

# Requisitos de infraestrutura para a sustentabilidade da Inteligência Artificial

## 1 Introdução

A convergência entre a inovação tecnológica acelerada e a necessidade de uma infraestrutura sólida para suportá-la apresenta um desafio complexo para as organizações. Meirelles (2022) destaca a rapidez dessa transformação, enquanto Furr *et al.* (2022), enfatizam a importância dos pilares que a sustentam. Esse desafio reside em estabelecer uma infraestrutura que possibilite a adoção sustentável de tecnologias avançadas, conforme ilustrado por Dhliwayo e Chebo (2022).

Este estudo tem como objetivo identificar os componentes de infraestrutura técnica e organizacional fundamentais para a implementação sustentável de tecnologias avançadas, especialmente dos algoritmos de Inteligência Artificial (IA). Essa investigação está alinhada com os interesses da linha de pesquisa “Aplicações de IA”, analisando como esses recursos são aplicados nas organizações e sustentados ao longo do tempo, considerando tanto os aspectos técnicos, de gestão e suas interações.

A relevância deste trabalho surge da lacuna nos estudos sobre a interação entre elementos técnicos e organizacionais. Embora análises como “*The Evolving State of Digital Transformation*” (Chakraborty *et al.*, 2020), elucidaram sobre os desafios da Transformação Digital (TD), ainda existe uma necessidade premente de abordar a desconexão entre o desenvolvimento tecnológico e a criação de processos robustos e automatizados de sustentação.

Sob essa ótica, o primeiro objetivo específico deste estudo será avaliar a capacidade técnica das organizações, identificando os recursos que influenciam diretamente a sustentabilidade da infraestrutura. A investigação será guiada pela pergunta: “Quais são os elementos de capacidade técnica essenciais para garantir uma infraestrutura sustentável nas organizações?”.

Após a análise dos aspectos técnicos no primeiro objetivo específico, o segundo objetivo focará nos aspectos de gestão. O propósito será avaliar a inércia cultural nas organizações, identificando os principais pontos de hesitação à renovação tecnológica. Espera-se, com isso, localizar os pontos críticos onde essa resistência compromete a sustentabilidade tecnológica. Essa análise será guiada pela pergunta: “Como a resistência cultural intensifica os efeitos da obsolescência tecnológica, dificultando a atualização ou substituição dos sistemas conforme necessário?”.

Após a análise dos fatores internos, pretende-se avançar para a análise externa. O último objetivo específico será examinar a dicotomia entre a aparência de inovação tecnológica e a realidade da infraestrutura subjacente. O objetivo será avaliar até que ponto as organizações priorizam a projeção de uma imagem de avanço tecnológico em

detrimento do seu efetivo desenvolvimento. Ao abordar esses objetivos, a intencionalidade do estudo é contribuir para uma compreensão mais profunda dos desafios organizacionais na implementação sustentável de tecnologias avançadas, oferecendo uma análise integrada dos aspectos técnicos, de gestão e da imagem organizacional.

## 2 Referencial Teórico

A digitalização, tradicionalmente entendida como a transição de processos analógicos para digitais, é a base da TD. Contudo a TD vai além, sendo a adoção dessas tecnologias digitais para transformar processos e serviços, atuando como uma força disruptiva que reconfigura as estruturas organizacionais e modelos de negócios. Assim, a TD é um vetor transformador complexo que exige uma abordagem multifacetada para sua implementação eficaz (Ifenthaler *et al.*, 2021).

Dada esta complexidade, estudos como os de Furr *et al.* (2022) demonstram que a TD é sustentada por quatro pilares fundamentais: elevação da Tecnologia da Informação (TI), digitalização de operações, marketing digital e o desenvolvimento de novos empreendimentos digitais. Dentre eles, a elevação da TI é particularmente crítica, pois envolve a modernização da infraestrutura existente para permitir a implementação eficaz de tecnologias avançadas, incluindo a IA. No entanto, muitos desses estudos assumem uma correlação direta entre modernização da infraestrutura e qualidade das aplicações, desconsiderando variáveis intermediárias, como cultura organizacional e práticas de governança de dados, podem influenciar essa relação.

Neste contexto, a IA representa um campo particularmente sensível à qualidade da infraestrutura disponível. Estudos como o de Chakraborty *et al.* (2020) têm mostrado que a eficácia das soluções de IA dependem não apenas da sofisticação dos algoritmos e servidores, mas também da qualidade dos dados alimentados a esses sistemas. Dados mal gerenciados ou que dependem significativamente da intervenção humana podem comprometer a confiabilidade dos modelos, resultando em sistemas que são ineficazes ou potencialmente prejudiciais.

