



Israel Paulista Brandão

**Implementação de Tecnologia ERP na Logística 4.0: Uma
Pesquisa-Ação na Indústria Offshore**

Dissertação de Mestrado (Opção Profissional)

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Logística, do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Rodrigo Goyannes Gusmão Caiado
Coorientador: Prof. Renan Silva Santos

Rio de Janeiro
agosto de 2024.



Israel Paulista Brandão

Implementação de Tecnologia ERP na Logística 4.0: Uma Pesquisa-Ação na Indústria Offshore

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Logística da PUC-Rio. Aprovada pela comissão examinadora abaixo:

Prof. Rodrigo Goyannes Gusmão Caiado

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Renan Silva Santos

Coorientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Marcelo Maciel Monteiro

UFF

Rio de Janeiro, 26 de agosto de 2024.

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial do trabalho, é proibida sem a autorização da universidade, da autora e do orientador.

Israel Paulista Brandão

Bacharel em Administração, possui um MBA em Logística e Supply Chain Management, e atualmente é mestrando em Logística pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Com 13 anos de experiência na cadeia de suprimentos offshore de uma empresa de grande porte no setor de óleo e gás, desempenhando funções estratégicas na equipe de liderança nos últimos 7 anos, destacando-se por sua vasta experiência em logística e gestão de operações.

Ficha Catalográfica

Brandão, Israel Paulista

Implementação de tecnologia ERP na logística 4.0 : uma pesquisa-ação na indústria offshore / Israel Paulista Brandão ; orientador: Rodrigo Goyannes Gusmão Caiado ; coorientador: Renan Silva Santos. – 2024.

101 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2024.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Logística 4.0. 3. Indústria 4.0. 4. Implementação de ERP. 5. Transformação digital. 6. IoT. I. Caiado, Rodrigo Goyannes Gusmão. II. Santos, Renan Silva. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

A Deus pela saúde e sabedoria para gerenciar os compromissos.

Aos meus pais, pelo ensinamento, cuidado e carinho.

Aos meus pais, Gelson e M. Cristina,

À minha esposa Monike e meu filho Abraão pelas contribuições de tempo e dedicação durante as horas dedicadas aos estudos, e pelo apoio e confiança.

Ao meu orientador, Professor Doutor Rodrigo Goyanes Gusmão Caiado, pela paciência e parceria na realização deste trabalho.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Renan Silva Santos, pela parceria e orientação.

Aos meus colegas da PUC-Rio.

A todos os amigos do trabalho que de uma forma ou de outra me motivaram e ajudaram.

A todos os colegas de trabalho que de uma forma ou de outra me incentivaram ou auxiliaram.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”

Resumo

Brandão, Israel Paulista; Caiado, Rodrigo Goyanes Gusmão; Santos, Renan Silva. **Implementação de Tecnologia ERP na Logística 4.0: uma pesquisa-ação na indústria offshore.** Rio de Janeiro, 2024. 101p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A indústria offshore, imersa na quarta revolução industrial, Indústria 4.0 (I4.0), enfrenta desafios inéditos com a digitalização e a transformação digital. Neste contexto, o ERP ainda é destacado como uma tecnologia crucial para a integração e otimização de processos logísticos em um ambiente digitalizado, sendo o ERP do contexto I4.0, integrado a tecnologias digitais, fundamental para superar os desafios da chamada Logística 4.0 (L4.0), ao proporcionar maior visibilidade, controle e eficiência operacional na gestão da cadeia de suprimentos. Esta pesquisa objetiva avaliar a implementação da tecnologia ERP na I4.0 para habilitar a L4.0, permitindo uma análise dos impactos e desafios da adoção desse novo sistema nas dimensões humanos, tecnológica e organizacional (HTO) durante a transformação digital organizacional, e pelas lentes das teorias da Difusão da Inovação (IDT) e do Determinismo Cultural (CDT). A pesquisa utiliza uma revisão de escopo para avaliar o estado atual da literatura sobre a aplicação do ERP na logística 4.0 (L4.0), identificar lacunas de conhecimento e mapear as melhores práticas e desafios relacionados à implementação dessa tecnologia, e uma pesquisa-ação para explorar a implementação da tecnologia ERP como habilitadora da L4.0 em uma grande empresa de petróleo e gás offshore. Os resultados revelam uma mudança significativa em relação aos sistemas legados, com melhorias na visibilidade e controle, otimização avançada dos processos, maior integração e colaboração na tomada de decisões estratégicas e redução dos custos logísticos. Como contribuições práticas para a indústria, identificou-se como os determinantes da implementação do ERP, no contexto da L4.0, impactam a transformação digital nos processos logísticos, proporcionando insights valiosos para a implementação eficaz e eficiente dos sistemas ERP. O estudo enriquece a literatura de L4.0 ao oferecer uma análise detalhada dos fatores cruciais para a adoção do novo ERP, pelas lentes das teorias IDT e CDT.

Palavras-chave

Logística 4.0, Indústria 4.0, Implementação de ERP, Transformação Digital, IoT.

Abstract

Brandão, Israel Paulista; Caiado, Rodrigo Goyanes Gusmão; Santos, Renan Silva. **Implementation of ERP Technology in Logistics 4.0: An Action Research in the Offshore Industry**. Rio de Janeiro, 2024. 101p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The offshore industry, immersed in the Fourth Industrial Revolution, Industry 4.0 (I4.0), faces unprecedented challenges with digitalization and digital transformation. In this context, ERP is still highlighted as a crucial technology for integrating and optimizing logistics processes in a digitized environment. The ERP within the I4.0 context, integrated with digital technologies, is fundamental to overcoming the challenges of so-called Logistics 4.0 (L4.0), providing greater visibility, control, and operational efficiency in supply chain management. This research aims to assess the implementation of ERP technology in I4.0 to enable L4.0, allowing for an analysis of the impacts and challenges of adopting this new system across human, technological, and organizational (HTO) dimensions during organizational digital transformation, viewed through the lenses of the Diffusion of Innovation Theory (IDT) and Cultural Determinism Theory (CDT). The study utilizes a scoping review to assess the current state of the literature on the application of ERP in Logistics 4.0 (L4.0), identify knowledge gaps, and map best practices and challenges related to the implementation of this technology, alongside action research to explore the implementation of ERP technology as an enabler of L4.0 in a major offshore oil and gas company. The results reveal a significant shift from legacy systems, with improved visibility and control, advanced process optimization, increased integration and collaboration in strategic decision-making, and reduced logistics costs. As practical contributions to the industry, the study identified how the determinants of ERP implementation in the context of L4.0 impact digital transformation in logistics processes, providing valuable insights for the effective and efficient implementation of ERP systems. The study enriches L4.0 literature by offering a detailed analysis of the crucial factors for ERP adoption through the lenses of IDT and CDT theories.

Keywords

Logistics 4.0, Industry 4.0, ERP Implementation, Digital Transformation, IoT.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Questões de Pesquisa	14
1.2 Objetivo Geral e Objetivos Específicos.....	15
1.3 Contribuições Teóricas, Metodológica, Práticas	16
1.4 Organização da Dissertação	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Conceitos e Tecnologias da L4.0	18
2.2 Integração do ERP com as Tecnologias da Logística 4.0	20
2.3 Tecnologias Maduras e tecnologias Digitais	23
2.4 HTO: Determinantes Humanos, Tecnológicos E Processos.....	30
2.5 Teoria do Determinismo Cultural na L4.0	32
2.6 Teoria da Difusão da Inovação na L4.0.....	33
3 METODOLOGIA	36
3.1 REVISÃO DE ESCOPO	36
3.1.1 Coleta de dados neste passo	37
3.1.2 Alimentação do sistema e estudos relevantes.....	37
3.1.3 Análise de dados e seleção dos artigos.....	38
3.1.4 Mapeamento dos dados	41
3.1.5 Coleta, resumo, relatório dos resultados.....	42
3.1.6 Planejamento, coleta e análise de dados.....	43
3.2 PROPÓSITO DA PESQUISA-AÇÃO	43
3.2.1 Contexto e proposito	45
3.2.3 Grupos focais - Reflexão.....	46
3.2.3 Diagnostico Protocolo de Reuniões	53
3.2.4 Implementação da pesquisa-ação.....	55
3.2.5 Monitoramento e Aprendizado	56
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	58
4.1 Contexto da companhia e a logística offshore	58
4.2 Processo e estado atual da tecnologia pesquisada.....	59
4.3 Processo do estado atual do conhecimento e habilidade da força de trabalho e com novas tecnologias.	61
4.4 Ciclo de Monitoramento	62
4.5 Determinantes HTO na adoção do ERP na L4.0	65

4.5.1 Perspectiva dos fatores humanos	68
4.5.2 Perspectiva dos fatores tecnológicos.....	69
4.5.3 Perspectiva dos fatores organizacionais	70
5 DISCUSSÕES.....	72
6 CONCLUSÕES	79
6.1 Benefícios Esperados.....	80
6.2 Aprendizado e Perspectiva Futuras.....	82
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
Apêndice A – Protocolo da Pesquisa-ação.....	95
Apêndice B – Artigo Publicado	100
Apêndice C – Carta de Reconhecimento.....	101

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Passos de Arksey et al. (2005b) Para Revisão de Escopo.....	39
Figura 2 - Fase Para Revisão de Escopo	41
Figura 3 - Ciclo De Implementação da Pesquisa-Ação	45
Figura 4 - Ciclo de Implementação e Acompanhamento das Ações.....	54
Figura 5 - Painel de Catálogo de Serviços.....	60
Figura 6 - Início do acompanhamento e monitoramento do ciclo OODA.....	63
Figura 7 - Finalização do acompanhamento e monitoramento do ciclo OODA.....	63
Figura 8 - Monitoramento de operações especiais.....	65
Figura 9 - Framework para adoção de Tecnologia ERP na I4.0.....	73

Lista de Quadros

Quadro 1 - Fatores Relevantes e suas Tecnologias	24
Quadro 2 - Um resumo dos especialistas incluídos no estudo.....	48
Quadro 3 - Grupo Focais – Ação no ambiente de campo	50
Quadro 4 - Resumo da amostra do grupo focal	53

Lista de Abreviaturas e Siglas

IoT	Internet on things
Onshore	Terrestre
Offshore	Marítimo
SLA	Acordos de Nível de Serviço
LT	Logística de Transporte
WM	Gerenciamento Materiais
MM	Gestão de Materiais
EWM	Gerenciamento Estendido de Armazém
PM	Gestão de Manutenção
NFE	Nota Fiscal Eletrônica
TM	Transportation Management
GTT	Gestão de Rastreamento
YARD	Gestão de Pátio
CDT	Teoria da cultura organizacional
IDT	Teoria da Difusão
HTO	Humano, Tecnologia e Organização
I4.0	Indústria 4.0
I5.0	Indústria 5.0
L4.0	Logística 4.0
RFID	Rastreamento de Identificação por Radiofrequência
PDA	Assistente Pessoal Digital
SLA	Acordos de Nível de Serviço

1 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 (I4.0) representa uma era de transformação digital e avanços tecnológicos na logística e cadeia de suprimentos, impulsionando a adoção do conceito de Logística 4.0 (L.40) (Sampaio et al. 2020). Nesse contexto, a rápida evolução tecnológica, marcada por tecnologias como inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT), big data e computação em nuvem, tem proporcionado benefícios significativos na gestão e otimização das operações (Robinson et al., 2017). A L4.0, alinhada com a I4.0, visa a aumentar a produtividade, reduzir custos e aprimorar a qualidade dos meios de produção e produtos, redefinindo a forma como as organizações conduzem suas compras, vendas e operações (porto; Casagrande, 2022).

