavelmente ocorrerão problemas críticos de colinearidade, e caso estiverem entre três e cinco os problemas de colinearidade não são tão críticos (Hair *et al.*, 2014; 2021).

Em seguida avalia-se a relevância e significância das relações do modelo estrutural por meio dos coeficientes padronizados de caminho, cujos valores podem variar entre -1 e +1, sendo

um positivo representando relação positiva forte, e um negativo uma relação negativamente forte, enquanto o zero representa uma relação fraca entre os constructos. Bem como, pela significância dos efeitos totais, obtida pela soma dos efeitos diretos e indiretos que conectam um construto ao outro (Hair *et al.*,2014; 2021).

Posteriormente, analisa-se o poder do modelo explicativo por meio do coeficiente de determinação dos constructos endógenos ( $R^2$ ), o qual varia de zero a um, quanto mais próximo de um, maior a potência. Em disciplinas de ciências sociais os valores 0,25, 0,50 e 0,75 para  $R^2$  são considerados respectivamente fracos, moderados e substanciais para explicar o modelo (Hair *et al.*,2014; 2021).

Seguidamente, verifica o poder preditivo do modelo, por meio da previsão PLS para avaliar o modelo preditivo, utilizando a estatística de previsão *Root-Mean-Square Error* (RMSE) - Raiz Quadrada do Erro Médio (RQEM), comparando os indicadores da análise PLS e do modelo de Modelo de Regressão Linear (LM). Quando todos os indicadores da análise PLS tiverem os valores RQEM mais baixo do que LM, o modelo possui alto poder preditivo. Todavia quando a maioria dos indicadores obtiverem indica um poder preditivo médio, caso a minoria dos indicadores dos constructos forem menores comparado ao LM, o poder preditivo possui baixo poder. Se ocorrer de nenhum indicador for maior que os observados no LM não há poder preditivo (Hair *et al.*, 2021;2022).

Portanto, para aplicar a técnica estatística de Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) foi utilizado o software SmartPLS v.3.3.7, para avaliar o modelo de mensuração reflexivo e o modelo estrutural dos constructos da TBR (capacidade de ABD) e desenvolvimento sustentável (manufatura sustentável e economia circular).

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo os resultados da pesquisa são apresentados e discutidos. Primeiramente são apresentadas as características das empresas. Posteriormente a análise demográfica dos respondentes e análise descritiva das assertivas que compõem os constructos. Em seguida é apresentada a avaliação do modelo teórico, por meio das análises do modelo de mensuração reflexiva e modelo estrutural, e por fim as discussões das hipóteses da pesquisa.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Houve um total de 154 respostas recebidas, destas foram excluídas 41 respostas, sendo 18 por não utilizarem a tecnologia *big data* e 23 por não serem do setor industrial. Portanto, a amostra final contou com 113 respostas consideradas válidas. Assim, as características das empresas, cujos funcionários participaram da pesquisa são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1**

*Características da empresa*

Porte da Empresa	Frequência	%
De 50 a 99 empregados	3	2,65
Mais de 99 empregados	110	97,35
Setores		
Alimentícios	37	32,74
Agroindústria	14	12,39
Automotivo	13	11,50
Cosmético	13	11,50
Mineração e outras commodities	7	6,19
Bens e consumo	6	5,31
Farmacêutica e Hospitalar	6	5,31
Construção	5	4,42
Combustível	4	3,54
Confecção	3	2,65
Suprimentos	3	2,65
Eletrodomésticos e Papel e Celulose	2	1,76

*Fonte:* Dados da pesquisa

Ao analisar as características das indústrias, foi possível observar que o porte das empresas, cujos respondentes exercem suas funções, possuem mais de 99 empregados,

representando 97,35% do total de respostas, seguido por indústrias que variam de 50 a 99 funcionários 2,65%. Quanto aos setores industriais, realizou-se uma segmentação aproximada entre áreas de atuação de acordo com o apontamento dos participantes. Houve quatro grupos que obtiveram maiores percentuais, sendo o setor alimentício o primeiro com 32,74%, seguido pela agroindústria 12,39%, o terceiro conjunto automotivo com 11,50%, o quarto de cosméticos com 11,50%.

Em relação ao perfil dos respondentes que exercem funções nos setores das indústrias apresentados anteriormente é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2**

*Perfil dos Respondentes*

Gênero	Frequência	%
Masculino	60	53,10%
Feminino	53	46,90%
<b>Faixa Etária</b>		
20 a 30 anos	44	38,94%
31 a 40 anos	54	47,79%
41 a 50 anos	13	11,50%
51 a 60 anos	2	1,77%
<b>Função na empresa</b>		
Colaborador	87	76,99%
Supervisor	20	17,70%
Gerente	6	5,31%
<b>Grau de Instrução</b>		
Ensino Superior	18	15,93%
Pós-graduação	90	79,65%
Mestrado	4	3,54%
Doutorado	1	0,88%

*Fonte:* Dados da pesquisa

Dos 113 respondentes válidos, 53,10% são do gênero masculino, enquanto 46,90% são do gênero feminino. Sendo a maioria dos respondentes entre 31 e 40 anos representando 47,79%, seguido por pessoas que possuem em torno de 20 a 30 anos com a frequência de 38,94%. Dentre as funções nas empresas houve prevalência de pessoas que exercem a função de colaborador correspondendo a 76,99%, seguida pelo cargo de supervisor com 17,70% e gerente 5,31%. Já em relação ao grau de instrução, ocorreu o predomínio de respondentes, os quais possuem pós-graduação representando 79,65%, seguida por 15,93% com nível de

graduação, 3,54% mestrado e 0,88% doutorado, sendo possível notar que os participantes buscam um certo nível de educação continuada.

## 4.2 ANÁLISES DESCRITIVAS

As assertivas utilizadas para mensurar as relações do modelo teórico passaram pela análise descritiva, sendo apresentadas a seguir. Discute-se as frequências do nível de concordância e moda das variáveis observadas da dimensão da TBR por meio da capacidade de análise de *big data* e do desenvolvimento sustentável por meio manufatura sustentável e econômica circular. Com o intuito de verificar as respostas obtidas por meio de questionário constituído por variáveis não métricas mensuradas por meio da escala Likert.

### 4.2.1 Análise descritiva da Capacidade ABD

As assertivas que compõe as dimensões da Teoria Baseada em Recursos (TBR), são constituídas com foco na construção da capacidade de ABD, a qual é obtida por meio do planejamento estratégico de recursos organizacionais tangíveis e habilidades humanas de *big data*, proporcionando diversos benefícios agregando valor as organizações, sendo analisadas nas assertivas a seguir (Akter *et al.*, 2016; Gupta & George, 2016; Dubey *et al.*, 2019b).

De modo geral, as indústrias possuem o desenvolvimento da capacidade de ABD, isto é possível observar devido ao fato delas possuírem 84,07% de habilidades de integrar facilmente as informações de diversas fontes de dados para a tomada de decisão, sendo que 46,02% possuem esta capacidade de forma acentuada. O que possibilita 71,68% das indústrias utilizarem técnicas analíticas avançadas, como simulação, regressão e otimização. Sendo que 82,30% delas empregam rotineiramente técnicas de visualização de dados para auxiliar a tomada de decisão, bem como 85,84% adotam *Dashboard* de forma a realizar análises básicas e melhoria contínua, conforme Tabela 3.

**Tabela 3**

*Estatística Descritiva das Variáveis de Capacidade de Análise de big data*

Assertivas	Frequência de Concordância										Moda
	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	
1	2	1,77%	1	0,88%	15	13,27%	43	38,05%	52	46,02%	5
2	4	3,54%	3	2,65%	25	22,12%	44	38,94%	37	32,74%	4
3	0	0,00%	3	2,65%	17	15,04%	39	34,51%	54	47,79%	5

4	1	0,88%	1	0,88%	14	12,39%	35	30,97%	62	54,87%	5
---	---	-------	---	-------	----	--------	----	--------	----	--------	---

*Nota:* 1 - Nossa empresa combina e integra facilmente informações de muitas fontes de dados para uso na tomada de decisões; 2 - Nossa empresa utiliza técnicas analíticas avançadas (por exemplo, simulação, otimização, regressão) para melhorar a tomada de decisões; 3 - Nossa empresa usa rotineiramente técnicas de visualização de dados (por exemplo, dashboards) para ajudar usuários ou tomadores de decisão a entender informações complexas; 4 - Nossos dashboards nos dão a capacidade de decompor informações para ajudar na análise de causas básicas e na melhoria contínua.

*Fonte:* Dados da pesquisa

Portanto, nota-se que as indústrias possuem capacidade de ABD, sendo que a maioria utiliza técnicas avançadas para análises, bem como técnicas de visualização para tomada de decisão, bem como para melhoria contínua.

#### 4.2.2 Análise descritiva da dimensão de desenvolvimento sustentável

A análise descritiva das assertivas da dimensão de desenvolvimento sustentável trata sobre conceitos ambientais e da economia circular adotadas pelas organizações, com o intuito de verificar se as indústrias que utilizam tecnologia *big data*, possuem adesão a certos pensamentos e comportamentos para o desenvolvimento sustentável, para analisar a existência de uma relação significativa.

Os resultados obtidos demonstram que de modo geral as indústrias apoiam visões e comportamentos que auxiliam o desenvolvimento sustentável. Isto é possível observar devido a 87,61% das empresas possuírem preocupações quanto a logística para reduzirem os impactos ambientais, da mesma forma buscar parceiras com empresas que aderem regras e regulamentos de proteção ambiental, sendo questões fortemente apresentadas em 81,42% das organizações.

Além disso, 87% das empresas possuem comportamentos com o intuito de reduzir resíduos, por meio de *design* de produtos e processos, como também por programas de transformação ou destinação de resíduos, estas atividades sendo presentes fortemente em 92,04% dos participantes. Entretanto, em relação ao uso de energia limpa no processo de produção, não houve muita concordância, representando o percentual de 36,28%.

**Tabela 4**

*Estatística Descritiva das Variáveis de Manufatura Sustentável*

Assertivas	Frequência de Concordância										Moda
	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	
1	10	8,85%	21	18,58%	41	36,28%	22	19,47%	19	16,81%	3
2	1	0,88%	1	0,88%	12	10,62%	20	17,70%	79	69,91%	5
3	1	0,88%	1	0,88%	19	16,81%	19	16,81%	73	64,60%	5
4	1	0,88%	5	4,42%	9	7,96%	7	6,19%	91	80,53%	5
5	0	0,00%	0	0,00%	9	7,96%	13	11,50%	91	80,53%	5

*Nota:* 1 - Nossa empresa utiliza energia limpa no processo de produção (Solar, eólica, etc.); 2 - Nossa empresa se preocupa com o processo logístico a fim de reduzir impactos ambientais; 3 - Nossa empresa da preferência a parceiros que aderem às regras e regulamentos de proteção ambiental; 4 - Nossa empresa trabalha com design de produtos e processos que prezam pela diminuição de resíduos; 5 - Nossa empresa possui um programa de transformação ou destinação de resíduos.

