

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE PROJETOS - PPGP
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO

**IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE INDÚSTRIA 4.0:
SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA - DESAFIOS DAS CONSULTORIAS**

RODRIGO ALEXANDRE MARCONDES DINIZ

São Paulo
2025
Rodrigo Alexandre Marcondes Diniz

**IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE INDÚSTRIA 4.0:
SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA - DESAFIOS DAS CONSULTORIAS**

**IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 4.0 PROJECTS:
INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM - CONSULTANCY CHALLENGES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Projetos da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, Mestrado Profissional em Administração, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Walter Satyro

São Paulo
2025

Diniz, Rodrigo Alexandre Marcondes.

Implementação de projetos de indústria 4.0: sistema de gestão integrada - desafios das consultorias. / Rodrigo Alexandre Marcondes Diniz. 2025.

100 f.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2025.

Orientador (a): Prof. Dr. Walter Satyro.

1. Sistema de gestão integrada (ERP). 2. Consultorias. 3. Gestão de projetos. 4. Implementação de ERP. 5. Indústria 4.0.

I. Satyro, Walter. II. Título



DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rodrigo Alexandre Marcondes Diniz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Projetos da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, Mestrado Profissional em Administração, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Administração**.

São Paulo, 09 de dezembro de 2025.

Banca Examinadora:

Prof.(a) Dr.(a). Walter Cardoso Sátyro (ORIENTADOR)

Prof.(a) Dr.(a). Luciano Ferreira da Silva (UNINOVE)

Prof.(a) Dr.(a). Flávio Santino Bizarrias (ESPM)

*“Faça o teu melhor na condição que você tem,
enquanto você não tem condições melhores
para fazer melhor ainda.”
(Mario Sergio Cortella)*

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa, Juliana Marcondes, que ciente das abdições de tempo, atenção e presença que seriam necessárias para a realização desta conquista, permaneceu ao meu lado como minha maior fonte de força, apoio e incentivo incondicional.

Obrigado por acreditar em mim quando eu mesmo duvidava;

Obrigado por não me permitir desistir dos meus próprios sonhos;

Obrigado por me ajudar a ser uma pessoa melhor a cada dia;

Obrigado por não me permitir ser hipócrita comigo mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Sílvia e Renato, que sempre foram minha maior fonte de inspiração e exemplo. Foram eles que me ensinaram o valor do estudo e reforçaram, ao longo de toda a minha vida, que “com estudo não se negocia”. Essa convicção abriu caminhos para que eu acreditasse em mim, persistisse e trabalhasse com dedicação na construção dessa conquista.

Agradeço também à minha irmã, Laís, que, ainda que de maneira não intencional, teve participação decisiva para o início desta jornada do mestrado, influenciando positivamente minha tomada de decisão.

Estendo meus agradecimentos aos professores do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Projetos (PPGP) da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), cuja excelência acadêmica, rigor metodológico e dedicação ao ensino foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Suas orientações, disciplinas e discussões contribuíram diretamente para minha formação acadêmica e profissional.

Manifesto, de forma especial, minha gratidão ao Professor Dr. Walter Sátyro, que, desde nosso primeiro contato na entrevista para ingresso no programa, demonstrou confiança em meu potencial. Sua orientação técnica, suas contribuições qualificadas e sua postura sempre acolhedora foram essenciais não apenas para a conclusão desta dissertação, mas para toda a trajetória que compõe o Mestrado Profissional em Administração – Gestão de Projetos. Seu apoio foi decisivo para que este percurso se concretizasse.

Por fim, agradeço a Deus por me conceder a força e a serenidade necessárias para seguir adiante nesta empreitada, especialmente nos momentos em que, pelos percalços da vida, a jornada parecia mais desafiadora. Sou grato pela saúde, pela clareza e pela tranquilidade interior que me acompanharam neste processo e tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Obrigado à todos por serem fundamentais nessa conquista!

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo identificar e priorizar os principais desafios enfrentados pelas consultorias de sistemas de gestão integrada (ERP) em projetos de implementação de Indústria 4.0. A pesquisa adota uma abordagem exploratória e descritiva, de natureza quantitativa, fundamentada em um modelo teórico que destaca elementos críticos como resistência à mudança, maturidade digital, alinhamento entre TI e negócios, segurança da informação e integração de processos. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário estruturado composto por 39 assertivas em escala linguística (1 a 10), respondido por 36 especialistas atuantes no setor. Para a análise dos dados, empregou-se o método multicritério Fuzzy Entropy (TOPSIS), que possibilitou a determinação objetiva dos pesos dos critérios e o ranqueamento dos desafios segundo sua relevância percebida. Os resultados revelam a elevada complexidade dos projetos de transformação digital industrial e evidenciam que os maiores entraves não são apenas tecnológicos, mas sobretudo organizacionais, reforçando a necessidade de atuação estratégica das consultorias na integração de fatores técnicos, humanos e gerenciais.

Palavras-chave: Sistema de Gestão Integrada (ERP); Consultorias; Gestão de Projetos; Implementação de ERP; Indústria 4.0.

ABSTRACT

This dissertation aims to identify and prioritize the main challenges faced by integrated management systems (ERP) consulting firms in Industry 4.0 implementation projects. The research adopts an exploratory and descriptive approach, of a quantitative nature, based on a theoretical model that highlights critical elements such as resistance to change, digital maturity, alignment between IT and business, information security, and process integration. Data collection was carried out using a structured questionnaire composed of 39 statements on a linguistic scale (1 to 10), answered by 36 experts working in the sector. For data analysis, the Fuzzy Entropy multi-criteria method (TOPSIS) was used, which allowed for the objective determination of the weights of the criteria and the ranking of challenges according to their perceived relevance. The results reveal the high complexity of industrial digital transformation projects and show that the biggest obstacles are not only technological, but above all organizational, reinforcing the need for strategic action by consulting firms in integrating technical, human, and managerial factors.

Keywords: Enterprise Resource Planning (ERP) system; Consulting; Project Management; ERP implementation; Industry 4.0.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TI – Tecnologia da informação.

TIC – Tecnologia de informação e comunicação

CPS – Cyber Physical Systems (Sistemas ciberfísicos)

PMI – Project Management Institute (Instituto de gerenciamento de projetos)

PMBOK – Project Management Body of Knowledge (Guia de gerenciamento de projetos)

I3.0 – Industry 3.0 ou Indústria 3.0

I4.0 – Industry 4.0 ou Indústria 4.0

IoT – Internet of Things ou Internet das Coisas

IoS – Internet of Services

TOPSIS - Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Matriz metodológica do estudo	36
Tabela 2: Filtros aplicados em revisão bibliográfica	38
Tabela 3: Síntese de Resultados de Revisão de Literatura	39
Tabela 4: Modelo Teórico	40
Tabela 5: Relação de temas e assertivas	45
Tabela 6: Relação de temas e referências	47
Tabela 7: Escala para os pesos dos critérios (números fuzzy triangulares)	52
Tabela 8: Ranking dos desafios identificados (CCj - Coeficiente de Proximidade)	60
Tabela 9: Assertivas estruturadas	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação da estrutura de funcionamento de um sistema ERP	31
Figura 2: Representação de aproximação numérica triangular fuzzy	52

SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
1.1. Problema de Pesquisa.....	15
1.2. Objetivos.....	16
1.2.1. Objetivo Geral.....	16
1.2.2. Objetivo Específicos:.....	16
1.3. Justificativa para Estudo do Tema.....	17
1.4. Estrutura do trabalho.....	18
2. Referencial Teórico.....	19
2.1. Projetos e Gestão de Projetos.....	19
2.2. Indústria 4.0.....	24
2.3. Sistema de Gestão Integrada (ERP).....	27
2.4. Consultorias Empresariais.....	32
3. Método e Técnicas de Pesquisa.....	35
3.1. Delineamento da Pesquisa.....	35
3.2. Procedimentos de Revisão da Literatura.....	37
3.2.1. Modelo Teórico.....	40
3.3. Características da Pesquisa de Campo.....	42
3.3.1. Sujeito de Análise.....	43
3.3.2. Aspectos do Formulário de Assertivas.....	44
3.4. Procedimento para Análise de Dados.....	49
3.5. Procedimento Técnico do Método Fuzzy Entropy TOPSIS.....	51
3.6. Conversão das avaliações em números fuzzy triangulares.....	52
3.7. Procedimento para entropia fuzzy para pesos dos critérios.....	53
3.8. Procedimento para Método Fuzzy Entropy TOPSIS.....	56
4. Apresentação, análise e discussão dos resultados.....	60
5. Conclusão.....	68
6. Considerações Finais.....	71

6.1. Contribuições para a Academia.....	71
6.2. Contribuições para a prática.....	72
6.3. Contribuições para Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.....	74
6.4. Limitações de pesquisa.....	74
6.5. Sugestões para Pesquisas Futuras.....	74
Referências.....	76
Apêndices:.....	92
Anexo A: Formulário adotado para pesquisa.....	92
Anexo B: Termo de consentimento livre e esclarecido (tcle).....	96

1. INTRODUÇÃO

Os diferentes modelos de negócio vêm passando por mudanças relacionadas ao uso da tecnologia, e com isto, gerando novas formas de criação, entrega e captura de valor aos negócios, possibilitando a geração de novos tipos de produtos e serviços, além de propiciar novas experiências ao cliente (Haftor, Climent & Kallmuenzer, 2025; Nambisan et al., 2019). Nesse cenário a Indústria 4.0 vem ganhando novos mercados com expectativas elevadas de crescimento, uma vez que, a atual infraestrutura da Tecnologia da Informação (TI) permite que as indústrias avancem cada vez mais rápido e com maior eficiência (Ibrahim & Kumar, 2024; Saucedo-Martinez, Perez-Lara, Marmolejo-Saucedo, Salais-Fierro, & Vasant, 2018).

A Indústria 4.0 vem gerando impacto estratégico de longo prazo no desenvolvimento industrial global (Ryalat, Franco, Elmoaqet, Almtireen & Al-Refai, 2024; Xu, Xu, & Li, 2018). Nesse o processo de desenvolvimento implementado por essas empresas inclui diversos elementos, desde a definição de planos estratégicos até a atualização de equipamentos, produtos, sistemas e a criação de novas habilidades (Canetta, Barni, & Montini, 2018). A Indústria 4.0 cria cadeias de valor agregado e muda os sistemas clássicos de organização humana e de produção, e os modelos de negócios organizacionais, impactando a sociedade como um todo e o meio ambiente (Carayannis, Canestrino & Magliocca, 2024; Fonseca, 2018).

Para integrar processos e dados na manufatura, foi criado as soluções de Enterprise Resource Planning (ERP), sendo estes sistemas de informação com a capacidade de integrar processos e dados, eliminando a necessidade de partilhar informação de diversas fontes de dados internas e externas, disponibilizando esta informação aos stakeholders da organização em tempo real (Sternad & Bobek, 2012).

A evolução dos sistemas de gestão integrada tem início nos sistemas MRP-I (Material Requirements Planning), desenvolvidos com o objetivo de apoiar o planejamento das necessidades de materiais no contexto da manufatura, posteriormente, esses sistemas evoluíram para o MRP-II (Manufacturing Resource Planning), ampliando o escopo para o planejamento dos recursos produtivos e da capacidade operacional. Com o avanço da Tecnologia da Informação e a crescente necessidade de integração entre áreas organizacionais, surgiu o ERP (Enterprise Resource Planning), incorporando em uma única plataforma módulos como finanças, controladoria, recursos humanos, logística e vendas. Atualmente, os ERPs modernos evoluíram para arquiteturas mais flexíveis e orientadas à integração,

incorporando tecnologias como computação em nuvem, mobilidade, analytics e interoperabilidade com soluções digitais avançadas, consolidando-se como elementos centrais para a sustentação de iniciativas de transformação digital e de Indústria 4.0 (Davenport, 1998; Turban et al., 2011; Monk & Wagner, 2013).

A implementação do sistema ERP tem sido considerada um dos projetos de investimento mais desafiadores devido aos altos custos envolvidos, complexidade e maior duração (Azimli, Z. 2017; Momoh, A. 2015; Yusuf et al. 2004), entretanto, os ERP não apenas criam eficiência nas operações, mas também podem aumentar a produtividade (Kiran & Reddy, 2019). De acordo com a Mordor Intelligence (2025), o mercado global de ERP foi estimado em US\$ 65,25 bilhões em 2024 e deverá atingir US\$ 103,95 bilhões até 2029. O mercado global de sistemas ERP está em constante crescimento, com uma projeção de aumento anual de 10,4% no período de 2022 a 2027 (PortalERP, 2024).

Para Chen et al. (2015) existem também as questões relativas ao projeto de implementação do sistema e, que além de todos os desafios inerentes à gerenciamento de projetos de sistema ERP, somam-se os novos desafios relacionados à tecnologia de armazenamento em nuvem (cloud), como por exemplo, a necessidade das organizações comporem e contratarem serviços na web adequados às suas reais necessidades, o que delimita o escopo do projeto.

De acordo com PMI, “projeto” é definido como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo (PMI, 2017). Os projetos não são apenas soluções a problemas técnicos, mas também formas de melhorar o negócio e implantar mudanças (Andersen & Jessen, 2003). De acordo com Silvius e Schipper (2014), o paradigma tradicional de gerenciamento de projetos com foco no controle de tempo, orçamento e escopo, sugere um nível de previsibilidade e controle que não faz sentido em uma perspectiva global ou em projetos de longo prazo.

Nesse cenário, as consultorias empresariais e de sistemas de informação assumem um papel estratégico, atuando como facilitadoras dessa transformação ao conduzir projetos de implementação de ERP, de forma que não apenas implementam esses sistemas, mas também ajudem as organizações a reconfigurar seus processos internos e a desenvolver as competências necessárias para competir em um ambiente de negócios cada vez mais digitalizado (Padilha & Marins, 2005). A experiência em implementação de ERP é importante quando se trata de definir metas realistas e revisar as lições aprendidas com a implementação de sucesso superior e inferior na indústria (Padilha & Marins, 2005).

Para isso, 78% das organizações estão contratando serviços de consultoria (Panorama 2020), a fim de que estas possam disponibilizar ao projeto um time de profissionais denominados de “Consultores”, os quais aplicarão seu conhecimento e experiências específicas do setor e da ferramenta para direcionar o projeto e resolver problemas relacionados às atividades, tarefas, adaptações do negócios e ministrar treinamento entre as partes interessadas do projeto (Plaza 2016).

Entretanto, a implementação de um ERP em um cenário voltado para a Indústria 4.0 não é uma tarefa trivial. As consultorias enfrentam desafios complexos que vão além das questões técnicas. Pabedinskaity (2010) descreve o processo de implementação como complexo e sugere que outros fatores além dos técnicos também possam influenciar os resultados. Elas precisam gerenciar as expectativas de diversos stakeholders, garantir que os recursos sejam alocados de forma eficaz, e liderar mudanças organizacionais significativas. Saxena e McDonagh (2019) argumentam que a maioria das taxas de insucesso está associada ao tempo do projeto, a possibilidade de exceder o orçamento previsto e sugerem que a taxa de insucesso é exagerada quando se considera a longevidade e benefícios da utilização do sistema ERP.

Nesse contexto, vemos a relevância dos consultores e gerentes de projetos nestes cenários, onde os consultores trazem consigo o conhecimento técnico e a experiência necessária para customizar os sistemas ERP de acordo com as especificidades de cada organização (Padilha & Marins, 2005). Já os gerentes de projetos são responsáveis por administrar todas as fases do projeto, desde o planejamento até a entrega final, garantindo que os prazos sejam cumpridos e que os objetivos do projeto sejam alcançados dentro do orçamento estabelecido (PMI, 2017).

Os desafios enfrentados por esses profissionais são multifacetados. Eles incluem a necessidade de lidar com a resistência à mudança por parte dos colaboradores, a gestão de riscos associados à implementação de novas tecnologias, e a pressão por resultados rápidos em um ambiente caracterizado por incertezas e mudanças constantes, além das atribuições técnicas, como fornecer atualizações técnicas e conhecimentos de negócios, aprimorar as capacidades de aprendizagem do cliente, ajudar na preparação de especificações técnicas de requisitos de software ERP, oferecer conhecimento técnico sobre o software, treinamento no trabalho dos usuários, agilizando processos e protocolos da organização com módulos do sistema, auxiliando na customização e configuração do sistema e sugerindo soluções adequadas aos clientes (Nah et al. 2001; Wang et al. 2008). O comprometimento total e a habilidade orientada ao projeto são mais importantes do que a habilidade técnica do consultor

externo, portanto, a seleção do consultor é bem versada em termos de negócios, processos e conhecimento técnico (Barth e Koch 2019).

Na literatura acadêmica encontram-se estudos sobre os desafios enfrentados pelas empresas na adoção de projetos voltados à implementação de ERP, porém a mesma ainda necessita de mais estudos que abordem os desafios enfrentados pelas empresas de consultorias durante a execução destes projetos, considerando o papel e o impacto destas nos projetos de implementação de Indústria 4.0.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

A ausência de uma análise aprofundada dos desafios enfrentados pelas consultorias nesse cenário representa uma lacuna significativa na literatura acadêmica, que geralmente foca nos problemas enfrentados pelos clientes e não nas dificuldades internas dessas empresas.

Diante disso, esta dissertação busca identificar os principais desafios que as consultorias empresariais e de sistemas de informação, com foco na implementação e atualização de ERP, enfrentam durante a implementação de sistemas ERP, com um enfoque específico nas demandas geradas pelo cenário da Indústria 4.0.

A literatura acadêmica aponta que a implementação de sistemas ERP no contexto da Indústria 4.0 envolve elevada complexidade, uma vez que esses sistemas assumem o papel de elementos centrais na integração de processos organizacionais e tecnologias digitais. Estudos indicam que os principais desafios associados a esse tipo de implementação estão relacionados ao alinhamento entre as áreas de TI e de negócios, à maturidade digital das organizações, à definição de processos e às práticas de governança, extrapolando questões estritamente técnicas (Xu, Xu & Li, 2018; Sony & Naik, 2019; Karadayi-Usta, 2019). No entanto, observa-se que tais abordagens são predominantemente concentradas na perspectiva das organizações usuárias ou das tecnologias envolvidas, evidenciando uma lacuna relevante quanto à análise sistematizada dos desafios enfrentados pelas consultorias responsáveis pela implementação desses sistemas em ambientes de Indústria 4.0, o que fundamenta a realização do presente estudo.

Neste cenário, espera-se não apenas enriquecer o debate acadêmico sobre o tema, mas também fornecer um entendimento prático que possa ser aplicado por consultorias e profissionais da área, contribuindo para o sucesso e otimização da utilização de recursos

alocados em projetos tangentes à implementação, bem como para a atualização de ERP e consequentemente para geração de valor e a consolidação das organizações em um mercado cada vez mais orientado pela Indústria 4.0.

Portanto considerando a problemática apresentada, faz-se relevante a seguinte questão de pesquisa: Quais são os desafios mais relevantes, para as empresas de consultorias de ERP, que emergem na implementação de projetos da Indústria 4.0?

1.2. OBJETIVOS

Como desdobramento do objetivo da pesquisa, lista-se nos tópicos abaixo o Objetivo Geral e os Objetivos Específicos como partes integrantes deste estudo.

1.2.1. OBJETIVO GERAL

Tem-se assim o seguinte objetivo geral: Identificar e priorizar quais são os desafios mais relevantes, para as empresas de consultorias de ERP, que emergem na implementação de projetos da Indústria 4.0.

1.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS:

Para atingir o objetivo geral deste estudo, foram delimitadas as metas da pesquisa pelos seguintes objetivos específicos:

- A. Identificar o que a literatura acadêmica possui de estudos pertinentes ao tema de desafios das consultorias de ERP, em cenários de Indústria 4.0;
- B. Identificar, em pesquisa de campo, com especialistas, quais os desafios das consultorias de ERP, em projetos de implementação de Indústria 4.0;
- C. Abordar os desafios mais relevantes das consultorias de ERP, em projetos de implementação de Indústria 4.0.

1.3. JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA

Com o avanço da Indústria 4.0, os processos produtivos e operacionais estão sendo remodelados, integrando novas tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), Big Data, Inteligência Artificial (IA) e sistemas ciber-físicos, alterando significativamente a maneira como as empresas produzem, gerenciam e competem no mercado (Carayannis, Canestrino & Magliocca, 2024; Fonseca, 2018). Neste cenário a escolha do tema "Implementação de Projetos de Indústria 4.0: Sistema de Gestão Integrada – Desafios das Consultorias" é justificada pela crescente importância das transformações tecnológicas no cenário global (Padilha & Marins, 2005).

Nesse contexto, os ERP desempenham o papel de conectar diferentes áreas das empresas e facilitando a integração de tecnologias e processo da Indústria 4.0 (Chen et al. 2015). No entanto, há de se considerar que a implementação desses sistemas em ambientes complexos e dinâmicos impõe uma série de desafios às consultorias responsáveis por liderar e atuar nesses projetos (Pabedinskaitė, 2010). As consultorias de ERP são peças-chave nesse processo, pois fornecem o conhecimento técnico e estratégico necessário para guiar as organizações na adoção de novas tecnologias, modelagem e otimização de processos e na transformação digital (Pabedinskaitė, 2010), contudo as dificuldades encontradas por essas consultorias ao longo das implementações ainda são pouco exploradas pela literatura acadêmica.

Considerando os cenários descritos acima sobre o contexto da indústria 4.0 e a complexidade de projetos de implementações de ERP, há de se considerar a existência de uma maior complexidade e por conseguinte elevados riscos para gestão destes projetos, do que uma indústria convencional (tradicional), visto a existência de maiores volatilidades de escopos, tecnologias envolvidas e em decorrência da evolução tecnologia, sobre a qual a indústria 4.0 se baseia, e tudo visando atender à implementação em prazos reduzidos (de Souza et al., 2023; Ribeiro et al., 2024; Satyro et al., 2021).