A inovação da Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT) desempenha um papel crucial na transformação digital, permitindo a automação avançada, monitoramento em tempo real e controle das operações industriais, contribuindo para a eficiência, otimização de processos e criação de novos modelos de negócios (Sarbu, 2022). Uma área específica impactada por essa evolução é a adoção de sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP), projetados para simplificar operações, melhorar a eficiência e fornecer informações em tempo real sobre recursos e processos empresariais (Aravindaraj et al., (2019, 2021). No entanto, a implementação do ERP na era da I4.0 apresenta desafios, exigindo uma abordagem adaptada às novas demandas e tecnologias (Hartley et al. (2019).

A integração entre IoT e ERP tem sido explorada como uma solução para aprimorar operações logísticas, fornecendo visibilidade em tempo real, tomada de decisões baseadas em dados e adaptação rápida às mudanças do mercado (Li et al., 2022b; Majstorovic et al., 2020, 2022). Esse avanço tecnológico não só impulsiona a eficiência operacional e a satisfação do cliente, mas também tem implicações sociais, como maior conectividade, colaboração e transparência (Severini et al. (2019). Líderes ambidestros desempenham um papel fundamental na adoção e aproveitamento dessas tecnologias, promovendo uma cultura de inovação, adaptabilidade e governança (Majeed, 2017).

No contexto offshore, a adoção de tecnologias da I4.0 e a integração de tecnologias digitais (e.g. IoT) e maduras (e.g. ERP) têm trazido benefícios significativos, como aumento da produtividade, redução de custos operacionais, otimização de processos e maior segurança (Jain et al. (2021); Keplinger, (2018)). A combinação do ERP com tecnologias da I4.0 oferecem uma base sólida para a transformação digital na logística e cadeia de suprimentos, impulsionando a competitividade e resiliência das empresas offshore em um ambiente digitalmente conectado (Bataineh et al., 2022).

A escolha de adotar as lentes das teorias da Difusão da Inovação (Innovation Diffusion Theory – IDT) (Rogers, 2003) e do Determinismo Cultural (Cultural Determinism Theory – CDT) (Jackson et al. 2017) para guiar esta pesquisa foi motivada pela complexidade dos negócios e pelas condições desafiadoras da indústria offshore, que demandam uma abordagem multifacetada para a implementação de novas tecnologias. Para a efetiva implementação do ERP na era da I4.0, é crucial identificar e compreender as teorias, como os fatores determinantes humanos, tecnológicos e organizacionais (HTO), que influenciam o processo de adoção e integração dessas tecnologias inovadoras (Xu et al. 2022). A IDT pode ser útil para entender como novas tecnologias, como o ERP, são adotadas e difundidas nas organizações, considerando aspectos como vantagens percebidas, compatibilidade, complexidade e observabilidade (Rogers, 2003). A CDT ressalta a importância da cultura organizacional na adoção e uso de tecnologias dentro das empresas (Jackson et al. 2017). Afirma que os valores, normas e práticas culturais moldam as percepções e atitudes dos indivíduos em relação às novas tecnologias. CDT sugere que uma cultura organizacional positiva pode facilitar a aceitação e implementação bem-sucedida de inovações tecnológicas, enquanto uma cultura conservadora pode ser um obstáculo e compreender e considerar o contexto cultural é, portanto, essencial para garantir que as novas tecnologias sejam aceitas e utilizadas de maneira eficaz (Jackson, 2011).

Para uma análise mais completa da adoção de sistemas ERP combinados com tecnologias digitais ou emergentes, é fundamental integrar a CDT com a IDT, que explora por que e a que ritmo novas ideias e tecnologias se disseminam em diferentes culturas (Albar et al. 2019), considerando fatores como características da inovação, canais de comunicação, tempo e sistema social Liang et al. (2007) identifica cinco

características principais que influenciam a adoção: vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, experimentabilidade e observabilidade.

A combinação da CDT com a IDT oferece uma visão abrangente dos fatores que afetam a adoção de tecnologias emergentes. Enquanto a CDT fornece insights sobre o impacto da cultura organizacional e dos valores compartilhados, a IDT oferece uma estrutura para entender o processo de adoção e os fatores que facilitam ou dificultam a difusão da inovação. Estudos mostram que integrar essas teorias pode aprimorar significativamente as estratégias de implementação, resultando em maior aceitação e uso eficaz dos sistemas ERP combinados com tecnologias digitais (Rogers, 2003; Mohammed et al., 2023). Essa abordagem integrada permite enfrentar tanto barreiras culturais quanto percepções individuais, criando um ambiente mais propício para a inovação e a mudança tecnológica (Bradford et al. 2003).

Portanto, a adoção e integração de tecnologias como IoT e ERP na L4.0 oferecem avanços tecnológicos, melhorias operacionais e vantagens competitivas, particularmente na indústria offshore (watts, 2002). A Teoria dos Sistemas Sociotécnicos destaca a importância de equilibrar a interação entre humanos, tecnologia e organização – HTO - para otimizar a eficiência, enquanto a Teoria do Determinismo Cultural e a Teoria da Difusão da Inovação abordam a influência da cultura organizacional e os fatores de adoção de inovações, respectivamente. Este estudo foca na implementação de ERP para a gestão de transporte de cargas, essencial para o abastecimento dos ativos offshore. A gestão busca estratégias para otimizar recursos, garantir produtividade e qualidade, reduzir custos e manter a competitividade dos processos logísticos. (Jain et al., 2021).

1.1 Questões de Pesquisa

No contexto da Indústria 4.0 (I4.0) e da Logística 4.0 (L4.0), a implementação do ERP e sua integração à cadeia de suprimentos revelaram lacunas significativas na pesquisa. Primeiramente, há uma escassez de estudos abrangentes que abordem os determinantes para uma implementação eficaz do ERP na I4.0, especialmente considerando a interseção entre os fatores HTO (Severgnini et al., 2019). Além disso, é necessário explorar mais a fundo como a adoção do ERP para I4.0 impacta o uso das tecnologias maduras e digitais nas organizações, evidenciando as complexas

interações entre esses sistemas e as implicações para a eficiência operacional e estratégica (Chen et al., 2021).

Outro gap relevante é a falta de pesquisas abrangentes sobre os impactos específicos da adoção do ERP para I4.0 sob os aspectos HTO da cadeia de suprimentos offshore, destacando a necessidade de uma análise mais aprofundada nesse contexto específico (Jain et al. 2021; Majstorovic et al., 2020, 2022). Esses estudos indicam que a integração bem-sucedida do ERP com as tecnologias da I4.0 em organizações da cadeia de suprimentos offshore não pode ser compreendida apenas sob uma perspectiva técnica, mas também requer uma compreensão profunda de como a cultura, os valores e as crenças organizacionais influenciam esse processo. Dessa forma, torna-se essencial investigar como esses aspectos culturais moldam a combinação do ERP em com tecnologias I4.0 nesse contexto específico.

Com base nessas lacunas, as questões de pesquisa (QPs) fundamentais deste estudo são:

QP1: À luz da IDT, quais são os determinantes HTO críticos para a adoção e difusão do ERP na era da I4.0?

QP2: Pelas lentes da CDT, como a cultura organizacional afeta a integração do ERP com tecnologias I4.0 e quais são seus impactos nos aspectos HTO de organizações offshore?

1.2 Objetivo Geral e Objetivos Específicos

O objetivo geral deste estudo é analisar de forma abrangente e integrada os fatores que influenciam a implementação do ERP para I4.0 e na L4.0, considerando tanto os determinantes críticos relacionados aos aspectos HTO sob a perspectiva da IDT, quanto os impactos da cultura organizacional na integração do ERP com tecnologias I4.0 na cadeia de suprimentos offshore, à luz da CDT. Com o propósito de alcançar o objetivo geral deste trabalho, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

OE1: investigar os fatores que influenciam a implementação do ERP na era da I4.0, especialmente considerando os determinantes HTO críticos à luz da IDT (QP1).

OE2: examinar como a cultura organizacional afeta a integração do ERP com tecnologias I4.0 e quais são seus impactos nos aspectos HTO de organizações da cadeia de suprimentos offshore, sob a perspectiva da CDT (QP2).

Esse enfoque direciona-se especialmente para a cadeia de suprimentos offshore de uma grande empresa do setor de óleo e gás. Utilizando uma abordagem de pesquisa-ação, o propósito é contribuir com estudos da transformação digital na L4.0 e na implementação de ERP para o aumento da produtividade e na redução de custos e desperdício, aprimoramento dos processos e a eficiência dos colaboradores, impulsionar os lucros e elevar o padrão de atendimento aos clientes, ao mesmo tempo em que se compreende e se adapta aos desafios únicos enfrentados por organizações neste contexto de transformação digital.

1.3 Contribuições Teóricas, Metodológica, Práticas

Este estudo oferece importantes contribuições teóricas ao expandir a compreensão das teorias de Determinismo Cultural e Difusão da Inovação no contexto da Indústria 4.0, integrando-as com o framework dos fatores Humanos, Tecnológicos e Organizacionais (Karlton et al., 2014). Ao aplicar a CDT, o estudo destaca como a cultura organizacional influencia significativamente a adoção e o uso de tecnologias inovadoras, como o ERP, enfatizando a interdependência entre cultura e tecnologia no sucesso da transformação digital. A aplicação da IDT neste contexto revela como a adoção de ERP, considerada uma inovação tecnológica crucial e é influenciada por fatores como vantagens percebidas, compatibilidade com sistemas existentes, complexidade e observabilidade. Ao articular essas teorias com o framework HTO, o estudo fornece uma visão abrangente e integrada dos desafios e facilitadores na adoção do ERP na era da I4.0 (Zhang et al., 2021).

Este estudo também oferece significativas contribuições práticas, especialmente ao propor um framework para a adoção de tecnologias ERP na I4.0, com foco na habilitação da L4.0. O framework desenvolvido orienta a implementação de ERP, abordando não apenas aspectos técnicos, mas também os fatores humanos e organizacionais críticos para o sucesso do processo. Ele facilita a automação e a otimização dos processos logísticos, melhora a comunicação e a colaboração dentro das organizações e fortalece a tomada de decisões baseada em dados. Além disso, ao promover a integração de processos e aumentar a visibilidade e transparência nas operações logísticas, o framework contribui para a adaptabilidade e competitividade das empresas em ambientes de negócios cada vez mais dinâmicos e complexos (Rogers, 2003).