*Fonte:* Dados da pesquisa

A avaliação descritiva sobre a economia circular demonstrou que 87,61% das empresas buscam reduzir o consumo de matéria-prima e energia no processo produtivo, sendo 73,45% concordam totalmente em seguir esta prática. Além disso, 76,99% das organizações se dedicam ao processo de produção enxuta, o que também propicia a redução energética. Em relação a reutilização de materiais 81,42% das indústrias buscam realizar este procedimento, sendo 73,45% delas fazerem reuso dos materiais para produzir outros produtos. Já considerando a relação inter organizacionais, apesar de 53,98% das empresas observarem que outras participam da destinação de resíduos de manufatura, houve maior frequência do não conhecimento quanto a esta destinação representada por 38,94%.

**Tabela 5**

*Estatística Descritiva das Variáveis de Economia Circular*

Assertivas	Frequência de Concordância										Moda
	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	
1	2	1,77%	0	0,00%	12	10,62%	16	14,16%	83	73,45%	5
2	3	2,65%	4	3,54%	14	12,39%	11	9,73%	81	71,68%	5
3	12	10,62%	1	0,88%	17	15,04%	17	15,04%	66	58,41%	5
4	1	0,88%	7	6,19%	44	38,94%	23	20,35%	38	33,63%	3
5	3	2,65%	2	1,77%	21	18,58%	37	32,74%	50	44,25%	5

*Nota:* 1 - Nossa empresa se dedica a processos que reduzem o consumo de matéria-prima e energia; 2 - Nossa empresa utiliza materiais que possam ser reutilizados; 3 - Nossa empresa utiliza os resíduos de materiais para fabricar outros produtos; 4 - As empresas com que nos relacionamos participam da destinação dos resíduos de manufatura; 5 - Nossa empresa se dedica a processos de produção enxuta.

*Fonte:* Dados da pesquisa

Portanto, demonstra que as organizações praticam conceitos da economia circular, que possuem o intuito de reduzir o consumo energético, eliminação do desperdício, os quais auxiliam em redução do impacto ambiental (MacArthur, 2013; Geissdoerfer, Savaget, Bocken & Hultink, 2017; Navare, Muys, Vrancken & Van Acker, 2021).

### 4.3 AVALIAÇÃO DO MODELO TEÓRICO

Nesta pesquisa o modelo teórico busca verificar a relação entre a TBR (capacidade de ABD) e o desenvolvimento sustentável (manufatura sustentável e economia circular). Com a finalidade de validar o modelo teórico apresentado, avalia-se primeiramente o modelo de mensuração e posteriormente o modelo estrutural.

#### 4.3.1 Avaliação do modelo de mensuração

O modelo de mensuração é composto por 14 assertivas, a fim de mensurar a relação entre a capacidade de ABD, manufatura sustentável e a economia circular. Sendo destas, quatro assertivas sobre a capacidade de ABD, abrangendo recursos tangíveis e habilidades humanas na rotina organizacional, cinco assertivas que tratam sobre práticas sustentáveis e outras cinco assertivas voltada para uma economia circular. Houve a verificação da normalidade multivariada dos dados, aplicando-se o teste de Henze – Zirkler, este teste demonstrou que os dados não possuem uma distribuição normal ( $HZ = 2,287$  p-valor  $<0,000$ ) (Henze & Zirkler, 1990). Dessa forma opta-se pelo MEE-PLS para realizar a avaliação do modelo teórico, devido a não normalidade dos dados e ao tamanho da amostra ser pequeno.

A avaliação do modelo de mensuração foi iniciada pela avaliação da confiabilidade do indicador, que busca verificar o quanto o constructo explica cada indicador por meio da variância. Recomenda-se que os indicadores possuam cargas acima de 0,708, o que indica que o construto explica 50% da variância do indicador. Todavia, em estudos de ciências sociais pode-se considerar cargas abaixo de 0,708 em conjunto com uma análise meticulosa dos efeitos na confiabilidade e validade (Hair *et al.*, 2021;2022). Dessa forma, é apresentado na tabela 6 as cargas dos indicadores por meio da matriz de cargas cruzadas.

**Tabela 6**

*Cargas Externas dos Indicadores*

	Capacidade de ABD	Manufatura Sustentável	Economia Circular
Q1	0,838		
Q2	0,855		
Q3	0,807		
Q4	0,710		
Q5		0,639	
Q6		0,846	
Q7		0,851	
Q8		0,842	
Q9		0,648	
Q10			0,839

Q11	0,861
Q12	0,815
Q13	0,539
Q14	0,744

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados mostram que os indicadores Q5 e Q9 do constructo da manufatura sustentável, e o indicador Q13 do constructo de economia circular possuem cargas inferiores a 0,708, deste modo, os respectivos indicadores foram retirados. Sendo que, a assertiva Q5 mensurar se “Nossa empresa utiliza energia limpa no processo de produção (Solar, eólica, etc.)”, Q9 visa analisar se “Nossa empresa possui um programa de transformação ou destinação de resíduos” e a assertiva Q13 buscar verificar se “As empresas com que nos relacionamos participam da destinação dos resíduos de manufatura”.

Após a exclusão percebe-se que alguns indicadores apresentam cargas fatoriais individuais maiores e outras menores em relação aos indicadores que compõe os constructos de origem, conforme Tabela 7.

**Tabela 7**

*Cargas Externas dos Indicadores*

	Capacidade de ABD	Manufatura Sustentável	Economia Circular
Q1	0,846		
Q2	0,858		
Q3	0,801		
Q4	0,700		
Q6		0,882	
Q7		0,900	
Q8		0,848	
Q10			0,858
Q11			0,891
Q12			0,830
Q14			0,714

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados demonstraram que um indicador ficou abaixo de 0,708 (Hair *et al.*, 2021;2022). Sendo o indicador Q4 com carga de 0,700, do constructo de capacidade de ABD, referente a assertiva “Nossos dashboards nos dão a capacidade de decompor informações para ajudar na análise de causas básicas e na melhoria contínua”. Apesar de ficar abaixo do recomendado opta-se em mantê-lo, pois não houve alteração significativa na validade de conteúdo dos constructos.

A seguir avalia-se a consistência interna do modelo de mensuração, por meio do Alfa de *Cronbach* e da confiabilidade composta, os quais buscam verificar se os indicadores que mensuram os constructos estão associados aos outros constructos que compõe o modelo teórico, seus valores variam de 0 a 1 (Hair *et al.*, 2021;2022). Sendo que para a análise da confiabilidade composta valores entre 0,60 e 0,70, em um estudo exploratório, são considerados aceitáveis, quando os valores variam entre 0,70 e 0,90 considera-se satisfatórios. Entretanto, quando o valor se mantém acima de 0,90 e principalmente acima de 0,95, admite-se a existência de redundância entre os indicadores, sendo considerado um resultado indesejado (Hair *et al.*, 2021;2022). Outro indicador de validade do instrumento de mensuração é a validade convergente (AVE – Variância Média Extraída), a qual analisa a convergência do constructo para explicar a variância dos indicadores que compõe o constructo, equivalendo à comunalidade. Considera-se aceitável valores mínimos de 0,50 para a AVE, demonstrando que o indicador explica no mínimo 50% da variância dos indicadores (Hair *et al.*, 2021; 2022). Estes índices são apresentados a seguir, na Tabela 8.

**Tabela 8**

*Índices de adequação do modelo SEM-PLS*

	Alfa de Cronbach	Confiabilidade Composta	Variância Média Extraída (AVE)
Capacidade de ABD	0,823	0,879	0,646
Manufatura Sustentável	0,850	0,909	0,769
Economia Circular	0,842	0,895	0,682

Fonte: Dados da pesquisa

Na avaliação da confiabilidade da consistência interna, o Alfa de *Cronbach* das variáveis latentes apresentaram valores acima de 0,70 considerado satisfatório para o limite inferior de aceitabilidade de acordo com Hair *et al.* (2021). Em relação a confiabilidade composta são apresentados valores entre 0,70 e 0,90 para as variáveis latentes, sendo considerado satisfatório a bom, indicando que os indicadores são válidos e não possuem problemas de redundância.

Em relação a Variância Média Extraída (AVE) dos constructos, conforme apresentado na tabela 8, todos os constructos, capacidade de ABD (0,646), manufatura sustentável (0,769) e economia circular (0,682), possuem valores considerados aceitáveis demonstrando a existência da validade convergente (Hair *et al.*, 2021; 2022).

Em seguida, verifica-se a Validade Discriminante das variáveis latentes, que demonstra a diferenciação de uma variável latente das demais no modelo estrutural (Hair *et al.*,

2021;2022). Para analisar a Validade Discriminante utilizou-se o critério de Fornell e Lacker e a relação Heterotraço-Monotraço (HTMT) de correlações. Em relação ao critério de Fornell e Lacker, o cálculo corresponde a raiz quadrada da AVE de cada constructo, os valores obtidos devem ser superiores a maior correlação quadrada em relação aos outros constructos (Hair *et al.*, 2014). O HTMT é definido por meio do valor médio das correlações médias entre os indicadores das variáveis latentes, em relação à média das correlações médias dos indicadores de uma mesma variável latente. Os valores variam entre 0 e 1, quando os valores do HTMT estão acima de 0,90 significa que existe uma semelhança conceitual alta entre as variáveis latentes. Sugere-se que os valores sejam abaixo de 0,90, preferencialmente 0,85, para um intervalo de confiança de 95%, considerando um nível de significância de 5%.

**Tabela 9**

*Relação Heterotraço- Monotraço (HTMT) e Critério de Fornell e Laker*

	Capacidade de ABD	Economia Circular	Manufatura Sustentável
Capacidade de ABD	0,803*		
Economia Circular	0,537*	0,610	0,826*
Manufatura Sustentável	0,471*	0,528	0,729*
		0,860	0,877*

\*Critério de Fornell e Lacker

Fonte: Dados da pesquisa

A análise por meio do Critério de Fornell e Lacker, demonstrou que os constructos possuem distinção entre si, os valores apresentados nos constructos são superiores aos demais, demonstrando que cada constructo mensura o que se pretende mensurar. Em relação a análise do HTMT, considerando um intervalo de confiança de 95% e assumindo um nível de significância de 5%, nota-se que a validade discriminante entre as variáveis latentes foi satisfatória segundo Hair *et al.* (2021) considerando que os valores obtidos ficaram abaixo de 0,90, demonstrando que existem diferenciação conceitual entre as variáveis latentes.

#### 4.3.2 Avaliação do modelo estrutural

Posteriormente a avaliação do modelo de mensuração, avalia-se o modelo estrutural. Para realizar a validação do modelo estrutural verifica-se a colinearidade do modelo (VIF), o poder explicativo ( $R^2$ ), o efeito, e o modelo preditivo. Dessa forma, inicia-se pelo fator de Inflação de Variância (VIF).