Desta feita, este estudo é relevante para preencher uma lacuna existente na pesquisa acadêmica, que até o momento tem focado principalmente nas dificuldades enfrentadas pelas empresas caracterizadas como “clientes”, desta forma negligenciando os desafios vivenciados pelas próprias consultorias e seus gerentes de projetos. A relevância desse estudo também se dá pela necessidade de desenvolver um entendimento mais claro e amplo sobre os desafios que essas consultorias enfrentam, incluindo questões como gestão de expectativas, resistência

à mudança, alinhamento entre tecnologia e processos organizacionais, e a rápida evolução das tecnologias emergentes.

Além disso, ao identificar e compreender esses desafios, este estudo pode fornecer conhecimento e direcionamentos para o aprimoramento das práticas de consultoria, contribuindo para o aumento de sua eficiência e o sucesso na implementação de projetos de Indústria 4.0 com sistemas ERP, resultando assim em um crescimento e satisfação mútua entre consultoria e cliente. Para as consultorias, a adaptação a esse novo cenário tecnológico é importante para manter sua competitividade e relevância no mercado.

Ao compreender as limitações e lacunas existentes na literatura acadêmica sobre a implementação de sistemas ERP em contextos de Indústria 4.0, considerando as mais distintas abordagens, torna-se possível promover um entendimento mais consistente entre as consultorias, as empresas clientes e a própria academia. Esse alinhamento favorece a aproximação entre teoria e prática, permitindo que o conhecimento acadêmico seja aprimorado a partir das experiências do mercado, ao mesmo tempo em que as organizações se beneficiem de análises mais estruturadas e fundamentadas. Dessa forma, o estudo contribui para o avanço mútuo desses atores, estimulando práticas mais eficazes e o desenvolvimento contínuo do campo.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este estudo foi organizado dividindo-se em oito capítulos, da seguinte forma:

O capítulo um apresenta-se uma introdução ao tema, assim como apresentação de objetivos e a questão da pesquisa.

O capítulo dois, é destinado ao referencial teórico, onde apresenta-se os principais conceitos e cenários pertinentes ao alvo deste estudo, como os conceitos de Projetos e Gestão de projetos, Indústria 4.0, Sistemas de Gestão integrada (ERP) e Consultorias.

O capítulo três destina-se aos Métodos e Técnicas de Pesquisas que foram utilizados neste estudo.

O capítulo quatro apresenta os Resultados e Discussões.

O capítulo cinco apresenta as Contribuições para a Prática.

O capítulo seis apresenta as Considerações Finais deste estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Aqui serão abordados os temas centrais que sustentam a análise dos desafios das consultorias no cenário da Indústria 4.0, incluindo conceitos da própria Indústria 4.0, aspectos e características dos ERP, caracterização dos papéis e finalidades das consultorias empresariais, assim como descrição das particularidades dos papéis de gerentes de projetos nestas consultorias e seus respectivos consultores. Busca-se com essa abordagem construir uma visão abrangente e fundamentada do cenário sobre o qual se desenvolverá no estudo alvo desta dissertação, respaldando a análise empírica subsequente.

2.1. PROJETOS E GESTÃO DE PROJETOS

De forma geral, as atividades das organizações podem ser divididas em duas categorias: operações e projetos: as operações englobam atividades repetitivas e contínuas, enquanto os projetos são caracterizados por atividades singulares e únicas, destinadas a alcançar um objetivo específico (Shenhar e Dvir, 2010). Já os projetos, assim, são temporários e possuem um ciclo de vida delimitado, sendo que cada um deles responde a uma necessidade única dentro da empresa e, muitas vezes, ao contexto social e econômico em que está inserida (PMI, 2017).

O projeto é definido pelo Guia de Gerenciamento de Projetos (PMI, 2017), como um empreendimento temporário realizado com o objetivo de criar um produto, serviço ou resultado exclusivos. Rabechini Jr. et al (2002), apresentam o conceito de que projetos baseiam-se em ações ou empreendimentos de alto risco, com recursos adequados, cronogramas e prazos estipulados, além de custos específicos, cujo o resultado deve convergir para o atendimento de objetivos e expectativas de desempenho pré-determinadas.

Braun, Ferreira, & Sydow (2013) e Lundin & Söderholm (1995), apresentam três características que são comumente atribuídas à projeto: temporariedade e finalização institucionalizada; estruturas de equipe específicas, para cumprimento de tarefas específicas; inserção em um contexto social e histórico.

Projetos passam a permear toda a organização, especialmente em um cenário onde as mudanças tecnológicas, econômicas e sociais ocorrem com frequência cada vez maior. Essas

transformações, na maioria dos casos, demandam projetos específicos para serem abordadas, de modo que as organizações precisam gerenciar diversos projetos simultaneamente, o que originou o conceito de "Gestão por Projetos" (Sato et al., 2004). Entretanto, esse aumento na quantidade de projetos também gera desafios, uma vez que, ao serem gerenciados de forma isolada, eles podem interferir uns nos outros, gerando conflitos em relação a recursos, informações e objetivos contraditórios (Sato et al., 2004).

Nos últimos anos, a gestão de projetos tem ganhado destaque significativo no ambiente corporativo, tornando-se um diferencial para a sobrevivência, crescimento e progresso das organizações (Cleland e Ireland, 2002; Prado, 2003). A relevância da gestão de projetos se deve ao seu papel estratégico de organizar e implementar atividades que levam as empresas a se adaptarem às mudanças e a competirem de forma eficaz em um mercado cada vez mais dinâmico.

Gestão de projetos é considerada como a efetiva aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto, realizando o direcionamento dos recursos disponíveis ao projeto, para o cumprimento dos aspectos de escopo, cronograma e custos com a intenção de alcance do objetivo estratégico sobre o qual o projeto se originou (Turner & Muller, 2005).

No contexto do gerenciamento tradicional de projetos, o Project Management Institute (PMI, 2013) define a gestão de projetos como a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, de modo a atender aos requisitos específicos de cada projeto. Esse processo inclui cinco fases principais: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento, que são lideradas pelo gerente de projeto e apoiadas pela equipe do projeto. Essas fases proporcionam uma estrutura organizada, facilitando o controle e a adaptação durante o ciclo de vida do projeto, de forma a alcançar os objetivos estabelecidos (PMI, 2017).

O gerenciamento de projetos se destaca como um recurso intangível que integra o conhecimento das organizações e se torna uma fonte para aumentar a competitividade dos produtos e serviços oferecidos (Jugdev e Thomas, 2002). Esse recurso é potencializado pelas técnicas de gestão de projetos, as quais tornam as organizações aptas a responder de forma ágil e eficaz aos desafios ambientais, tais como a competitividade e o posicionamento no mercado (Carvalho e Rabechini, 2009).

Para Kerzner (2017), a gestão de projetos quando realizada de forma concisa e eficiente, tende a resultar nas seguintes vantagens ao projetos e aos envolvidos: clareza na definição dos

objetivos; organização eficiente de papéis e responsabilidades; otimização do gerenciamento dos recursos; proatividade no gerenciamento de riscos; comunicação efetiva entre as partes interessadas (stakeholders); eficiência no controle do processo a médio e longo prazo.

Outro aspecto relevante são os critérios para julgar o sucesso dos projetos, que variam conforme o estudo ou autor. Tradicionalmente, o sucesso de um projeto é medido pelo cumprimento do prazo, do escopo e do custo, conceito conhecido como o "triângulo de ferro" (Jugdev e Müller, 2005). Contudo, Shenhar e Dvir (2007) sugerem uma abordagem mais ampla, propondo cinco dimensões para avaliar o sucesso de projetos: eficiência, impacto no cliente, impacto na equipe, sucesso comercial direto e preparação para o futuro. Essas perspectivas ampliam a visão do sucesso, permitindo que ele seja avaliado de forma mais abrangente e em diferentes contextos.

Segundo Berssaneti & Carvalho (2015), atualmente as organizações possuem um olhar sobre a gestão de projetos não apenas soluções para problemas técnicos ou processos operacionais, mas sim enxergando estes como um aliado na implementação de mudanças e melhoria de fluxos de processos. Neste sentido, Morris (1997) afirma que a “gestão por projetos”, termo utilizado nos primórdios do desenvolvimento da área de gestão de projetos, tornou-se uma maneira eficaz de integrar funções e processos organizacionais, além de motivar grupos e equipes e consequentemente alcançar melhores níveis de desempenho e produtividade.

Os estudos de Bierwolf et al. (2017), apresentam três habilidades consideradas como as mais importantes e necessárias para um gerente de projetos, que são: capacidade comunicação; cumprimento dos objetivos; tomada de decisões.

Deve-se considerar a distinção entre as capacidades técnicas e as habilidades sociais, visto que as habilidades técnicas muitas vezes são mais valorizadas dentro das áreas, departamentos ou setores de projetos (variando de acordo com a estrutura organizacional da empresa), enquanto as habilidades sociais, têm um papel predominante em relação à colaboração de equipes e relacionamentos em diferentes níveis hierárquicos horizontais e verticais (Rojas & Mejia-Moncayo, 2019).

Segundo o PMI (2017), a gestão do projeto consiste no compêndio de dez áreas do conhecimento distintas, cuja relevância e aplicabilidade devem ser analisadas de forma detalhada e peculiar à cada cenário de projeto, pautando-se nas seguintes áreas de gerenciamento dentro do cenário de projeto:

- (a) Gerenciamento de integração do projeto;

- (b) Gerenciamento de escopo do projeto;
- (c) Gerenciamento do cronograma do projeto;
- (d) Gerenciamento do custo do projeto;
- (e) Gerenciamento da qualidade do projeto;
- (f) Gerenciamento de recursos do projeto;
- (g) Gerenciamento das comunicações do projeto;
- (h) Gerenciamento dos riscos do projeto;
- (i) Gerenciamento das aquisições do projeto;
- (j) Gerenciamento das partes interessadas.

Deve-se ressaltar que as diferentes características de projetos, equipes e cenários organizacionais acarretam na percepção de peculiaridades pertinentes à cada cenário, sendo necessário aplicar a metodologia de gestão de projeto que mais se adequa ao cenário existente, de forma a otimizar sua a gestão facilitando o alcance do sucesso do projeto. As metodologias de gerenciamento de projetos possuem um importante papel na organização e na condução dos projetos, uma vez que orientam o modo como as atividades são planejadas, monitoradas e executadas (PMI, 2017).

Entre as metodologias mais amplamente adotadas, destaca-se o gerenciamento de projetos tradicionais, também conhecido como *plan-driven* ou orientado ao planejamento, que pressupõe uma abordagem previsível e controlada para alcançar os objetivos do projeto (Boehm & Turner, 2003).

No modelo tradicional, a premissa é que os gestores consigam antecipar e planejar as tarefas, necessidades e restrições do projeto de forma detalhada e antes de sua execução, de modo que todas as atividades sigam um planejamento rígido e pré-definido, buscando a eficiência operacional e um forte controle sobre as restrições de escopo, prazo, custo e qualidade, contando com documentação abrangente para garantir que todos os requisitos sejam atendidos conforme o plano inicial (Boehm & Turner, 2003; Shenhar, 2012). Esse modelo é mais utilizado em setores que requerem previsibilidade e estabilidade, como a construção civil e o setor de manufatura, onde mudanças frequentes são menos comuns e o controle rigoroso é necessário para a segurança e a qualidade dos resultados.

Segundo Pressman & Maxim (2016), com o avanço das demandas empresariais e a evolução dos cenários tecnológicos, surgiram novas abordagens chamadas de metodologias incrementais, que buscam maior flexibilidade no desenvolvimento dos projetos; nesse modelo

o progresso ocorre de forma gradual e iterativa, com refinamentos sucessivos que aprimoram cada estágio do projeto.

Essas metodologias incrementais ainda seguem etapas estruturadas, mas priorizam a compreensão contínua dos requisitos e a aplicação de feedback frequente, permitindo que novos aprendizados e descobertas sejam integrados ao longo de todo o ciclo do projeto. Esse modelo evoluiu para as metodologias ágeis, que hoje se tornaram referência em setores com alta taxa de mudanças e inovação (Bianchi, 2017).

Os métodos ágeis, como o Scrum e o Kanban, são caracterizados pelo envolvimento contínuo do cliente, permitindo ajustes frequentes nas entregas para refletir mudanças nas necessidades do cliente e do mercado. Diferente do modelo tradicional, o escopo nos métodos ágeis, é um escopo flexível, permitindo que o projeto se ajuste a um ambiente dinâmico com alto grau de incerteza e objetivos menos claros. Esses métodos encorajam mudanças contínuas durante o desenvolvimento e promovem ciclos de feedback rápidos, proporcionando um produto final que melhor atende às expectativas dos stakeholders (Augustine et al., 2005).

Percebe-se que a gestão de projetos pode ser considerada como um fator crítico na implementação de sistemas, processos, ferramentas ou alterações de cenários organizacionais, evidenciando a existência de uma relação entre a influência da gestão e o consequente sucesso de uma empresa na implementação de projetos da Indústria 4.0 (Marousek & Novotný, 2016). Essa visão sobre projetos e gestão de projetos destaca a importância do papel do gerente de projeto, que não só coordena as atividades, mas também atua como o principal responsável por garantir que os objetivos estratégicos sejam alcançados de forma eficiente, alinhando os interesses dos diversos stakeholders envolvidos.

Para Dallasega, Frosolini, & Matt (2016), devido ao cenário em que as organizações se encontram, de constante avanço tecnológico juntamente uma crescente necessidade de novas abordagens metodológicas, ferramentas e sistemas, a gestão de projetos vem se tornando cada vez mais complexa e árdua. Considerando ainda que sobre a ótica de projetos da Indústria 4.0, a criticidade com a integração de múltiplas interfaces gera a necessidade de uma abordagem sistemática, com uma gestão centralizada, necessitando que seja coordenada de forma categórica para alcançar os objetivos pré-estabelecidos (Maroušek e Novotný, 2016).

O amplo conhecimento, alinhamento de ações e expectativas dos gerentes, líderes, equipes de TI, assim como equipes analíticas e funcionais, com as questões e objetivos e questões estratégicas previamente definidas, são quesitos importantes para uma implementação bem-sucedida de projetos da Indústria 4.0 (Scott, Sullivan & Staib, 2019).

2.2. INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 introduz um novo modelo de organização e controle da produção, pautado na criação de valor e na capacidade de personalização em plataformas digitalizadas e inteligentes (Zhong et al., 2017; Accorsi et al., 2020).

Segundo Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018), o conceito de Indústria 4.0 (I4) foi inicialmente introduzido pelo governo alemão em 2011, durante a Feira de Hannover, como uma iniciativa estratégica para promover o avanço industrial através da integração e informatização das indústrias do setor de manufatura.

A aplicação eficaz desse conceito exige o gerenciamento de uma gama diversificada de tarefas e habilidades (Neradilova & Fedorko, 2017), que envolvem uma visão interdisciplinar de sistemas produtivos, tecnologia da informação, automação, ergonomia e processos de negócios, além da capacidade de cooperação e comunicação entre equipes diversas (Simons et al., 2017).

Considera-se que o desenvolvimento e consequentes ramificações do conceito inicial, se ampliaram de forma tão substancial que a Indústria 4.0 vem sendo considerada como o símbolo do início da quarta revolução industrial (Nosalska et al., 2020). O cenário pós-crise financeira e econômica de 2008, sugeria que a chegada da quarta revolução industrial (Indústria 4.0) juntamente com um novo modelo de Economia Digital fossem capazes de impulsionar os setores industriais e consequentemente a economia dos países desenvolvidos (Kovacs, 2018).

Caracteriza-se como a primeira revolução industrial (Indústria 1.0 - I1) o momento da história onde se dá a introdução da manufatura mecânica, sendo utilizadas inicialmente para manufaturas baseadas na utilização do tear mecanizado por energias geradas por água e vapor, já a segunda revolução industrial (Indústria 2.0 - I2) caracteriza-se pela produção em massa, facilitada pelo uso da energia elétrica e em sequência, considera-se como início da terceira revolução industrial (Indústria 3.0 - I3), o momento em que o uso de eletrônica e de tecnologia da informação passaram a proporcionar a automação da manufatura (Satyro et al., 2023; Satyro et al., 2022).

A quarta revolução industrial (Indústria 4.0 - I4), foi viabilizada pelo uso de sistemas ciberfísicos (CPS), o que desencadeou uma quebra de paradigma nas indústrias, em especial no setor produtivo (Xu et al., 2018). Isto corrobora com Pinheiro et al. (2019), segundo o qual a Indústria 4.0 pode ser relacionada não apenas aos sistemas Ciberfísicos, mas também com

outras frentes de integração tecnológica, como fábrica inteligente, auto-organização, inovação aberta, teoria de sistemas e integração de rede.

Segundo Nosalska et al (2020), a Indústria 4.0 é caracterizada por seu potencial na geração de mudanças organizacionais e tecnológicas em cenários pré-definidos, através da integração de cadeias de valor, e consequente otimização e desenvolvimento de novos modelos de negócios, que são suportados por tecnologias inovadoras, conectividade e integração de sistemas e processos.

Adicionalmente Contador et al (2020), citam que as soluções envolvidas podem aumentar a produtividade e otimizar a relação custo-benefício. Hamidi, Aziz, Shuhidan, Aziz e Mokhsin (2018) definem a Indústria 4.0 em quatro tópicos: (a) Fábricas do futuro com sistemas de produção inteligente; (b) Nova geração de redes globais; (c) Nova forma de integrar e coordenar o ciclo de vida do produto; (d) Oferta de soluções individuais.

Embora os desafios técnicos tenham recebido maior atenção nas pesquisas recentes, também é necessário considerar os aspectos sociais para uma implementação abrangente da Indústria 4.0 (Imran & Kantola, 2019).

Segundo Cakmakci (2019), a Indústria 4.0 transcende os sistemas modernos de gestão de manufatura e excelência global. A Indústria 4.0 possui a prerrogativa de introduzir no cenário manufatureiro e econômico, uma série de mudanças passíveis de caracterizar uma nova estrutura organizacional, através da qual será possível atender às novas demandas oriundas de um novo cenário de público, mercado e expectativas. Importante reconhecer que quando a tecnologia está em uso, gera mudanças para a organização, fornecedores e clientes, ambiente econômico e os objetivos organizacionais (Rajnai & Kocsis, 2018).

Os Cyber-Physical Systems (CPS), ou Sistemas Ciber-Físicos, são uma das tecnologias centrais da Indústria 4.0. Esses sistemas integram plataformas de comunicação, computação avançada e controle da informação, conectando os domínios físico e digital (Sacomano et al., 2018).

Na manufatura, os CPS viabilizam a interação entre máquinas, sensores e o ambiente cibernético, além de proporcionar funcionalidades às fábricas e usuários, viabilizando a transformação digital no chão de fábrica (Landherr, Schneider & Bauernhansl, 2016; Verma, 2022). A integração dos CPS permite que dados de produção sejam alinhados aos dados gerenciais, facilitando a tomada de decisões autônomas em tempo real (Verma, 2022).

Os sistemas ciberfísicos (CPS), a Internet das coisas, integrações e automações de processos, análises quantitativas, computação em nuvem, resultam em uma caracterização de

uma rede “onipresente”, passível de uma atuação simultânea em múltiplos cenários de negócios, obtendo múltiplas finalidades (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018; Richert, Shehadeh, Plumanns, et al., 2016; Wang & Ha-Brookshire, 2018).

Segundo Silveira e Lopes (2017), e Silva et al. (2022), os sistemas de produção inteligente associados à Indústria 4.0 podem ser caracterizados por cinco capacidades principais:

1. Operação em Tempo Real, na qual o tratamento imediato de dados permite decisões instantâneas;
2. Virtualização, que proporciona simulações e monitoramento digital das operações fabris;
3. Descentralização, onde os CPS realizam decisões de forma autônoma;
4. Orientação a Serviços, promovendo interações rápidas e fluidas através de arquiteturas baseadas na Internet das Coisas;
5. Modularidade, que oferece flexibilidade na linha de produção ao permitir o acoplamento e desacoplamento de módulos de acordo com as demandas.

Além disso, a Indústria 4.0 promove otimização em processos e na cadeia de suprimentos, proporcionando melhorias no fluxo de materiais, diminuição de falhas de qualidade e redução do tempo de espera (Sharma et al., 2020). Entre as principais tecnologias que habilitam esses benefícios estão a Internet das Coisas (IoT), a computação em nuvem e o Big Data.

Hofmann e Rüsch (2017) consideram que a Indústria 4.0 (I4) é constituída por uma base tecnológicas comum entre suas múltiplas derivações, sendo esta composta por quatro componentes: (a) Sistemas Ciberfísicos (CPS), caracterizados pela integração da computação com processos físicos; (b) Internet das Coisas (IoT), conforme descrita por Lima et al. (2017), conecta objetos à internet, estabelecendo interações inteligentes entre dispositivos e pessoas. Isso é possibilitado por tecnologias de captura de dados em tempo real, como GPS, sensores e scanners a laser (Burkitt, 2014). Possibilitando a interconexão de dispositivos físicos, como sensores, eletrodomésticos, veículos e máquinas, que são equipados com software, permitindo a conectividade, coleta, compartilhamento e processamento de dados pela internet;

1. Internet dos Serviços (IoS), que segundo Buxmann et al. (2009), permite a oferta de serviços pela internet, sendo estes cenários compostos por, uma infraestrutura tecnológica, modelos de negócios, e os próprios serviços;

2. Fábricas Inteligentes, também conhecidas como "smart factories", são instalações de produção automatizadas e interconectadas, que possibilitam a análise de dados para otimizar processos em tempo real;
3. Computação em nuvem, fornece uma plataforma de unificação de recursos e permite que os usuários configurem soluções conforme suas demandas específicas, promovendo um uso mais eficiente do sistema (Rao et al., 2012);
4. Big Data oferece suporte à análise em tempo real de dados complexos, o que melhora a flexibilidade da produção e facilita decisões rápidas e assertivas, além de permitir manutenção preditiva em equipamentos (Bahrin et al., 2016).