1.4 Organização da Dissertação

A dissertação se estrutura em cinco capítulos distintos. O Capítulo 2 oferece uma revisão abrangente da literatura, explorando aspectos fundamentais da I4.0 e a implementação de ERP para o planejamento da logística, com foco na integração do ERP, tecnologias maduras e digitais, além das características dos fatores humanos. No Capítulo 3, a metodologia adotada é detalhada, incluindo uma revisão de escopo da literatura e uma pesquisa-ação, realizada em uma organização do setor de petróleo e gás durante a implementação do ERP. Os resultados obtidos são apresentados em detalhes no Capítulo 4, enquanto as discussões dos resultados, pelas perspectivas tecnológicas, humanas e organizacionais, são descritas no Capítulo 5. Por fim, as conclusões finais e sugestões para futuras pesquisas são abordadas no Capítulo 6. Essa estruturação permite uma compreensão clara e abrangente do estudo conduzido.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho foi dividida em seis seções conceituais que são necessárias para a condução do estudo empírico desta dissertação, conforme a seguir: (1) conceitos das tecnologias da L4.0 (2) Integração do ERP e as tecnologias da L4.0 (3) tecnologias maduras e digitais; (4) HTO: determinantes humanos, tecnológicos e processos (5) teoria do determinismo cultural determinantes; (6) HTO: determinantes humanos, tecnológicos e organizacionais.

Para obter os resultados teóricos deste trabalho, foram realizadas pesquisas nas bases de dados Scopus e Web of Science, com o objetivo de buscar e selecionar artigos acadêmicos relevantes para o estudo. Essas bases de dados foram escolhidas devido à sua abrangência e reputação na área de pesquisa acadêmica.

2.1 Conceitos e Tecnologias da L4.0

Os sistemas de informação surgiram por volta do século XIX, de acordo com Rodrigues et al. (2022), são ferramentas que podem viabilizar a comunicação eficiente entre empresas diferentes. Por volta de 1960, os aplicativos surgiram no mundo da contabilidade e das finanças e eram executados em computadores empresariais informatizados. Esses programas pioneiros eram mais rápidos e precisos do que os processos manuais, porém eram caros e limitados em termos de funcionalidade (Gatica-Neira et al. 2022).

Em meados do século XIX, a concorrência no setor de manufatura estava explodindo e exigia novas ferramentas. O novo software MRP Planejamento de Recursos de Manufatura integrava contabilidade e finanças, vendas, compras, estoque e planejamento e programação da produção, oferecendo ao fabricante um sistema integrado. Em 1990, foi introduzido o ERP que transformou o setor de tecnologia ao atender a uma ampla gama de setores e combinar diversas áreas, incluindo o *MRP II*, recursos humanos, contabilidade de projetos e geração de relatórios para o usuário final (Corrêa et al. 2020).

Pode-se dizer que a constante evolução tecnológica nas empresas resulta de uma revolução industrial, designada pela I4.0 e da L4.0, essas abordagens proporciona o desenvolvimento nas organizações e na gestão de todo o processo da

cadeia de abastecimento nas indústrias. As revoluções industriais tiveram início nos finais do século XVIII com a implementação de métodos mecânicos de produção através da utilização de água e energia a vapor. Hoje as atividades industriais são baseadas em sistemas cyber físicos e tecnologias exponenciais, conectadas, integradas e controladas de forma descentralizada através dos avanços tecnológicos (Arbjørn et al. 2011).

Os Sistemas de Planejamento de Recursos Empresariais (*ERP*) são softwares integrados que permitem gerenciar todos os processos e recursos de uma empresa. Eles oferecem uma visão holística da empresa, permitindo que os gerentes tomem decisões mais controladas e estratégicas (Jain et al. 2021). Em consonância aos escritores Li et al. (2022), argumentam que o ERP tem por objetivo suportar as informações gerenciais necessárias aos tomadores de decisões na organização, auxiliando também na eficiência das operações. Um dos motivos que levaram diversas empresas a adotarem o ERP foi justamente a possibilidade de integração de todas as áreas e setores funcionais, visando o compartilhamento de uma mesma base de dados e administrando de maneira eficiente e efetiva os recursos de negócios (Sitek et al. 2017). Assevera-se que o ERP vai além das funções departamentais e oferece uma interface com todas as atividades de rotinas realizadas, desde o pedido de compra, incluindo a logística de entrega e até a pós-venda, como serviços ao cliente.

Segundo Alanazi et al. 2023), o ERP disponibiliza na área da produção várias alternativas enriquecidas, mantendo os dados mestre da produção, sendo que a identificação e análise correta dos dados mestre permite a obtenção de dados coerentes, facilitando uma análise detalhada e aprofundada do processo de Gestão e previsão de demanda. Proporciona a otimização de estoque, define metas de estoque para maximizar os lucros e, ao mesmo tempo, mantém níveis de estoque suficientes para atender a demandas inesperadas. Como relatado por Machado et al. (2021), o Planejamento de Vendas e Operações (S&OP) colabora em um plano interdepartamental de vendas e operações que equilibra estoque, níveis de serviço e lucratividade. Assim, mantém estáveis os principais processos de negócio por meio da interoperabilidade perfeita com os sistemas.

Para Keplinger (2018), o ERP proporciona soluções que beneficiam e melhoram a eficiência, qualidade e produtividade da empresa, elevando como

consequência a satisfação dos clientes. A concepção desse sistema está no seu diferencial de facilitar a capacidade de integração, proporcionando a diminuição dos GAPS ao longo da cadeia produtiva, o maior controle da empresa como um todo e a atualização tecnológica.

2.2 Integração do ERP com as Tecnologias da Logística 4.0

No contexto da integração do ERP com as tecnologias da L4.0, é fundamental abordar a importância de simplificação da arquitetura sistêmica da empresa e a melhora na eficiência operacional. O *ERP* desempenha um papel central nesse processo, uma vez que envolve a evolução seletiva dos processos de negócios e novas soluções tecnológicas. A integração do *ERP* com tecnologias como a Inteligência Artificial, IoT e *EWM (Extended Warehouse Management)* oferece diversas vantagens interessantes (Corrêa; Sampaio; Barros, 2020).

De acordo com Jain et al. (2021), o ERP aliado por outras tecnologias como IoT, nuvem, impressão 3D, realidade aumentada, permite melhorar a projetização da demanda e identificar padrões de consumo, enviando rupturas de estoque e mitigando o efeito chicote, fenômeno conhecido que gera ineficiências na cadeia de suprimentos com grande oscilação dos estoques (Gorbenko et al., 2023). O armazenamento em nuvem ou blockchain (Xu et al.; Li, 2018) é uma tecnologia a qual pode garantir que os insumos e mercadorias sejam armazenados em locais o mais próximo possível dos pontos de consumo, melhorando o lead time.

O conceito de integração da L4.0 e a Internet das Coisas (IoT) surge como uma peça central e revolucionária. A IoT possibilita a coleta de dados em tempo real por meio de dispositivos e sensores conectados, permitindo uma visibilidade abrangente ao longo de toda a cadeia de suprimentos (RUPNIK et al., 2021). Assim, contribui na conectividade, a fim capacitar as empresas a monitorarem ativos, veículos, estoques e até mesmo o estado dos produtos de maneira contínua. Com a IoT é possível otimizar o rastreamento, a previsão de demanda, o gerenciamento de estoque, a manutenção preditiva, promovendo uma logística mais ágil, eficiente e responsiva às demandas do mercado em constante evolução (Rupnik et al., 2021). Desta forma, a capacidade de tomar decisões baseadas em dados em tempo real impulsiona a competitividade e a eficácia das operações logísticas na era da I4.0 para a L4.0 (Costa

Júnior et al. 2023). No entanto, também existem desafios associados à integração da I4.0 e IoT em sistemas ERP. Um desafio é a necessidade de investimentos significativos em tecnologia e infraestrutura, o que pode ser uma barreira para empresas menores que não possuem recursos suficientes para fazerem esses investimentos (Ivanov et al., 2021).

Quando combinados com tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), que permitem a coleta e análise de dados em tempo real a partir de sensores em máquinas e equipamentos, os sistemas ERP se tornam ainda mais funcionais. Eles permitem que as empresas monitorem e controlem seus processos em tempo real, identificando rapidamente possíveis falhas ou gargalos na produção (Jain et al. 2021). Em consequência, uma combinação de ERP e IoT pode melhorar a eficiência da produção, reduzir os custos e melhorar a qualidade dos produtos. A adoção de sistemas como os ERPs integrados às tecnologias de IoT pode ser uma estratégia excelente para empresas que desejam se manter competitivas em um mundo cada vez mais complexo e exigente (Lee et al., 2018).

A combinação de Inteligência Artificial (IA) e L4.0 representa um avanço significativo na otimização das operações logísticas e no gerenciamento eficaz da cadeia de suprimentos (Arredondo-Méndez et al., 2021). A IA desempenha um papel crucial na integração de sistemas na L4.0. Ela pode prevê a demanda por meio da análise de grandes volumes de dados históricos e em tempo real para prever com precisão a demanda futura. Isso permite um planejamento mais eficiente e a redução de estoques essenciais (Dudek et al. 2023). Também favorece um roteamento inteligente que otimiza rotas de transporte em tempo real, levando em consideração variáveis como tráfego, condições adversas e custos operacionais. Na gestão de estoque eficiente, os algoritmos de IA podem preveem quando os produtos precisam ser reabastecidos, evitando a falta ou excesso, o qual resulta em uma gestão de estoque mais eficiente (Rodrigues et al. 2022). No gerenciamento de cadeia de suprimentos, a IA pode rastrear produtos em toda a cadeia de suprimentos, fornecendo visibilidade em tempo real e identificando gargalos ou problemas em potencial. Além disso, auxilia na tomada de decisões estratégicas, por meio da análise de um grande conjunto de dados, identifica oportunidades de otimização e eficiência (Mazilescu, 2020).

A integração de sistemas tecnológicos na logística, como o *WMS (Warehouse Management System)*, desempenha um papel crucial na otimização de processos. O WMS é responsável pelo gerenciamento de estoque, aumento da produtividade, planejamento e otimização e controle das cargas (Patel et al., 2022). Essas funcionalidades são adequadas para uma logística mais eficaz e eficiente, atendendo às crescentes demandas do mercado. A integração de sistemas de informação, como o WMS, permite uma tomada de decisão mais informada e rápida, além de reduzir erros e custos, melhorando a qualidade dos serviços prestados aos clientes e a competitividade das empresas que tem como princípio a transformação digital. O WMS é um aliado fundamental na evolução da L4.0 (Jesus et al. 2021).

A utilização do *TM (Transportation Management)* e a integração com sistemas ERP que desempenham papéis essenciais na gestão da distribuição e na logística. Essas tecnologias possibilitam a integração de informações de diversos departamentos, fornecendo dados precisos para a tomada de decisões. A dependência da tecnologia moderna é evidente para empresas que buscam se destacar em termos de qualidade e nível de serviço, especialmente considerando o papel crítico desempenhado pela logística (Mazilescu, 2020).

Importante destacar que manter níveis adequados de estoque é vital para a saúde financeira de uma empresa. Portanto, a integração de sistemas, incluindo o ERP e o TM, desempenha um papel importante na otimização da logística de transporte, garantindo operações eficazes, eficientes e competitivas. Em resumo, a tecnologia desempenha um papel indispensável na evolução da logística, permitindo que as empresas ofereçam serviços de alta qualidade e se destaquem no mercado (Arpini; Rosa, 2015), aumentando seu lucro.