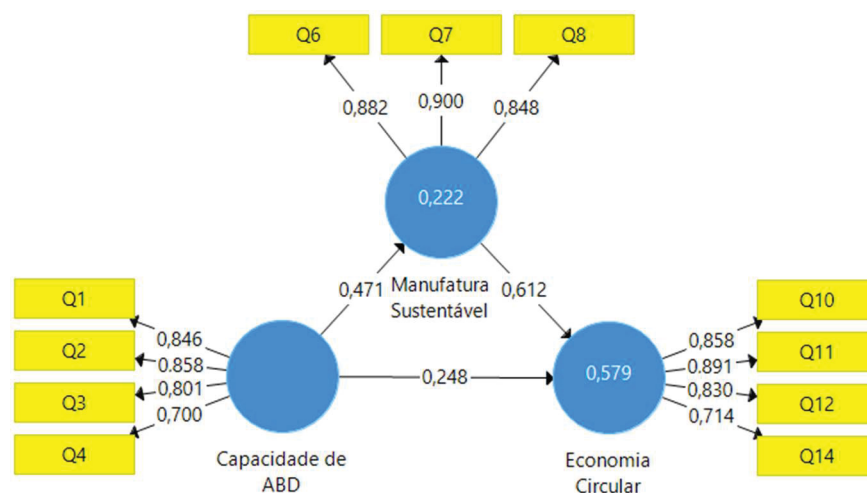
**Tabela 10***Valores do VIF Interno*

	Capacidade de ABD	Manufatura Sustentável	Economia Circular
Capacidade de ABD		1,000	1,285
Manufatura Sustentável			1,285
Economia Circular			

Fonte: Dados da pesquisa

Segundo Hair *et al.* (2021) quando os valores de VIF estão acima de 5 indicam a existência de prováveis problemas de colinearidade entre as variáveis latentes preditoras, porém a colinearidade também pode ocorrer com valores entre 3 e 5. Os valores obtidos no VIF interno demonstram que não há colinearidade entre as variáveis latentes preditoras de capacidade de ABD e manufatura sustentável, pois os valores apresentados são menores que 3, demonstrando fraca correlação entre cada conjunto de preditores (Hair *et al.*, 2021;2022).

A seguir avalia-se o poder explicativo do modelo, o qual envolve o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos constructos endógenos, que identifica o quanto uma variável latente pode explicar outras variáveis latentes do modelo. Os valores de  $R^2$  variam de 0 a 1, sendo recomendado próximo a 1, nas ciências sociais o  $R^2$  é considerado fraco, moderado e forte para os respectivos valores 0,25, 0,50 e 0,75 (Hair *et al.*,2014; 2021). Neste estudo avalia-se o poder explicativo da variável capacidade de ABD na manufatura sustentável, bem como da capacidade de ABD e manufatura sustentável na economia circular, conforme exposto na figura 10.

**Figura 10***Modelo proposto com valores de  $R^2$* 

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme apresentado na Figura 10, o valor do  $R^2$  para a manufatura sustentável é de 0,222, indicando que a capacidade de ABD possui o poder de explicação de 22,2%. Portanto, pode-se verificar a existência de um poder de explicação fraco nesta interação, segundo Hair *et al.* (2014). Em relação a variável economia circular nota-se um poder de explicação forte, com o valor do coeficiente de determinação de 0,579, mostrando que esta variável é explicada pela capacidade de ABD e manufatura sustentável em 57,9%.

Em seguida, verifica-se a significância e o efeito apresentado no modelo estrutural. A avaliação da significância ocorre por meio dos valores t do coeficiente de caminho, ou intervalos de confiança, sendo calculados com base na amostra de *bootstrapping* (Hair *et al.*, 2021;2022). Segundo Hair *et al.* (2022) as amostras do *bootstrapping* estimam o modelo de caminho PLS, determinando o desvio padrão e o erro padrão dos coeficientes estimados por meio da distribuição de amostragem. Foram considerados valores superiores a 1,96 para os t-values e  $p < 0,05$  para o caminho estrutural do diagrama dos caminhos (*path diagram*) (Hair *et al.*, 2005).

Em relação ao efeito verifica-se por meio do coeficiente de caminho, o qual varia entre -1 e +1, sendo os valores próximo a +1 uma relação forte positivamente e vice-versa, e quanto mais próximo de zero menor a relação (Hair *et al.*, 2021;2022). Assim, demonstra-se na Tabela 11 a significância e relevância do modelo teórico.

**Tabela 11**

*Significância e Relevância do Modelo Estrutural*

Relação	Hipóteses	Efeito totais	Desvio Padrão	Estatística T	Valores de p
Direta	H1 Capacidade de ABD > Manufatura Sustentável	0,471	0,086	5,506	0,000
Direta e Indireta	H2 e H4 Capacidade de ABD > Economia Circular	0,536	0,059	9,032	0,000
Direta	H3 Manufatura Sustentável > Economia Circular	0,612	0,074	8,322	0,000
Indireta	H4 Capacidade de ABD > Economia Circular	0,288	0,064	4,522	0,000

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados evidenciaram que o teste de hipóteses para cada caminho no modelo estrutural apresentados pela relação entre capacidade de ABD e manufatura sustentável, capacidade de ABD e economia circular, manufatura sustentável e economia circular possuem uma relação significativa, para p-valores < 0,000 e t-valores superiores a 1,96, nível de significância de 5%. Em relação a relevância notou-se que os coeficientes de caminho

apresentaram valores positivos, demonstrando relação positiva entre os constructos exógeno e endógenos.

Primeiramente avalia-se a relação entre capacidade de ABD e manufatura sustentável, com o intuito de verificar se a capacidade de ABD possui relação com o desenvolvimento da manufatura sustentável, representada pela hipótese H<sub>1</sub>. Nota-se significância nesta relação, a qual possui p-valor < 0,000, e t-valor de 5,506, com nível de significância de 1%. Quanto ao coeficiente de caminho observa-se um efeito total positivo com o valor de 0,471, ou seja, caso o constructo de capacidade de ABD aumente em uma unidade de desvio padrão, a variável manufatura sustentável aumentará em 0,471 unidades de desvio padrão.

Posteriormente analisa-se a relação entre capacidade de ABD e economia circular, com a finalidade de verificar se a capacidade de ABD possui relação com o desenvolvimento da economia circular, evidenciado na H<sub>2</sub>. Os valores apresentados a seguir englobam as relações direta e indireta, representando as hipóteses H<sub>2</sub> e H<sub>4</sub>. O efeito total destas relações possuem significância para p-valor < 0,000 e t-valor de 9,032, e um nível de significância de 1%, com o efeito total positivo de 0,536. O efeito apresentado na relação direta entre capacidade de ABD e economia circular (H<sub>2</sub>) apresenta o valor de 0,248, o que representa um aumento de 0,248 na variável economia circular, caso haja um aumento de uma unidade de desvio padrão na capacidade de ABD. A diferença entre os valores apresentados refere-se ao efeito indireto da capacidade de ABD e economia circular, o qual será discutido na H<sub>4</sub>.

A hipótese H<sub>3</sub> busca avaliar a relação entre a manufatura sustentável e economia circular, com a intenção de analisar se o desenvolvimento da manufatura sustentável está relacionado à economia circular. A relação possui um p-valor < 0,000, apresentando uma relação significativa, com t-valor de 8,322, com nível de significância de 1%. Este coeficiente de caminho possui relação proporcional com efeito total de 0,612. Isto demonstra que a cada aumento em uma unidade de desvio padrão do constructo manufatura sustentável, resulta em um aumento de 0,612 do constructo economia circular.

Na hipótese H<sub>4</sub> propõe-se verificar a relação indireta entre capacidade de ABD e economia circular, a fim de averiguar se a capacidade de ABD e o desenvolvimento da economia circular são mediados pela manufatura sustentável. Segundo MacKinnon, Fairchild e Fritz (2007), a mediação é uma maneira de explicar o mecanismo pelo qual uma variável é afetada por outra. Pode-se classificar a mediação em três tipos: a) mediação complementar: os efeitos indireto e direto possuem significância e mesma direção; b) mediação competitiva: os efeitos direto e indireto são significativos, entretanto possuem direções opostas; c) mediação

apenas indireta: efeito indireto possui significância, enquanto efeito direto não (Hair *et al.*, 2021).

Dessa forma, analisando a hipótese H<sub>4</sub> nota-se que a existência de mediação, a qual possui significância para p-valor < 0,000, e t-valor de 4,522, sendo o nível de significância de 1%, com coeficiente de caminho de 0,288. Ou seja, na relação indireta entre capacidade de ABD e economia circular, haverá um efeito de 0,288 sobre a economia circular, caso ocorra um aumento de uma unidade de desvio padrão da capacidade de ABD. Desta forma nota-se a presença de uma mediação complementar, por apresentar significância no efeito direto, discutido na hipótese H<sub>2</sub>, bem como no efeito indireto, ambas apresentando a mesma direção. O efeito da mediação é maior do que a relação direta entre capacidade de ABD e economia circular, a mediação apresentou o valor de 0,288, enquanto a relação direta evidenciou o valor de 0,248, totalizando o efeito de 0,536.

Por último avalia-se o poder preditivo do modelo, por meio do PLS *predict*. Para avaliar o modelo utiliza-se valores do *Root-Mean-Square Error* (RMSE) – Raiz Quadrada do Erro Médio (RQEM), comparando-se os valores dos indicadores da análise PLS e do Modelo de Regressão Linear (LM). Quando todos os indicadores de REQM (RMSE) do PLS são menores do que os valores REQM (RMSE) de LM, o modelo possui um alto poder preditivo, caso a maioria dos indicadores, ou o mesmo número são apresentados com menor valor no PLS em comparação ao LM, indica um poder preditivo médio. Se a minoria dos indicadores do PLS possui menor número em relação ao LM há um baixo poder preditivo, e caso nenhum dos indicadores sejam menores não há poder preditivo. Assim, na Tabela 12 apresenta os indicadores e os valores de REQM (RMSE).

**Tabela 12**

*Poder preditivo do modelo*

Indicadores	REQM (RMSE)		Menor indicador entre modelos
	PLS	LM	
Q6	0,745	0,773	PLS
Q7	0,790	0,800	PLS
Q8	0,833	0,862	PLS
Q10	0,777	0,801	PLS
Q11	0,864	0,851	LM
Q12	1,233	1,183	LM
Q14	0,892	0,927	PLS

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme mostrado na Tabela 12, nota-se que os indicadores que compõe o constructo manufatura sustentável (Q6, Q7, Q8) possuem os valores RQEM do PLS inferiores ao apresentado no modelo LM. Todavia, esta mesma percepção não foi observada para os indicadores que fazem parte do constructo economia circular (Q10, Q11, Q12, Q14), mostrando que dois indicadores (Q11 e Q12) possuem o RQEM menor no modelo LM quando comparado o modelo PLS. Dessa forma, o modelo possui um poder preditivo médio, devido a maioria dos indicadores apresentarem valores de PLS maiores em relação ao LM.