Assim, estratégias robustas de coleta e técnicas de enriquecimento são essenciais para manter integridade dessas aplicações. A governança de dados, apoiada por uma infraestrutura tecnológica sólida, garante não apenas o atendimento desses critérios, mas também que as aplicações estejam em conformidade com regulamentações de proteção, essenciais para manter a confiança dos usuários e a viabilidade legal das soluções (Jagadish *et al.*, 2014). Além disso, a arquitetura de hardware adequada, ou o armazenamento em nuvem, também é essencial para a longevidade dos sistemas de IA, sua ausência pode levar a gargalos no desempenho, reduzindo a acurácia e aumentando o tempo de convergência do modelo (Zaharia *et al.*, 2016).

De acordo com Bughin e Zeebroeck (2017), a inovação tecnológica deve ser paralela às transformações nas práticas e cultura corporativa para que a tecnologia possa ser efetivamente integrada. Diante disso, há ainda a necessidade de uma infraestrutura que vai além da simples capacidade técnica, isto é, uma infraestrutura organizacional. Neste contexto, a Capacidade de Inovação Tecnológica (TIC) é uma área fundamental no campo da gestão da inovação, combinando a inovação e a capacidade organizacional de adotar novas ideias e tecnologias.

Dhliwayo e Chebo (2022) destacam que a TIC assegura a sustentabilidade a longo prazo, enfatizando a importância de uma abordagem integrada. No entanto, também afirmam que ainda há necessidade de pesquisas empíricas que testem a extensão dessa contribuição para a sustentabilidade das aplicações. À vista disso, esta pesquisa visa expandir o estado da arte ao explorar os aspectos determinantes para a implementação sustentável de tecnologias avançadas. Enquanto os estudos existentes frequentemente se concentram em aspectos isolados da TD ou da IA, ao investigar essa interação, o projeto propõe um modelo compreensivo que avalia a TIC e a eficácia da TD de forma empírica, identificando os principais requisitos para que a tecnologia possa ser implementada de forma sustentável e as práticas que garantem sua viabilidade contínua.

### **3 Metodologia**

Será adotada uma abordagem metodológica mista que iniciará com uma revisão sistemática com meta-análise, realizada de acordo com as diretrizes do PRISMA (Itens de Relato Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises) e as recomendações do Manual Cochrane para Revisões Sistemáticas de Intervenções (Akl *et al.*, 2019). Os artigos serão selecionados com base em critérios alinhados ao tema de estudo, essa abordagem ajudará a construir uma base sólida de conhecimento para definição dos parâmetros usados nas demais etapas da pesquisa.

Na etapa seguinte, serão selecionadas as empresas a serem estudadas, com base no setor de atuação, localidade e disponibilidade de informações. A seleção focará em regiões específicas como América do Norte, Europa e Ásia, onde a inovação tecnológica apresenta estágios mais avançados, além da América do Sul, visando capturar as particularidades locais. Serão incluídas, uma empresa pública e uma privada representativa de cada setor, abrangendo os setores de tecnologia, mineração, montadoras de automóveis, energia, agronegócio e saúde. Essa seleção permitirá uma análise comparativa intersetorial e internacional, mantendo uma amostra reduzida e relevante para os objetivos do estudo.

Com base na revisão conduzida e na meta-análise, será desenvolvido um conjunto de critérios para categorizar as empresas selecionadas em um gráfico de quadrantes, com base em dois eixos principais. O primeiro eixo (x), o grau de maturidade técnica,

avaliará aspectos identificados como críticos, incluindo a integração de sistemas, servidores, robustez de código e automação de processos. O segundo eixo (y), o grau de maturidade em gestão da TD, incluirá práticas de gestão de mudanças, uso de metodologias ágeis, incentivo à inovação e liderança.

Após a definição desses parâmetros, a próxima fase será a realização dos estudos de caso nas empresas selecionadas. Os dados serão coletados de diversas fontes, incluindo estudos de caso previamente disponíveis, redes sociais e fontes diretas das organizações. Concluída a etapa dos estudos de caso, os dados coletados serão armazenados e analisados utilizando técnicas de análise exploratória e Machine Learning (ML), com o uso da linguagem Python e bibliotecas como StatsModels e Scikit-Learn. O local de armazenamento será definido após o estudo dos tipos de dados coletados, além disso, sempre que viável, serão sintetizados por meio da ferramenta *Microsoft Power BI*. Paralelamente, serão utilizadas bibliotecas como TextBlob para analisar os dados coletados das redes sociais.