De acordo com Gorbenko et al. (2023), o sistema de integração TM oferece uma solução robusta para a gestão de transporte em empresas, abrangendo desde o planejamento e execução de viagens até o monitoramento em tempo real e análise de desempenho. O TM proporciona uma série de benefícios, incluindo eficiência operacional, visibilidade em tempo real, otimização de custos e melhoria na satisfação do cliente (Kapetanopoulou et al. 2021). Além disso, a integração do TM reduz a complexidade das operações, diminui os custos totais de propriedade e melhora a experiência do usuário, eliminando a duplicação de dados e permitindo análises em

tempo real. Em resumo, o *TM* é uma ferramenta essencial para transformar e otimizar a gestão de transporte, tornando-a mais eficaz e eficiente (Gorbenko et al., 2023).

2.3 Tecnologias Maduras e tecnologias Digitais

As tecnologias digitais e maduras (Brandão et al. 2023) como o IoT e Rastreamento de Identificação por Radiofrequência (*RFID*) promovem agilidade do transporte, incluindo a logística de entrada e saída dos materiais que necessitam embarcar e desembarcar, os quais passam por diversos fluxos multimodais terrestre, marítimo e aéreo (Xiong et al., 2015).

No contexto da I4.0 relatada por Machado (2021), a combinação de tecnologias maduras e digitais oferece oportunidades para impulsionar a eficiência e a transformação digital nas organizações. Para Dudek et al. (2023), algumas das tecnologias relevantes incluem inteligência artificial, nuvem, Blockchain e big data, Internet das Coisas. Essas tecnologias permitem automação, tomada de decisões mais informadas, integração de processos, rastreamento em tempo real com o sistema *ERP*. Assim, a tecnologia madura desempenha um papel fundamental na integração dos sistemas industriais na I4.0.

Com base nos artigos selecionados, é possível identificar várias vantagens e benefícios da integração de I4.0 e o IoT em sistemas *ERP* para a logística e a gestão da cadeia de suprimentos (Bialas et al., 2023). Ressalta que aspectos da tecnologia madura ERP e RFID (identificação por radiofrequência usada para rastrear objetos) são amplamente utilizados em setores como logística, varejo e controle de estoque, enquanto IoT é uma tecnologia mais recente que conecta dispositivos físicos pela internet, permitindo coleta de dados e automação que abrange aplicações como automação industrial e inteligentes (Mohammed et al., 2022). Tanto as tecnologias maduras e digitais têm áreas de aplicação distintas e potenciais impactos. Cada uma delas apresenta suas próprias relevâncias, vantagens e desafios. No quadro 1 apresenta destaques dessas tecnologias:

Quadro 1 - Fatores Relevantes e suas Tecnologias

Aspectos da Transformação Digital na Era da Indústria 4.0 para a Logística 4.0			
Autor (Ano)	Fatores Relevantes	Tecnologias da I4.0 Combinadas com ERP	Sector de aplicação
Dudek (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Fábrica mais inteligente; - Atendimento ao cliente integrado; - Redução de custo em massa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (MM); - Tecnologias digitais (inteligência artificial, nuvem, Internet das Coisas, Blockchain, big data). 	Fabricação de colchões e venda aos clientes
Bialas (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de custo operacionais na cadeia de suprimento; - Melhoria controle e atendimento ao cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (WM). 	Logística e cadeia de suprimento e operação de um hospital
Wang et al. (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiência operacional; - Sistema tempo real em nuvem; - Redução de custo nas transações; - Proteção e privacidade dos dados; - Detecção de comportamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (Logística); - Tecnologias digitais (nuvem, big data, algoritmos, criptografia de dados). 	Empresas de baterias de íons de lítio
Mohammed et al. (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Orçamento alocado redução de custo com pessoal; - Facilidades tomadoras de decisão; - Maior custo na implantação; - eficácia de custo e tempo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (MM,WM); - Tecnologias digitais (IoT tempo real). 	Pequenas e Médias Empresas iraquianas
Zakharkina et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Integração de ERP em nuvem no sistema de pagamento; - Tomada de decisões oportunas e na contabilidade; - Integração sistema de ERP; - Confiabilidade e disponibilidade da informação em tempo real; - Transformação digital nos processos e na comunicação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (WM); - Tecnologias digitais (blockchain, Internet das Coisas, inteligência artificial, realidade virtual) 	Indústria energética e empresas de energias
Gatica-Neira (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidades de dados e comunicação; - Redução de custo; - Valor e integração na cadeia de suprimento, maior margem na lucratividade, maior capacidade financeira. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (WM RIFD); - Tecnologias digitais (Big Data, Cloud Computing, CRM, SCM e Segurança Informática). 	Indústria do Chile

Li (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Fluidez e eficiência, baixo custo da logística e menor volume de estoque; - Desenvolvimento saudável das empresas; - Conectividade em tempo real, digitalização; - Vantagens da inteligência dos dados; - Integração da alocação de recursos da cadeia de suprimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (WM, RIFD); - Tecnologias Digitais (Algoritmos de Machine Learning, internet das coisas IoT). 	Empresa de logística da Cadeia de Suprimentos
Li (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Resiliência aumentada e sustentabilidade aprimorada a um custo reduzido; - Redução sobrecarga da estação de trabalho; - Redução tempo de espera ocioso do trabalhador; - Informação em tempo real. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (MM, MW, logística); - Tecnologias digitais (Inteligência Artificial, Sistemas Cibe físicos, internet das Coisas, Computação em Nuvem, Big Data Analytics). 	Empresa de logística integrada
Nwasuka (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoramento processos físicos; - Autogerenciado otimizado e tomar decisões de forma autônoma em tempo real; -Tomar decisões capacidades em tempo real orientação a serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (WM, RFID); - Tecnologias digitais (Internet das coisas, energia solar, inteligência artificial, sistema cibe físico (CPS), Machine Learning, Bluetooth, computador em nuvem, big data, smart tools). 	Indústria 4.0, fabricas inteligentes
Mahdiraji (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de receita e melhoramento da eficiência econômica; - Otimizar a utilização de recursos e o gerenciamento de resíduos; - Redução da poluição ambiental, melhora no bem-estar humano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (WM); - Tecnologias digitais (Big data, computação em nuvem, internet das coisas) 	Industria farmacêutica
Sislian (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da capacidade legítima do escritório; - Sistemas ERP integrado com a tecnologia blockchain em suas operações estão experimentando o maior desempenho financeiro positivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (MW); - Tecnologias digitais (blockchain). 	Empresas europeias

Behl (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - O ERP ajuda adaptar os usuários de acordo com a flexibilidade e a demanda dos trabalhadores do setor; - Flexibilidade, Liberdade, previsibilidade. 	- Tecnologias maduras (WM).	Gig economia trabalhos alternativos
Mohammed (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilidade e segurança e privacidade; - Economia de custo, Conhecimento da nuvem dos funcionários; - Inovação e tomada de decisão mais rápidas. 	- Tecnologias maduras (WM).	Adoção de ERP Iraque
Rane (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Compras pode ser executado de forma colaborativa com a equipe de projeto; - Business inteligência pode ajudar a visualizar vários KPIs; - Compra ágil na automação de processo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (WM); - Tecnologias digitais (blockchain, internet das Coisas, inteligência artificial, realidade virtual, inteligência de negócios, mobilidade, chatbot, RPA automação de processos). 	Automatização no processo na indústria 4.0
Kapetanopoulou (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento de produção, gerenciamento de estoque, gerenciamento de distribuição; - Satisfação e fidelidade do cliente; - Ganhos financeiros e outros benefícios financeiros; - Redução de custos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (MRP, WMS, TMS); - Tecnologias digitais (IoT, big data). 	Indústria grega e empresas manufatureiras gregas
Oztemel (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoramento e controle, eficiência energética; - Redução de custo; - Aumento da produtividade; - Integração de diferentes disciplinas, Monitoramento de desempenho em tempo real; - Tomada de decisão, configuração, implantação e descomissionamento em tempo real. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias maduras (TMS); - Tecnologias digitais (Internet das Coisas, fábricas, robótica, realidade aumentada, impressão 3D, Automação e robótica, big data). 	Indústria 4.0 e cadeia de suprimentos
Abdallah (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoramento em tempo real; - Redução de custo; - Aumento da lucratividade; 	- Tecnologias maduras (TMS, WM, RFID).	Indústria na Jordânia

	-Integração dos sistemas utilizados; - Informação em nuvem em tempo real.		
Manavalan (2019)	- Perspectiva de colaboração da cadeia de suprimentos; - Otimização da perspectiva da cadeia de valor; - Organização ágil, enxuta, integrada e compra digital.	- Tecnologias maduras (TMS, WM); - Tecnologias digitais (IoT).	Cadeia de suprimentos logística
Hartley (2019)	- Integração da cadeia de suprimentos com os serviços da cadeia de suprimentos adaptáveis; - Inovadores e escaláveis que otimizem o valor do cliente.	- Tecnologias maduras (WM); - Tecnologias digitais (automação de processos robóticos, inteligência artificial, IoT internet das coisas, blockchain, Machine learning).	Logística de transporte
Gupta (2018)	- Integração de processos e funções da organização; - Informação em tempo real, melhora a sua eficiência de custo e aumenta o desempenho; - Da organização mais lucrativa.	- Tecnologias maduras (TMs,WM).	Manufatura e I4.0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Destaca o aumento da produtividade através da integração, a qual permite que uma empresa colete e forneça dados reais de fornecedores para usuários finais. Isso pode ser analisado e implantado para aprimorar e melhorar as operações, bem como os produtos, por meio de feedback imediato para as possíveis correções ligadas à produtividade (Gupta et al., 2018).

A integração dos sistemas de melhoramento apoia a comunicação, no controle, no fluxo de informações pelo ERP e nos dados em tempo real, contribui no gerenciamento de rastreamento dos materiais em tempo real, no gerenciamento de inventário em tempo real e nas compras inteligentes. Além disso, oferece suporte às câmeras móveis para digitalizar *RFID* ou códigos de barras, a fim de controlar informações geradas, bem como fluxo de capital para facilitar a tomada de decisões (Li et al., 2022). Essas tecnologias inteligentes são projetadas para combinar máquinas e apresentar dados em tempo real, que podem ser analisados para fornecer informações conclusivas para facilitar a tomada de decisões (Abdallah et al. 2020).

Observa-se, portanto, o benefício do *ERP* e a redução de desperdícios com a implementação das ferramentas da I4.0, uma vez que se tem facilidade nas operações de manutenção. Esses recursos integrados estão conectados para melhoria da qualidade e flexibilidade, onde peças e materiais podem ser localizados em qualquer lugar e a qualquer momento. Esse processamento de produção é registrado com máquinas automatizadas. Ademais, a associação de sistemas permite o monitoramento de materiais desgastados de forma mais eficaz, reduzindo os desperdícios (Gatica-Neira et al. 2022).

A redução de custos de produção e da mão de obra que necessitam de automatização para reconhecer produtos não conformes nas fases iniciais do processo de produção e melhorar o controle de qualidade, reduzindo o custo do produto (Song et al., 2022). Além disso, a fabricação com tecnologias inteligentes pode selecionar o número apropriado de funcionários para monitorar a empresa (Dudek et al. 2023).

Assim, uma empresa pode diminuir os custos trabalhistas e reduzir as interações humanas manuais. Na era dos sistemas de inteligência artificial, a empresa não exige que um ser humano gaste muito tempo monitorando e operando um processo normalmente fluido. No entanto, a empresa precisa de humanos para tomar decisões quando uma máquina detecta algum problema que não pode ser resolvido por ela mesma (Li et al., 2022).