### 4.3.3 Discussão das hipóteses

O objetivo geral desta dissertação foi avaliar se a capacidade de ABD está relacionada ao desenvolvimento da manufatura sustentável e economia circular. Considerando que as tecnologias podem auxiliar no desenvolvimento da sustentabilidade no processo industrial, dessa forma, quatro hipóteses foram enunciadas, sendo verificados os efeitos diretos e indireto das relações.

A primeira hipótese (H<sub>1</sub>) busca analisar se a capacidade de ABD possui relação com o desenvolvimento da manufatura sustentável, verifica-se a partir da relação entre a capacidade de ABD e manufatura sustentável, esta relação apresentou significância. Indicando que o constructo capacidade de ABD possui relevância na explicação do constructo manufatura sustentável, o que pode refletir no desenvolvimento de práticas sustentáveis nas indústrias com auxílio da ABD (Raut *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019). Isto ocorre devido ao *big data* possibilitar o fornecimento de informações úteis que beneficiam a tomada de decisão no ciclo de vida e em ambientes complexos de negócios (Ren *et al.*, 2019). Contribuindo para uma fabricação com menor consumo de recursos e maior precisão do desempenho ambiental e social, por meio da capacidade de ABD que dá suporte de decisões, *feedback* e predição (Nagorny, Lima-Monteiro, Barata & Colombo, 2017). A ABD tem transformado o setor manufatureiro, tornando os processos nas empresas manufatureiras mais flexíveis a novas mudanças, permitindo a exploração para o aperfeiçoamento (Azeem *et al.*, 2022). Fornecendo soluções baseada em dados, analisando o fim de vida útil do produto, tomada de decisão em relação a produção, consumo de energia e poluentes (Cui, Kara & Chan, 2020).

Na segunda hipótese (H<sub>2</sub>) procura-se verificar se a capacidade de ABD possui relação como desenvolvimento da economia circular, por meio da relação direta entre os constructos capacidade de ABD e economia circular. Houve significância nesta relação, demonstrando que a capacidade de ABD pode contribuir para o desenvolvimento da EC, corroborando a ideia de

Jabbour *et al.* (2019) sobre a integração da tecnologia *big data* e economia circular, pois a capacidade de ABD pode auxiliar no planejamento estratégico de conceitos de economia circular, como eficácia no gerenciamento do fluxo de materiais, minimização de consumo de energia e emissões de gases poluentes, bem como nas projeções de *design* inteligente, que auxiliam na implementação de negócios circulares sociedade (Nobre & Tavares, 2017; Geissdoerfer, Savaget, Bocken & Hultink, 2017; Jabbour *et al.*, 2019; de Sousa Jabbour *et al.*, 2019; Desing *et al.*, 2020).

Segundo Kristoffersen, Blomsma, Mikalef e Li (2020) a ABD é considerada uma facilitadora fundamental para EC, porém existe poucas orientações quanto ao potencial das estratégias circulares. Apesar disto os dados podem proporcionar padrões auxiliando na redução de incertezas, complexidades operacionais e a resistência a adoção do paradigma EC (Gupta *et al.*, 2019). Além disso, Hapuwatte & Jawahir (2019) apontam que o desenvolvimento do *design* do produto pode ser auxiliado por modelos preditivos, os quais podem ser desenvolvidos em conjunto dos processos de otimização, incluindo dados de sustentabilidade. Oportunizando condições de fabricação para do produto de com desempenho favorável e sustentável. O *big data* auxilia também na previsão, segundo Cui, Kara e Chan (2020) a previsão pode auxiliar as fábricas realizem prevenções, pois a partir da ABD pode-se prever comportamentos de diversos sistemas de produção com precisão.

Na terceira hipótese (H<sub>3</sub>) averigua-se se o desenvolvimento da manufatura sustentável está relacionado à EC, esta verificação ocorre por meio da relação entre manufatura sustentável e economia circular, a qual mostra-se significativa. Demonstrando grande relevância na explicação da economia circular, corroborando os estudos de Reslan *et al.* (2022) que apontam que o modelo de negócio sustentáveis como a manufatura sustentável que está integrada na perspectiva holística da EC. A manufatura sustentável faz parte do nível micro da EC, por meio do desenvolvimento de produtos com *design* circular, ou seja, produtos produzidos de modo a maximizar seu tempo de vida útil (Alaerts *et al.*, 2019). Além disso, quando as empresas manufatureiras se unem formando redes possibilita o gerenciamento do fluxo dos produtos, contribuindo para EC por meio da cooperação (Navare, *et al.*, 2021; Acerbi *et al.*, 2021).

Na última hipótese (H<sub>4</sub>) analisa-se se a capacidade de ABD e o desenvolvimento da economia circular são mediadas pela manufatura sustentável, esta análise é observada a partir da relação indireta entre capacidade de ABD e EC, verifica-se significância nesta relação. Demonstrando que a manufatura sustentável medeia a relação entre capacidade de ABD e EC, ou seja, a manufatura sustentável contribui para a EC. Sendo explicado por meio da literatura que traz que o micro nível da EC possui foco na organização de modo individual, neste caso a

manufatura sustentável a qual possui a capacidade de ABD que pode auxiliar no desenvolvimento da EC, pois se esquadra em um dos níveis que compõe a EC (Rajput & Singh, 2019; Enyoghase & Badurdeen, 2021).

Essa mediação pode ser notada quando os gestores de indústrias manufatureiras utilizam os dados para desenvolver estratégias que possibilitam a transformação da produção linear em um sistema circular, sendo a capacidade de ABD fundamental para tomada de decisão de modo eficiente nos processos de recuperação de material e reutilização dos produtos (Awan *et al.*, 2021). No estudo os autores apontaram a relevância da capacidade de ABD para melhorar o desempenho da EC em empresas manufatureiras tchecas, sendo notado que o desempenho da EC era influenciado pela ABD, resultando no aumento de *insights* orientados por dados e tomada de decisão com melhor qualidade. Sendo um achado útil, pois o surgimento de novas formas de modelos de negócios digitais e economia digital tem elevado fortemente a demanda de tomada de decisão com base em dados nos processos estratégicos (Awan *et al.*, 2021).

Ademais, a ABD possibilita o desenvolvimento da EC por meio de novos modelos de negócios, como a manufaturas aditivas, as quais realizam sua produção por meio da impressão 3D, resultando na otimização dos recursos, bem como manufatura redistributiva, a qual descentraliza a produção e possibilita a produção personalizada (Moreno *et al.*, 2017; Abd Aziz, *et al.*, 2021). Dessa forma, nota-se que a capacidade de ABD possui uma relação significativa e relevante no desenvolvimento da manufatura sustentável e da economia circular. Tendo a EC um poder de explicação alto em sua relação com a manufatura sustentável, devido ao conceito de EC englobar diversos níveis, sendo um deles o nível micro, cujos integrantes são as organizações (Alaerts *et al.*, 2019; Rajput & Singh, 2019; Enyoghase & Badurdeen, 2021).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste último capítulo, apresentam-se as considerações finais, implicações teóricas do estudo, bem como as limitações e recomendações de pesquisas futuras.

### 5.1 CONCLUSÕES DA PESQUISA

À medida que a sociedade avançou com a capacidade de produção de bens, sucedeu o aumento de pressões sociais para conter os impactos ambientais no processo de produção, o que fez com que regulamentações sociais e ambientais se fizessem presentes nas empresas manufatureiras (Reslan *et al.*, 2022). Devido a crescente preocupação com a escassez de recursos naturais e impactos negativos que as atividades econômicas têm resultado no meio ambiente, busca-se meios para que reduzir estes impactos (Gupta *et al.*, 2019). A tecnologia 4.0 tem desempenhado um papel fundamental na redução destes impactos, tendo o destaque a ABD (Jabbour *et al.*, 2019; Jabbour *et al.*, 2020b).

Dessa forma, considerando questões de econômicas, ambientais e sociais temas abordados globalmente, e os benefícios proporcionados pela ABD no desenvolvimento sustentável nas empresas manufatureiras. O estudo teve como objetivo verificar se a capacidade de ABD está relacionada ao desenvolvimento da manufatura sustentável e economia circular nas indústrias brasileiras. Nota-se que a existência dessa relação, pois a capacidade de ABD tem fornecido informações que contribuem para adoção de práticas sustentáveis nas empresas manufatureiras, auxiliando na eficiência energética, gestão de resíduos, maior controle produtivo, proporcionando melhor capacidade produtiva, qualidade do produto e otimização de recursos e processos (Carvalho, Carvalho & Carvalho, 2020; Azeem *et al.*, 2021). Além disso, os dados têm contribuído no aspecto social, fornecendo informações sobre os parâmetros dos funcionários, tornando possível a melhoria nas condições de trabalho a partir dessas informações e concomitantemente aumentando a eficiência produtiva (Papetti *et al.*, 2018).

A perspectiva voltada para organização trata-se de um nível micro da economia circular, a qual é conceito amplo que visa a eliminação de resíduos, de forma a desenvolver um sistema regenerativo (Geissdoerfer *et al.*, 2017; Navare *et al.*, 2021). Assim, observa-se que a capacidade de ABD tem beneficiado o desenvolvimento da EC, os benefícios também são notados no mesonível, ou seja, nas interações entre as organizações. Isto pode ser verificado por meio da melhoria no gerenciamento e desempenho nas cadeias de suprimentos, como também em simbioses industriais, que tem viabilizado a ampliação de práticas sustentáveis

(Nobre & Tavares, 2017; Jabbour *et al.*, 2020). Reduzindo a assimetria informacional, melhorando a coordenação entre os parceiros, alavancando o paradigma da EC (Nobre e Tavares, 2017; Dubey *et al.*, 2019a).

Além disso, a capacidade de ABD tem oportunizado a criação de novos modelos de negócios, como servitização que tem visa o fornecimento de serviços ao invés de produtos, manufaturas aditivas, as quais utilizam impressão 3D, manufaturas redistributivas, as quais possuem um conceito de descentralização. Estes modelos de negócios possibilitam a otimização dos produtos, *design* regenerativo e redução do consumo de recursos, isto é possível devido a informações obtidas a partir dos dados, que geram novas perspectivas e possibilidades (Moreno *et al.*, 2017; Colorado, Velásquez & Monteiro, 2020; Kamal, *et al.*, 2020; Gupta, Kumar, & Wasan, 2021).