Segundo Carolis et al (2017), o avanço da Indústria 4.0 e sua possível aplicação em cada cenário industrial, está diretamente relacionado ao nível de maturidade dos processos desempenhados pelas organizações, sendo esse um fator determinante para decisões sobre as possibilidades de evolução e consequente benefícios agregados a cada projeto.

Para Moreira, Ferreira, & Seruca (2018), atualmente as organizações são constantemente requeridas a demonstrar sua capacidade de avançar rapidamente, frente aos novos modelos organizacionais e as novas tecnologias emergentes que surgem para este cenário.

Com esta demanda surge a necessidade de uma gestão orientada para esse tipo de implementações e os novos projetos. Corroborando com Barata & Coyle (2018), quando afirmam que os projetos que visam a otimização de processos e aplicação da indústria 4.0, requerem adequações no seu gerenciar devido aos investimentos elevados em busca de resultados.

Ao combinar tecnologias avançadas e promover a integração entre o ambiente físico e digital, a Indústria 4.0 não só transforma os processos tradicionais em sistemas de produção inteligentes e em tempo real, mas também fortalece a capacidade de resposta das organizações aos desafios do mercado moderno (Barata & Coyle, 2018; Sacomano et al., 2018).

2.3. SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA (ERP)

Os sistemas de gestão integrada, conhecidos como ERP (Enterprise Resource Planning), representam uma das principais inovações no campo da gestão organizacional, promovendo a integração e automação de processos empresariais (Mendes & Escrivão Filho, 2002). Esses

sistemas reúnem em uma única plataforma diversas funções operacionais, possibilitando uma visão unificada dos processos da organização (Mendes & Escrivão Filho, 2002).

Os sistemas de informação ERP, possibilitam a integração das múltiplas atividades e processos de uma organização ou indústria, viabilizando uma otimização no processo de tomadas de decisões, tornando este mais assertivo e alinhado ao planejamento estratégico previamente definido (Mendes & Escrivão Filho, 2002).

Na década de 50, os avanços tecnológicos começaram a ganhar força em cenários empresariais e industriais, porém nesta época a tecnologia ainda estava em seu estágio inicial, sendo dependentes de computadores de grandes portes denominados de “mainframes”, os quais eram de difícil manuseio e manutenção, além de possuírem um alto custo de utilização, e baixo nível de integração e disseminação das informações processadas (Turban, 2008).

Este cenário foi propício ao surgimento dos sistemas ERP, quando surgiu a necessidade das organizações integrarem seus processos, departamentos e fluxos de informações funcionais em um único sistema computacional, a fim de obterem maior nível de visibilidade e confiabilidade das informações (Turban, 2008).

Esteves, Carvalho e Santos (2000) apresentam a definição de sistema ERP como um sistema centralizador de informações, atividades e processos de uma organização, com a possibilidade de subdividir suas funcionalidades em pacotes comerciais de software que podem ser agregados de forma a compartilharem fluxos de informações e processo funcionais pertinentes aos departamentos empresariais, como: comercial, financeiro, recursos humanos, suprimentos, entre outros.

De acordo com Padilha & Marins (2005), as organizações possuem a liberdade de escolher quais funcionalidades atendem as demandas existentes e quais são pertinentes para servirem como aliadas ao atingimento dos objetivos estratégicos, uma vez que cada organização possui fluxos, processos e níveis de maturidades diferentes, o que gera uma necessidade de personalização do sistema para cada organização em seu respectivo momento.

Amid e Kohansal (2014) conceituam o ERP como o estado da arte dos sistemas de informação, destacando que ele fornece informações melhoradas e mais precisas, necessárias para o aprimoramento das funções organizacionais e a redução de redundâncias de dados.

Segundo Amid e Kohansal (2014), o uso de sistemas ERP visa melhorar a eficiência e a eficácia operacional. Além disso, o ERP permite a obtenção de dados em tempo real, fornecendo aos gestores uma visão clara e atualizada das operações empresariais. Aguiar et al. (2014) destacam a integração de dados como uma das principais características desses

sistemas, que permitem a manutenção de informações em uma única base de dados, facilitando a comunicação entre diferentes departamentos e a automatização de processos.

Neste contexto os ERP, viabilizam a criação de processos de negócios racionalizados, com fluxo de informação direta e sem interrupções, sendo este fator determinante para sustentar a competitividade das empresas no mercado atual (Beatty & Williams, 2006; Finney & Corbbet, 2007).

Outro ponto importante é a flexibilidade dos sistemas ERP em se integrar com diferentes sistemas operacionais, bases de dados e plataformas de hardware. Isso permite que as empresas tenham uma visão completa de suas transações, proporcionando uma capacidade aprimorada de armazenamento e integração de informações pertinentes aos seus processos (Jesus & Oliveira, 2007).

Uma das principais características dos ERP é a possibilidade de modularização de suas áreas de atuação dentro da organização, a qual possibilita a análise global das atividades empresariais e facilita a identificação de falhas em áreas específicas, além de viabilizar a flexibilidade do sistema e proporcionar à organização uma melhor tomada de decisão na sua estratégia de implementação, contribuindo assim para a melhoria dos processos (Almeida Ferreira et al., 2012).

Muller e Rafalski (2013) denominam os já citados “pacotes comerciais” como “módulos”, sendo atualmente esta nomenclatura a mais utilizada no mercado, trazendo o conceito de que a agregação dos mesmos, viabilizando o trabalho conjunto entre diferentes departamentos de uma organização, indústria ou escritório, executando suas tarefas de forma interdependente, porém de modo que as informações trabalhem sincronizadas e centralizadas.

Hoje tem-se o ERP como um conjunto de módulos, também chamados de componentes ou pacotes comerciais, voltados às diversas áreas de negócios (finanças, logística, gestão de pessoas, controladoria etc) pertinentes à empresas de diferentes segmentos, proporcionando um sistema integrado em uma plataforma única, a fim de otimizar o fluxo de informações por toda organização e consequentemente aumentando a eficácia e eficiência de seus processos operacionais (Beheshti, Blaylock, Henderson, & Lollar, 2014).

Camilo, Figueiredo e Moura (2014) apontam que os módulos dos sistemas ERP são compostos por diversos subsistemas específicos que se unem em um banco de dados centralizado. Essas funcionalidades são baseadas nas melhores práticas de negócios adotadas por empresas líderes em todo o mundo, garantindo que os processos empresariais sejam padronizados e otimizados.

Padilha e Marins (2005) reforçam essa ideia, descrevendo o ERP como um pacote de software comercial desenvolvido com base nas melhores práticas corporativas do mercado, o que garante a centralização de dados e a padronização de processos. No entanto, eles também observam que o ERP é um produto genérico, não sendo desenvolvido especificamente para atender às particularidades de uma empresa, o que pode exigir adaptações significativas para que o sistema se adeque às necessidades específicas de cada organização, aumentando consideravelmente o grau de complexidade dos projetos de implementação destes sistemas, uma vez que devem ser consideradas as características próprias de cada setor, assim como as particularidades aderentes às estratégias organizacionais de cada caso.

Entende-se que os ERP se tornaram tão internalizados nos processos organizacionais que a maior parte das empresas não seria capaz de funcionar sem a utilização destes (Pabedinskaitė, 2010). Com o cenário supracitado e as características dos sistemas ERP permitiram que estes sistemas se tornassem parte da estratégia empresarial competitiva, de um número cada vez maior de organizações, as quais muitas vezes entende o investimento em sistemas ERP como uma prioridade nos gastos com tecnologia da informação (Biel, 2020).

Como consequência deste cenário, é visto que as organizações vêm buscando aperfeiçoamento e obtenção de constantes inovações e atualizações para que seus ERP não se torne um produto comum no cenário empresarial, deixando de ser uma fonte de vantagem competitiva (Hofmann & Woods, 2010). Biel (2020) afirma que o mercado de ERP continuará a se expandir rapidamente, com o tamanho total do mercado projetado de exceder US\$ 49,5 bilhões até 2024, afirmando também que pelo menos 50% das empresas deverão atualizar ou adquirir um sistema ERP em um futuro próximo.

Nesse cenário de inovação empresarial, o ajuste da estratégia de vantagem competitiva, a colaboração e integração entre processos e parceiros, exigirá uma integração também entre todos os parceiros da cadeia de suprimentos, além da integração entre processos de negócios ao longo da cadeia de valor (Li & Li, 2009).

Segundo Haddara e Elragal (2015), novas tecnologias como Internet das coisas (IoT) e Big Data, serão responsáveis pela viabilização desta cadeia de valor, onde com a integração de sistemas e processos, os fabricantes serão capazes de integrar a oferta e a demanda, revolucionando a tecnologia de consumo. A utilização de ERP em cenários da Indústria 4.0, viabilizam a otimização de resultados e aumento da eficiência de processos mediante a captação e processamento de grandes volumes de informação em conjunto com o correto direcionamento e integração entre fluxo de informação.

Para sintetizar o entendimento sobre aspectos e características dos ERP, apresenta-se o estudo de Müller e Rafalski (2013), que traz a utilização de um sistema ERP como um otimizador na redução de ocorrências de erros e falhas em atividades e processos manuais, muitas vezes falhas de origem humana, resultando assim em um fluxo de informações mais rápido e de fácil acesso, e como consequência deste cenário uma melhora na qualidade dos relatórios gerenciais, otimizando assim o processo decisório.

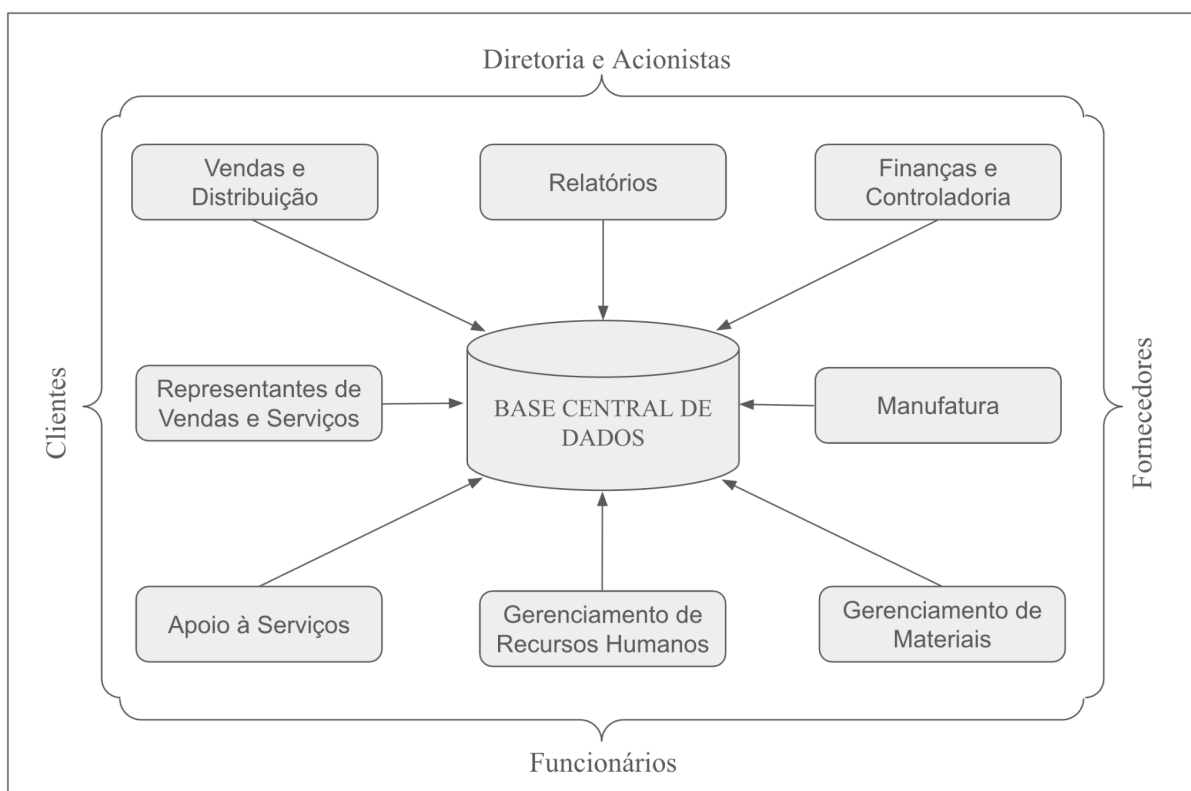


Figura 1: Representação da estrutura de funcionamento de um sistema ERP - Baseada na representação de Caiçara Junior (2012)

Entre as vantagens dos sistemas ERP estão: a capacidade de aumentar a segurança dos processos de negócios, pois o gerenciamento é feito com base nas melhores práticas, oferecendo maior confiança aos gestores; a eliminação de necessidade de redigitação e redundância de dados, permitindo que a mesma informação seja inserida apenas uma vez, o que reduz a possibilidade de erros de origem humana, além da redução do tempo de atividades em processo gerando aumento da eficiência; e por fim a possibilidade de rastreabilidade de transações, através de registros detalhados (logs) de todas as atividades

realizadas pelos colaboradores, permitindo a identificação das ações executadas em cada etapa do processo (Caiçara Junior, 2012).

Por outro lado, apesar de seus benefícios, a implementação de um ERP também apresenta desafios. A complexidade do sistema, a necessidade de adaptação aos processos da empresa e o custo elevado são alguns dos desafios enfrentados pelas organizações. Além disso, o sucesso do ERP depende da escolha adequada do fornecedor e da personalização do sistema para atender às necessidades específicas do negócio. Caiçara Junior (2012) destaca que fatores como ferramentas de customização, confiabilidade e performance do sistema, tempo de implantação, limitações técnicas e funcionais, e a possibilidade de integração com outros sistemas são aspectos críticos que devem ser cuidadosamente analisados ao escolher e implementar um ERP.

Os sistemas ERP oferecem uma vasta gama de benefícios, incluindo a centralização de dados, integração de processos e aumento da eficiência operacional. No entanto, para que seu potencial seja totalmente aproveitado, é necessário enfrentar os desafios relacionados à sua implementação e adaptação às necessidades específicas de cada organização.

2.4. CONSULTORIAS EMPRESARIAIS

As consultorias empresariais desempenham um papel no suporte às organizações durante a implementação de sistemas complexos, como os ERPs (Enterprise Resource Planning), uma vez que devido à sua complexidade, altos custos e duração prolongada, são frequentemente considerados entre os projetos de investimento mais desafiadores do meio industrial (Yusuf et al., 2004). Diante disso, a presença de consultores especializados é importante para auxiliar as empresas ao longo desse processo, devendo ser considerada a dificuldade de escolha de consultorias e consultores adequados ao projeto, como apontam Aloini et al. (2007), que destacam que serviços de consultoria ineficazes podem comprometer seriamente o sucesso do projeto.

A experiência prévia dos consultores em implementações de ERP é o principal alicerce para definições de metas realistas, planos de ações e revisões das lições aprendidas em implementações anteriores. Panorama (2020) relata que 78% das organizações contratam serviços de consultoria para apoiar seus projetos de ERP, o que mostra a importância desses profissionais em fornecer a experiência e o conhecimento necessários para alcançar resultados satisfatórios.

Os consultores de ERP oferecem uma gama de serviços, desde a implementação e atualização técnica de sistemas, a transmissão de conhecimentos de negócios até o treinamento dos usuários e a configuração do sistema para atender às necessidades específicas da organização (Nah et al., 2001; Wang et al., 2008). Esses profissionais também desempenham o papel de customização e configuração do sistema, ajustando-o às necessidades específicas da empresa, as quais podem variar de acordo com o modelo de negócio ou segmento de mercado.

Uma seleção inadequada de consultores pode comprometer seriamente o sucesso do projeto, conforme apontado por Aloini et al. (2007), que destacam a importância de adotar metodologias rigorosas para selecionar consultorias e consultores qualificados a cada tipo de projeto.

Os desafios que surgem durante a implementação de um ERP vão além da complexidade técnica. Chaudhry (2018) e Jordan (2018) sugerem que as implementações muitas vezes falham porque a organização e seus funcionários não estão comprometidos em fornecer os recursos necessários para superar os obstáculos ao longo do caminho. Segundo Jordan (2018), aproximadamente 75% das implementações de ERP falham, muitas vezes devido a equívocos sobre o funcionamento desses sistemas. Contudo, ele ressalta que é possível aprender com os fracassos do passado e evitar esses erros ao planejar implementações futuras.

A escolha de uma consultoria e um time de consultores que tenham uma habilidades orientadas para projetos e repertório de conhecimentos abrangentes sobre o negócio é muitas vezes mais importante do que as habilidades técnicas isoladas, tanto do cliente no qual será realizado o projeto, quanto da própria consultoria. Barth e Koch (2019) argumentam que o comprometimento do consultor com o sucesso do projeto e seu conhecimento dos processos de negócios são tão relevantes quanto seu domínio técnico. Plaza (2016) também reforça esse ponto ao afirmar que consultores experientes podem usar seu conhecimento do setor para resolver problemas específicos e oferecer treinamento às partes interessadas, ajudando a aliviar a carga de implementação.

Saxena e McDonagh (2019) argumentam que a alta taxa de falhas também está associada ao tempo requerido e ao orçamento dos projetos, mas sugerem que essa taxa de insucesso pode ser admissível se considerarmos a longevidade do uso dos sistemas ERP. Nesse sentido, adota-se uma visão de longo prazo para entender o verdadeiro valor desses projetos e minimizar os impactos negativos das falhas iniciais.

Além das questões técnicas, outros fatores também influenciam o sucesso ou fracasso da implementação de um ERP. Pabedinskaitė (2010) descreve o processo de implementação como intrinsecamente complexo, apontando que fatores não técnicos, como a cultura organizacional e o alinhamento estratégico, também podem ter impacto significativo no resultado do projeto.

Outro aspecto crítico destacado por Caiçara Júnior (2015) é a escolha de um provedor de ERP compatível com as necessidades da empresa. Segundo o autor, essa escolha deve ser feita com extrema cautela e com base na análise detalhada de fatores como: ferramentas de customização disponíveis no mercado, nível de confiabilidade e performance do sistema, tempo médio de implantação, flexibilidade e adequação do ERP às necessidades da organização, e possibilidade de integração com outros sistemas. Esses elementos são fundamentais para garantir que a solução adotada seja sustentável a longo prazo e capaz de evoluir conforme as demandas da empresa mudam.

Os consultores de ERP têm um papel estratégico em guiar as organizações não apenas na implementação técnica do sistema, mas também na preparação organizacional e na definição de expectativas realistas. Eles ajudam a alinhar as necessidades da empresa com as funcionalidades do ERP, assegurando que o sistema seja configurado de forma a maximizar seu potencial de uso e a minimizar os riscos associados ao processo de implementação.

3. MÉTODO E TÉCNICAS DE PESQUISA

Nesta seção, apresenta-se a metodologia do presente estudo científico, visando as características dos métodos utilizados para investigar quais são os desafios enfrentados pelas consultorias em projetos de implementação de ERP em cenários de indústria 4.0.

3.1. DELINEAMENTO DA PESQUISA

De maneira geral, o termo "metodologia" refere-se ao estudo analítico e crítico dos métodos de investigação, sendo que a metodologia científica se ocupa de analisar e avaliar esses métodos em prol de maior rigor e clareza (Severino, 2013).

Richardson (1999) define método como o caminho ou meio para se alcançar um objetivo, e metodologia como o conjunto de procedimentos e regras do método. Partindo dessa definição, esta pesquisa utiliza procedimentos rigorosos para conduzir a investigação, de modo a garantir validade e confiabilidade. A metodologia, nesse sentido, representa uma fonte de conhecimento científico para traduzir dados em informações significativas, propiciando a tomada de decisões fundamentadas (Scholtes, 1992).

A metodologia de pesquisa foi direcionada pelo objetivo de gerar conhecimentos que auxiliem na solução de problemas reais e práticos que se encontram frequentemente em cenários de projetos de implementação de ERP por diferentes tipos de consultorias. Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa metodológica busca, por meio de métodos e técnicas específicas, gerar conhecimentos voltados à resolução de questões complexas. Nesse contexto, a pesquisa é de natureza aplicada, pois tem como objetivo não só entender, mas também oferecer práticas que contribuam para a superação dos desafios no campo (Gil, 2002).

Nesta dissertação, adota-se um enfoque descritivo-exploratório com abordagem quantitativa, visando identificar e priorizar os desafios enfrentados pelas consultorias em projetos de Indústria 4.0 por meio de técnicas de análise multicritério. Conforme Amaratunga et al. (2002), pesquisas quantitativas são adequadas quando se busca estruturar fenômenos pouco consolidados, permitindo mensurar percepções, comparar variáveis e identificar padrões relevantes. A adoção dessa abordagem mostrou-se apropriada, considerando que o tema “desafios das consultorias” ainda precisa de maior aprofundamento empírico e organização conceitual, o que demanda um mapeamento inicial capaz de oferecer maior

clareza e suportar análises subsequentes. Dessa forma, o presente trabalho classifica-se como uma pesquisa descritivo-exploratória, pois busca compreender e organizar um campo emergente no estudo acadêmico, oferecendo bases estruturadas para futuras investigações.

Para assegurar a fundamentação teórica e contextual deste trabalho, emprega-se a pesquisa bibliográfica, que conforme Cervo, Bervian e da Silva (2007), é o procedimento necessário para os estudos monográficos. Sendo que sua coleta de dados também inclui o uso de pesquisa documental, segundo as quais Marconi e Lakatos (2011) afirmam que são restritas a documentos primários, escritos ou não, possibilitando uma análise objetiva e detalhada dos materiais.