No entanto, também existem desafios associados à integração da Indústria 4.0/IoT em sistemas ERP. Um desafio é a necessidade de investimentos significativos em tecnologia e infraestrutura. Isso pode ser uma barreira para empresas menores, que podem não ter recursos para fazer esses investimentos (Ivanov et al., 2021).

Por mais que essas empresas enfrentem esses obstáculos, é importante destacar que a implementação das tecnologias como a internet das coisas (IoT), integrada com o sistema ERP, permite a coleta e análise de dados em tempo real, a partir de sensores em máquinas e equipamentos. Assim, essa combinação torna mais funcionais e permitem que as empresas monitorem e controlem seus processos em tempo real, identificando rapidamente possíveis falhas ou gargalos na produção (Jain et al. 2021). Ademais, melhora a eficiência da produção, a qualidade dos produtos, a redução dos custos e o aumento da lucratividade. A adoção de sistemas como os ERPs integrados as tecnologias de IoT pode ser uma estratégia excelente para

empresas que desejam se manterem competitivas em um mundo cada vez mais complexo e exigente ((Lee et al, 2018).

As mudanças na cultura da sociedade exigiram uma transformação nas organizações e empresas através da I4.0 e do IoT. Esses sistemas são fundamentais para a integração da gestão estratégica, bem como para a gestão da cadeia de suprimentos pelo sistema ERP em ambiente físico e digital. Eles formam uma oportunidade de utilizar ferramentas que trazem inclusão em todo negócio da produção, operação e L4.0(Rodrigues et al. 2022).

Por esta razão, existe a necessidade de um ERP que suporte a enorme cadeia logística para suprir demandas operacionais e de suprimentos. A utilização de um sistema ERP é extremamente relevante para atender as demandas de operações de transporte da indústria de óleo e gás offshore (Zadeh et al., 2018).

A evolução dos ERPs ao longo dos anos foi crucial para acompanhar as mudanças nas necessidades de negócios e as tendências do setor de transporte (Marmolejo-Saucedo et al., 2020). A integração de tecnologias tornou-se mais adaptativa aos sistemas e tecnologias de negócios, como sistemas de Gestão de Relacionamento com o Cliente (CRM), Inteligência de Negócios (BI) e Gestão da cadeia de abastecimento. Essa integração permitiu que as organizações tivessem uma visão mais holística de suas operações de negócios, melhorassem a tomada de decisões e reduzissem os tempos de dados (Piunko et al. 2021).

Ademais, a explosão de dados fez com que os sistemas ERP evoluíssem para incorporar o Big Data Analytics que permite as organizações extraírem insights significativos de grandes quantidades de dados (Marmolejo-Saucedo et al., 2020). A integração de dispositivos e sensores IoT nos sistemas ERP permite o rastreamento em tempo real do processo de produção, níveis de estoque e gerenciamento da cadeia de suprimentos. Os dados gerados por esses dispositivos são então integrados ao sistema ERP para fornecer melhores insights e ajudar as organizações a tomar decisões informadas e rápidas. Os sistemas *ERP* evoluíram ao longo do tempo para atender às necessidades de negócios em constante mudança (Gatica-Neira et al. 2022).

A implantação de sistemas *ERP* no contexto da I4.0 traz implicações práticas que visam melhorar a eficiência, a redução de custos, o aumento da lucratividade, automatização dos processos, a melhoria na comunicação e colaboração para a

tomada de decisões baseada em dados (Aravindaraj et al., 2019). integração de processos facilita na coordenação e sincronização das atividades e na visibilidade e transparência e visão holística nas operações logísticas e na gestão da cadeia de suprimentos (Hartley; Sawaya, 2019). Essas implicações promovem uma maior competitividade e adaptabilidade das empresas em um cenário de negócios cada vez mais dinâmico e complexo (Wing, 2022).

2.4 HTO: Determinantes Humanos, Tecnológicos E Processos

O conceito HTO, amplamente adotado na indústria nuclear sueca, inicialmente relacionado à segurança das centrais nucleares, expandiu-se ao longo do tempo para abranger diversas operações e configurações (Karlton et al., 2014). Ele se concentra na interação entre os componentes humano, tecnológico e organizacional, sendo essencial para compreender o desempenho de sistemas. O bom funcionamento dessas interações é crucial para o desempenho global dos sistemas, tornando todos os componentes igualmente importantes (Karlton, 2007).

Os elementos Humanos, Tecnologia e Organização, reconhece a importância das interações humanas no desempenho dos sistemas. Ao destacar esses três componentes, facilita a análise completa dos sistemas, incluindo aqueles fora do domínio especializado, e enfatiza a necessidade de integrar conhecimentos diversos. O foco nas interações torna os usuários mais conscientes da complexidade do sistema, possibilitando uma compreensão mais profunda. Isso demonstra que a interação humana com produtos e sistemas de trabalho é mais do que simples intuição e pode ser abordada de forma estruturada e sistêmica (Juszczak, 2014).

Organização Internacional do Trabalho (2019), está relacionada ao conceito dos Fatores Humano que não se limita à mera investigação do comportamento humano, especialmente na análise dos erros cometidos no ambiente de trabalho, e não se restringe às características individuais dos trabalhadores. Em vez disso, os Fatores Humanos compreendem uma abordagem abrangente, sistêmica e multidisciplinar, que tem como ponto de partida o trabalhador, focando não apenas no indivíduo, mas na interação deste com o sistema de trabalho e como seu desempenho influencia a execução real das tarefas. Assim, para compreender os Fatores Humanos e o comportamento dos trabalhadores, é essencial começar com a indagação: "O que

você faz para que o trabalho seja bem-sucedido?" Em vez de perguntar: "O que você fez de errado?". Esta abordagem, embora desafiadora, é necessária, especialmente em uma sociedade que por muito tempo atribuiu ao trabalhador a culpa por falhas nas organizações, considerando-o o elemento que introduz erros no sistema produtivo Ogén (2011).

Com os avanços tecnológicos no ambiente de trabalho, particularmente destacados durante a primeira década do século XXI, impulsionados pela I4.0 e pela transformação digital, juntamente com a disseminação da Internet das Coisas (IoT) e a consolidação das tecnologias digitais, tornou-se manifesta a importância do ser humano como elemento crucial na integração das complexidades dos sistemas sociotécnicos contemporâneos. Em um mundo cada vez mais caracterizado por volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade (VUCA), as empresas precisam adotar uma postura ágil e flexível para se adaptarem prontamente às mudanças de mercado e às demandas dos consumidores (Robinson et al., 2017). O trabalhador desempenha um papel fundamental na integração de diferenças, na promoção de resiliência e na adaptação às variabilidades de resposta às diversas demandas que naturalmente surgem dessa evolução. (França, 2020).

Segundo Ogén (2011), entende-se como fatores humanos o estudo científico do ambiente de trabalho, da interação entre fatores organizacionais e de grupo e individuais. Através de iniciativas integradas, o contexto dos fatores humanos cresce na busca por promover um ambiente apropriado para os desafios enfrentados no dia a dia. Neste sentido os 5 pilares propostos pelos fatores humanos, confiança é fundamental, pessoas criam ambiente seguro, como respondemos às falhas importa muito, aprender e melhorar é chave para o sucesso e o contexto direciona o comportamento. Para tanto, é importante que as relações sejam baseadas na premissa de que todos buscamos sempre o melhor resultado dos líderes e da equipe, visando estimular um ambiente agradável e de confiança. Esse ambiente pode criar perspectivas de mudança que fomentem a autonomia com responsabilidade, promovam o engajamento e facilitem o aprendizado (Karlton, 2007).

2.5 Teoria do Determinismo Cultural na L4.0

Para Jackson et al. (2017) a teoria do determinismo cultural postula que a cultura de uma organização desempenha um papel determinante na forma como ela adota, implementa e utiliza novas tecnologias. Segundo essa teoria, os valores, normas, práticas e resistências culturais existentes em uma organização influenciam diretamente suas decisões e processos tecnológicos. A CDT sugere que para a implementação bem-sucedida de qualquer inovação tecnológica, é crucial considerar e alinhar a cultura organizacional com os objetivos e requisitos da nova tecnologia (Jackson et al. 2010).

No contexto da I4.0 e da L4.0, a CDT se torna especialmente relevante, pois a transformação digital exige mudanças significativas não apenas nos processos e tecnologias, mas também na mentalidade e cultura da organização. Tecnologias emergentes como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e Big Data Analytics requerem um ambiente cultural que promova a inovação, a adaptação rápida e a aceitação de novos métodos de trabalho. Organizações que possuem uma cultura mais rígida e tradicional podem enfrentar maiores dificuldades na adoção dessas tecnologias, enquanto aquelas com uma cultura flexível e orientada para a inovação tendem a integrá-las de maneira mais eficaz (Jackson, 2011).

A CDT também destaca a importância da liderança e da gestão da mudança na integração de tecnologias da Indústria 4.0. Líderes organizacionais desempenham um papel crucial em moldar a cultura e promover uma mentalidade aberta à inovação. Eles devem não apenas apoiar ativamente a implementação de novas tecnologias, mas também engajar e capacitar suas equipes para lidar com as mudanças. A resistência à mudança é uma barreira comum identificada pela CDT, e a liderança eficaz pode ajudar a superar essa resistência através de comunicação clara, treinamento adequado e incentivo à participação dos colaboradores no processo de transformação (Jackson et al. 2017).

Além disso, a CDT sugere que o sucesso da I4.0 depende da capacidade da organização de alinhar suas práticas culturais com as novas demandas tecnológicas. Isso inclui a promoção de uma cultura de aprendizagem contínua, onde os colaboradores são encorajados a desenvolver novas habilidades e conhecimentos relevantes para as tecnologias emergentes. Também implica na criação de um ambiente colaborativo onde a inovação é valorizada e as melhores práticas são

compartilhadas. A integração bem-sucedida das tecnologias da I4.0, portanto, não é apenas uma questão de investimento em infraestrutura tecnológica, mas também de investimento na transformação cultural da organização (Cevallos et al. 2013).

2.6 Teoria da Difusão da Inovação na L4.0

A aplicação da Teoria da Difusão da Inovação na L4.0 e na I4.0 auxilia na compreensão do processo de adoção de tecnologias avançadas (Zhang et al., 2021). Adotantes iniciais, maioria inicial e maioria tardia, representam os estágios de adoção, enquanto a resistência à mudança pode ser um desafio a ser superado (Surry, 1997). Comunicar a vantagem relativa a essas tecnologias em termos de eficiência e otimização é essencial para promover uma adoção bem-sucedida (Gorbenko et al., 2023). A teoria ajuda as empresas desenvolverem estratégias eficazes para facilitar a adoção de tecnologias avançadas na L4.0 e na I4.0, melhorando seus processos e competitividade (Laaraj et al. 2022).

A logística passou por quatro mudanças no passado, a primeira revolução, logística 1.0, ocorreu no final do século XIX e início do século XX com a introdução da mecanização a vapor, substituindo o homem e a tração animal como meio de transporte. A segunda revolução, logística 2.0, estava relacionada à descoberta da energia elétrica e a introdução da produção em massa. Já em 1980, a industrialização avançou para a logística 3.0 com a sistematização da gestão logística e a introdução de microcomputadores e tecnologias de comunicação na (Wang et al., 2016).