Sob essa ótica, haverá o posicionamento dessas organizações nos quadrantes previamente definidos. Então, as informações serão sintetizadas para identificar padrões emergentes, uma análise cruzada permitirá a exploração da relação entre as expectativas de avanço e a realidade operacional das empresas, fornecendo medidas claras da sustentabilidade tecnológica. O comparativo entre essas informações iluminará as práticas que distinguem as organizações, permitindo a identificação dos componentes críticos de infraestrutura para implementação sustentável de tecnologias avançadas, além da identificação de barreiras comuns.

Após a conclusão da pesquisa, planeja-se organizar uma série de *podcasts* com participação dos representantes das empresas estudadas e especialistas em TD e IA. Esse formato visa disseminar e expandir os achados do estudo e, ainda, fomentar discussões que possam orientar práticas futuras e demais investigações acadêmicas. A realização desses *podcasts* também será explorada como uma possível continuação do estudo no contexto de um doutorado.

#### **4 Cronograma**

O desenvolvimento do projeto se estenderá por dois anos, divididos em fases sequenciais que integram a formação acadêmica e a investigação aplicada. No primeiro semestre, os esforços serão concentrados em estabelecer uma base teórica sólida por meio das disciplinas Inteligência Artificial e Projeto e Análise de Algoritmos. Paralelamente, será realizada uma revisão sistemática da literatura para então dar início à definição dos critérios de maturidade tecnológica e gestão, fundamentais para a etapa subsequente da pesquisa. No segundo semestre, as disciplinas cursadas serão Arquitetura de Computadores e Tópicos em Inteligência Artificial que aprofundarão o entendimento sobre o gerenciamento e

processamento de dados, neste momento também serão iniciados os estudos de caso.

No segundo ano, a disciplina cursada será Bancos de Dados e o foco será dedicado à análise técnica dos estudos de caso e ao cruzamento das informações obtidas nas fases anteriores. Já o último semestre será reservado para a análise final dos resultados, a redação da dissertação de mestrado e os preparativos para a defesa, a disciplina a ser cursada será Engenharia de Software. Este período será crucial para sintetizar as descobertas, validar os resultados acadêmicos e demonstrar como eles contribuirão para o avanço na implementação sustentável de tecnologias avançadas.

## Referências

AKL, E. *et al.* Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. v. 6, Outubro 2019. Acesso em: 4 nov 2024.

BUGHIN, J.; ZEEBROECK, N. van. The best response to digital disruption. **MIT Sloan Management Review**, v. 58, n. 4, p. 80 – 86, Abril 2017. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/article/the-right-response-to-digital-disruption/>. Acesso em: 22 abr 2024.

CHAKRABORTY, S. *et al.* **The evolving state of digital transformation**. 2020. BCG. Disponível em: <https://www.bcg.com/publications/2020/the-evolving-state-of-digital-transformation>. Acesso em: 14 mar 2024.

DHLIWAYO, S.; CHEBO, A. K. A framework for sustainable technological innovation capability: a research and policy direction. **European Journal of Innovation Management**, v. 27, n. 3, p. 851 – 871, Maio 2022. Acesso em: 27 maio 2024.

FURR, N. *et al.* **The 4 pillars of successful digital transformations**. 2022. Harvard Business Review. Disponível em: <https://hbr.org/2022/01/the-4-pillars-of-successful-digital-transformations>. Acesso em: 20 mar 2024.

IFENTHALER, D. *et al.* (ed.). **Digital transformation of learning organizations**. [S.l.]: Springer Nature Switzerland AG, 2021. 266 p. ISBN 978-3-030-55878-9. Acesso em: 20 mar 2024.

JAGADISH, H. V. *et al.* Big Data and its technical challenges. **ACM Digital Library**, v. 57, n. 7, p. 86 – 94, Julho 2014. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2611567>. Acesso em: 22 abr 2024.

MEIRELLES, F. S. **Panorama do uso de TI no Brasil**. 2022. Portal Fundação Getúlio Vargas (FGV). Acesso em: 16 abr 2024.

ZAHARIA, M. *et al.* Apache Spark: a unified engine for big data processing. **Commun. ACM**, v. 59, n. 11, p. 56 – 65, 2016. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2934664>.