Para esta dissertação, adotou-se uma abordagem quantitativa, fundamentada na aplicação de um formulário estruturado composto por assertivas avaliadas em escala linguística (1 a 10). Essa escolha metodológica é devido ao objetivo central da pesquisa, que demandava a mensuração, comparação e priorização dos desafios enfrentados por profissionais de consultorias de ERP em projetos de Indústria 4.0. Conforme Creswell (2010), a pesquisa quantitativa é apropriada quando se busca identificar as relações entre variáveis, testar hipóteses e identificar padrões a partir de dados estruturados. De maneira complementar, Silva et al. (2018) destacam que abordagens dedutivas são sustentadas por dados quantitativos que permitem maior objetividade e sistematização das análises.

A opção pela abordagem quantitativa mostrou-se adequada diante da necessidade de tratar o problema de pesquisa de forma objetiva, permitindo a utilização de métodos multicritério, como o Fuzzy Entropy-TOPSIS, para avaliar e hierarquizar os desafios identificados pelos especialistas. Dessa forma, os procedimentos adotados possibilitaram uma análise robusta, sistemática e alinhada às exigências teórico-metodológicas da investigação. Segue abaixo a planificação das diretrizes deste estudo:

Tabela 1: Matriz metodológica do estudo

CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS	DESCRIÇÃO
Natureza da pesquisa	Quantitativa
Abordagem metodológica	Estudo descritivo-exploratório
Procedimento metodológico	Pesquisa de campo
Abordagem científica	Dedutiva
Método	Análise Multicritério de Decisão (Fuzzy Shannon Entropy +

	Fuzzy TOPSIS)
Sujeito de análise	Consultores, gerentes de projetos, arquitetos de solução e especialistas atuantes em consultorias de ERP e projetos de Indústria 4.0
Procedimento de coleta de dados	Aplicação de questionário estruturado por meio de formulário eletrônico
Instrumento de pesquisa	Questionário estruturado com assertivas em escala linguística de 1 a 5
Análise dos dados	Análise multicritério utilizando Fuzzy Shannon Entropy e Fuzzy TOPSIS
Procedimento de análise	Normalização fuzzy, cálculo de pesos objetivos por entropia e ranqueamento das alternativas via TOPSIS

Fonte: Elaborado pelo autor

A síntese dos características metodológicas apresentada na tabela anterior permite contextualizar as escolhas que orientaram o rumo desta pesquisa. Com essa base estabelecida, a seção seguinte descreve os procedimentos adotados na condução da revisão da literatura.

3.2. PROCEDIMENTOS DE REVISÃO DA LITERATURA

Para embasar teoricamente a presente pesquisa e garantir uma análise fundamentada dos desafios enfrentados pelas consultorias de ERP em projetos de Indústria 4.0, foi realizada uma revisão sistemática da literatura. Esse método foi adotado para identificar, avaliar e sintetizar as evidências acadêmicas disponíveis, garantindo uma abordagem criteriosa e transparente na seleção dos estudos mais relevantes para o tema.

A estratégia de busca foi estruturada a partir de um termo de busca desenvolvido para capturar os principais aspectos relacionados ao objeto de estudo, sendo este: “(project) AND (“enterprise resource planning” OR erp) AND (implementation) AND (risk OR challenge OR obstacle OR difficult*)”.

Essa combinação de termos foi escolhida com base em palavras-chave e operadores booleanos que permitem abranger os temas centrais da pesquisa: projetos relacionados a sistemas ERP, os desafios ou riscos associados às implementações, e os obstáculos

enfrentados durante esses processos. O uso do operador “*” na palavra "DIFFICULT*" garante a captura de possíveis variações como difficulties ou difficult.

A busca foi realizada em bases de dados acadêmicas reconhecidas pela qualidade e relevância de suas publicações, incluindo:

- CAFE (Portal CAPES): Portal que dá acesso a uma coleção de periódicos científicos nacionais e internacionais, incluindo publicações nas áreas de gestão e tecnologia.
- Web of Science: Base reconhecida por indexar publicações de impacto em diversas áreas do conhecimento.
- Scopus: Uma das bases de dados acadêmicas, que abrange revistas científicas e publicações de grande relevância nas áreas de gestão e tecnologia.
- BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações): Repositório que reúne trabalhos acadêmicos brasileiros.

A seleção das bases de dados foi fundamentada em sua abrangência e relevância para a área de gestão de projetos e sistemas de informação. A revisão sistemática utilizou critérios de inclusão e exclusão definidos abaixo, focando em artigos publicados nos últimos quatorze anos, em revistas indexadas, com o objetivo de captar os avanços mais recentes no campo de estudo.

Os filtros aplicados às bases de dados acadêmicas utilizadas foram definidos para garantir a relevância, atualidade e qualidade dos estudos incluídos, que seguem abaixo:

Tabela 2: Filtros aplicados em revisão bibliográfica

FILTROS PARA EM REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
Período de publicação (YEAR)	Trabalhos publicados entre 2011 e 2024, garantindo espaço de tempo adequado para capturar os avanços mais recentes no campo de estudo.
Área de Conhecimento (Subject Area)	Foram selecionados trabalhos vinculados às áreas de Business, Management and Accounting e Social Sciences, por sua pertinência ao tema de gestão de projetos e ERP.
Tipo de Documento (Document Type)	Excluíram-se publicações categorizadas como conference review, book e trabalhos retratados (retracted), priorizando artigos revisados por pares (peer-reviewed), teses e dissertações acadêmicas.

Fonte: Autor

Diferentes combinações de termos, em português e inglês, foram testadas nas bases acadêmicas, como apresentado na tabela comparativa a seguir. Essas combinações incluíram desde buscas com termos gerais relacionados ao ERP até detalhamentos específicos que consideraram desafios, implementação e Indústria 4.0.

Tabela 3: Síntese de Resultados de Revisão de Literatura

COMPARATIVO DE QUANTIDADE DE DOCUMENTOS/ARTIGOS				
Termo de Pesquisa	Fonte de Pesquisa			
	CAFE CAPES	WEB OF SCIENCE	SCOPUS	BDTD
(project) and ("enterprise resource planning" or erp) *(projeto) and ("sistema de gestão integrada" or erp)	3219	5738	4005	ENG.: 87 PORT.: 9
(project) and ("enterprise resource planning" or erp) and (implementation) *(projeto) and ("sistema de gestão integrada" or erp) and (implementação)	1395	1264	1943	ENG.: 54 PORT.: 2
(project) and ("enterprise resource planning" or erp) and (implementation) and (risk or challenge or obstacle or difficult*) *(projeto) and ("sistema de gestão integrada" or erp) and (implementação) and (risco or desafio or obstáculo or dificuldade)	447	430	633	ENG.: 24 PORT.: 0
(project) and ("enterprise resource planning" or erp) and (implementation) and (risk or challenge or obstacle or difficult*) and ("industry 4.0") *(projeto) and ("sistema de gestão integrada" or erp) and (implementação) and (risco or desafio or obstáculo or dificuldade) and ("indústria 4.0")	8	9	6	ENG.: 0 PORT.: 0
(project) and ("enterprise resource planning" or erp) and (implementation) and (risk or challenge or obstacle or difficult*) and ("industry 4.0") and (consultan*) *(projeto) and ("sistema de gestão integrada" or erp) and (implementação) and (risco or desafio or obstáculo or dificuldade*) and ("indústria 4.0") and (consultor*)	0	0	0	ENG.: 0 PORT.: 0
* Termo de pesquisa em português (utilizada para busca na BDTD)				

Fonte: Autor

A originalidade deste trabalho consiste em identificar os desafios enfrentados por consultorias de ERP em projetos de implementação de Indústria 4.0, em uma abordagem

pouco explorada pela literatura acadêmica, mostrando não apenas a necessidade de aprofundar no tema, mas também a oportunidade de contribuir com novos conhecimentos para um segmento dos serviços empresariais.

Essa abordagem iterativa, combinada com o uso de filtros consistentes, assegurou a coleta de estudos relevantes e abrangentes, construindo uma base teórica sólida e alinhada ao objetivo central da pesquisa. Desta forma os resultados obtidos com essa revisão forneceram a base teórica para compreender os desafios, riscos e as complexidades das implementações de ERP, especialmente em projetos alinhados à Indústria 4.0.

3.2.1. MODELO TEÓRICO

A seguir é apresentado o modelo teórico que orienta esta pesquisa, sintetizando os principais construtos identificados na literatura e organizando-os de forma estruturada para apoiar a análise dos desafios enfrentados pelas consultorias em projetos de Indústria 4.0. Esse modelo funciona como base conceitual para a elaboração do instrumento de pesquisa e para a condução das etapas analíticas subsequentes.

A Tabela 4, apresentada abaixo, é o modelo teórico proposto neste estudo, sintetizando os principais desafios obtidos a partir da revisão de literatura. Esse modelo consolida os construtos e dimensões identificados nos estudos analisados, servindo como base conceitual para a estruturação do instrumento de pesquisa e para a condução das etapas subsequentes.

Tabela 4: Modelo Teórico

ÁREA	DESAFIOS	REFERÊNCIAS
Dimensão Processos	Definição e mapeamento de processos	Chow e Cao (2008)
	Resistência à mudança de processos por parte dos colaboradores do cliente	Karadayi-Usta (2020); Jena & Patel (2022); Ghita et al. (2020);
Dimensão Organizacional	Dependência indesejada de terceiros	Soltovski et al. (2020); Bajic et al. (2021)
	Falta de comprometimento da equipe técnica, operacional e executiva do cliente	Jayawardena & Perera (2010) Chow e Cao(2008)
	Maiores salários pagos a pessoal especializado	Contador et al. (2020)

	Fatores Externos (Político, Econômico, Sociocultural, Tecnologia)	Jayawardena & Perera (2010)
	Desalinhamento entre TI e o negócio	Siqueira & Crispim (2014); Brito (2010); Françoise et al. (2009)
	Complexidade e falta de flexibilidade nas políticas de Governança do cliente	Lenart (2011); Mital et al. (2014)
Dimensão Técnica	Falta de padrões globais adequados e arquitetura de referência (Best Practices)	Jena & Patel (2022); Kumari et al. (2018); Reis & Camargo (2021)
	Segurança de dados e sistemas (acessos, autenticação, permissionamento, invasões, hackers e sequestro de dados)	Elijah et al. (2021); Kumari et al. (2018); Sisinni et al. (2018)
	Necessidade de melhorar a infraestrutura do cliente	Karadayi-Usta (2020); Ghita et al. (2020); Bajic et al. (2021)
Dimensão Projeto	Desconhecimento das tecnologias mais modernas	Bajic et al. (2021)
	Definição de um plano de comunicação efetivo entre os stakeholders	Wang et al.(2016); Sheffield & Lemétayer (2013)
	Contratação e treinamento de equipe especializada	Soltovski et al. (2020); Karadayi-Usta (2020); Bajic et al. (2021)
	Levantamento de requisitos e especificações técnicas incompletas ou variáveis	Jayawardena & Perera (2010)
	Problemas psicossociais nos membros da equipe durante o projeto	Godin & Kittel (2004) Maqsoom et al. (2021)
	Necessidade de novas habilidades gerenciais	Karadayi-Usta (2020); Bonamigo & Frech (2020)
	Definição, monitoramento e controle efetivo do Cronograma do Projeto	Müller e Dal Forno (2016)
	Definição de entregáveis a cada fase do projeto	Müller e Dal Forno(2016)

	Capacidade dos gerentes de projetos; Gerenciamento de integração do projeto; Gerenciamento de escopo do projeto; Gerenciamento do cronograma do projeto; Gerenciamento do custo do projeto; Gerenciamento da qualidade do projeto; Gerenciamento de recursos do projeto; Gerenciamento das comunicações do projeto; Gerenciamento dos riscos do projeto; Gerenciamento das aquisições do projeto; Gerenciamento das partes interessadas.	PMI (2017)
Dimensão Comercial (Pré-Vendas, Vendas e Pós-Vendas)	Definição de proposta de arquitetura técnica de solução	Ma et al. (2005); Juell-Skielse & Enquist (2012); Chauhan & Jaiswal (2015)
	Definição de estimativas de atividades e fases do projeto alocados	Müller e Dal Forno(2016)
	Disponibilidade de recurso especializado, conforme previsto para cada fase do projeto	Autor
	Definições e cumprimento dos acordos de níveis de serviços (SLA)	Autor
	Transferência de conhecimento	Isabella et al., (2020); Araújo (2023)

Fonte: Autor

O modelo teórico apresentado organiza os construtos que fundamentam esta investigação e orienta a estruturação do instrumento de coleta de dados.

3.3. CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA DE CAMPO

Esta seção descreve os principais elementos relacionados à pesquisa de campo, detalhando as etapas e critérios que orientaram a coleta e análise dos dados. Composta pelas subseções "Unidade de Análise" e "Aspectos do Formulário de Assertivas", esta parte do trabalho foca na caracterização dos participantes e na estrutura das ferramentas utilizadas para obtenção de informações.

A pesquisa busca capturar as percepções e experiências de profissionais experientes, como gerentes de projetos, arquitetos de soluções e consultores de sistemas, no contexto de implementação de ERP alinhados à Indústria 4.0, assegurando que os objetivos do estudo sejam atendidos de forma estruturada e abrangente.

3.3.1. SUJEITO DE ANÁLISE

O sujeito de análise desta pesquisa é composto por profissionais especializados na área de gestão e consultoria de sistemas ERP, com atuação direta em projetos alinhados aos princípios da Indústria 4.0. Trata-se de um grupo restrito e qualificado, cuja formação técnica, experiência acumulada e vivência prática em ambientes organizacionais complexos conferem elevada capacidade analítica e decisória. Esses especialistas ocupam posições estratégicas na concepção, implementação e evolução de soluções tecnológicas em organizações de médio e grande porte, atuando em diferentes setores econômicos e lidando com desafios que demandam conhecimento aprofundado, visão sistêmica e maturidade profissional.

Os correspondentes selecionados para responder ao formulário de pesquisa possuem perfis profissionais diversos, incluindo:

- Gerentes de Projetos: Profissionais com experiência em gerenciamento de projetos tecnológicos, especialmente em iniciativas que envolvam sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) e outras soluções integradas. Esses indivíduos têm expertise na liderança de equipes multidisciplinares, gestão de prazos, recursos e escopo, bem como na mitigação de riscos e na comunicação eficaz com stakeholders.
- Gerente de Programa: Profissionais responsáveis pela coordenação de múltiplos projetos interdependentes dentro de um portfólio, garantindo alinhamento estratégico entre as iniciativas. Com experiência em gestão de programas de transformação digital, incluindo a implementação de sistemas ERP e soluções para Indústria 4.0, esses indivíduos possuem habilidades avançadas em governança, gestão de riscos e alocação de recursos.
- Gerente de Área de Consultoria: Líderes responsáveis pela gestão estratégica e operacional de equipes de consultoria especializadas na implementação de ERP. Com forte expertise em governança de projetos, relacionamento com clientes e definição de

metodologias de trabalho, esses profissionais garantem a qualidade das entregas e o alinhamento das soluções às necessidades do mercado.

- **Arquitetos de Soluções:** Especialistas na concepção, modelagem e integração de ERP, com conhecimento técnico sobre a arquitetura de sistemas. Eles desempenham um importante papel no desenho de soluções, desenvolvimento de escopos de projetos, elaboração de requisitos técnicos, estimativas de alocações de recursos e adaptação de soluções tecnológicas às necessidades específicas das organizações, garantindo alinhamento com os princípios da Indústria 4.0, como interoperabilidade, automação avançada e análise de dados em tempo real.
- **Consultores de Sistemas:** Profissionais com experiência na implementação e no suporte de ERP, acumulada ao longo de anos de atuação no mercado. Pela posição possuem uma visão abrangente dos desafios organizacionais e tecnológicos enfrentados pelas empresas, destacando-se pela habilidade em customizar e ajustar sistemas para maximizar a eficiência e a competitividade dos clientes.

A escolha por estes perfis foi baseada na relevância de suas contribuições para o estudo, uma vez que todos compartilham experiências diretas com os desafios enfrentados na implementação de soluções de gestão integrada em contextos distintos. A experiência acumulada desses profissionais permite uma análise rica e detalhada sobre os obstáculos e as melhores práticas no desenvolvimento de projetos ligados à Indústria 4.0.

Ao delimitar essa unidade de análise, busca-se garantir que os dados coletados possam refletir a realidade prática e estratégica enfrentada por empresas e consultorias de sistemas, contribuindo assim para os objetivos da pesquisa.

3.3.2. ASPECTOS DO FORMULÁRIO DE ASSERTIVAS

Nesta seção são apresentadas as características pertinentes à estruturação e aplicação do formulário utilizado para coleta de dados primários, baseando-se nos desafios identificados na literatura.

Desenvolveu-se um formulário composto por 39 assertivas, cujo objetivo é a obtenção de dados primários que possibilitem uma análise quantitativa e qualitativa, de forma que as assertivas foram elaboradas buscando a percepção dos participantes em relação aos temas

críticos encontrados na literatura acadêmica, como definição de processos, resistência à mudança, governança, segurança de dados, entre outros.

Cada assertiva foi projetada para ser respondida em uma escala de expressão linguística (1 a 10), permitindo que os entrevistados expressassem em uma escala crescente seu grau de concordância, relevância, experiência ou importância sobre cada afirmativa mediante às suas experiências e conhecimento de práticas de mercado.

Para contextualização do cenário de pesquisa, a fim de nivelar todos os correspondentes, foi proposto que considerassem o seguinte descritivo de contexto:

- 1) Escopo: Implementação de um ERP para viabilizar a implementação de processos da Indústria 4.0;
- 2) Função: Você foi incubido da função de Gerente do Projeto de uma consultoria de grande porte, tendo interações com outras consultorias parceiras e terceirizadas, as quais serão responsáveis pela execução de algumas atividades operacionais e processos do cliente;
- 3) Cliente: Empresa de médio ou grande porte.

Segue abaixo a tabela de assertivas utilizadas neste momento de pesquisa.

Tabela 5: Relação de temas e assertivas.

TEMAS	ASSERTIVAS
Definição e Mapeamento de Processos	O detalhamento do mapeamento de processos do cliente impacta positivamente os resultados do projeto.
	A adaptação dos processos do cliente é necessária em todos os projetos de implementação de um sistema de gestão integrada.
Resistência à Mudança de Processos por Parte dos Colaboradores do Cliente	A resistência dos colaboradores às mudanças nos processos operacionais gera impacto negativo.
	Diretivas da alta direção podem ajudar a superar barreiras culturais no cliente.
Dependência de Terceiros	A dependência de fornecedores terceirizados compromete o controle da consultoria sobre atividades críticas do projeto.
	A presença de múltiplas consultorias nos projetos impacta negativamente o sucesso do projeto.
Falta de Comprometimento da Equipe Técnica, Operacional e Executiva do Cliente	A falta de envolvimento da alta liderança do cliente nos projetos resulta em impacto negativo na entrega destes.
	A colaboração entre as equipes técnica, operacional e executiva do cliente é importante para o sucesso do projeto.

	A falta de definição de uma pessoa responsável sobre temas funcionais impacta negativamente as entregas previstas.
Equipe Especializado	A contratação de profissionais especializados é um desafio para projetos de Indústria 4.0.
	A retenção de profissionais especializados é um desafio para projetos de Indústria 4.0.
Fatores Externos	O cenário do governo nacional afeta os investimentos em projetos de Indústria 4.0.
Desalinhamento entre TI e o Negócio	O desalinhamento entre as áreas de TI e áreas de negócios do cliente impacta negativamente os projetos em execução.
	Todos os projetos devem possuir uma integração estratégica entre as áreas de TI e negócios.
	Um plano de comunicação eficaz entre as áreas de TI e negócios é requisito para o sucesso do projeto.
	Todos os projetos devem possuir uma clara definição de prioridade entre atividades do projeto e atividades de operação do cliente.
Políticas de Governança do Cliente	Políticas de governança rígidas dificultam a implementação de metodologias ágeis em projetos de Indústria 4.0.
	A falta de flexibilidade nas normas internas do cliente geram impactos negativos no decorrer do projeto.
Falta de Padrões Globais (Best Practices)	A ausência de padrões globais amplamente aceitos (melhores práticas) para projetos da Indústria 4.0 dificulta a gestão destes.
Segurança da informação	As vulnerabilidades na segurança digital do cliente são desafios enfrentados em projetos da Indústria 4.0.
Infraestrutura Tecnológica	A utilização de uma infraestrutura em nuvem (cloud) no cliente tende a facilitar as demandas de projetos de Indústria 4.0.
	A falta de atualização dos sistemas legados do cliente compromete o desempenho das soluções propostas.
Desconhecimento das tendências tecnológicas	O desconhecimento do cliente em tecnologias emergentes (IA, IoT e Big Data entre outras) compromete a evolução do projeto.
	É necessário a prévia capacitação da equipe do cliente sobre as características do escopo do projeto.
Definição de um Plano de Comunicação Efetivo entre os Stakeholders	A ausência de um plano de comunicação estruturado para os stakeholders gera impactos negativos ao projeto.

Especificações Técnicas	Falhas no mapeamento de requisitos técnicos compromete seriamente as entregas do projeto.
	O esforço de retrabalho decorrente de falha nas especificações técnicas pode ser superior ao esforço inicialmente previsto.
Problemas Psicossociais nos Membros da Equipe	O estresse é frequentemente identificado em membros da equipe de projetos referentes à Indústria 4.0.
	Os conflitos interpessoais entre membros da equipe afetam a eficiência e os resultados do projeto.
Habilidades Gerenciais	É necessário habilidades técnicas para lidar com a complexidade de projetos de Indústria 4.0.
	É necessário habilidades gerenciais específicas para lidar com a complexidade de projetos de Indústria 4.0.
Definição de Entregáveis	A definição parcial de entregáveis compromete a gestão do projeto.
Capacidade dos Gerentes de Projetos	A experiência do gerente do projeto é importante para o sucesso de projetos da Indústria 4.0.
	É responsabilidade do gerente de projetos identificar os riscos do projeto.
Definição de proposta de arquitetura de solução	A clareza na definição da arquitetura da solução na fase comercial é determinante para o sucesso dos projetos de Indústria 4.0.
Definição de atividades e fases do projeto	A ocorrência de estimativas não realistas (tempo e esforço) impactam no sucesso dos projetos de Indústria 4.0.
Disponibilidade de recurso especializado	A disponibilidade de profissionais especializados conforme planejado na fase comercial é um fator importante para a execução do projeto.
Acordos de níveis de serviços (SLA)	Os acordos de níveis de serviços (SLAs) acordados com os clientes são determinantes para o sucesso dos projetos de Indústria 4.0.
Transferência de conhecimento	A transferência de conhecimentos entre cliente e consultoria, sobre o cenário existente (no início e no término do projeto) é um fator determinante para o sucesso do projeto.