Atualmente, a logística vem avançando para a L4.0, uma abordagem que busca aplicar as mais recentes tecnologias digitais e de automação no campo da logística (Wildemann, 2020). Por meio do uso de tecnologias como: Internet das Coisas, Big Data, Inteligência Artificial e Automação de Processos, a I4.0 visa melhorar a eficiência, a velocidade e a precisão dos processos logísticos e inclui desde a coleta de informações em tempo real até a otimização de rotas, gestão de estoques e rastreamento de produtos em tempo real (Hartley et al. 2019). Esses benefícios também incluem a redução de custos operacionais, a otimização do uso de recursos e a melhoria na qualidade das informações. No setor de Óleo e Gás, por exemplo, a I4.0 pode trazer ganhos significativos em termos de eficiência e agilidade na cadeia de suprimentos ((Hartley et al. 2019).

Para Buer et al. (2021), a L4.0 é uma resposta aos avanços recentes nas áreas de tecnologia da informação e comunicações, combinados com a necessidade de automação e digitalização dos processos e operações indústrias. Ela faz parte da abordagem mais ampla da I4.0, que visa transformar a forma como as empresas operam por meio da aplicação de tecnologias inteligentes, como inteligência artificial, aprendizado de máquina, automação de processos robóticos, internet das coisas, processamento de linguagem natural e bancos de dados avançados (Corrêa et al. 2020). Essas tecnologias possibilitam as empresas executarem processos logísticos de maneira mais eficiente e eficaz, proporcionando maior agilidade, otimização de recursos e melhor qualidade de informações. A L4.0 oferece às empresas a oportunidade de alcançar níveis de desempenho superiores e se adaptar às demandas de um ambiente cada vez mais digital e competitivo (Oluyisola et al. 2020).

No contexto global, a I4.0 propõe uma mudança disruptiva na produção (Machado, 2021). Além disso, pode-se identificar cinco paradigmas centrais da I4.0, sendo eles: integração vertical e horizontal, inteligência descentralizada, controle descentralizado, engenharia digital e sistema de produção (Mohammed et al., 2022). O aumento da produtividade, redução de custo e melhoria da qualidade dos meios de produção e dos seus produtos são caracterizados pelo uso de tecnologias avançadas como inteligência artificial, internet das coisas (IoT), big data e computação em nuvem. Essas tecnologias podem beneficiar a L4.0 que se relaciona com a transformação digital na forma como as organizações realizam as compras, vendas e operações (Corrêa; Sampaio; Barros, 2020).

Para Saghezchi et al. (2022), o fluxo sistemas de informação funciona considerando três atividades básicas: a entrada (Input), onde são recolhidos os dados; o processamento, que realiza a seleção da informação relevante e saída, que consiste na informação a ser transmitida. Além dessas etapas, existe ainda um mecanismo de melhoramento no processo dos sistema de informação chamado de feedback, que auxilia na correção dos valores de saída. Esses sistemas são poucos similares aos da década passada. Eles são agora disponibilizados na nuvem e usam as tecnologias mais recentes – como inteligência Artificial e Machine Learning – para fornecer automação inteligente, maior eficiência e insights instantâneos em toda a empresa. O software *ERP*, que está sociado a I4.0, conecta operações internas das indústrias com os parceiros de negócios e redes em todo o mundo, proporcionando a colaboração,

agilidade e velocidade necessárias nas empresas para serem competitivas (Rodrigues et al. 2022). Nesse contexto, as tecnologias avançadas desempenham um papel crucial na melhoria da eficiência e na tomada de decisões controladas e ágeis (Nowacka et al. 2022). A Internet das Coisas utiliza uma combinação de dispositivos físicos agregados com sensores, softwares e internet, para obter dados significativos, com isso é possível o controle das operações SCM (Gestão da Cadeia de Suprimentos). De acordo com (LEE ET AL, 2018), a IoT conecta diversos dispositivos via internet com diversos recursos como memória, capacidade computacional e consumo de energia.

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo descrever as etapas de pesquisa, os métodos utilizados na coleta e análise dos dados que foram empregados no desenvolvimento deste trabalho, bem como as etapas da revisão do escopo e da pesquisa-ação.

Para atingir o objetivo desta dissertação, foi realizada uma pesquisa-ação, complementada por uma revisão de escopo e grupos focais. O objetivo principal da pesquisa é investigar os fatores associados à implementação do ERP para I4.0 e seus impactos na transformação digital dentro da indústria de óleo e gás, com um foco específico na cadeia de suprimentos offshore de uma grande empresa do setor. A pesquisa visa explorar e compreender detalhadamente o fenômeno em questão, permitindo a identificação de elementos-chave, padrões e tendências relacionados à implementação do ERP para I4.0 e à transformação digital na cadeia de suprimentos offshore.

Por sua vez, a pesquisa analisa os fatores envolvidos na implementação do ERP, bem como os impactos resultantes dessa implementação no contexto da transformação digital. Essa abordagem permitiu uma compreensão aprofundada dos aspectos dos métodos utilizados e das nuances presentes no contexto da indústria de óleo e gás. Dessa forma, a combinação das pesquisas possibilitou uma análise abrangente e detalhada dos fatores relacionados à implementação do ERP na I4.0, bem como dos seus impactos na cadeia de suprimentos offshore, contribuindo para uma compreensão mais completa do tema em questão.

3.1 REVISÃO DE ESCOPO

O propósito da revisão de escopo é identificar e analisar os artigos mais citados, recentes e relevantes sobre os temas nas principais bases de dados científicos, como Scopus e Web of Science (Mongeon et al. 2016). Especificamente, a revisão busca trabalhos que abordam a convergência entre a relevância do novo sistema ERP para I4.0 e suas tecnologias. Isso significa que a revisão buscou identificar artigos que tratam tanto do uso do ERP quanto do paradigma da I4.0 em cadeia de suprimentos e que apresentam ideias sobre como esses dois assuntos podem se relacionar e serem aplicados em conjunto para gerar inovação nas organizações.

A revisão de escopo é uma metodologia de pesquisa que busca identificar, avaliar e sintetizar todos os comprovantes disponíveis sobre um determinado tópico. Ela contribui para garantir que a revisão seja abrangente e objetiva, fornecendo uma base sólida para as recomendações que podem ser feitas a partir da análise dos artigos selecionados (Pacheco et al. 2016).

Arksey et al. (2005) definem a revisão de escopo como um mapeamento rápido dos conceitos ou temas que sustentam as pesquisas da literatura existentes. É comum explorar a extensa literatura de um assunto específico, verificar as necessidades e existência de revisões sistemáticas em uma determinada palavra-chave, detectar possíveis lacunas na literatura e resumir o resultado das pesquisas selecionadas na análise. Com essa definição, torna-se importante, para o objetivo deste trabalho, verificar a necessidade e a relevância da revisão sistemática de literatura sobre determinado tema ou assunto. Para os autores Thomé et al. (2016), os passos abordados visam fornecer uma diretriz suficientemente ampla para evitar a omissão de etapas importantes e significativas na revisão. Esses passos ajudam a identificar as lacunas de conhecimento e a explorar o escopo da literatura, esclarecendo conceitos e investigações sobre o tema pesquisado.

3.1.1 Coleta de dados neste passo

Esta pesquisa busca entender os fatores que influenciam a implementação bem-sucedida de sistemas ERP na cadeia de suprimentos, conforme a abordagem da Indústria 4.0. O objetivo é identificar como empresas estão integrando tecnologias como IoT, IA e automação nos sistemas ERP para otimizar a gestão da cadeia de suprimentos. A coleta de análise de estudos de caso e artigos acadêmicos. Os insights obtidos ajudarão a orientar práticas eficazes para implementação de sistemas ERP alinhados com a I4.0 na cadeia de suprimentos, visando contribuir tanto para o conhecimento acadêmico quanto para aplicação prática. A questão de pesquisa que norteia esta revisão é: quais são os fatores influenciadores para implementação ERP pelo paradigma da I4.0 em cadeia de suprimentos?

3.1.2 Alimentação do sistema e estudos relevantes

Na segunda etapa do estudo, foi realizada uma investigação para identificar quais estudos seriam utilizados com o objetivo de identificar lacunas, deficiências e

tendências nas evidências atuais, a fim de fornecer suporte e informações para a pesquisa na área. Seguindo a recomendação de Thomé et al. (2016) foram selecionadas duas bases de dados para realizar a busca. A base de dados eletrônica Scopus e Web of Science foi escolhida devido à sua ampla cobertura de trabalhos publicados de grandes relevâncias. Além disso, as bases de dados foram selecionadas devido aos rigorosos critérios de avaliação de revistas, baseados em padrões internacionais de comunicação científica para validar a busca realizada e garantir uma abordagem abrangente. Essa combinação de fontes permitiu uma análise abrangente dos estudos relevantes para a pesquisa em questão.

3.1.3 Análise de dados e seleção dos artigos

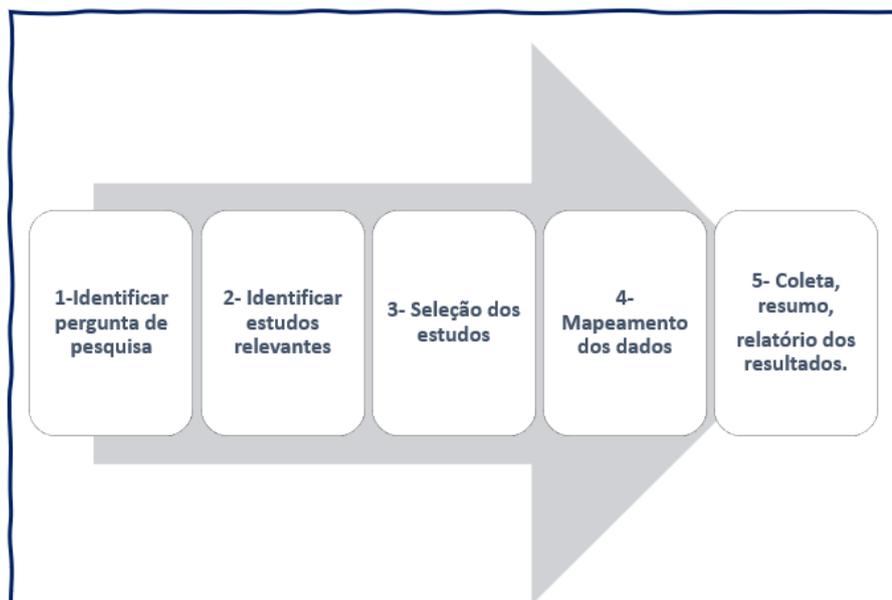
No terceiro passo, foi realizado um processo de definição de estudos relevantes, levando em consideração critérios de inclusão e exclusão de parâmetros para evitar resultados indesejáveis. A busca pela literatura acadêmica foi baseada em quatro grupos de palavras-chave cuidadosamente definidos. Essas palavras-chave foram selecionadas de forma precisa para excluir resultados indesejáveis, ao mesmo tempo em que foram suficientemente abrangentes para evitar limitações artificiais sobre os documentos desejados. Esse procedimento foi realizado com o objetivo de identificar e selecionar adequadamente os estudos relevantes para a pesquisa. O primeiro eixo consistiu em palavras-chave sobre a indústria 4.0, transformação digital e suas tecnologias. O segundo continha palavras-chave sobre a implementação de ERP e planejamento estratégico. Já o terceiro continha palavras relacionadas a logística e cadeia de suprimentos. Nesta pesquisa, considerou-se os 3 grupos de palavras-chave juntos (ou seja, foi utilizado o operador E (AND) entre os três eixos) para definir estritamente a exclusão de resultados indesejáveis, mas suficientemente amplos para evitar limitações artificiais nos documentos desejados:

- a) Primeiro eixo – “Transformação digital e indústria 4.0” (digital transformation OR industr* 4.0 OR digital* OR digit* OR IoT OR “internet of services OR internet of things” OR industr* “internet of things” OR Big data OR artificial intelligence OR cloud). Os termos de busca foram utilizados para buscar artigos sobre I4.0, transformação digital, IoT, e suas tecnologias digitais;

- b) Segundo eixo – “Sistemas ERP” (erp OR enterprise resource planning OR smart erp OR erp 4.0). Os termos de busca foram utilizados para buscar artigos sobre ERP e I4.0;
- c) terceiro eixo – “Logística e cadeia de suprimentos” (logistic* OR supply chain*. Os termos de busca foram utilizados para buscar artigos sobre logística e cadeia de suprimentos e L4.0.