Portanto, a capacidade de ABD está relacionada ao desenvolvimento da manufatura sustentável e da economia circular, sendo uma ideia apoiada por Jabbour *et al.* (2019), e que resulta na colaboração para atingir os ODS (Zhang, Pan, Yu e Liu, 2019). Entretanto é necessário lembrar que a EC é um conceito abrangente, que engloba vários níveis, e para que ocorra em um macro nível as análises decorrem em nível de sociedade, o que levará certo tempo, devido a necessidade de políticas que incentivem a EC (Alaerts *et al.*, 2019).

## 5.2 IMPLICAÇÕES DO ESTUDO

O estudo implica na literatura de forma a demonstrar que a capacidade de ABD está relacionada ao desenvolvimento da manufatura sustentável e EC, a partir da relação entre as variáveis da perspectiva da TBR e do desenvolvimento sustentável. Na relação entre capacidade de ABD e EC nota-se a presença da variável mediadora manufatura sustentável, contribuindo para melhor entendimento deste efeito na relação. O estudo concentra-se em indústrias brasileiras que utilizam a tecnologia *big data*, fornecendo maior conhecimento da interação entre esta tecnologia e o desenvolvimento de práticas sustentáveis e circulares nas indústrias, possibilitando incentivos para mudanças nas empresas manufatureiras, que podem suceder na redução das pressões sociais, apontada por Reslan *et al.* (2022).

Além de fornecer *insights* para uma futura consolidação do paradigma da economia circular, proporcionando informações que podem ser utilizadas para elaborar soluções que reduzem incertezas apresentadas nas complexidades operacionais, as quais tem causado resistência para as práticas de EC (Gupta *et al.*, 2019), como também desenvolver meios para superar os desafios da assimetria informacional, que tem dificultado a integração da cadeia de

suprimentos, contribuindo para reduzir a literatura fragmentada existente entre capacidade de ABD e sustentabilidade (Dubey *et al.*, 2019a).

### 5.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

O estudo possui algumas limitações, o que proporciona caminhos para futuras pesquisas. Primeiramente, o modelo proposto possui uma amostra com diversos tipos de indústrias brasileiras, dessa forma, recomenda-se um estudo podendo focar em indústrias específicas, bem como definir suas localidades. Além disso, o modelo possui uma metodologia quantitativa com o intuito de analisar as relações propostas, assim, recomenda-se análises qualitativas com o intuito de verificar de forma mais aprofundada o desenvolvimento da capacidade de ABD, bem como, a forma que capacidade é adotada para a implementação da perspectiva de sustentabilidade e da economia circular.

Ademais, ao longo do desenvolvimento deste estudo, nota-se que a economia circular possui uma visão ampla, para que ocorra o desenvolvimento desta economia é necessário um trabalho em conjunto, o que torna interessante a Teoria da Cooperação fundamental para a implementação da econômica no mesonível, bem como no macro nível. E por fim, recomenda-se a Teoria Institucional, pois a partir dela será possível compreender a implementação da economia circular.

## REFERÊNCIAS

- Abd Aziz, N., Adnan, N. A. A., Abd Wahab, D., & Azman, A. H. (2021). Component design optimisation based on artificial intelligence in support of additive manufacturing repair and restoration: Current status and future outlook for remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 126401.
- Acerbi, F., Forterre, D. A., & Taisch, M. (2021). Role of Artificial Intelligence in Circular Manufacturing: A Systematic Literature Review. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 367-372.
- Adjei, J. K., Adams, S., & Mamattah, L. (2021). Cloud computing adoption in Ghana; accounting for institutional factors. *Technology in Society*, 65, 101583.
- Agarwal, R., & Dhar, V. (2014). Big data, data science, and analytics: The opportunity and challenge for IS research. *Information systems research*, 25(3), 443-448.
- Ahmadi-Gh, Z., & Bello-Pintado, A. (2022). Why is manufacturing not more sustainable? The effects of different sustainability practices on sustainability outcomes and competitive advantage. *Journal of Cleaner Production*, 130392.
- Akter, S., Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Dubey, R., & Childe, S. J. (2016). How to improve firm performance using big data analytics capability and business strategy alignment?. *International Journal of Production Economics*, 182, 113-131.
- Alaerts, L., Van Acker, K., Rousseau, S., De Jaeger, S., Moraga, G., Dewulf, J., ... & Eyckmans, J. (2019). Towards a more direct policy feedback in circular economy monitoring via a societal needs perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 363-371.
- Almeida, F., & Pessali, H. (2017). Revisiting the evolutionism of Edith Penrose's the theory of the growth of the firm: Penrose's entrepreneur meets Veblenian institutions. *Economía*, 18(3), 298-309.
- Amit, R., & Schoemaker, P. J. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic management journal*, 14(1), 33-46.
- Ang, K. L., Saw, E. T., He, W., Dong, X., & Ramakrishna, S. (2021). Sustainability framework for pharmaceutical manufacturing (PM): A review of research landscape and implementation barriers for circular economy transition. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124264.
- Arunachalam, D., Kumar, N., & Kawalek, J. P. (2018). Understanding big data analytics capabilities in supply chain management: Unravelling the issues, challenges and implications for practice. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 114, 416-436.
- Awan, U., Shamim, S., Khan, Z., Zia, N. U., Shariq, S. M., & Khan, M. N. (2021). Big data analytics capability and decision-making: The role of data-driven insight on circular economy performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 120766.

- Aydiner, A. S., Tatoglu, E., Bayraktar, E., Zaim, S., & Delen, D. (2019). Business analytics and firm performance: The mediating role of business process performance. *Journal of business research*, 96, 228-237.
- Azeem, M., Haleem, A., Bahl, S., Javaid, M., Suman, R., & Nandan, D. (2021). Big data applications to take up major challenges across manufacturing industries: A brief review. *Materials Today: Proceedings*.
- Bag, S., Pretorius, J. H. C., Gupta, S., & Dwivedi, Y. K. (2021). Role of institutional pressures and resources in the adoption of big data analytics powered artificial intelligence, sustainable manufacturing practices and circular economy capabilities. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120420.
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International journal of production economics*, 229, 107776.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management*, 17(1), 99-120.
- Barney, J. B. (1986a). Strategic factor markets: Expectations, luck, and business strategy. *Management science*, 32(10), 1231-1241.
- Barney, J. B. (1986b). Organizational culture: can it be a source of sustained competitive advantage?. *Academy of management review*, 11(3), 656-665.
- Barney, J. B. (1995). Looking inside for competitive advantage. *Academy of Management Perspectives*, 9(4), 49-61.
- Barney, J. B. (2001). Is the resource-based “view” a useful perspective for strategic management research? Yes. *Academy of management review*, 26(1), 41-56.
- Barney, J. B., Ketchen Jr, D. J., & Wright, M. (2011). The future of resource-based theory: revitalization or decline?. *Journal of management*, 37(5), 1299-1315.
- Barney, J. B., McWilliams, A., & Turk, T. (1989b). On the relevance of the concept of entry barriers in the theory of competitive strategy. In *Annual meeting of the strategic management society, San Francisco*.
- Belhadi, A., Kamble, S. S., Zkik, K., Cherrafi, A., & Touriki, F. E. (2020). The integrated effect of Big Data Analytics, Lean Six Sigma and Green Manufacturing on the environmental performance of manufacturing companies: The case of North Africa. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119903.
- BRASIL. Lei nº 12.305. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. Recuperado em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 15 de maio de 2021.
- Brei, V. A., & Liberali Neto, G. (2006). O uso da técnica de modelagem em equações estruturais na área de marketing: um estudo comparativo entre publicações no Brasil e no exterior. *Revista de Administração Contemporânea*, 10(4), 131-151.

- Brinch, M., Stentoft, J., Jensen, J. K., & Rajkumar, C. (2018). Practitioners understanding of big data and its applications in supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*.
- Cabrera-Sánchez, J. P., & Villarejo-Ramos, Á. F. (2019). Fatores que afetam a adoção de análises de Big Data em empresas. *Revista de Administração de Empresas*, 59(6), 415-429.
- Carvalho, A. C. P., Carvalho, A. P. P., & Carvalho, N. G. P. (2020). Industry 4.0 Technologies: What Is Your Potential for Environmental Management?. In *Industry 4.0-Current Status and Future Trends*. IntechOpen.
- Caves, R. E. (1980). Industrial organization, corporate strategy and structure. In *Readings in accounting for management control* (pp. 335-370). Springer, Boston, MA.
- Chahal, H., Gupta, M., Bhan, N., & Cheng, T. C. E. (2020). Operations management research grounded in the resource-based view: A meta-analysis. *International Journal of Production Economics*, 107805.
- Chan, F. T., Li, N., Chung, S. H., & Saadat, M. (2017). Management of sustainable manufacturing systems-a review on mathematical problems. *International Journal of Production Research*, 55(4), 1210-1225.
- Chandler, A. D. (1962). Strategy and structure: Chapters in the history of the industrial empire.
- CNI (2021a) Revista da Confederação Nacional da Indústria Ano 6 nº 57
- CNI (2021b) Revista da Confederação Nacional da Indústria Ano 6 nº 61
- CNI (2021c) Revista da Confederação Nacional da Indústria Ano 6 nº 59
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences [Internet]. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 567.
- Colorado, H. A., Velásquez, E. I. G., & Monteiro, S. N. (2020). Sustainability of additive manufacturing: the circular economy of materials and environmental perspectives. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(4), 8221-8234.
- Cruz, A. M., & Haugan, G. L. (2019). Determinants of maintenance performance: A resource-based view and agency theory approach. *Journal of Engineering and Technology Management*, 51, 33-47.
- Cui, Y., Kara, S., & Chan, K. C. (2020). Manufacturing big data ecosystem: A systematic literature review. *Robotics and computer-integrated Manufacturing*, 62, 101861.
- Dantas, T. E. T., de-Souza, E. D., Destro, I. R., Hammes, G., Rodriguez, C. M. T., & Soares, S. R. (2020). How the combination of Circular Economy and Industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals. *Sustainable Production and Consumption*.