Fonte: Autor

A organização das assertivas por temas permite visualizar a estrutura conceitual adotada no instrumento de coleta de dados. Na sequência, apresenta-se a relação entre esses temas e suas respectivas referências bibliográficas.

Tabela 6: Relação de temas e referências.

DESAFIOS	REFERENCIAS
Definição e mapeamento de processos	Chow e Cao (2008)
Resistência à mudança de processos por parte dos colaboradores do cliente	Karadayi-Usta (2020); Jena & Patel (2022); Ghita et al. (2020);
Dependência de terceiros	Soltovski et al. (2020); Bajic et al. (2021)
Falta de comprometimento da equipe técnica, operacional e executiva do cliente	Jayawardena & Perera (2010); Chow e Cao (2008)
Equipe especializada	Contador et al. (2020)
Fatores Externos	Jayawardena & Perera (2010)
Desalinhamento entre TI e o negócio	Siqueira & Crispim (2014); Brito (2010); Françoise et al. (2009)
Políticas de Governança do cliente	Lenart (2011); Mital et al. (2014)
Falta de padrões globais (Best Practices)	Jena & Patel (2022); Kumari et al. (2018); Reis & Camargo (2021)
Segurança da Informação	Elijah et al. (2021); Kumari et al. (2018); Sisinni et al. (2018)
Infraestrutura Tecnológica	Karadayi-Usta (2020); Ghita et al. (2020); Bajic et al. (2021)
Desconhecimento das tendências tecnológicas	Bajic et al. (2021)
Definição de um plano de comunicação efetivo entre os stakeholders	Wang et al.(2016); Sheffield & Lemétayer (2013)
Especificações técnicas	Jayawardena & Perera (2010)
Problemas Psicossociais nos Membros da Equipe	Godin & Kittel (2004); Maqsoom et al. (2021)
Habilidades gerenciais	Karadayi-Usta (2020); Bonamigo & Frech (2020)
Definição de Entregáveis	Müller e Dal Forno (2016)

Capacidade dos Gerentes de Projetos	PMI (2017)
Definição de proposta de arquitetura de solução	Ma et al. (2005); Juell-Skielse & Enquist (2012); Chauhan & Jaiswal (2015)
Definição de atividades e fases do projeto	Müller e Dal Forno(2016)
Disponibilidade de recurso especializado	Autor
Acordos de níveis de serviços (SLA)	Autor
Transferência de conhecimento	Isabella et al., (2020); Araújo (2023)

Fonte: Autor

Na sequência, são detalhados os procedimentos de análise dos dados obtidos pelo instrumento de pesquisa.

3.4. PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados coletados nesta pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem multicritério de apoio à decisão (*Multi-Criteria Decision Making* - MCDM), reconhecida pela capacidade de analisar simultaneamente múltiplos critérios, tanto qualitativos quanto quantitativos, que influenciam o processo decisório em contextos organizacionais complexos.

Segundo Roy (1996), métodos multicritério estruturam problemas nos quais coexistem diferentes objetivos, restrições e preferências, permitindo uma avaliação sistemática de alternativas sob diversas perspectivas. Essa característica se revela adequada à esta pesquisa, uma vez que os desafios enfrentados pelas consultorias de ERP em projetos de Indústria 4.0 apresentam elevada complexidade, envolvendo fatores tecnológicos, estratégicos, organizacionais, humanos e estruturais que não podem ser adequadamente capturados por métodos unidimensionais.

A literatura destaca que abordagens multicritério oferecem um embasamento analítico que favorece a tomada de decisões fundamentadas em múltiplas dimensões, promovendo transparência, rigor e coerência na avaliação de alternativas (Lieggio Junior, Granemann & Souza, 2012).

Essa metodologia também possibilita a integração de informações subjetivas, percepções especializadas e critérios imprecisos, preservando a heterogeneidade de interpretações inerente às decisões organizacionais, sobretudo em ambientes marcados por incertezas e ritmos acelerados de inovação, como ocorre nos projetos associados à Indústria 4.0 (Longaray et al., 2016; Rodriguez, Costa & Carmo, 2013). Nesse sentido, o uso de ferramentas multicritério contribui de forma decisiva para a identificação e priorização de desafios críticos, fornecendo subsídios sólidos para a gestão estratégica das consultorias especializadas em processos de transformação digital e Indústria 4.0.

Entre os diversos métodos existentes na área de MCDM, foi adotado o Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), proposto por Hwang e Yoon (1981).

O método TOPSIS baseia-se no princípio de que a melhor alternativa é aquela que simultaneamente se encontra mais próxima da solução ideal positiva, a qual representa o melhor desempenho entre todos os critérios, e mais distante da solução ideal negativa que representa o pior desempenho observado. Assim, o TOPSIS utiliza distâncias geométricas para quantificar o grau de proximidade de cada alternativa em relação a esses polos, estabelecendo um coeficiente de proximidade capaz de ordenar racionalmente as alternativas avaliadas (Feng & Wang, 2000; Zhang et al., 2011).

Essa lógica é adequada ao presente estudo, cujo objetivo consiste em determinar a relevância relativa dos desafios enfrentados pelas consultorias em projetos de implementação de soluções associadas à Indústria 4.0, a partir dos julgamentos especializados de profissionais atuantes no setor.

Considera-se que os julgamentos dos especialistas foram expressos por meio de uma escala linguística, de forma a captar a subjetividade, imprecisão e variabilidade inerentes às percepções humanas. Para lidar com essas características, o método TOPSIS foi combinado à lógica fuzzy, formulada por Zadeh (1965), que permite representar graus de pertinência por meio de valores contínuos entre 0 e 1, possibilitando capturar graduações de opinião que não podem ser adequadamente expressas por categorias rígidas.

No contexto do Fuzzy TOPSIS, os valores atribuídos pelos especialistas são convertidos em números fuzzy triangulares (l, m, u), nos quais “l” corresponde ao limite inferior, “m” ao valor médio e “u” ao limite superior, permitindo incorporar incertezas e nuances de julgamento (Kahraman, 2008; Dos Santos, Godoy & Campos, 2019). Esse

processo torna a técnica mais aderente ao caráter subjetivo das percepções humanas, preservando a sensibilidade e diferenças entre especialistas.

De forma a evitar que os pesos dos critérios fossem definidos de maneira puramente subjetiva, o que poderia introduzir vieses ou favorecer percepções individuais, adotou-se o método Fuzzy Shannon Entropy, fundamentado na teoria da entropia de Shannon (1948) e expandido ao domínio fuzzy por Kacprzak (2017). Essa abordagem considera a dispersão das avaliações fuzzy como indicador da relevância objetiva dos critérios: quanto maior a variabilidade das avaliações, maior a incerteza associada ao critério e menor o seu peso; quanto menor a dispersão, maior o peso resultante. Esse mecanismo confere maior rigor analítico ao processo de ponderação, reduzindo influências subjetivas e atribuindo aos dados coletados papel central no cálculo dos pesos.

As etapas da análise executada nesta pesquisa incluíram:

1. Transformação das respostas da escala de expressão verbal em variáveis fuzzy triangulares;
2. Construção da matriz de decisão fuzzy;
3. Normalização da matriz por meio da soma das linhas e, posteriormente, do valor máximo de cada coluna;
4. Cálculo dos pesos dos critérios por meio da abordagem Fuzzy Shannon Entropy;
5. Normalização ponderada da matriz fuzzy;
6. Definição das soluções ideal positiva e negativa;
7. Cálculo das distâncias fuzzy pelo método do vértice;
8. Obtenção do coeficiente de proximidade de cada alternativa; e
9. Elaboração do ranking final dos desafios.

A combinação entre os métodos Fuzzy Entropy e Fuzzy TOPSIS oferece uma estrutura metodológica robusta, capaz de integrar julgamentos linguísticos, reduzir incertezas, atribuir pesos objetivos e construir um ordenamento coerente das alternativas avaliadas, contribuindo para avançar na compreensão dos desafios que afetam o desempenho das consultorias em projetos de Indústria 4.0.

3.5. PROCEDIMENTO TÉCNICO DO MÉTODO FUZZY ENTROPY TOPSIS

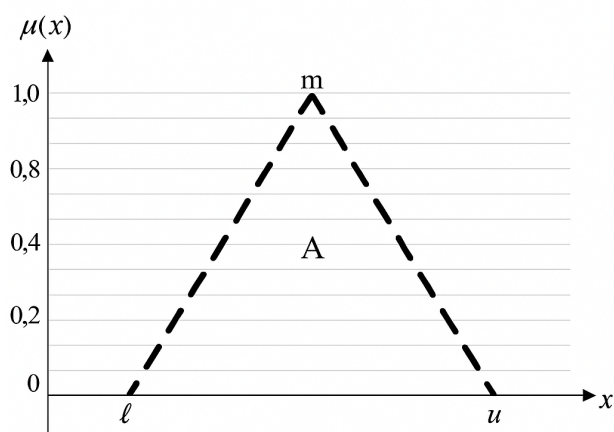
A seguir apresenta-se o procedimento técnico detalhado utilizado para o processamento dos dados e aplicação do método Fuzzy Entropy TOPSIS, adaptado a partir da literatura especializada (Kahraman, 2008; Zhang et al., 2011; Kacprzak, 2017), e ajustado ao escopo desta pesquisa.

Esse procedimento foi desenvolvido para garantir rigor metodológico e replicabilidade, possibilitando que outros pesquisadores apliquem a mesma estrutura em estudos relacionados a desafios organizacionais, priorização de riscos, seleção de alternativas ou avaliação de desempenho em contextos de Indústria 4.0.

3.6. CONVERSÃO DAS AVALIAÇÕES EM NÚMEROS FUZZY TRIANGULARES

As respostas dos especialistas, foram colhidas através de escala representada por variáveis linguísticas, sendo convertidas posteriormente em números fuzzy triangulares (l , m , u).

Figura 2: Representação de aproximação numérica triangular fuzzy



A escala fuzzy utilizada foi estruturada de modo a refletir adequadamente os graus de concordância, variando de: Discordo totalmente (1, 1, 3); Discordo (1, 3, 5); Neutro (3, 5, 7); Concordo (5, 7, 9); Concordo totalmente (7, 9, 9).

Tabela 7: Escala para os pesos dos critérios (números fuzzy triangulares)

ESCALA PARA OS PESOS DOS CRITÉRIOS			
Variáveis Linguísticas	l	m	n
Discordo totalmente (DT)	1	1	3

Discordo (D)	1	3	5
Nem concordo nem discordo (M)	3	5	7
Concordo (C)	5	7	9
Concordo totalmente (CT)	7	9	9

Fonte: Autor

Esse procedimento permite incorporar incertezas e variações na interpretação individual dos especialistas sobre as assertivas avaliadas.

3.7. PROCEDIMENTO PARA ENTROPIA FUZZY PARA PESOS DOS CRITÉRIOS

A Entropia Fuzzy de Shannon é utilizada para calcular pesos objetivos dos critérios a partir da variabilidade das avaliações fuzzy fornecidas pelos especialistas. Essa abordagem permite atribuir maior relevância aos critérios com menor dispersão e menor peso àqueles com maior incerteza, resultando em uma ponderação mais equilibrada e coerente com os dados. A seguir, são apresentadas as etapas do procedimento adotado. Etapas do Método:

Passo 1: Normalização da matriz de decisão fuzzy

O primeiro passo consiste em normalizar a matriz fuzzy de decisão para garantir que todos os critérios possam ser comparados em uma mesma escala. Para isso, cada número fuzzy triangular, correspondente à alternativa “i” sob o critério “j”, é dividido pela soma total dos valores fuzzy daquela alternativa. Esse procedimento é aplicado separadamente aos componentes inferiores, médias e superiores dos números fuzzy.

$$\tilde{n}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

O objetivo dessa normalização é tornar os dados proporcionais, evitando distorções geradas por ordens de magnitude diferentes entre critérios e preparando a matriz para o cálculo da entropia.

Passo 2: Construção da matriz $\tilde{n}_{ij}$ x $\text{Ln}(\tilde{n}_{ij})$

Após normalizar a matriz, calcula-se para cada elemento normalizado o produto entre $\tilde{n}_{ij}$ e o logaritmo natural do próprio valor. Essa operação deriva diretamente da definição clássica de entropia de Shannon.

A matriz resultante contém, portanto, a contribuição individual de cada elemento para o cálculo da entropia fuzzy do critério correspondente. O cálculo é feito separadamente para as componentes (l,m,u) dos números fuzzy.

Passo 3: Soma dos elementos por coluna

Para cada critério, somam-se separadamente os valores fuzzy correspondentes às componentes inferior (l), média (m) e superior (u), o que fornece o grau de dispersão dos valores fuzzy associados a cada critério.

Essas somas representam a “quantidade de informação” ou a variação dos valores associados ao critério “j”. Quanto menor a dispersão, menor será a entropia e maior será o peso do critério. Por isso, essa etapa é importante para capturar a variabilidade interna de cada critério.

Passo 4: Cálculo do valor negativo de h

Shannon definiu que a entropia é normalizável pelo número total de alternativas avaliadas. Assim, o valor negativo de h, que atua como fator de normalização, é calculado como:

$$-h = -\left(\frac{1}{\text{Ln}_t}\right)$$

t = número de alternativas.

Esse termo garante que a entropia esteja limitada em um intervalo padronizado, permitindo comparações justas entre os critérios.

Passo 5: Cálculo da entropia fuzzy (e_j)

A entropia fuzzy de cada critério é obtida multiplicando-se o valor de “-h” pelas somas calculadas no passo 3. Esse cálculo é feito separadamente para cada componente fuzzy (l, m, u):

$$-h * \text{SOMA}(\text{menor})$$

$$-h * \text{SOMA}(\text{medio})$$

$$-h * \text{SOMA}(\text{maior})$$

Critérios com maior entropia possuem menor poder discriminativo.

Passo 6: Cálculo do vetor de diversificação fuzzy

A diversificação mede a informação útil de cada critério e é obtida por:

$$d = 1 - e_j, j = 1, 2, \dots, n$$

decomposta em:

$$d_l = 1 - (-h * \text{SOMA}(\text{menor}))$$

$$d_m = 1 - (-h * \text{SOMA}(\text{medio}))$$

$$d_u = 1 - (-h * \text{SOMA}(\text{maior}))$$

Passo 7: Cálculo dos pesos fuzzy dos critérios

Os pesos fuzzy normalizados são calculados dividindo-se cada componente da diversificação pela soma total de diversificações correspondentes:

$$\tilde{w}_j(\text{menor}) = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_{j\text{menor}}}$$

$$\tilde{w}_j(\text{medio}) = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_{j\text{medio}}}$$

$$\tilde{w}_j(\text{maior}) = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_{j\text{maior}}}$$

Ao final, para verificação, a soma dos pesos fuzzy inferiores deve ser igual a 1 (ou 100%), o mesmo devendo ocorrer para os pesos médios e superiores.

3.8. PROCEDIMENTO PARA MÉTODO FUZZY ENTROPY TOPSIS

A seguir descreve-se de forma detalhada e conceitualmente estruturada o procedimento completo do método Fuzzy Entropy TOPSIS, utilizado para ordenar alternativas com base em avaliações fuzzy fornecidas por especialistas. O método combina a lógica fuzzy, a entropia de Shannon e o método TOPSIS, permitindo lidar com incerteza, imprecisão e subjetividade próprias de julgamentos linguísticos.

O processo é constituído por seis grandes etapas, apresentadas a seguir.

Passo 1: Normalização da matriz de decisão fuzzy

O processo inicia-se com a matriz de decisão fuzzy original. Como os critérios podem apresentar escalas e magnitudes distintas, é necessário normalizar os valores para torná-los comparáveis. Assim, obtém-se:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}] \text{ m x n, } i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

A normalização ocorre de duas maneiras:

1. Para critérios de benefício (quanto maior, melhor):

$$\tilde{r}_{ij}^+ = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), \quad c_j^+ = \text{Max}_i c_{ij}$$

2. Para critérios de custo (quanto menor, melhor):

$$\tilde{r}_{ij}^- = \left(\frac{a_{ij}^-}{c_j^-}, \frac{a_{ij}^-}{cb_{ij}}, \frac{a_{ij}^-}{a_{ij}} \right), \quad c_j^- = \text{min}_i a_{ij}$$

Esse procedimento faz com que todos os critérios sejam convertidos para uma escala unitária, em que o melhor desempenho de cada critério assume valor 1 (para benefício) ou contribui de forma inversa (para custo). Importante destacar que a operação é realizada componente a componente (l, m, u), preservando a estrutura fuzzy triangular.

Passo 2: Construção da matriz normalizada ponderada

Com a matriz normalizada definida, realiza-se o cálculo da matriz ponderada. Nessa etapa, os pesos dos critérios, obtidos pela Entropia Fuzzy de Shannon, são aplicados diretamente aos valores normalizados:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}] m \times n, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \text{ onde } \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$$

Essa multiplicação fuzzy incorpora a relevância de cada critério ao desempenho das alternativas, ampliando o peso dos critérios considerados mais importantes e reduzindo a influência dos critérios mais incertos ou dispersos.

O resultado é uma matriz fuzzy ponderada que representa a performance ajustada de cada alternativa.

Passo 3: Definição das soluções ideal positiva (A^+) e ideal negativa (A^-)

No método TOPSIS, assume-se que:

- a melhor alternativa é aquela que está mais próxima da solução ideal positiva;
- e mais distante da solução ideal negativa.

Assim, definem-se:

Solução ideal positiva (melhor desempenho possível em cada critério):

$$A^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+), \text{ onde } \tilde{v}_j^+ = \text{Max} \{ \tilde{v}_{ij} \}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Solução ideal negativa (pior desempenho possível em cada critério):

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-), \text{ onde } \tilde{v}_j^- = \text{min} \{ \tilde{v}_{ij} \}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Essas soluções são definidas considerando os valores fuzzy ponderados e, portanto, refletem tanto o desempenho quanto a relevância dos critérios.

Passo 4: Cálculo das distâncias fuzzy das alternativas para A^+ e A^-

A proximidade das alternativas em relação às soluções ideais é medida pela distância fuzzy. Para isso, utiliza-se o método do vértice, amplamente adotado para medir distâncias entre números fuzzy triangulares:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+), i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i = 1, 2, \dots, m$$

Utilizando essa métrica, calculam-se:

$$\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$$

$$\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$$

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]}$$

Passo 5: Cálculo do coeficiente de proximidade (CC_j)

O coeficiente de proximidade é a métrica final que sintetiza a posição relativa de cada alternativa entre as soluções ideal positiva e ideal negativa:

$$CC_j = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, i = 1, 2, \dots, m$$

- Valores próximos de 1 indicam alto desempenho (melhor alternativa).
- Valores próximos de 0 indicam baixo desempenho (pior alternativa).

Esse coeficiente permite comparar alternativas mesmo quando avaliadas por critérios múltiplos, heterogêneos e fuzzy.

Passo 6: Ordenação das alternativas

O ranking final é obtido ordenando-se os valores do coeficiente de proximidade (CCj) em ordem decrescente, identificando os desafios mais críticos na perspectiva dos especialistas. Essa etapa finaliza o processo decisório, fornecendo um ranking objetivo e matematicamente consistente.

A integração entre lógica fuzzy, entropia e TOPSIS permitiu desenvolver uma análise robusta, capaz de capturar nuances subjetivos dos especialistas, atribuir pesos objetivos aos critérios envolvidos no julgamento e estabelecer um ranking estruturado dos desafios enfrentados pelas consultorias de ERP em projetos de Indústria 4.0. Esta abordagem metodológica amplia a compreensão do fenômeno investigado, oferecendo subsídios teóricos e práticos relevantes para a gestão de projetos de transformação digital.

4. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta, analisa e discute os resultados obtidos na pesquisa realizada com especialistas de consultorias empresariais e consultorias de implementação de ERP, atuantes em projetos relacionados à Indústria 4.0.

A análise foi conduzida a partir da aplicação do método multicritério Fuzzy Entropy TOPSIS, o qual permitiu determinar o grau de relevância relativo de cada um dos desafios mapeados na literatura e validados empiricamente pelos especialistas participantes da pesquisa. O coeficiente de proximidade (CCj), indicador final do método TOPSIS, expressa o grau de aderência de cada desafio à “solução ideal”, sendo que valores mais elevados indicam desafios percebidos como mais críticos para a execução bem-sucedida de projetos de Indústria 4.0 conduzidos por consultorias.

A Tabela 8 apresenta o ranking completo dos desafios, com destaque especial aos dez primeiros colocados, considerados os fatores de maior impacto segundo a percepção dos especialistas.