Os cinco passos relatado por Arksey et al. (2005b) para a condução da revisão de escopo podem ser agrupados em três macro etapas: Planejamento, Condução e Relatório (Kitchenham et al., 2009). Um total de 20 artigos foram selecionados após a execução do processo. O processo, bem como os quantitativos excluídos em cada etapa encontram-se na figura 1.

Figura 1 - Passos de Arksey et al. (2005b) Para Revisão de Escopo



Fonte: Adaptado pelo autor.

Após a conclusão da busca, foram identificados 125 artigos no Scopus e 92 no Web of Science, totalizando 217 artigos. Desses, 42 artigos foram excluídos por não abordarem o tema escolhido ou por serem duplicatas, resultando em um total de 175 artigos restantes. Não houve restrição em relação à data de publicação dos artigos. A inclusão dos artigos foi baseada na relevância dos assuntos tratados em relação à pergunta de pesquisa da dissertação. Os resumos dos 175 artigos foram revisados para confirmar se atendiam aos critérios de pesquisa estabelecidos. Inicialmente,

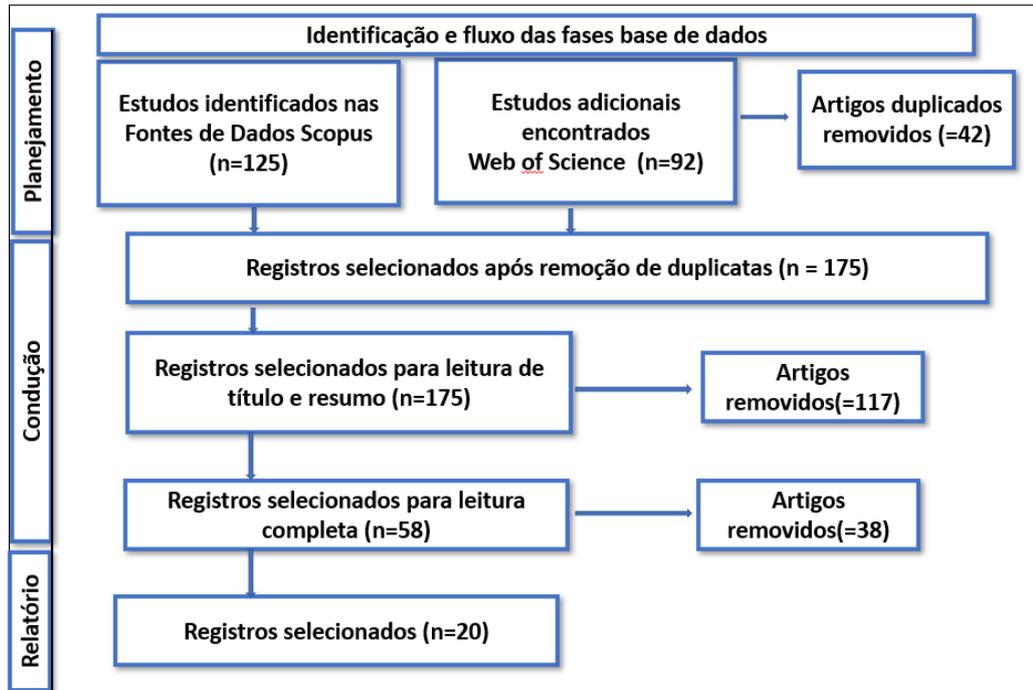
foram realizadas leituras dos títulos e resumos, resultando na seleção de 58 artigos para a próxima etapa. Na segunda etapa de seleção, os artigos completos foram lidos e analisados, resultando na seleção de 20 artigos para análise mais detalhada. Esses artigos foram considerados mais relevantes para responder à pergunta de pesquisa e fornecer insights significativos para a dissertação. Essa abordagem de seleção cuidadosa e criteriosa garantiu a inclusão de estudos que estão alinhados com os objetivos da pesquisa e fornecer contribuições relevantes para a dissertação.

O presente trabalho adota um diagrama que segue os princípios das revisões sistemáticas, que são revisões que utilizam métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes. Esse diagrama é utilizado para detalhar as etapas de filtragem e seleção, especialmente o terceiro passo da revisão de escopo(Arksey et al., 2005c).

Ao seguir esse diagrama, o trabalho busca garantir uma abordagem rigorosa e transparente na identificação e seleção de estudos relevantes para a pesquisa. Isso envolve a definição de critérios claros de inclusão e exclusão, a revisão criteriosa de títulos, resumos e, em alguns casos, a leitura completa dos artigos selecionados. A utilização do diagrama das revisões sistemáticas contribui para a confiabilidade e validade dos resultados obtidos, pois proporciona um método estruturado e consistente de pesquisa e seleção de evidências relevantes.

A figura 2, adaptada do diagrama, mostra um resumo do fluxo de informação com as fases da revisão da literatura.

Figura 2 - Fase Para Revisão de Escopo



Fonte: Adaptado de Arksey et al. (2005)

3.1.4 Mapeamento dos dados

Para essa etapa, foi utilizada a análise de conteúdo, uma técnica amplamente utilizada para análise de dados qualitativos. Essa técnica é composta por três fases principais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados (Bardin, 1977; Ferreira, 2023).

Na fase de pré-análise, os dados foram submetidos a uma leitura cuidadosa e fluente, com o objetivo de familiarizar-se com o material e identificar os temas relevantes. Nessa etapa, os documentos foram selecionados de acordo com sua adequação aos objetivos da pesquisa. Além disso, foram estabelecidas as categorias ou codificações que seriam aplicadas durante a análise dos dados. A pré-análise teve como propósito organizar e preparar o material para as etapas subsequentes da análise de conteúdo.

Na fase de exploração do material, foram realizadas as etapas de codificação e categorização. Na codificação, as unidades de registro e de contexto foram identificadas e recortadas, podendo ser palavras, temas, objetos, referentes, personagens, acontecimentos ou documentos. Em seguida, ocorreu a categorização

dos dados, seguindo critérios como semântico, sintático, léxico ou expressivo. Durante essa fase, os dados foram minuciosamente examinados, com o objetivo de identificar padrões, relações e tendências, buscando compreender os significados subjacentes e as nuances presentes no conteúdo analisado.

Na fase de tratamento dos resultados e interpretação, os dados obtidos foram submetidos a uma análise aprofundada. A interpretação dos resultados foi realizada por meio da inferência, que é uma forma controlada de interpretação. Essa inferência se baseou nos elementos essenciais da comunicação, como a mensagem, o código, o suporte ou canal, o emissor e o receptor. Durante o tratamento dos resultados, os dados foram sintetizados e interpretados. Foram elaboradas categorias ou temas principais que permitiram a organização dos achados em relação aos objetivos da pesquisa. Nessa etapa, as conclusões e interpretações foram formuladas com base nos dados analisados.

3.1.5 Coleta, resumo, relatório dos resultados

Após a seleção dos materiais, foi realizado o processo de coleta, resumo e organização dos resultados obtidos. É importante ressaltar que essa revisão não teve a intenção de ser exaustiva, nem de avaliar a qualidade e a generalização dos materiais analisados.

Nessa etapa, os materiais selecionados foram cuidadosamente analisados e resumidos, destacando-se os principais pontos e informações relevantes. Em seguida, os resultados foram organizados de acordo com as seções correspondentes, conforme estabelecido na seção 2 do estudo. Essa fase da pesquisa contribuiu significativamente para a melhor compreensão do problema de pesquisa, permitindo delinear de forma mais precisa o que seria útil para o desenvolvimento do estudo. Através da coleta, resumo e organização dos resultados, foi possível obter uma visão mais clara e estruturada das informações, facilitando a identificação de insights e a formulação de conclusões.

Portanto, a coleta, resumo e apresentação dos resultados desempenharam um papel fundamental no processo de pesquisa, contribuindo para a compreensão aprofundada do tema investigado e orientando as etapas subsequentes do estudo.

3.1.6 Planejamento, coleta e análise de dados

Nesta seção, são explorados essa subseção descreve os métodos empíricos de pesquisa, concentrando-se nas e aborda as etapas do ciclo iterativo: de planejamento, coleta e análise de dados. No processo de que pertencem ao ciclo iterativo. O planejamento, foi desenvolvido o envolveu a construção do protocolo de pesquisa-ação, que incluiu com a definição dos métodos e instrumentos para a de coleta e análise de dados, além da e seleção dos participantes da pesquisa. Cada uma destas, descritos no Apêndice A. Essas três etapas são minuciosamente descritas também estão detalhadas a seguir, em relação aos cada um dos métodos específicos aplicados.

3.2 PROPÓSITO DA PESQUISA-AÇÃO

Na pesquisa-ação são descritos os métodos e fontes utilizados para coletar informações relevantes sobre o tema em estudo. Isso pode incluir a revisão a revisão e a consulta às bases de dados, análise de documentos, entrevistas, questionários. O método utilizado nesta dissertação é denominado pesquisa-ação exploratória e descritiva. O pesquisador tem um papel ativo de observar e ser o agente da mudança que está conduzindo o processo de implementação, ele busca contextualizar os problemas e os entendimento e, também, atua na ação de intervenção na busca de conceitos e retorno para a eficiência da implementação para obter resultados, e envolvimento das pessoas aumentando a sensibilidade e coletividade com objetivo de reduzir as restrições e negatividade que pode impactar a prática da pesquisa-ação (Westbrook, 1995).