- de Sousa Jabbour, A. B. L., Luiz, J. V. R., Luiz, O. R., Jabbour, C. J. C., Ndubisi, N. O., de Oliveira, J. H. C., & Junior, F. H. (2019). Circular economy business models and operations management. *Journal of cleaner production*, 235, 1525-1539.
- Desa, U. N. (2016). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development.
- Desing, H., Brunner, D., Takacs, F., Nahrath, S., Frankenberger, K., & Hirschier, R. (2020). A circular economy within the planetary boundaries: towards a resource-based, systemic approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104673.
- Dierickx, I., & Cool, K. (1989). Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Management science*, 35(12), 1504-1511.
- do Nascimento, J. C. H. B., & da Silva Macedo, M. A. (2016). Modelagem de equações estruturais com mínimos quadrados parciais: um exemplo da aplicação do SmartPLS® em pesquisas em contabilidade. *Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade*, 10(3), 289-313.
- Drake, D. F., & Spinler, S. (2013). OM forum—Sustainable operations management: An enduring stream or a passing fancy?. *Manufacturing & Service Operations Management*, 15(4), 689-700.
- Duan, Y., Cao, G., & Edwards, J. S. (2020). Understanding the impact of business analytics on innovation. *European Journal of Operational Research*, 281(3), 673-686.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., & Ali, S. S. (2015). Exploring the relationship between leadership, operational practices, institutional pressures and environmental performance: A framework for green supply chain. *International Journal of Production Economics*, 160, 120-132.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Blome, C., & Papadopoulos, T. (2019b). Big data and predictive analytics and manufacturing performance: integrating institutional theory, resource-based view and big data culture. *British Journal of Management*, 30(2), 341-361.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Bryde, D. J., Giannakis, M., Foropon, C., ... & Hazen, B. T. (2020). Big data analytics and artificial intelligence pathway to operational performance under the effects of entrepreneurial orientation and environmental dynamism: A study of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics*, 226, 107599.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Papadopoulos, T., Luo, Z., Wamba, S. F., & Roubaud, D. (2019a). Can big data and predictive analytics improve social and environmental sustainability?. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 534-545.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Wamba, S. F., & Papadopoulos, T. (2016). The impact of big data on world-class sustainable manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(1-4), 631-645.
- Elkington, J. (2012). *Sustentabilidade: canibais com garfo e faca*. M. Books.

- Elkington, J. (2019). *Green swans: the coming boom in regenerative capitalism*. Greenleaf Book Group.
- Ellen MacArthur, F. (EMF), (2021). Universal circular economy policy goals. Recuperado em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/universal-circular-economy-policy-goals-enabling-the-transition-to-scale>
- Enyoghasi, C., & Badurdeen, F. (2021). Industry 4.0 for sustainable manufacturing: Opportunities at the product, process, and system levels. *Resources, conservation and recycling*, 166, 105362.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G\* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research methods*, 41(4), 1149-1160.
- Fávero, L. P., & Belfiore, P. (2017). Análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata.
- Félix, B. M., Tavares, E., & Cavalcante, N. W. F. (2018). Critical success factors for Big Data adoption in the virtual retail: Magazine Luiza case study. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 20(1), 112-126.
- Ferneda, R. (2018). Adoção de tecnologias da indústria 4.0 por firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul.
- Fonseca, V. D. (2003). A abordagem institucional nos estudos organizacionais: bases conceituais e desenvolvimentos contemporâneos. *Organizações, instituições e poder no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 47-66.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics.
- Garnter, 2021. Information Technology Gartner Glossary. Retirado de: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data>.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy—A new sustainability paradigm?. *Journal of cleaner production*, 143, 757-768.
- Govindan, K., Cheng, T. E., Mishra, N., & Shukla, N. (2018). Big data analytics and application for logistics and supply chain management.
- Grant, R. M. (1991). The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. *California management review*, 33(3), 114-135.
- Grant, R. M. (1996). Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration. *Organization science*, 7(4), 375-387.
- Grant, R. M. (2016). *Contemporary strategy analysis: Text and cases edition*. John Wiley & Sons.

- Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Dubey, R., Wamba, S. F., Childe, S. J., Hazen, B., & Akter, S. (2017). Big data and predictive analytics for supply chain and organizational performance. *Journal of Business Research*, 70, 308-317.
- Günther, W. A., Mehrizi, M. H. R., Huysman, M., & Feldberg, F. (2017). Debating big data: A literature review on realizing value from big data. *The Journal of Strategic Information Systems*, 26(3), 191-209.
- Gupta, H., Kumar, A., & Wasan, P. (2021). Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126253.
- Gupta, M., & George, J. F. (2016). Toward the development of a big data analytics capability. *Information & Management*, 53(8), 1049-1064.
- Gupta, S., Chen, H., Hazen, B. T., Kaur, S., & Gonzalez, E. D. S. (2019). Circular economy and big data analytics: A stakeholder perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 466-474.
- Gupta, S., Justy, T., Kamboj, S., Kumar, A., & Kristoffersen, E. (2021). Big data and firm marketing performance: Findings from knowledge-based view. *Technological Forecasting and Social Change*, 171, 120986.
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R: A Workbook.
- Hair Jr, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & Kuppelwieser, V. G. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European business review*.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. B., & Black, R. (2005). WC Análise multivariada de dados. *Tradução de AS Sant'anna e A. Cloves Neto*, 5.
- Hair, J. F., Hult, T., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). Thousand Oaks: Sage.
- Hapuwatte, B. M., & Jawahir, I. S. (2019). A total life cycle approach for developing predictive design methodologies to optimize product performance. *Procedia Manufacturing*, 33, 11-18.
- Hart, S. L. (1995). A natural-resource-based view of the firm. *Academy of management review*, 20(4), 986-1014.
- Hassani, H., Beneki, C., Silva, E. S., Vandeput, N., & Madsen, D. Ø. (2021). The science of statistics versus data science: What is the future?. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121111.
- Helfat, C. E., & Peteraf, M. A. (2003). The dynamic resource-based view: Capability lifecycles. *Strategic management journal*, 24(10), 997-1010.

- Henze, N., & Zirkler, B. (1990). A class of invariant consistent tests for multivariate normality. *Communications in statistics-Theory and Methods*, 19(10), 3595-3617.
- Husgafvel, R., Linkosalmi, L., Hughes, M., Kanerva, J., & Dahl, O. (2018). Forest sector circular economy development in Finland: A regional study on sustainability driven competitive advantage and an assessment of the potential for cascading recovered solid wood. *Journal of cleaner production*, 181, 483-497.
- Ibarra, D., Ganzarain, J., & Igartua, J. I. (2018). Business model innovation through Industry 4.0: A review. *Procedia Manufacturing*, 22, 4-10.
- ISO/ TC – 323 Economia Circular (2018). Recuperado em: [ISO - ISO/TC 323 - Circular economy](#). Acesso em 15 de maio de 2021.
- Jabbour, C. J. C., de Sousa Jabbour, A. B. L., Sarkis, J., & Godinho Filho, M. (2019). Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: an integrative framework and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 546-552.
- Jabbour, C. J. C., Fiorini, P. D. C., Ndubisi, N. O., Queiroz, M. M., & Piato, É. L. (2020). Digitally-enabled sustainable supply chains in the 21st century: A review and a research agenda. *Science of The Total Environment*, 725, 138177.
- Jabbour, C. J. C., Fiorini, P. D. C., Wong, C. W., Jugend, D., Jabbour, A. B. L. D. S., Seles, B. M. R. P., ... & da Silva, H. M. R. (2020b). First-mover firms in the transition towards the sharing economy in metallic natural resource-intensive industries: Implications for the circular economy and emerging industry 4.0 technologies. *Resources policy*, 66, 101596.
- Jabbour, C. J. C., Seuring, S., de Sousa Jabbour, A. B. L., Jugend, D., Fiorini, P. D. C., Latan, H., & Izeppi, W. C. (2020c). Stakeholders, innovative business models for the circular economy and sustainable performance of firms in an emerging economy facing institutional voids. *Journal of environmental management*, 264, 110416.
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Rab, S. (2021). Role of Additive Manufacturing applications towards environmental sustainability. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*.
- Jha, A. K., Agi, M. A., & Ngai, E. W. (2020). A note on big data analytics capability development in supply chain. *Decision Support Systems*, 138, 113382.
- Jia, F., Yin, S., Chen, L., & Chen, X. (2020). The circular economy in the textile and apparel industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120728.
- Jin, X., Wah, B. W., Cheng, X., & Wang, Y. (2015). Significance and challenges of big data research. *Big Data Research*, 2(2), 59-64.
- Kamal, M. M., Sivarajah, U., Bigdeli, A. Z., Missi, F., & Koliouisis, Y. (2020). Servitization implementation in the manufacturing organisations: Classification of strategies, definitions, benefits and challenges. *International journal of information management*, 55, 102206.

- Kanter, R. M. (1972). Commitment and the internal organization of Millennial Movements. *American Behavioral Scientist*, 16(2), 219-243.
- Katiyar, R., Meena, P. L., Barua, M. K., Tibrewala, R., & Kumar, G. (2018). Impact of sustainability and manufacturing practices on supply chain performance: Findings from an emerging economy. *International Journal of Production Economics*, 197, 303-316.
- Kayikci, Y., Kazancoglu, Y., Lafci, C., & Gozacan, N. (2021). Exploring barriers to smart and sustainable circular economy: The case of an automotive eco-cluster. *Journal of Cleaner Production*, 314, 127920.
- Kazancoglu, Y., Kazancoglu, I., & Sagnak, M. (2018). A new holistic conceptual framework for green supply chain management performance assessment based on circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 195, 1282-1299.
- Kleindorfer, P. R., Singhal, K., & Van Wassenhove, L. N. (2005). Sustainable operations management. *Production and operations management*, 14(4), 482-492.
- Kristensen, H. S., & Mosgaard, M. A. (2020). A review of micro level indicators for a circular economy—moving away from the three dimensions of sustainability?. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118531.
- Kristoffersen, E., Blomsma, F., Mikalef, P., & Li, J. (2020). The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies. *Journal of business research*, 120, 241-261.
- Kristoffersen, E., Mikalef, P., Blomsma, F., & Li, J. (2021). Towards a business analytics capability for the circular economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 171, 120957.
- Krolczyk, G. M., Maruda, R. W., Krolczyk, J. B., Wojciechowski, S., Mia, M., Nieslony, P., & Budzik, G. (2019). Ecological trends in machining as a key factor in sustainable production—a review. *Journal of Cleaner Production*, 218, 601-615.
- Laskurain-Iturbe, I., Arana-Landín, G., Landeta-Manzano, B., & Uriarte-Gallastegi, N. (2021). Exploring the influence of industry 4.0 technologies on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 321, 128944.
- Learned, E., Christensen, C. R., Andrews, K., & Guth, W. (1965). *Business Policy: Text and Cases*. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin.
- Li, C., Chen, Y., & Shang, Y. (2021). A review of industrial big data for decision making in intelligent manufacturing. *Engineering Science and Technology, an International Journal*.
- Lippman, S. A., & Rumelt, R. P. (1982). Uncertain imitability: An analysis of interfirm differences in efficiency under competition. *The bell journal of Economics*, 418-438.
- Liu, C., Côté, R. P., & Zhang, K. (2015). Implementing a three-level approach in industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 87, 318-327.