Tabela 8: Ranking dos desafios identificados (CCj - Coeficiente de Proximidade)

POSIÇÃO	Nº ASSERTIVA	DESCRIÇÃO DE ASSERTIVA	CCJ
1º	26	Falhas no mapeamento de requisitos técnicos compromete seriamente as entregas do projeto.	0,9722
2º	13	O desalinhamento entre as áreas de TI e áreas de negócios do cliente impacta negativamente os projetos em execução.	0,9634
3º	8	A colaboração entre as equipes técnica, operacional e executiva do cliente é importante para o sucesso do projeto.	0,9633
4º	16	Todos os projetos devem possuir uma clara definição de prioridade entre atividades do projeto e atividades de operação do cliente.	0,9544
5º	15	Um plano de comunicação eficaz entre as áreas de TI e negócios é requisito para o sucesso do projeto.	0,9466
6º	14	Todos os projetos devem possuir uma integração estratégica entre as áreas de TI e negócios.	0,9455

7º	1	A falta de detalhamento no mapeamento de processos do cliente impacta negativamente os resultados do projeto.	0,9445
8º	9	A falta de definição de uma pessoa responsável sobre temas funcionais impacta negativamente as entregas previstas.	0,9431
9º	7	A falta de envolvimento da alta liderança do cliente nos projetos resulta em impacto negativo na entrega destes.	0,9422
10º	36	Frequentemente, a ocorrência de estimativas não realistas (tempo e esforço) impactam o cumprimento de prazos e o controle de custos de projetos de Indústria 4.0.	0,9257
11º	37	A disponibilidade de profissionais especializados conforme planejado na fase comercial é um fator importante para a execução do projeto.	0,9168
12º	25	A ausência de um plano de comunicação estruturado para os stakeholders gera impactos negativos ao projeto.	0,908
13º	31	É necessário habilidades gerenciais específicas para lidar com a complexidade de projetos de Indústria 4.0.	0,8992
14º	33	A experiência do gerente do projeto é importante para o desempenho de projetos de Indústria 4.0.	0,8905
15º	24	É necessário a prévia capacitação da equipe do cliente sobre as características do escopo do projeto.	0,8834
16º	35	A clareza na definição da arquitetura da solução na fase comercial é determinante para o bom desempenho de projetos de Indústria 4.0.	0,88
17º	3	A resistência dos colaboradores às mudanças nos processos organizacionais à nível operacional gera impacto negativo.	0,8792
18º	27	O esforço de retrabalho decorrente de falha nas especificações técnicas pode ser superior ao esforço inicialmente previsto.	0,8789
19º	4	A utilização de estratégias para superar barreiras culturais no cliente é um meio eficaz de aumentar a performance da equipe.	0,8748
20º	10	A contratação de profissionais especializados da consultoria é um desafio para projetos de Indústria 4.0.	0,8471

21º	39	A transferência de conhecimentos entre cliente e consultoria, sobre o cenário existente (no início e no término do projeto) é um fator determinante para o sucesso do projeto.	0,8459
22º	30	É necessário habilidades técnicas para lidar com a complexidade de projetos de Indústria 4.0.	0,8044
23º	22	A falta de atualização dos sistemas legados do cliente compromete o desempenho das soluções propostas.	0,7925
24º	11	A retenção de profissionais especializados da consultoria é um desafio para projetos de Indústria 4.0.	0,7901
25º	20	As vulnerabilidades na segurança digital do cliente são desafios enfrentados em projetos da Indústria 4.0.	0,7799
26º	29	Os conflitos interpessoais entre membros da equipe afetam a eficiência e os resultados do projeto.	0,7691
27º	12	O cenário do governo nacional afeta os investimentos em projetos de Indústria 4.0.	0,7673
28º	21	A utilização de uma infraestrutura cloud (em nuvem) no cliente tende a facilitar as demandas de projetos de Indústria 4.0.	0,7226
29º	2	A adaptação dos processos do cliente é necessária em todos os projetos de implementação de um sistema de gestão integrada.	0,7226
30º	32	A definição parcial de entregáveis compromete a gestão do projeto.	0,7137
31º	28	O estresse é frequentemente identificado em membros da equipe de projetos referentes à Indústria 4.0.	0,7122
32º	19	A ausência de padrões globais amplamente aceitos (melhores práticas) para projetos da Indústria 4.0 dificulta a gestão destes.	0,678
33º	23	O desconhecimento do cliente em tecnologias emergentes (IA, IoT e Big Data entre outras) compromete a evolução do projeto.	0,6512
34º	18	A falta de flexibilidade nas normas internas do cliente geram impactos negativos no decorrer do projeto.	0,643
35º	5	A dependência de fornecedores terceirizados compromete o controle da consultoria sobre atividades críticas do projeto.	0,6378
36º	34	É responsabilidade do gerente de projetos identificar os	0,6375

		riscos do projeto.	
37º	17	Políticas de governança rígidas dificultam a implementação de metodologias ágeis em projetos de Indústria 4.0.	0,5378
38º	6	A presença de múltiplas consultorias nos projetos impacta negativamente o sucesso do projeto.	0,5252
39º	38	Os acordos de níveis de serviços (SLA) acordados com os clientes são sempre bem compreendidos por ambas as partes.	0,4117

Fonte: Autor

A análise dos CCj revela que os especialistas atribuem maior criticidade aos desafios relacionados à definição de requisitos, alinhamento organizacional, integração entre áreas, comunicação entre TI e negócio, e governança do processo de implementação.

Observa-se que os dez desafios mais relevantes, todos com CCj superior a 0,92, concentram-se majoritariamente em aspectos organizacionais e estratégicos, mais do que em dimensões puramente técnicas. Este resultado corrobora estudos internacionais que indicam que projetos de Indústria 4.0 falham menos por questões tecnológicas e mais por falhas de gestão, alinhamento, comunicação e governança (Bajic et al., 2020; Martens et al., 2022).

A seguir, aprofunda-se a análise dos dez desafios mais críticos, destacando suas implicações práticas e concordância com a literatura acadêmica.

Discussão dos 10 principais desafios:

1º lugar – Falhas no mapeamento de requisitos técnicos compromete seriamente as entregas do projeto (CCj = 0,9722)

Este foi o desafio mais crítico identificado pelos especialistas, indicando que falhas no levantamento, registro e validação dos requisitos técnicos constituem o principal fator de risco para projetos de Indústria 4.0.

Na prática, isso ocorre quando consultorias iniciam projetos com escopo insuficientemente detalhado, documentação técnica incompleta ou divergências entre as expectativas do cliente e as capacidades reais da solução proposta.

A literatura reforça que, em ambientes de alta complexidade tecnológica, como IoT, IA, integração de sistemas e automação avançada, o mapeamento de requisitos é um ponto crítico

(Contador et al., 2020; Piccirillo, 2024). A falta de clareza nesta fase inicial tende a gerar retrabalhos, atrasos, conflitos e aumento de custos. Em projetos multi-atores, essa falha também afeta o alinhamento entre consultorias, fornecedores terceiros e área de TI do cliente.

Assim, o resultado evidencia que consultorias precisam amadurecer práticas de engenharia de requisitos, modelagem de domínio, validação técnica iterativa e gestão integrada de escopo.

2º lugar – Desalinhamento entre áreas de TI e negócios do cliente (CCj = 0,9634)

O desalinhamento estratégico e operacional entre TI e áreas de negócio foi apontado como o segundo maior desafio, reforçando que projetos de Indústria 4.0 requerem forte integração entre objetivos tecnológicos e objetivos empresariais. Quando TI e negócio atuam de forma desconectada, decisões relevantes são tomadas com base em prioridades distintas, gerando conflitos de agenda, mudanças recorrentes de escopo e pouca aderência das soluções aos processos reais.

Esse resultado é amplamente sustentado por estudos que apontam o alinhamento estratégico como um dos pilares de projetos digitais (Brodny & Tutak, 2023; Sátyro et al., 2021). Em consultorias, esse desalinhamento frequentemente se manifesta em dificuldades de acesso ao cliente, divergências entre o patrocinador do projeto e a área técnica, e decisões tardias sobre diretrizes estratégicas.

3º lugar – A colaboração entre equipes técnica, operacional e executiva do cliente (CCj 0,9633)

A proximidade entre áreas é importante para garantir fluidez nas decisões e alinhamento na priorização das atividades do projeto. Os especialistas reforçam que, quando equipes técnica, operacional e executiva não colaboram, cria-se fragmentação entre macroprocessos, dificultando a integração sistêmica das soluções de Indústria 4.0.

Essa percepção converge com os resultados de Karadayi-Usta (2019), que identifica falta de colaboração interna como um dos maiores desafios para adoção de tecnologias avançadas. Em consultorias de ERP/Indústria 4.0, a colaboração insuficiente resulta em validações lentas, dependência excessiva da consultoria e retrabalhos entre camadas operacionais e decisórias.

4º lugar – Ausência de clara definição de prioridade entre atividades de projeto e atividades da operação (CCj = 0,9544)

A coexistência entre operação e transformação digital é um fenômeno típico em projetos de Indústria 4.0. Quando a organização cliente não estabelece prioridade clara entre atividades do dia a dia e atividades do projeto, ocorre competição por recursos, indisponibilidade de especialistas e atraso na tomada de decisões.

Diversos autores apontam que a divergência entre as áreas de operação e projeto compromete diretamente o desempenho de iniciativas digitais (Sony & Naik, 2019), especialmente quando o cliente não possui equipe dedicada ou PMO interno. Para consultorias, isso se traduz em agendas inconsistentes, atrasos nas entregas e falta de participação efetiva do cliente em atividades essenciais.

5º lugar – Necessidade de um plano de comunicação eficaz entre TI e negócios (CCj = 0,9466)

A comunicação aparece como variável central para o êxito de projetos digitais. Os especialistas reconhecem que, sem um plano de comunicação estruturado, surgem divergências de entendimento, ruídos na definição de prioridades e falhas na gestão de expectativas.

A literatura corrobora que comunicação é o principal vetor de integração entre stakeholders e que sua ausência é crítica em projetos que envolvem tecnologias emergentes e alta incerteza (Patah & Carvalho, 2015).

6º lugar – Integração estratégica entre TI e negócios (CCj = 0,9455)

O item reforça os resultados anteriores: TI e negócio devem atuar como parceiros na adoção de tecnologias digitais. Os especialistas demonstram que, sem integração estratégica, as decisões se tornam fragmentadas e desalinhadas com os objetivos organizacionais. Ao passo que estudos recentes reforçam que o desalinhamento entre tecnologia e negócio é um dos principais entraves à transformação digital, especialmente em ambientes que requerem coordenação entre múltiplas áreas e competências (Brodny & Tutak, 2023; Piccirillo, 2024).

Consultorias que atuam em Indústria 4.0 frequentemente enfrentam esse obstáculo quando clientes ainda trabalham com modelos tradicionais de TI, impedindo a fluidez necessária à transformação digital.

7º lugar – Falta de detalhamento no mapeamento de processos (CCj = 0,9445)

Este fator complementa o desafio número 1. Enquanto o primeiro trata de requisitos técnicos, este trata de requisitos de negócio. Em ambos os casos, a falta de detalhamento gera incerteza e retrabalho. Indústria 4.0 envolve reconfiguração de processos e integração entre sistemas, o que exige mapeamento minucioso dos fluxos operacionais, dados mestres, interfaces e dependências.

Estudos apontam que o mapeamento preciso dos processos é necessário para garantir alinhamento entre necessidades organizacionais e requisitos técnicos, reduzindo incertezas e promovendo decisões mais assertivas (Contador et al., 2020; Piccirillo, 2024). Assim, o detalhamento adequado dos processos do cliente não é apenas uma etapa inicial, mas um requisito para a viabilidade e previsibilidade de projetos de transformação digital.

8º lugar – Ausência de responsável funcional definido (CCj = 0,9431)

A ausência de um responsável funcional, claramente definido, constitui um dificultador para o andamento de projetos de Indústria 4.0, pois compromete a fluidez das decisões, a priorização das atividades e a responsabilização por entregas críticas. Em ambientes digitais altamente complexos, marcados por múltiplos stakeholders e interdependências entre áreas, a falta deste responsável gera atrasos, desalinhamentos e retrabalhos.

Esse desafio torna-se ainda mais claro quando as consultorias se deparam com clientes que não possuem especialistas funcionais dedicados ou que possuem atuação e responsabilidades em diferentes áreas, muitas vezes ocasionadas por acúmulo de funções, dificultando a tomada de decisão e a coordenação das atividades do projeto.

A literatura reforça que a clareza de papéis e responsabilidades é condição para um bom desempenho de projetos em ambientes dinâmicos e integrados (Lieggi Junior et al., 2012; Longaray et al., 2016), além de constituir um fator determinante para a capacidade da organização cliente de absorver soluções digitais complexas (Piccirillo, 2024).

9º lugar – Falta de envolvimento da alta liderança do cliente (CCj = 0,9422)

A falta de envolvimento da alta liderança do cliente constitui um dos desafios mais críticos para o sucesso de projetos de Indústria 4.0, pois compromete a legitimidade das iniciativas, a priorização de recursos e a capacidade da organização de promover as mudanças necessárias. Sem patrocínio executivo, decisões tornam-se mais lentas, equipes apresentam menor engajamento e o alinhamento entre estratégia e tecnologia se fragiliza.

A literatura reforça que o apoio da liderança é necessário para remover os desafios organizacionais, fortalecer a cultura de transformação e assegurar coerência entre objetivos estratégicos e as soluções tecnológicas adotadas (Satyro et al., 2021; Sony & Naik, 2019).

10º lugar – Estimativas não realistas de tempo e esforço (CCj = 0,9257)

Estimativas inadequadas continuam sendo um problema clássico em projetos de transformação digital, especialmente quando clientes subestimam complexidades técnicas ou quando a consultoria é pressionada comercialmente a reduzir prazos e custos.

Estudos reforçam que, em ambientes tecnológicos emergentes, a variabilidade e a incerteza tornam estimativas tradicionais insuficientes (Tamvada et al., 2022).

Em uma análise geral dos resultados encontrados nesta pesquisa, nota-se que o sucesso de projetos de Indústria 4.0 conduzidos por consultorias depende de um conjunto articulado de fatores organizacionais, estratégicos e comportamentais, que vão muito além da capacidade técnica das soluções implementadas.

As dificuldades identificadas revelam um cenário marcado por interdependência entre áreas, necessidade de alinhamento contínuo e importância de práticas maduras de governança e comunicação. Assim, os achados deste estudo reforçam que a Indústria 4.0 deve ser compreendida como uma transformação sistêmica, na qual tecnologia, processos e pessoas precisam evoluir de maneira coordenada.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como finalidade identificar e priorizar os desafios enfrentados pelas consultorias de ERP na implementação de projetos de Indústria 4.0, a partir da percepção de especialistas atuantes em organizações de consultoria e transformação digital. Com base na aplicação do método multicritério Fuzzy Entropy TOPSIS, foi possível revelar um conjunto de desafios hierarquizados segundo sua criticidade e impacto sobre o desempenho dos projetos.

Os resultados evidenciaram um achado central e recorrente na literatura: os principais obstáculos para o sucesso de projetos de Indústria 4.0 não são predominantemente técnicos, mas sociotécnicos, isto é, derivados da interação entre tecnologia, estrutura organizacional, processos de gestão, cultura e comportamento humano. Essa constatação corrobora a perspectiva de diversos autores, como Bajic et al. (2020), Karadayi-Usta (2019), Martens et al. (2022) e Sátyro et al. (2021), que apontam que a transformação digital falha, em grande medida, devido a fatores organizacionais e de gestão, e não por limitações da tecnologia em si.

A análise integrada dos dez desafios mais críticos permitiu agrupar os resultados em cinco dimensões fundamentais, todas amplamente discutidas no referencial teórico que fundamenta esta dissertação:

- Escopo – requisitos técnicos e mapeamento de processos

Os desafios mais bem posicionados no ranking, tais como falhas no mapeamento de requisitos e insuficiências no detalhamento de processos, confirmam a literatura que destaca a importância da engenharia de requisitos e da modelagem de processos como pilares de projetos digitais (Contador et al., 2020; Dos Santos et al., 2019). A natureza integrada e interdependente dos sistemas característicos da Indústria 4.0 faz com que qualquer falha inicial se amplifique ao longo do projeto, gerando retrabalho, sobrecarga e perda de previsibilidade.

- Alinhamento – integração entre TI e negócios

A ausência de alinhamento estratégico e operacional reflete um dos fenômenos mais discutidos na literatura de sistemas de informação e transformação digital. Autores como Brodny e Tutak (2023) e Piccirillo (2024) enfatizam que o desalinhamento entre tecnologia e negócio compromete diretamente a adoção de soluções inovadoras, uma vez que impede decisões coordenadas e dificulta a priorização consistente das iniciativas.

- Governança – definição de prioridades, papéis e responsabilidades

A falta de governança adequada, refletida na ausência de responsáveis funcionais, concorrência entre operação e projeto, e indefinição de prioridades, é um dos principais fatores que dificultam a execução de iniciativas de Indústria 4.0. Conforme destacado por Lieggio Junior et al. (2012) e Longaray et al. (2016), a clareza de papéis e responsabilidades é condição importante para lidar com a complexidade crescente dos ambientes digitais.

- Comunicação – integração e fluidez entre stakeholders

A necessidade de comunicação estruturada, também destacada pelos especialistas, está alinhada aos estudos de Patah e Carvalho (2015), que apontam a comunicação como fator crítico de sucesso em projetos de alta complexidade. A ausência de mecanismos formais de comunicação gera ruídos, desalinhamentos e perda de rastreabilidade no processo decisório.

- Liderança – engajamento executivo e direção estratégica

O engajamento da alta liderança é discutido no contexto da Indústria 4.0 como elemento determinante para a legitimação das iniciativas, remoção de desafios organizacionais e alinhamento das equipes (Sátyro et al., 2021). Os resultados desta pesquisa reforçam esse entendimento: sem patrocínio ativo, as ações da consultoria perdem tração e a transformação digital não se sustenta.

A convergência entre teoria e prática encontrada nos resultados permite afirmar que o ecossistema da Indústria 4.0 exige mais do que investimentos em tecnologias avançadas: exige maturidade organizacional, clareza estratégica, capacidade de mudança e integração sistêmica entre áreas, pessoas e tecnologias.

Do ponto de vista das consultorias, os resultados demonstram que sua atuação deve extrapolar a oferta de soluções técnicas. Para que os projetos obtenham êxito, torna-se necessário que as consultorias:

- desenvolvam processos robustos de engenharia de requisitos;
- estabeleçam estruturas claras de governança compartilhada;
- promovam comunicação multidirecional entre todos os stakeholders;
- apoiem a gestão da mudança organizacional;
- façam a ponte entre estratégia, tecnologia e negócio;
- orientem os clientes no desenvolvimento da maturidade digital necessária para absorver e sustentar as soluções implementadas.

Os resultados deixam claro que o sucesso de projetos de Indústria 4.0 é inseparável da capacidade das organizações, clientes e consultorias, de compreender que tais iniciativas representam uma transformação organizacional profunda, e não apenas a adoção de tecnologias emergentes.

Assim, esta pesquisa conclui que aumentar a eficácia dos projetos de Indústria 4.0 depende, essencialmente, de um esforço coordenado entre consultorias e clientes, capaz de integrar tecnologia, processos, pessoas e cultura em uma perspectiva verdadeiramente sistêmica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo identificar e priorizar os principais desafios enfrentados pelas consultorias de ERP em projetos de Indústria 4.0, a partir da percepção de especialistas atuantes nesse contexto. A utilização do método multicritério Fuzzy Entropy TOPSIS possibilitou não apenas a identificação dos desafios mais críticos, mas também a construção de um ranking estruturado, capaz de revelar padrões e elementos centrais que influenciam a performance desses projetos.

De forma geral, os resultados evidenciam que os desafios mais relevantes transcendem questões puramente técnicas e concentram-se em aspectos organizacionais, comportamentais e de governança.

A seguir, apresentam-se as contribuições acadêmicas e práticas do estudo, bem como suas limitações e direcionamentos para pesquisas futuras.

6.1. CONTRIBUIÇÕES PARA A ACADEMIA

Esta pesquisa contribui para o avanço do conhecimento científico ao oferecer uma análise aprofundada sobre os desafios enfrentados por consultorias especializadas na implementação de projetos de Indústria 4.0, um tema ainda pouco explorado no campo da Administração, especialmente no Brasil. Ao articular literatura teórica, dados empíricos e metodologia multicritério avançada, o estudo:

- Amplia o entendimento sobre a natureza sociotécnica da Indústria 4.0, demonstrando que os desafios organizacionais, culturais e de alinhamento estratégico são mais críticos que os desafios tecnológicos tradicionalmente discutidos.
- Fornece um modelo metodológico robusto, ancorado no Fuzzy Entropy TOPSIS, que pode ser replicado em estudos futuros para analisar fenômenos complexos que envolvem múltiplos critérios e julgamentos subjetivos.
- Contribui para preencher lacunas da literatura, ao destacar um segmento ainda subexplorado: as consultorias empresariais e de sistemas como agentes centrais na transformação digital das organizações.

- Integra perspectivas acadêmicas emergentes, como maturidade digital, governança de TI, engenharia de requisitos e gestão da mudança, criando uma visão interdisciplinar sobre os desafios da Indústria 4.0.

Assim, o estudo avança tanto a discussão teórica quanto a base empírica do campo, oferecendo uma contribuição relevante às áreas de Gestão de Projetos, Sistemas de Informação e Transformação Digital.

6.2. CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA

Do ponto de vista prático, os resultados desta pesquisa oferecem contribuições substanciais para consultorias que atuam em projetos de implementação de sistemas de gestão integrada e iniciativas associadas à Indústria 4.0, ao fornecerem uma compreensão estruturada e empiricamente fundamentada dos principais fatores que influenciam o desempenho desses projetos.

A hierarquização dos desafios, construída a partir da percepção de profissionais altamente especializados, permite que as consultorias compreendam com maior precisão onde se concentram os maiores riscos e esforços necessários ao longo do ciclo de vida dos projetos.

Uma das principais contribuições práticas está na identificação clara das prioridades de atuação, enquanto o ranking final evidencia que desafios relacionados à engenharia de requisitos, ao alinhamento entre as áreas de TI e de negócios, à definição de governança, à comunicação e à integração entre gestão e operação exercem impacto significativamente superior aos desafios estritamente tecnológicos. Esse resultado oferece às consultorias um direcionamento objetivo para a alocação de recursos, definição de estratégias de intervenção e estruturação das equipes de projeto, reduzindo abordagens baseadas apenas na experiência empírica individual e fortalecendo decisões sustentadas por evidências e estudos metodologicamente embasados e validados.

A pesquisa mostra que metodologias excessivamente orientadas à implementação técnica do ERP são insuficientes em contextos de Indústria 4.0, nos quais a complexidade organizacional, a interdependência entre áreas e a velocidade das transformações exigem práticas mais robustas de gestão da mudança, comunicação estruturada, validação contínua do escopo e definição clara de papéis e responsabilidades. Nesse sentido, os resultados podem orientar a revisão e o fortalecimento de modelos metodológicos, incorporando etapas formais

de diagnóstico organizacional, alinhamento estratégico e governança desde as fases iniciais do projeto.

Outra contribuição relevante refere-se ao apoio ao diagnóstico prévio dos clientes. O conjunto de desafios identificados pode ser utilizado como um instrumento prático para avaliar o nível de maturidade organizacional das empresas antes do início de projetos de Indústria 4.0. Ao identificar fragilidades em aspectos como clareza de processos, envolvimento da liderança, capacidade de priorização e alinhamento entre áreas, as consultorias podem adaptar a estratégia de implementação à realidade do cliente, definindo escopos mais realistas, planos de comunicação mais adequados e ações específicas de preparação organizacional. Essa aplicação contribui para reduzir o risco de projetos mal dimensionados ou iniciados em contextos pouco preparados para absorver as mudanças propostas.

A pesquisa também oferece subsídios importantes para a mitigação de riscos estratégicos e operacionais, ao evidenciar fatores que, de forma recorrente, contribuem para atrasos, retrabalho, aumento de custos e insatisfação das partes envolvidas. Elementos como falhas no mapeamento de requisitos, ausência de responsáveis funcionais claramente definidos, estimativas pouco realistas de tempo e esforço e baixa participação da liderança aparecem como pontos críticos que podem ser antecipados e tratados de forma preventiva. Dessa forma, os resultados auxiliam as consultorias a estruturarem mecanismos de controle mais eficazes, aumentando a previsibilidade dos projetos e a qualidade das entregas.

Adicionalmente, ao destacar a relevância do engajamento da alta liderança, do patrocínio executivo e do alinhamento entre stakeholders, o estudo contribui para a melhoria da relação entre consultorias e empresas clientes. Os achados reforçam a importância de práticas estruturadas de gestão de stakeholders, comunicação transparente e construção de expectativas realistas, elementos fundamentais para o estabelecimento de relações de parceria mais maduras e colaborativas. Nesse contexto, as consultorias são estimuladas a ampliar sua atuação para além do papel de fornecedoras de soluções tecnológicas, posicionando-se como agentes estratégicos de transformação organizacional.

Em síntese, os resultados desta pesquisa oferecem evidências práticas que podem orientar decisões gerenciais e estratégicas nas consultorias, contribuindo para o desenvolvimento de abordagens mais assertivas, integradas e alinhadas às exigências dos projetos de Indústria 4.0. Ao transformar percepções especializadas em um conjunto estruturado de prioridades, o

estudo apoia o fortalecimento da competitividade das consultorias e a elevação do nível de maturidade dos projetos de transformação digital conduzidos por essas organizações.

6.3. CONTRIBUIÇÕES para Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

Este trabalho contribui para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), contribuindo para a sustentabilidade.

6.4. LIMITAÇÕES DE PESQUISA

Apesar da relevância dos resultados, a pesquisa apresenta algumas limitações que devem ser consideradas:

- Tamanho e perfil da amostra: os especialistas consultados representam um segmento específico do mercado (consultorias empresariais e de sistemas), o que limita a generalização dos resultados para outros setores ou para o ambiente industrial como um todo.
- Foco no contexto brasileiro: mudanças culturais, estruturais e regulatórias podem variar entre países, reduzindo a aplicabilidade internacional direta dos resultados.
- Dependência de percepções subjetivas: embora o uso de lógica fuzzy minimize parte da subjetividade, os dados ainda se baseiam em julgamentos individuais, o que pode gerar vieses.
- Escopo restrito aos desafios: a pesquisa não aborda soluções detalhadas, frameworks ou modelos de implementação, concentrando-se exclusivamente na identificação e priorização dos desafios.

Reconhecer essas limitações é relevante para compreender o alcance dos resultados e orientar interpretações adequadas.

6.5. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Com base nas limitações identificadas e nos achados obtidos, sugerem-se as seguintes direções para estudos futuros:

- Aplicação do modelo em setores específicos, como manufatura, varejo, saúde ou serviços financeiros, para verificar variações nos desafios conforme o contexto organizacional.
- Ampliação da amostragem, incluindo profissionais de diferentes países, portes de empresas e níveis de maturidade digital, permitindo comparações mais amplas e significativas.
- Investigação de soluções práticas, desenvolvendo modelos, frameworks ou guias de implementação capazes de mitigar os principais desafios identificados nesta pesquisa.
- Estudos longitudinais, acompanhando projetos de Indústria 4.0 ao longo de suas fases, a fim de verificar como os desafios se manifestam e evoluem no tempo.
- Integração de métodos qualitativos, como análise de casos reais ou entrevistas aprofundadas, para explorar causas estruturais, comportamentais e organizacionais dos desafios.
- Comparação entre consultorias e empresas usuárias, a fim de compreender como cada parte percebe e prioriza os desafios de forma distinta ou convergente.

Essas direções podem contribuir não apenas para ampliar o conhecimento sobre o tema, mas também para apoiar organizações na condução de projetos mais eficientes, integrados e alinhados às exigências da transformação digital.

REFERÊNCIAS

- Accorsi, R.; Bortolini, M.; Galizia, F. G.; Gualano, F.; Oliani, M. Scalability analysis in industry 4.0 manufacturing. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, v.200, n.2, 161-171, 2020.
- Aguiar, Fernando Henrique; Morano, Rogerio Scabim; Barrichello, Alcides; Barros, Heron Leonardo De. Feitosa, Leandro Henrique. Zottis, Paulo Henrique. Avaliação da Implementação de Sistema ERP Através de Estudo de Casos Múltiplos. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e de Gestão Tecnológica*, v. 4, n. 1, 2014.
- Almeida Ferreira, Glaydson Keller De; Neves, Jorge Tadeu De Ramos; Vasconcelos, Maria Celeste Reis Lobo; Carvalho, Rodrigo Baroni. Gestão estratégica da informação: influência do sistema ERP (sistema integrado de gestão) nas ações estratégicas organizacionais sob a ótica dos consultores da TOTVS SA– Belo Horizonte. *Gestão Contemporânea*, n. 11, 2012.
- Aloini D, Dulmin R, Mininno V (2007) Risk management in ERP project introduction: review of the literature. *Inf Manag* 44:547–567
- Amaratunga, D.; Baldry, D.; Sarshar, M.; Newton, R. Quantitative and qualitative reserach in the built environment: application of "mixed" reserach approach. *Emerald*, 2002. 17-31.
- Amid, Amin; Kohansal, Ali. Organizational Levels Model for Measuring the Effectiveness of Enterprise Resource Planning System (Case Study TUGA Company, Iran). *Universal Journal of Industrial and Business Management*, v. 2, n. 2, p. 25-30, 2014.
- Andersen, E. S., & Jessen, S. A. (2003). Project maturity in organisations. *International journal of project management*, 21(6), 457–461.
- Araújo, V. D. A. A. D. (2023). O papel da efetividade da transferência do conhecimento entre a personalidade do profissional de projetos e o sucesso do projeto: um artefato.
- Augustine, S., Payne, B., Sencindiver, F., & Woodcock, S. (2005). Agile project management: steering from the edges. *Communications of the ACM*, 48(12), 85-89.
- Azimli, Z. (2017). Enterprise Resource Planning (Erp) Systems Implementation Cost And Duration (Doctoral Dissertation, Vytautas Magnus University).

Bahrin, Mohd; Mohd Othman, Nor Azli; Muhamad Talib. “Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic.” 2016.

Bajic, B., Rikalovic, A., Suzic, N., & Piuri, V. (2021). Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Managerial Perspective. *IEEE Systems Journal*, 15(1), 546–559. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2020.3023041>

Bajic, B.; Rikalovic, A.; Suzic, N.; Piuri, V. (2020). Industry 4.0 implementation challenges and opportunities: A managerial perspective. *IEEE Systems Journal*, 15(1), 546–559.

Barata, J., da Cunha, P., & Coyle, S. (2018). Guidelines for Using Pilot Projects in the Fourth Industrial Revolution. In 29th Australasian Conference on Information Systems (ACIS), At Sydney, Australia Retrieved December, 20, 1-11.

Barth C, Koch S (2019) Critical success factors in ERP upgrade projects. *Ind Manag Data Syst* 119(3):656–675

Beatty, R. C. & Williams, C. D. (2006). ERP II: best practices for successfully implementing an ERP upgrade. *Communications of the ACM*, 49(3), 105-109.

Beheshti, H., K. Blaylock, B., A. Henderson, D. & G. Lollar, J. (2014). Selection and critical success factors in successful ERP implementation. *Competitiveness Review*, 24(4), 357-375.

Berssaneti, F. T., & Carvalho, M. M. (2015). Identification of variables that impact project success in Brazilian companies. *International Journal of Project Management*, 33, 638– 649.

Bianchi, M. J. (2017). Ferramenta para configuração de modelos híbridos de gerenciamento de projetos. Master's Dissertation, Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos. doi:10.11606/D.18.2017.tde-25092017- 142303. Retrieved 2020-12- 16, from www.teses.usp.br <https://doi.org/10.11606/D.18.2017.tde25092017-142303>.

Biel, J. (2020, 15 de julho). 50 estatísticas críticas de ERP: tendências, dados e análises de mercado para 2020. <http://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-statistics.shtml>

Bierwolf, R., Romero, D., Pelk, H., & Stettina, C. J. (2017, Junho). On the Future of Project Management Innovation. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, 27-29. Funchal, Portugal.

- Boehm, B., & Turner, R. (2003). Using risk to balance agile and plan-driven methods. *Computer*, 36(6), 57-66.
- Bonamigo, A., & Frech, C. G. (2020). Industry 4.0 in services: challenges and opportunities for value co-creation. *Journal of Services Marketing*, 35(4), 412–427. <https://doi.org/10.1108/JSM-02-2020-0073>
- Braun, T., Ferreira, A. I., & Sydow, J. (2013). Citizenship behavior and effectiveness in temporary organizations. *International Journal of Project Management*, 31, 862–876.
- Brito, J. C. B. (2010). Alinhamento Estratégico entre TI e Negócio: uma abordagem conversacional.
- Brodny, J.; Tutak, M. (2023). Assessing the energy security of European Union countries from two perspectives – A new integrated approach based on MCDM methods. *Applied Energy*, 347, 121443.
- Burkitt, Frank. “A Strategist’s Guidetothe Internet ofThings.” *Strategy+business*, 2014: 2-12.
- Buxmann, P.; Hess, T.; and RUGGABER, R. (2009). *Internet of Services*.
- Caiçara Junior, C.(2015).Sistemas integrados de gestão -ERP: Uma abordagem gerencial. [S.I.]: InterSaberes.
- Caiçara Junior, Cicero. *Sistemas Integrados de Gestão-ERP*. Editora Ibpx,2012.
- Cakmakci, M. (2019). Interaction in Project Management Approach Within Industry 4.0. In *Advances in Manufacturing II*, 176-189. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18715-6_15
- Camilo, Myrian Gabriela; Figueiredo, Diogo Souza; Moura, Antônio Da Mota. Proposta de um Esquema Data Warehouse de Referência para Sistemas Enterprise Resource Planning (ERP): Módulos Financeiro E Contábil. *e-Xacta*, v. 7, n. 2, 2014.
- Canetta, L., Barni, A., & Montini, E. (2018). Development of a Digitalization Maturity Model for the manufacturing sector. 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), 1–7.

- Carayannis, E. G., Canestrino, R., & Magliocca, P. (2024). From the dark side of industry 4.0 to society 5.0: Looking “beyond the box” to developing human-centric innovation ecosystems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 6695-6711.
- Carvalho, M. M.; Rabechini Jr, R. *Construindo competências para gerenciar projetos: teoria e casos*. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- Cervo, A. L.; Bervian, P. A.; Silva, R. *Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, p. 61, 2007.
- Chaudhry, S. (2018). Managing employee attitude for a successful information system implementation: A change management perspective. *Journal of International Technology and Information Management*, 27(1), 58-90.
- Chauhan, S., & Jaiswal, M. (2015). Exploring factors affecting service quality of ERP on cloud: a revelatory case study. *International Journal of Business Information Systems*, 19(1), 87-102.
- Chen, C. S., Liang, W. Y. & Hsu, H. Y. (2015). A cloud-computing platform for ERP applications. *Applied Soft Computing*, 27, 127-136.
- Chow, T., & Cao, D. B. (2008). A survey study of critical success factors in agile software projects. *Journal of Systems and Software*, 81(6), 961–971. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.08.020>
- Cleland, D. I.; Ireland, L. R. *Gerência de projetos*. Rio de Janeiro: Reichmann & Afoonso Editores, 2002.
- Contador, J. C.; Sátyro, W. C.; Contador, J. L.; Spinola, M. M. (2020). Flexibility in the Brazilian Industry 4.0: Challenges and Opportunities. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 21(Supl 1), 15–31.
- Creswell, J. w. (2010). Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. In 3º Edição (Ed.), *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*. SAGE.
- Dallasega, P., Frosolini, E., & Matt, D. T. (2016). An approach supporting real-time project management in plant building and the construction industry. *Proceedings of the XXI Summer School Francesco Turco*, Naples, Italy, 247-251.

Davenport, T. H. (1998). *Putting the enterprise into the enterprise system*. Harvard Business Review.

De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). Guiding manufacturing companies towards digitalization a methodology for supporting manufacturing companies in defining their digitalization roadmap.

de Souza, V. H., Satyro, W., Contador, J. C., Pinto, L. F., & Mitidiero, M. C. (2023). The Technology Analysis model-TAM 4.0 for implementation of Industry 4.0. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(4), 271-281.

Dos Santos, B. M.; Godoy, L. P.; Campos, L. M. (2019). Performance evaluation of green suppliers using entropy-TOPSIS-F. *Journal of Cleaner Production*, 207, 498–509.

Elijah, O., Ling, P. A., Rahim, S. K. A., Geok, T. K., Arsad, A., Kadir, E. A., Abdurrahman, M., Junin, R., Agi, A., & Abdulfatah, M. Y. (2021). A Survey on Industry 4.0 for the Oil and Gas Industry: Upstream Sector. *IEEE Access*, 9, 144438–144468. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3121302>

Esteves, J. M., Carvalho, J. Á., & Santos, A. D. A. (2000). O ciclo de vida dos custos dos sistemas ERP. In *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*.

Feng, C. M.; Wang, R. T. (2000). Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios. *Journal of Air Transport Management*, 6(3), 133–142.

Finney, S. & Corbett, M. (2007). ERP implementation: a compilation and analysis of critical success factors. *Business Process Management Journal*, 13(3), 329-347.1987).

Fonseca, L. M. (2018). Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 12, 386–397.

Françoise, O., Bourgault, M., & Pellerin, R. (2009). ERP implementation through critical success factors' management. *Business Process Management Journal*, 15(3), 371-394. <https://doi.org/10.1108/14637150910960620>

Ghita, M., Siham, B., Hicham, M., Abdelhafid, A., & Laurent, D. (2020). Digital twins: development and implementation challenges within Moroccan context. *SN Applied Sciences*, 2(5), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2691-6>

Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Godin, I., & Kittel, F. (2004). Differential economic stability and psychosocial stress at work: associations with psychosomatic complaints and absenteeism. *Social science & medicine*, 58(8), 1543-1553.

Haddara, M. & Elragal, A. (2015). The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future. *Procedia Computer Science*, 64, 721-728.

Haftor, D. M., Climent, R. C., & Kallmuenzer, A. (2025). Business ecosystems as a way to activate lock-in in business models: a theoretical integration. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 21(1), 1-22.

Hamidi, S. R., Aziz, A. A., Shuhidan, S. M., Aziz, A. A., & Mokhsin, M. (2018, March). SMEs maturity model assessment of IR4.0 digital transformation. In *International Conference on Kansei Engineering & Emotion Research*, 721-732. Springer, Singapore.

Hofmann, E. & Rüsch, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*. Elsevier, 2017.

Hofmann, P. & Woods, D. (2010). Cloud computing: the limits of public clouds for business applications. *Internet Computing*, IEEE, 14(6), 90-93.

Hwang, C. L.; Yoon, K. (1981). Multiple attribute decision making: Methods and applications. Springer.

Ibrahim, A., & Kumar, G. (2024). Selection of Industry 4.0 technologies for Lean Six Sigma integration using fuzzy DEMATEL approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(5), 1025-1042.

Imran, F., & Kantola, J. (2019). Review of industry 4.0 in the light of sociotechnical system theory and competence-based view: A future research agenda for the evolutive approach. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 783, 118–128.

Isabella, A. D. R., Scafuto, I. C., & Silva, L. D. (2020). A transferência do conhecimento em equipes terceirizadas no contexto de gestão de projetos. VIII Singep. Recuperado de <https://submissao.singep.org.br/8singep/arquivos/61>. Pdf.

Jayawardena, R. C., & Perera, M. R. (2010). Project success factors for Information Technology (IT) related solution deployments; a study conducted for Sri Lankan IT vendors. In 2010 Fifth International Conference on Information and Automation for Sustainability.

Jena, A., & Patel, S. K. (2022). Analysis and evaluation of Indian industrial system requirements and barriers affect during implementation of Industry 4.0 technologies. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 120(3–4), 2109–2133. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08821-0>

Jesus, Renata Gomes De; Oliveira, Marilene Olivier Ferreira de. Implantação de sistemas ERP: tecnologia e pessoas na implantação do SAP R/3. *Journal of Information Systems and Technology Management*, v. 3, n. 3, p. 315-330, 2007.

Jordan, E. (2018, May 4). 4 valuable lessons from major ERP fails. <https://www.mbtmag.com/erp/article/13228432/4-valuable-lessons-from-major-erpfail>

Juell-Skielse, G., & Enquist, H. (2012, March). Implications of ERP as Service. In *Re-conceptualizing Enterprise Information Systems: 5th IFIP WG 8.9 Working Conference, CONFENIS 2011, Aalborg, Denmark, October 16-18, 2011, Revised Selected Papers* (pp. 129-151). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Jugdev, K.; Muller, R. A retrospective look at our evolving understanding of project success. *Project Management Journal*, Sylva, v. 36, p. 19, Dez 2005.

Jugdev, K.; Thomas, J. Project management maturity models: the silver bullets of competitive advantage. *Project Management Journal*, Sylva, Dez. 2002.

Kacprzak, D. (2017). Objective Weights Based on Ordered Fuzzy Numbers for Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Methods. *Entropy*, 19(7), 373. <https://doi.org/10.3390/e19070373>

Kahraman, C. (Ed.). (2008). *Fuzzy multi-criteria decision making: Theory and applications with recent developments*. Springer.

- Karadayi-Usta, S. (2019). An interpretive structural analysis for Industry 4.0 adoption challenges. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3), 973–978.
- Karadayi-Usta, S. (2020). An Interpretive Structural Analysis for Industry 4.0 Adoption Challenges. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3), 973–978. <https://doi.org/10.1109/TEM.2018.2890443>
- Kazancoglu, Y., & Ozkan-Ozen, Y. D. (2018). Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL. *Journal of Enterprise Information Management*, JEIM-01-2017-0015.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Kiran, T. S., & Reddy, A. V. (2019). Critical success factors of ERP implementation in SMEs. *Journal of Project Management*, 4(4), 267-280.
- Kovacs, O. (2018). The dark corners of industry 4.0 – Grounding economic governance 2.0. *Technology in Society*, 55(February), 140–145. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.07.009>
- Kumari, A., Tanwar, S., Tyagi, S., & Kumar, N. (2018). Fog computing for Healthcare 4.0 environment: Opportunities and challenges. *Computers and Electrical Engineering*, 72, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.08.015>
- Landherr, M.; Schneider, U.; Bauernhansl, T. The Application Center Industrie 4.0 - Industry-driven Manufacturing, Research and Development. *Procedia CIRP*, v.57, 26- 31, 2016.
- Lenart, A. (2011). ERP in the Cloud–Benefits and Challenges. In *Research in systems analysis and design: Models and methods* (pp. 39-50). Springer Berlin Heidelberg.
- Li, B. & Li, M. (2009). Research and Design on the Refinery ERP and EERP Based on SOA and the Component Oriented Technology. In *Networking and Digital Society. ICNDS'09. International Conference on IEEE* (Vol. 1, pp. 85-88). May.
- Lieggio Junior, M.; Granemann, S. R.; Souza, O. A. de. (2012). Aplicabilidades da análise multicritério às problemáticas de decisão no transporte rodoviário de produtos perigosos: uma perspectiva teórica. *Journal of Transport Literature*, 6, 197–217.

Lima, Gabriel; Demóstenes Sobreira; Welton Dias. Internet das Coisas na Educação. Vol. 8. Revista Tecnologias em Projeção, 2017.

Longaray, A. A.; Da Silva Munhoz, P. R.; Tondolo, V. A. G.; Quadro, R. C. (2016). Análise multicritério de decisão e sua aplicação na gestão da saúde: uma proposta de revisão sistemática da literatura. *Exacta*, 14(4), 609–618.

Lundin, R. A., & Söderholm, A. (1995). A theory of the temporary organization. *Scandinavian Journal of Management*, 11, 437–455.

Ma, Q., Pearson, J. M. & Tadisina, S. (2005). An exploratory study into factors of service quality for application service providers. *Information & Management*, 42(8), 1067-1080.