- Loshin, D. (2013). *Big data analytics: from strategic planning to enterprise integration with tools, techniques, NoSQL, and graph*. Elsevier.
- Low, J. S. C., Tjandra, T. B., Yunus, F., Chung, S. Y., Tan, D. Z. L., Raabe, B., & Herrmann, C. (2018). A collaboration platform for enabling industrial symbiosis: Application of the database engine for waste-to-resource matching. *Procedia CIRP*, 69, 849-854.
- Luthra, S., Kumar, A., Zavadskas, E. K., Mangla, S. K., & Garza-Reyes, J. A. (2020). Industry 4.0 as an enabler of sustainability diffusion in supply chain: an analysis of influential strength of drivers in an emerging economy. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1505-1521.
- MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2, 23-44.
- MacArthur, E. (2022). Ellen MacArthur Foundation. Recuperado em: [Conceito \(ellenmacarthurfoundation.org\)](http://ellenmacarthurfoundation.org). 10 de maio de 2022.
- MacKinnon, D. P., Fairchild, A. J., & Fritz, M. S. (2007). Mediation analysis. *Annu. Rev. Psychol.*, 58, 593-614.
- Majeed, A., Zhang, Y., Ren, S., Lv, J., Peng, T., Waqar, S., & Yin, E. (2021). A big data-driven framework for sustainable and smart additive manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 67, 102026.
- Makadok, R. (2001). Toward a synthesis of the resource-based and dynamic-capability views of rent creation. *Strategic management journal*, 22(5), 387-401.
- Makinde, O., Selepe, R., Munyai, T., & Ramdass, K. (2020). Development of a supplier assessment form for an electronic product manufacturing organisation. *Procedia Manufacturing*, 43, 743-750.
- Malek, J., & Desai, T. N. (2019). Interpretive structural modelling based analysis of sustainable manufacturing enablers. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117996.
- Malek, J., & Desai, T. N. (2020). A systematic literature review to map literature focus of sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120345.
- Malek, J., & Desai, T. N. (2021). A framework for prioritizing the solutions to overcome sustainable manufacturing barriers. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 1, 100004.
- McAfee, A., Brynjolfsson, E., Davenport, T. H., Patil, D. J., & Barton, D. (2012). Big data: the management revolution. *Harvard business review*, 90(10), 60-68.
- Mikalef, P., Boura, M., Lekakos, G., & Krogstie, J. (2019a). Big data analytics and firm performance: Findings from a mixed-method approach. *Journal of Business Research*, 98, 261-276.
- Mikalef, P., Pateli, A., Batenburg, R. S., & van de Wetering, R. (2015). Purchasing alignment under multiple contingencies: a configuration theory approach. *Industrial Management & Data Systems*.

- Modgil, S., Gupta, S., Sivarajah, U., & Bhushan, B. (2021). Big data-enabled large-scale group decision making for circular economy: An emerging market context. *Technological Forecasting and Social Change*, *166*, 120607.
- Moreno, M., Turner, C., Tiwari, A., Hutabarat, W., Charnley, F., Widjaja, D., & Mondini, L. (2017). Re-distributed manufacturing to achieve a Circular Economy: A case study utilizing IDEF0 modeling. *Procedia CIRP*, *63*, 686-691.
- Nações Unidas (2015) General Assembly Resolution A/RES/70/1. *Transforming Our World, the 2030 Agenda for Sustainable Development*. [cited 2016 Feb 10]. Available from: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E).
- Nações Unidas, 2021. *Big data* dor Sustainable Development. Recuperado de: [https://www.un.org/en/pdfs/Bigdata\\_SDGs\\_single\\_spread\\_2017.pdf](https://www.un.org/en/pdfs/Bigdata_SDGs_single_spread_2017.pdf).
- Nagorny, K., Lima-Monteiro, P., Barata, J., & Colombo, A. W. (2017). Big data analysis in smart manufacturing: A review. *International Journal of Communications, Network and System Sciences*, *10*(3), 31-58.
- Nascimento, J. C. H. B., & da Silva Macedo, M. A. (2016). Modelagem de equações estruturais com mínimos quadrados parciais: um exemplo da aplicação do SmartPLS® em pesquisas em Contabilidade. *Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade*, *10*(3), 289-313.
- Navare, K., Muys, B., Vrancken, K. C., & Van Acker, K. (2021). Circular economy monitoring—How to make it apt for biological cycles?. *Resources, Conservation and Recycling*, *170*, 105563.
- Neves, J. A. B. (2018). Modelo de equações estruturais: uma introdução aplicada.
- Nobre, G. C., & Tavares, E. (2017). Scientific literature analysis on big data and internet of things applications on circular economy: a bibliometric study. *Scientometrics*, *111*(1), 463-492.
- O'Shaughnessy, J., & O'Shaughnessy, N. J. (2002). Marketing, the consumer society and hedonism. *European Journal of Marketing*.
- Olabode, O. E., Boso, N., Hultman, M., & Leonidou, C. N. (2022). Big data analytics capability and market performance: The roles of disruptive business models and competitive intensity. *Journal of Business Research*, *139*, 1218-1230.
- Oliver, C. (1997). Sustainable competitive advantage: combining institutional and resource-based views. *Strategic management journal*, *18*(9), 697-713.
- Olsen, T. L., & Tomlin, B. (2020). Industry 4.0: Opportunities and challenges for operations management. *Manufacturing & Service Operations Management*, *22*(1), 113-122.
- Papetti, A., Gregori, F., Pandolfi, M., Peruzzini, M., & Germani, M. (2018). IoT to enable social sustainability in manufacturing systems. *Adv. Transdiscipl. Eng*, *7*, 53-62.
- Pauleen, D. J., & Wang, W. Y. (2017). Does big data mean big knowledge? KM perspectives on big data and analytics. *Journal of Knowledge Management*.

- Pearce, D. W. & Turner, R. K. (1990). *Economics of natural resources and the environment*. Johns Hopkins University Press.
- Pedroso, R. S., Oliveira, M. D. S., Araujo, R. B., & Moraes, J. F. D. (2004). Tradução, equivalência semântica e adaptação cultural do Marijuana Expectancy Questionnaire (MEQ). *Psico-usf*, 9, 129-136.
- Penrose, Edith. (2006). *A teoria do crescimento da firma/ Edith Penrose*; tradutor: Tamás Szmrecsány – Campinas, SP: Editora da Unicamp.
- Peteraf, M. A. (1993). The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic management journal*, 14(3), 179-191.
- Popovič, A., Hackney, R., Tassabehji, R., & Castelli, M. (2018). The impact of big data analytics on firms' high value business performance. *Information Systems Frontiers*, 20(2), 209-222.
- Porter, M. E. (1980). Industry structure and competitive strategy: Keys to profitability. *Financial analysts journal*, 36(4), 30-41.
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Competitive Intelligence Review*, 1(1), 14-14.
- Porter, M. E. (1997). *Competitive Strategy, measuring business excellence*.
- Queiroz, M. M., & Pereira, S. C. F. (2019). Intention to adopt big data in supply chain management: A Brazilian perspective. *Revista de Administração de Empresas*, 59, 389-401.
- Rajput, S., & Singh, S. P. (2019). Connecting circular economy and industry 4.0. *International Journal of Information Management*, 49, 98-113.
- Ranjetha, K., Alengaram, U. J., Alnahhal, A. M., Karthick, S., Zurina, W. W., & Rao, K. J. (2022). Towards sustainable construction through the application of low carbon footprint products. *Materials Today: Proceedings*, 52, 873-881.
- Raut, R. D., Mangla, S. K., Narwane, V. S., Dora, M., & Liu, M. (2021). Big Data Analytics as a mediator in Lean, Agile, Resilient, and Green (LARG) practices effects on sustainable supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 145, 102170.
- Raut, R. D., Mangla, S. K., Narwane, V. S., Gardas, B. B., Priyadarshinee, P., & Narkhede, B. E. (2019). Linking big data analytics and operational sustainability practices for sustainable business management. *Journal of cleaner production*, 224, 10-24.
- Reitz, H. J. (1979). The external control of organizations: A resource dependence perspective.
- Ren, S., Zhang, Y., Liu, Y., Sakao, T., Huisingh, D., & Almeida, C. M. (2019). A comprehensive review of big data analytics throughout product lifecycle to support sustainable smart manufacturing: A framework, challenges and future research directions. *Journal of cleaner production*, 210, 1343-1365.

- Reslan, M., Last, N., Mathur, N., Morris, K. C., & Ferrero, V. (2022). Circular Economy: A Product Life Cycle Perspective on Engineering and Manufacturing Practices. *Procedia CIRP*, *105*, 851-858.
- Rhahla, M., Allegue, S., & Abdellatif, T. (2021). Guidelines for GDPR compliance in Big Data systems. *Journal of Information Security and Applications*, *61*, 102896.
- Ringle, C. M., Da Silva, D., & de Souza Bido, D. (2014). Modelagem de equações estruturais com utilização do SmartPLS. *Revista Brasileira de Marketing*, *13*(2), 56-73.
- Schoenherr, T., & Speier-Pero, C. (2015). Data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: Current state and future potential. *Journal of Business Logistics*, *36*(1), 120-132.
- Schroeck, M., Shockley, R., Smart, J., Romero-Morales, D., & Tufano, P. Analytics: The real-world use of Big Data: How innovative enterprises extract value from uncertain data. IBM Global Business Services, Business Analytics and Optimization, Executive Report (2012).
- Shamim, S., Zeng, J., Choksy, U. S., & Shariq, S. M. (2020a). Connecting big data management capabilities with employee ambidexterity in Chinese multinational enterprises through the mediation of big data value creation at the employee level. *International Business Review*, *29*(6), 101604.
- Shamim, S., Zeng, J., Khan, Z., & Zia, N. U. (2020b). Big data analytics capability and decision making performance in emerging market firms: The role of contractual and relational governance mechanisms. *Technological Forecasting and Social Change*, *161*, 120315.
- Sirmon, D. G., Hitt, M. A., Ireland, R. D., & Gilbert, B. A. (2011). Resource orchestration to create competitive advantage: Breadth, depth, and life cycle effects. *Journal of management*, *37*(5), 1390-1412.
- Song, M., Cen, L., Zheng, Z., Fisher, R., Liang, X., Wang, Y., & Huisingh, D. (2017). How would big data support societal development and environmental sustainability? Insights and practices. *Journal of Cleaner Production*, *142*, 489-500.
- Sousa-Zomer, T. T., Magalhães, L., Zancul, E., & Cauchick-Miguel, P. A. (2018). Exploring the challenges for circular business implementation in manufacturing companies: An empirical investigation of a pay-per-use service provider. *Resources, Conservation and Recycling*, *135*, 3-13.
- Srinivasan, R., & Swink, M. (2018). An investigation of visibility and flexibility as complements to supply chain analytics: An organizational information processing theory perspective. *Production and Operations Management*, *27*(10), 1849-1867.
- Stekelorum, R., Laguir, I., Lai, K. H., Gupta, S., & Kumar, A. (2021). Responsible governance mechanisms and the role of suppliers' ambidexterity and big data predictive analytics capabilities in circular economy practices improvements. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *155*, 102510.
- structural equation modeling (PLS-SEM). *European business review*.