Maqsoom, A., Mubbasit, H., Alqurashi, M., Shaheen, I., Alaloul, W. S., Musarat, M. A., ... & Hussein, E. E. (2021). Intrinsic workforce diversity and construction worker productivity in Pakistan: Impact of employee age and industry experience. *Sustainability*, 14(1), 232.

Marconi, M.A.; Lakatos, E.M. Fundamentos de metodologia científica. 8ª. ed. São Paulo, Atlas, 2011.

Maroušek, R., & Novotný, P. (2016). Project Management for Increasing Logistics Productivity in Direction of Industry 4.0. Carpathian Logistics Congress.

Martens, C. D. P.; da Silva, L. F.; Silva, D. F.; Martens, M. L. (2022). Challenges in the implementation of Internet of Things projects and actions to overcome them. *Technovation*, 118, 102427.

Mendes, J. V., & Escrivão Filho, E. (2002). Sistemas integrados de gestão ERP em pequenas empresas: um confronto entre o referencial teórico e a prática empresarial. *Revista Gestão & Produção*, 9(3), 277-296

Mital, M., Pani, A. & Ramesh, R. (2014). Determinants of choice of semantic web based Software as a Service: An integrative framework in the context of e-procurement and ERP. *Computers in Industry*, 65(5), 821-827.

Momoh, A. (2015). A framework for complexity cost modelling of ERP implementation.

Monk, E., & Wagner, B. (2013). *Concepts in Enterprise Resource Planning*. Cengage Learning.

Mordor Intelligence. (2025) Mercado global de ERP deve atingir US\$ 103,95 bi até 2029 - Disponível:https://www.terra.com.br/noticias/mercado-global-de-erp-deve-atingir-us-10395-bi-ate-2029,a69adaeb79f91a732cc6d038ad8163b2a03xdt8t.html?utm_source=clipboard - Acesso em 09/05/2025

Moreira, F., Ferreira, M. J., & Seruca, I. (2018). Enterprise 4.0—the emerging digital transformed enterprise?. *Procedia computer science*, 138, 525-532. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.072>

Morris, P. (1997). *The Management of Projects*. Thomas Telford Publishing, 41, 358.

Müller, F., & Dal Forno, G. M. B. (2016). Construção e Validação de um Instrumento de Avaliação de Fatores Críticos em Projetos de Software. *Anais do Congresso de Administração, Sociedade e Inovação*. <https://even3storage.blob.core.windows.net/anais/37151.pdf>.

Müller, H. S., & Rafalski, J. P. (2013). A otimização de processos em pequenas e médias empresas utilizando sistemas de erp. *Revista Foco*, 6(1), 59-74.

Nah FF, Lau JL, Kuang J (2001) Critical factors for successful implementation of enterprise systems. *Bus Process Manag* 7:285–296

Nambisan, S, Wright, M., & Feldman, M. (2019). The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. *Research Policy*, 48(8). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.018>

Neradilova, H., & Fedorko, G. (2017). Simulation of the Supply of Workplaces by the AGV in the Digital Factory. *Procedia Engineering*, 192, 638–643.

Nosalska, K., Piątek, Z. M., Mazurek, G., & Rządca, R. (2020). Industry 4.0: coherent definition framework with technological and organizational interdependencies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 837–862. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0238>

Pabedinskaitė, A. (2010). Factors of successful implementation of ERP systems. *Economics and Management*, 15, 691-697.

Pabedinskaity, A. (2010). Factors of successful implementation of ERP systems. *Economics and Management*, 15, 691-697.

Padilha, T. C. C., & Marins, F. A. S. (2005). Sistemas ERP: características, custos e tendências. *Production*, 15, 102-113.

Panorama Consulting group ERP Report (2020)

Patah, L. A.; Carvalho, M. M. (2015). Sucesso a partir de investimento em metodologias de gestão de projetos. *Production*, 26, 129–144.

Piccirillo, K. D. S. (2024). Indústria 4.0 – Projeto de implementação de IoT: Oportunidades e Desafios no Setor de Manufatura. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Nove de Julho – UNINOVE.

Pinheiro, P., Putnik, G. D., Castro, A., Castro, H., Fontana, R. D. B., & Romero, F. (2019). Industry 4.0 and industrial revolutions: An assessment based on complexity. *FME Transactions*, 47(4), 831–840. <https://doi.org/10.5937/fmet1904831P>

Plaza M (2016) Balancing the costs of human resources on an ERP project. *Omega* 59(Part B):171–183.

PMI A guide to project management knowledge. PMBOK® Guide 6. ed. USA: Project Management Institute, 2017.

PMI. (2013). Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). Project Management Institute (5a Edição). Newtown Square: Project Management Institute, Inc.

PortalERP. (2024) IDC projeta crescimento anual de 10,4% do mercado global de ERP até 2027

<https://portalerp.com/estudo-da-idc-projeta-crescimento-anual-de-104-do-mercado-global-de-erp-ate-2027>) - Acesso em 09/05/2025

Prado, D. Gerenciamento de projetos nas organizações. [S.l.]: EDG, 2003.

Pressman, R., & Maxim, B. (2016). Engenharia de Software-8a Edição. McGraw Hill Brasil.

Prodanov, C. C.; Freitas, E. C. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª ed. Novo Hamburgo: Freevale, 2013.

Rabechini Jr., R., Carvalho, M. M. de, & Laurindo, F. J. B. (2002). Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa. *Production*, 12(2), 28–41.

Rajnai, Z., & Kocsis, I. (2018). Assessing industry 4.0 readiness of enterprises. In 2018 IEEE 16th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI), 225- 230. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SAMI.2018.8324844>

Rao, Prahlada; Payal Saluja, Neetu Sharma; Ankit Mittal; Shivay Veer Sharma. “Cloud Computing for Internet of Things & Sensing Based Applications.” International Conference on Sensing Technology, 2012.

Reis, F. B. dos, & Camargo, A. S. (2021). Industry 4.0 in Manufacturing: Benefits, Barriers and Organizational Factors that Influence its Adoption. In *International Journal of Innovation and Technology Management* (Vol. 18, Issue 8). <https://doi.org/10.1142/S0219877021500437>

Ribeiro, D. B., Coutinho, A. D. R., Satyro, W. C., Campos, F. C. D., Lima, C. R. C., Contador, J. C., & Gonçalves, R. F. (2024). The DAWN readiness model to assess the level of use of Industry 4.0 technologies in the construction industry in Brazil. *Construction Innovation*, 24(2), 515-536.

Richardson, R. J. Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

Richert, A., Shehadeh, M., Plumanns, L., Gros, K., Schuster, K., & Jeschke, S. (2016). Educating engineers for industry 4.0: Virtual worlds and human-robot-teams: Empirical studies towards a new educational age. In 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 142–149). IEEE.

Rodriguez, D. S. S.; Costa, H. G.; Carmo, L. F. R. R. S. (2013). Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP. *Gestão & Produção*, 20, 134–146.

Rojas, A. E., & Mejia-Moncayo, C. (2019). Students’ Perception of a Postgraduate Course in Agile Project Management Aimed at Developing Soft Skills. *Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) 2019 ICAI Workshops*, 2486, 194–204.

Roy, B. (1996). *Multicriteria methodology for decision aiding*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2500-1>

Ryalat, M., Franco, E., Elmoaqet, H., Almtireen, N., & Al-Refai, G. (2024). The integration of advanced mechatronic systems into industry 4.0 for smart manufacturing. *Sustainability*, 16(19), 8504.

Sacomano, J. B., Gonçalves, R. F., Bonilla, S. H., da Silva, M. T., & Sátyro, W. C. (2018). *Indústria 4.0: Conceitos e Fundamentos*. Editora Blucher, São Paulo.

Sato, C. E. Y.; Dergint, D. E. A.; Hatakeyama, K. A organização baseada em projetos como um sistema adaptativo complexo. Curitiba: In: XXIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 2004.

Satyro, W. C., Contador, J. C., Monken, S. F. de P., Lima, A. F. de, Soares Junior, G. G., Gomes, J. A., Neves, J. V. S., do Nascimento, J. R., de Araújo, J. L., Correa, E. de S., & Silva, L. S. (2023). Industry 4.0 Implementation Projects: The Cleaner Production Strategy—A Literature Review. *Sustainability*, 15(3), 2161. <https://doi.org/10.3390/su15032161>

Satyro, W. C., de Almeida, C. M. V. B., Pinto, M. J. A., Contador, J. C., Giannetti, B. F., de Lima, A. F., & Fragomeni, M. A. (2022). Industry 4.0 implementation: The relevance of sustainability and the potential social impact in a developing country. *Journal of Cleaner Production*, 337(January). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130456>

Satyro, W. C., de Mesquita Spinola, M., de Almeida, C. M., Giannetti, B. F., Sacomano, J. B., Contador, J. C., & Contador, J. L. (2021). Sustainable industries: Production planning and control as an ally to implement strategy. *Journal of Cleaner Production*, 281, 124781.

Sátyro, W. C.; de Almeida, C. M. V. B.; Pinto Jr, M. J. A.; Contador, J. C.; Giannetti, B. F.; de Lima, A. F.; Fragomeni, M. A. (2021). Implementing Industry 4.0 through cleaner production and social stakeholders: A holistic and sustainable model. *Sustainability*, 13(22), 12479.

Saucedo-Martínez, J. A., Pérez-Lara, M., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T. E., & Vasant, P. (2018). Industry 4.0 framework for management and operations: a review. *Journal of ambient intelligence and humanized computing*, 9(3), 789-801. <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0533-1>

Saxena, D., & McDonagh, J. (2019). Evaluating ERP implementations: The case for a lifecycle-based interpretive approach. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 22(1), 29-37.

Scholtes, P. R. *Times de qualidade: como usar equipes para melhorar a qualidade* / Peter R. Scholtes com contribuições de Brian L. Joiner et al. Tradução de Elenice Mazzilli, Lucia Faria Silva, Associação Alumni. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

Scott, I. A., Sullivan, C., & Staib, A. (2019). Going digital: a checklist in preparing for hospitalwide electronic medical record implementation and digital transformation. *Australian Health Review*, 43(3), 302-313. <https://doi.org/10.1071/AH17153>

Severino, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 23^a. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.

Sharma, M; Kamble, S; Mani, V; Sehrawat, R; Belhadi, A; Sharma, V. Industry 4.0 adoption for sustainability in multi-tier manufacturing supply chain in emerging economies. *Journal of Cleaner Production*, 2020.

Sheffield, J., & Lemétayer, J. (2013). Factors associated with the software development agility of successful projects. *International Journal of Project Management*, 31(3), 459-472. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.09.011>

Shenhar, A. J. (2012). What project strategy really is: The fundamental building block in strategic project management. *Project Management Journal*, 43(1), 4-20.

Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2007). *Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation*. Harvard Business Review Press.

Silva, J. M.; Del, F. P. M. G.; Olivera, A. Z; Silva, J. R. Revisiting requirement engineering for intelligent manufacturing. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 1-14, 2022.

Silva, L. F. da, Russo, R. de F. S. M., & Oliveira, P. S. G. de. (2018). Quantitativa ou qualitativa? Um alinhamento entre pesquisa, pesquisador e achados em pesquisas sociais. *Revista Pretexto*, 19(4), 30-45.

Silveira, C. B.; Lopes, G. G. O que é a Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo. Citisystems, 2017. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4.0/>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

Silvius, A. J. G., & Schipper, R. P. J. (2014). Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. *Social Business*, 4(1), 63–96. <https://doi.org/10.1362/204440814X13948909253866>

Simons, S., Abé, P., & Naser, S. (2017). Learning in the AutFab – The Fully Automated Industrie 4.0 Learning Factory of the University of Applied Sciences Darmstadt. *Procedia Manufacturing*, 9, 81–88.

Siqueira, L. D., & Crispim, S. F. (2014). Alinhamento dos projetos de TI aos modelos de negócio das organizações. *Gestão & Produção*, 21, 621-634.

Sisinni, E., Saifullah, A., Han, S., Jennehag, U., & Gidlund, M. (2018). Industrial internet of things: Challenges, opportunities, and directions. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(11), 4724–4734. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2852491>

Soltovski, R., Resende, L. M. M. de, Pontes, J., Yoshino, R. T., & Silva, L. B. P. da. (2020). 90 Um Estudo Quantitativo Sobre Os Riscos Da Indústria 4.0 No Contexto Industrial: Uma Revisão Sistemática Da Literatura. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, 17(3), 165. <https://doi.org/10.25112/rgd.v17i3.2245>

Sony, M.; Naik, S. S. (2019). Ten lessons for managers while implementing Industry 4.0. *IEEE Engineering Management Review*, 47(2), 45–52.

Sony, M., & Naik, S. (2019). Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0.

Sternad, S., & Bobek, S. (2012). Acceptance of ERP solutions in maturity use phase: Key influence factors for SAP and Microsoft Dynamics NAV. *International Journal of Productivity Management and Assessment Technologies*, 1(3), 18-44.

Tamvada, J. P.; Narula, S.; Audretsch, D.; Puppala, H.; Kumar, A. (2022). Adopting new technology is a distant dream? The risks of implementing Industry 4.0 in emerging economy SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*, 185, 122088.

- Turban, E., Rainer, R. K. & Potter, R. E. (2008). Administração de tecnologia da informação: teoria e prática. Ed. Elsevier.
- Turban, E., Volonino, L., Wood, G., & Sipior, J. (2011). *Information Technology for Management*. Wiley.
- Turner, R., & Muller, R. (2005). Switch Leadership in Projects Leadership on Project Success Across. *Project Management Journal*, 1997, 53–61.
- Verma, R. Smart city healthcare cyber physical system: characteristics, technologies and challenges. *Wireless personal communications*, v. 122, n.2, p.1413-1433, 2022.
- Wang ETG, Shin SP, Jiang JJ, Klein G (2008) The consistency among facilitating factors and ERP implementation success: a holistic view of fit. *J Syst Softw* 81:1609–1621
- Wang, B., & Ha-Brookshire, J. E. (2018). Exploration of Digital Competency Requirements within the Fashion Supply Chain with an Anticipation of Industry 4.0. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 11, 333–342.
- Wang, C., Wood, L. C., Abdul-Rahman, H., & Lee, Y. T. (2016). When traditional information technology project managers encounter the cloud: Opportunities and dilemmas in the transition to cloud services. *International Journal of Project Management*, 34(3), 371- 388. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.11.006>
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56, 2941–2962.
- Yusuf Y, Gunasekaran A, Abthorpe MS (2004) Enterprise information systems project implementation: a case study of ERP in Rolls-Royce. *Int J Prod Econ* 87(3):251–266
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353.
- Zhang, H.; Gu, C. L.; Gu, L. W.; Zhang, Y. (2011). The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy: A case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 32(2), 443–451.
- Zhong, R. Y.; Xu, X.; Klotz, E.; Newman, S. T. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, v.3, n.5, 616-630, 2017.

Apêndices:

ANEXO A: FORMULÁRIO ADOTADO PARA PESQUISA

IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE INDÚSTRIA 4.0: SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA - DESAFIOS DAS CONSULTORIAS

O tempo estimado para conclusão deste questionário é de 20 minutos, tendo o objetivo de levantar informações que servirão de insumo para estudos acadêmicos, todas as informações e respostas tratadas neste, serão processadas estatisticamente de forma a manter o anonimato dos participantes.

O presente questionário compõem uma dissertação de mestrado que será apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração – Gestão de Projetos - PPGP da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre administração – Gestão de projetos.

Ao prosseguir com as respostas deste questionário concordo com termo de consentimento, livre e esclarecido, onde constam as informações acima.

1. Identificação do participante

Nome: _____

Cargo: _____

Escolaridade: _____

Tempo de experiência : _____

Quantidade e porte das consultorias em que já trabalhou: _____

Em quais segmentos de clientes já atuou: _____

2. Assertivas estruturadas

Tabela 9: Assertivas estruturadas

ASSERTIVAS SOBRE PROJETOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE ERP EM CENÁRIOS DE INDÚSTRIA 4.0	AVALIAÇÃO (1 ATÉ 10)
A falta de detalhamento no mapeamento de processos do cliente impacta negativamente os resultados do projeto.	
A adaptação dos processos do cliente é necessária em todos os projetos de implementação de um sistema de gestão integrada.	
A resistência dos colaboradores às mudanças nos processos organizacionais à nível operacional gera impacto negativo.	
A utilização de estratégias para superar barreiras culturais no cliente é um meio eficaz de aumentar a performance da equipe.	
A dependência de fornecedores terceirizados compromete o controle da consultoria sobre atividades críticas do projeto.	
A presença de múltiplas consultorias nos projetos impacta negativamente o sucesso do projeto.	
A falta de envolvimento da alta liderança do cliente nos projetos resulta em impacto negativo na entrega destes.	
A colaboração entre as equipes técnica, operacional e executiva do cliente é importante para o sucesso do projeto.	
A falta de definição de uma pessoa responsável sobre temas funcionais impacta negativamente as entregas previstas.	
A contratação de profissionais especializados da consultoria é um desafio para projetos de Indústria 4.0.	
A retenção de profissionais especializados da consultoria é um desafio para projetos de Indústria 4.0.	
O cenário do governo nacional afeta os investimentos em projetos de Indústria 4.0.	
O desalinhamento entre as áreas de TI e áreas de negócios do cliente impacta negativamente os projetos em execução.	
Todos os projetos devem possuir uma integração estratégica entre as áreas de TI e negócios.	
Um plano de comunicação eficaz entre as áreas de TI e negócios é requisito para o sucesso do projeto.	
Todos os projetos devem possuir uma clara definição de prioridade entre atividades do projeto e atividades de operação do cliente.	

Políticas de governança rígidas dificultam a implementação de metodologias ágeis em projetos de Indústria 4.0.	
A falta de flexibilidade nas normas internas do cliente geram impactos negativos no decorrer do projeto.	
A ausência de padrões globais amplamente aceitos (melhores práticas) para projetos da Indústria 4.0 dificulta a gestão destes.	
As vulnerabilidades na segurança digital do cliente são desafios enfrentados em projetos da Indústria 4.0.	
A utilização de uma infraestrutura cloud (em nuvem) no cliente tende a facilitar as demandas de projetos de Indústria 4.0.	
A falta de atualização dos sistemas legados do cliente compromete o desempenho das soluções propostas.	
O desconhecimento do cliente em tecnologias emergentes (IA, IoT e Big Data entre outras) compromete a evolução do projeto.	
É necessário a prévia capacitação da equipe do cliente sobre as características do escopo do projeto.	
A ausência de um plano de comunicação estruturado para os stakeholders gera impactos negativos ao projeto.	
Falhas no mapeamento de requisitos técnicos compromete seriamente as entregas do projeto.	
O esforço de retrabalho decorrente de falha nas especificações técnicas pode ser superior ao esforço inicialmente previsto.	
O estresse é frequentemente identificado em membros da equipe de projetos referentes à Indústria 4.0.	
Os conflitos interpessoais entre membros da equipe afetam a eficiência e os resultados do projeto.	
É necessário habilidades técnicas para lidar com a complexidade de projetos de Indústria 4.0.	
É necessário habilidades gerenciais específicas para lidar com a complexidade de projetos de Indústria 4.0.	
A definição parcial de entregáveis compromete a gestão do projeto.	
A experiência do gerente do projeto é primordial para o desempenho de projetos de Indústria 4.0.	
É responsabilidade do gerente de projetos identificar os riscos do projeto.	
A clareza na definição da arquitetura da solução na fase comercial é determinante para o bom desempenho de projetos de Indústria 4.0.	

Frequentemente, a ocorrência de estimativas não realistas (tempo e esforço) impactam o cumprimento de prazos e o controle de custos de projetos de Indústria 4.0.	
A disponibilidade de profissionais especializados conforme planejado na fase comercial é um fator importante para a execução do projeto.	
Os acordos de níveis de serviços (SLA) acordados com os clientes são sempre bem compreendidos por ambas as partes.	
A transferência de conhecimentos entre cliente e consultoria, sobre o cenário existente (no início e no término do projeto) é um fator determinante para o sucesso do projeto.	

Fonte: Autor

ANEXO B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa científica de forma totalmente voluntária. Para confirmar sua participação na pesquisa, basta responder a mesma.

Neste documento abaixo, chamado TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), estão contidas as principais informações sobre o estudo, objetivos, metodologias, riscos e benefícios, dentre outras informações.

Este TCLE se refere ao projeto de pesquisa “IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE INDÚSTRIA 4.0: SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA - DESAFIOS DAS CONSULTORIAS”, cujo objetivo é “Identificar quais são os desafios mais relevantes das consultorias de ERP, em projetos de implementação de Indústria 4.0”.

Caso queira uma cópia deste TCLE você poderá imprimi-lo, ou gerar uma cópia em pdf para guardá-lo em seu computador. Você também poderá solicitar aos pesquisadores do estudo uma versão deste documento a qualquer momento por um dos e-mails registrados no final deste termo.

A pesquisa será realizada através do envio de um questionário estruturado contendo 39 assertivas para classificação do respondente quanto ao seu nível de relevância e concordância mediante à suas experiências profissionais. Estima-se que serão necessários aproximadamente 20 minutos para o preenchimento do questionário.

Você não será remunerado, visto que sua participação nesta pesquisa é de caráter voluntário. Caso decida desistir da pesquisa você poderá interromper sua participação e sair do estudo a qualquer momento, sem nenhuma restrição ou punição.

Os pesquisadores garantem e se comprometem com o sigilo e a confidencialidade de todas as informações fornecidas por você para este estudo. Da mesma forma, o tratamento dos dados coletados seguirá as determinações da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei 13.709/18).

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos

(Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos 98 de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos. Endereço do Comitê de Ética da Uninove: Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001. Telefone: 3385-9010. E-mail: comitedeetica@uninove.br.

Horários de atendimento do Comitê de Ética: segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00.

Para contatar um dos pesquisadores da pesquisa, você poderá encaminhar um e-mail, ligar ou mandar mensagens pelo WhatsApp para eles a qualquer momento:

Rodrigo Alexandre Marcondes Diniz (E-mail: r-marcondes@hotmail.com)