- Suoniemi, S., Meyer-Waarden, L., Munzel, A., Zablah, A. R., & Straub, D. (2020). Big data and firm performance: The roles of market-directed capabilities and business strategy. *Information & Management*, 57(7), 103365.
- Tayal, A., Solanki, A., & Singh, S. P. (2020). Integrated frame work for identifying sustainable manufacturing layouts based on big data, machine learning, meta-heuristic and data envelopment analysis. *Sustainable Cities and Society*, 62, 102383.
- Teece, D. J. (1981). The market for know-how and the efficient international transfer of technology. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 458(1), 81-96.
- Teece, D. J. (1996). Firm organization, industrial structure, and technological innovation. *Journal of economic behavior & organization*, 31(2), 193-224.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal*, 18(7), 509-533.
- Toffler, A. (1973). *O choque do futuro* (p. 384). Rio de Janeiro: Artenova.
- Toms, S., & Wilson, J. F. (2014). Chandler and the Theory of the Firm. *Steven Toms and John F. Wilson (2012), 'Revisiting Chandler on the theory of the firm', in Dietrich, M and Krafft, J (eds). Handbook On The Economics And Theory of The Firm, Edward Elgar: Cheltenham.*
- Tseng, M. L., Tan, R. R., Chiu, A. S., Chien, C. F., & Kuo, T. C. (2018). Circular economy meets industry 4.0: can big data drive industrial symbiosis?. *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 146-147.
- Valadares, J. L., Vilas-Boas, A. A., Rezende, D. C. D., Morel, A. P. S., & Amâncio, J. M. (2016). O" cidadão hedonista": diálogos sobre consumo e cidadania na sociedade contemporânea. *Cadernos EBAPE. BR*, 14, 966-983.
- Vidgen, R., Shaw, S., & Grant, D. B. (2017). Management challenges in creating value from business analytics. *European Journal of Operational Research*, 261(2), 626-639.
- Vieira, M. M. F. (2004). Pesquisa qualitativa em administração. *Rio de Janeiro: FGV.*
- Villar, L. M., Oliva-Lopez, E., Luis-Pineda, O., Benešová, A., Tupa, J., & Garza-Reyes, J. A. (2020). *Fostering economic growth, social inclusion & sustainability in Industry 4.0: a systemic approach. Procedia Manufacturing*, 51, 1755–1762. doi:10.1016/j.promfg.2020.10.244
- vom Kapital, D. K. (1858). *Grundrisse der Kritik der Politischen Ökonomie.*
- Wadhwa, K. (2014). BYTE: Big data roadmap and cross-disciplinary community for addressing societal Externalities. In *European Data Forum.*
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J. F., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356-365.

- Wang, C. H., Ali, M. H., Chen, K. S., Negash, Y. T., Tseng, M. L., & Tan, R. R. (2021). Data driven supplier selection as a circular economy enabler: A Taguchi capability index for manufactured products with asymmetric tolerances. *Advanced Engineering Informatics*, *47*, 101249.
- Wang, S., Li, J., & Zhao, D. (2018). Institutional pressures and environmental management practices: The moderating effects of environmental commitment and resource availability. *Business Strategy and the Environment*, *27*(1), 52-69.
- WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future*, *17*(1), 1-91.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic management journal*, *5*(2), 171-180.
- Williams, C., & Spielmann, N. (2019). Institutional pressures and international market orientation in SMEs: Insights from the French wine industry. *International Business Review*.
- Yu, W., Chavez, R., Jacobs, M. A., & Feng, M. (2018). Data-driven supply chain capabilities and performance: A resource-based view. *Transportation Research Part E: logistics and transportation review*, *114*, 371-385.
- Yu, Y., Yazan, D. M., Bhoohibhoya, S., & Volker, L. (2021). Towards Circular Economy through Industrial Symbiosis in the Dutch construction industry: A case of recycled concrete aggregates. *Journal of cleaner production*, *293*, 126083.
- Zeng, H., Chen, X., Xiao, X., & Zhou, Z. (2017). Institutional pressures, sustainable supply chain management, and circular economy capability: Empirical evidence from Chinese eco-industrial park firms. *Journal of cleaner production*, *155*, 54-65.
- Zhang, D., Pan, S. L., Yu, J., & Liu, W. (2019). Orchestrating big data analytics capability for sustainability: A study of air pollution management in China. *Information & Management*, 103231.
- Zhang, J. Z., Srivastava, P. R., Sharma, D., & Eachempati, P. (2021). Big data analytics and machine learning: A retrospective overview and bibliometric analysis. *Expert Systems with Applications*, 115561.
- Zhang, Y., Ren, S., Liu, Y., & Si, S. (2017). A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products. *Journal of cleaner production*, *142*, 626-641.
- Zhou, X., Song, M., & Cui, L. (2020). Driving force for China's economic development under Industry 4.0 and circular economy: Technological innovation or structural change?. *Journal of Cleaner Production*, *271*, 122680.

## **APÊNDICE A – Carta de apresentação da pesquisa**

Prezado (a) participante

A pesquisa tem como objetivo verificar se a capacidade de Análise de *Big data* possui relação com o desenvolvimento da manufatura sustentável e a economia circular. Com base em preceitos éticos, informamos que sua participação será mantida sob sigilo, não constando nome ou qualquer outra informação que possa identificá-lo no relatório final ou em qualquer outra publicação que venha ser realizada sobre esta pesquisa. Dessa forma, solicitamos sua colaboração no preenchimento do questionário a seguir, o tempo aproximado de resposta é de 10 minutos.

Agradecemos sua colaboração e reiteramos a importância de sua contribuição para o conhecimento na área pesquisada.

### **Pesquisadores:**

Ana Paula Sano Guilhem – Mestrando UFPR – E-mail: [anapolletti@hotmail.com](mailto:anapolletti@hotmail.com)

Luciana Klein - Professora de Ciências Contábeis - UFPR - E-mail: [lucianaklein.ufpr@gmail.com](mailto:lucianaklein.ufpr@gmail.com)

## APÊNDICE B – Instrumento de pesquisa

Bloco I – Pergunta controle	
Sua empresa utiliza cruzamento de grande quantidade de dados estruturados e/ou não estruturados, por meio de softwares para auxiliar na geração de informação e tomada de decisão?	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	

Bloco II – Percepção dos respondentes						
Na sua percepção e de acordo com o praticado na sua organização, assinale um número de 1 a 5 onde: (1) discorda totalmente e (5) concorda totalmente.						
Capacidade de <i>Big data</i>			Discordo		Concordo	
			1	2	3	4
Q1	1	Nossa empresa combina e integra facilmente informações de muitas fontes de dados para uso na tomada de decisões.				
Q2	2	Nossa empresa utiliza técnicas analíticas avançadas (por exemplo, simulação, otimização, regressão) para melhorar a tomada de decisões.				
Q3	3	Nossa empresa usa rotineiramente técnicas de visualização de dados (por exemplo, dashboards) para ajudar usuários ou tomadores de decisão a entender informações complexas.				
Q4	4	Nossos dashboards nos dão a capacidade de decompor informações para ajudar na análise de causas básicas e na melhoria contínua.				

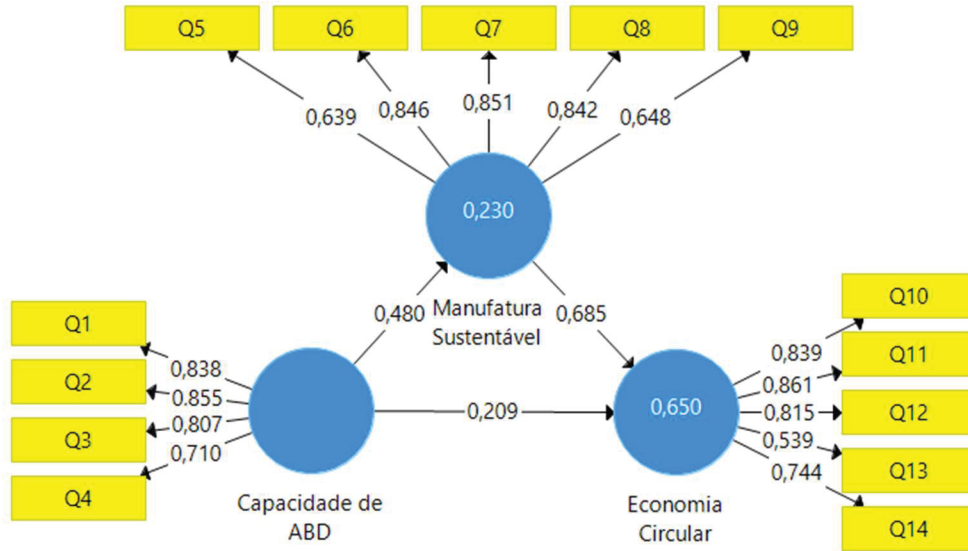
Manufatura Sustentável			Discordo		Concordo	
			1	2	3	4
Q5	1	Nossa empresa utiliza energia limpa no processo de produção (Solar, eólica, etc.)				
Q6	2	Nossa empresa se preocupa com o processo logístico a fim de reduzir impactos ambientais				
Q7	3	Nossa empresa dá preferência a parceiros que aderem às regras e regulamentos de proteção ambiental				
Q8	4	Nossa empresa trabalha com design de produtos e processos que prezam pela diminuição de resíduos				
Q9	5	Nossa empresa possui um programa de transformação ou destinação de resíduos				

Economia Circular			Discordo		Concordo	
			1	2	3	4
Q10	1	Nossa empresa se dedica a processos que reduzem o consumo de matéria prima e energia				
Q11	2	Nossa empresa utiliza materiais que possam ser reutilizados				
Q12	3	Nossa empresa utiliza os resíduos de materiais para fabricar outros produtos				
Q13	4	As empresas com que nos relacionamos participam da destinação dos resíduos de manufatura				
Q14	5	Nossa empresa se dedica a processos de produção enxuta				

<b>Bloco III – Características da empresa</b>
Quantidade de funcionário da empresa:
<input type="checkbox"/> Até 9 empregados <input type="checkbox"/> De 10 a 49 empregados <input type="checkbox"/> De 50 a 99 empregados <input type="checkbox"/> Mais de 99 empregados
Qual o setor de atuação sua organização pertence? _____
Qual a sua função na organização? <input type="checkbox"/> Sócio proprietário <input type="checkbox"/> Gerente <input type="checkbox"/> Supervisor <input type="checkbox"/> Colaborador

<b>Perfil dos respondentes</b>
Gênero: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Outro
Qual a sua idade? _____
Grau de instrução <input type="checkbox"/> Ensino fundamental <input type="checkbox"/> Ensino médio <input type="checkbox"/> Ensino superior <input type="checkbox"/> Pós-graduação <input type="checkbox"/> Mestrado <input type="checkbox"/> Doutorado

### APÊNDICE C – Modelagem de equações estruturais inicial



\*Modelo composto por todas as assertivas do instrument de pesquisa – análise inicial.  
 Fonte: dados da pesquisa.