Seguindo a recomendação de Coughlan et al. (2002), a pesquisa-ação é considerada o método mais adequado para determinar estudos empíricos e de gestão de operações. Isso se deve ao fato de que o pesquisador participa ativamente das discussões e dos grupos de trabalho da empresa em que atua. Ele desempenha um papel importante na abordagem científica pesquisada e estudada para eliminar lacunas e falhas na busca pela solução de um problema. Para isso, foram utilizadas reuniões de discussão online e/ou presenciais. Além disso, ele atua como facilitador de ações e reflexões na organização. Portanto, a metodologia utilizada nesta dissertação foi crucial para criar uma ligação entre a teoria e a prática nos relatórios

dos desdobramentos das ações de melhorias ao longo do tempo, permitindo a compreensão dos aspectos das mudanças e das oportunidades de melhorias

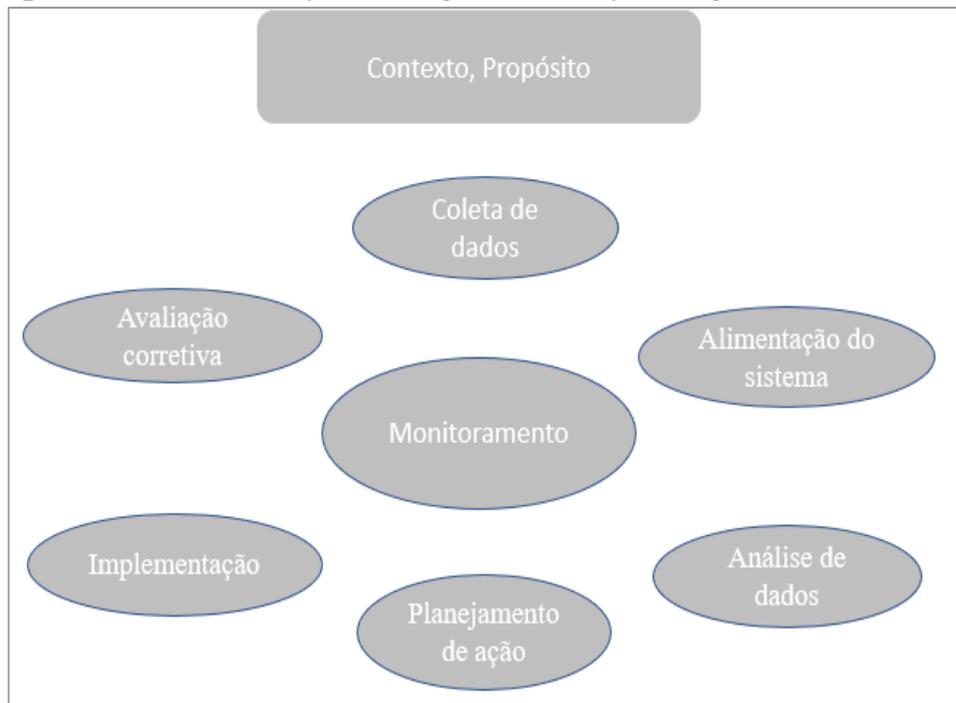
É importante destacar que a equipe envolvida foi formada pelos gerentes e coordenadores dos processos: Armazenagem, estoque, Transporte, os indicados foi a principal forma de participar e relatar os procedimento de armazenagem, e transporte com objetivo de fazer a operação com segurança para excelência operacional, para a integração teve o envolvimento do gerente e equipe para apoiar na discursões entres os processos que necessita de interface as outras áreas envolvida na logística de transporte offshore e coordenador de tecnologia e teve o papel de líder na implementação com todas as áreas que serão implementadas.

Este grupo foram os responsáveis para informar e levantar e mapear os processos e informações, no início foi através de reuniões, workshops, discussões pela técnica do brainstorming ou tempestade de ideias, dinâmica de grupo desenvolvida para explorar os potenciais de inovação e tecnológica He criativo dos grupos para validação de dados elaborados pelo pesquisador com o intuito de garantir o desenvolvimento de todo ciclo de vida do pesquisa-ação.

A pesquisa foi baseada no ciclo da pesquisa-ação desenvolvida por Coughlan et al. (2002) que consiste em três etapas (Contexto e propósito; implementação e monitoramento), descritas nas próximas sessões deste capítulo. A etapa de implementação está dividida em 6 sub etapas representadas pelos círculos, que consiste em três macroprocessos:

- a) contexto e proposito: Deve buscar entender o contexto e objetivo bem definido a lógica de ação e de investigação e incluir a sub-etapas de diagnostico e análise;
- b) Ciclo interativo: dividido em seus sub-etapas – construção da teoria, planejamento, coleta e análise de dados, implementação e avaliação;
- c) monitoramento, reflexão e aprendizado: ocorre em todo o projeto da pesquisa-ação através de todos os ciclos com o planejamento, implementação e avaliação de melhoria contínua ao longo da pesquisação, pode estender ao ciclo maiores e menores dentro do monitoramento.

Figura 3 - Ciclo De Implementação da Pesquisa-Ação



Fonte: Adaptação de Coughlan et al. (2002) realizada pelo autor.

3.2.1 Contexto e propósito

Na análise do contexto e da finalidade, foram apontados não somente os recursos e as demandas que orientam a formação, mas também as situações econômicas, políticas, sociais e técnicas que perpassam a tomada de ação.

Alguns autores, como Coughlan et al. (2020), avaliam esta fase como um estágio de identificação, articulação e definição do escopo, definindo os papéis e a participação dos envolvidos por meio de uma investigação empírica com objetivo de formular problema baseado nas teorias e tecnologias existentes. Entrevistas com os integrantes da equipe de pesquisa-ação foram executados, para alcançar um entendimento mais apurado do contexto e cultura da organização, além do levantamento de informações que conduziram o desenho do sistema. As informações para a construção da implementação que foram baseadas dos sistemas e relatórios de rotina operacional. Os dados que demandariam observação in loco tiveram verificações e análises, sendo viável na condição de aprimoramento do sistema da organização.

Houve responsabilidade dos membros da equipe envolvida na pesquisa, nas etapas de validação e levantamento das informações, mesmo que nem todos

estivessem presentes simultaneamente nas reuniões, em alguns momentos. A função primordial do gerente, na equipe de pesquisa-ação, foi de descrever a visão estratégica tática, bem como assegurar o comprometimento e auxílio das outras pessoas envolvidas e suas respectivas áreas para o prosseguimento desta pesquisa. Com o apoio dos coordenadores, o gerente de operações com a estratégia da empresa assegurando a viabilização dos dados e apoio de TI. Os coordenadores auxiliaram na definição da metodologia das medições e definição dos responsáveis pelos abastecimentos e análises da implementação.

Nas reuniões voltadas para a implementação foram organizadas para demonstrar o os sistemas em operação te os resultados e objetivos concluídos para seguir nas próximas fases.

3.2.3 Grupos focais - Reflexão

A pesquisa usou o Grupo Focal (GF) para explorar questões centrais sobre o objeto de estudo. Essa técnica envolve interações entre um grupo restrito, permitindo uma troca de informações e perspectivas sobre um tema específico, baseadas nas experiências dos participantes (Morgan, 1996). O GF é valioso para compreender como o grupo percebe o assunto em discussão. Decisões metodológicas dependem dos objetivos da pesquisa, sendo crucial definir claramente o propósito de cada sessão. O planejamento envolve a alocação de recursos, a seleção de participantes e moderadores, além de determinar o tempo e o número de sessões a serem realizadas (Antony et al., 2023; Catterall et al. 1997).

A preparação dos recursos essenciais para os grupos focais demanda uma sala adequada que acomode confortavelmente o número estimado de participantes e moderadores, garantindo um ambiente livre de ruídos e interrupções externas (Habowski et al. 2020). Neste estudo, o processo de discussão foi facilitado por um observador que desempenhou o papel de pesquisador participante, fornecendo orientações claras sobre o propósito dos encontros. O moderador enfatizou a ausência de respostas corretas ou erradas, incentivou a participação de todos os presentes e aproveitou as contribuições dos participantes para estabelecer conexões com especialistas, a fim de aprofundar respostas e comentários considerados relevantes para o grupo e para a pesquisa (Catterall et al. 1997).

Os grupos foram conduzidos presencialmente em salas de reunião bem equipadas, localizadas nas bases do sudeste, ou através da plataforma virtual. Esta ferramenta foi selecionada por sua capacidade de facilitar a comunicação e promover a colaboração entre pessoas e equipes corporativas.

A definição do número de participantes e grupos focais é um aspecto relevante. Os grupos focais geralmente variam de 10 a 20 participantes. O tamanho ideal para um grupo focal e a quantidade de encontros necessários são aqueles que favorecem a participação eficaz e a discussão aprofundada dos temas. Neste estudo, os grupos foram compostos por especialistas, totalizando 12 grupos focais.

Nível de instrução e perfil dos participantes: Em um grupo focal, os participantes devem compartilhar características associadas à temática em estudo. É essencial que o grupo seja homogêneo em aspectos que impactem diretamente na percepção do assunto em foco, com um profundo conhecimento dos fatores relevantes. Neste estudo, todos os participantes estão ativamente envolvidos nas atividades do processo e ou são especialistas no âmbito analisado, possuindo um amplo conhecimento dos fatores discutidos. No processo de seleção dos participantes para os grupos focais, foi fundamental seguir critérios alinhados aos objetivos da pesquisa, esses critérios incluem o conhecimento relevante, tempo de empresa, formação acadêmica, experiência nos processos de logística e familiaridade com os sistemas de informação(Alves et al., 2023).

Neste estudo, especialistas ativamente envolvidos em várias etapas do processo foram selecionados para participar dos grupos focais. Em relação ao tempo de duração dos grupos focais, estudos indicam que as discussões se mantêm efetivas por aproximadamente duas horas. Neste estudo, a duração dos grupos focais variou de 90 a 120 minutos por encontro.

Quadro 2 - Um resumo dos especialistas incluídos no estudo

Código	Profissão/Cargo/negócio	Estrutura	Atividades
E.P.C	Consultor	Operacional Tático Estratégico	Empregado contratado com atuação direta na gerência responsável pelo processo em estudo com 10 anos de experiência, todos na área de transporte. Possui conhecimento em Inteligência Artificial, IoT, Ciência de Dados, Webscraping, ETL, Feature Engineering, Visualização de Dados (Dashboards) e Automação de Processos. Atua na gestão de recursos para transporte terrestre de cargas, com ênfase na medição de desempenho de recursos de transporte, projetos de melhoria contínua, automação de processos e desenvolvimento de ferramentas de gestão da informação.
E.P.A	Analista	Operacional	Empregado contratado com atuação direta na gerência responsável pelo processo em estudo com 25 anos de experiência, sendo 8 anos na área de logística e transporte. Possui MBA em gerenciamento de Projetos e conhecimento em Inteligência Artificial, IoT, Ciência de Dados, Webscraping, ETL, Feature Engineering, Visualização de Dados (Dashboards) e Automação de Processos. Atua como responsável pelas melhorias no processo de transporte terrestre de cargas, com ênfase no processo de Load, criação de padrões, interfaces gerenciais e com clientes, criação de KPIs, planejamento de demanda com as equipes e suporte em elaborações contratuais
E.P.T	Técnico	Operacional	Empregado próprio da empresa em estudo. Possui formação de técnico em administração, técnico de logística de transporte, graduação Administração ou engenharia, administração de empresas com 28 anos de experiência, sendo 10 anos na área de transporte da empresa em estudo, possui conhecimentos técnicos na área de logística e transporte. Atua diretamente no turno de fiscalização do processo de transporte interagindo com as interfaces internas e externas, e atuando como liderança in loco 24 horas.
E.P.SC	Supervisor/ Coordenador	Tático	Empregado próprio da empresa em estudo. Possui formação de técnico em administração, técnico de logística de transporte, graduação Administração ou engenharia, administração de empresas com 20 anos de experiência, sendo 10 anos na área de transporte da empresa em estudo, possui conhecimentos técnicos na área de logística e

			transporte. Possui certificações em manipulação de dados, automatização de processos RPA, gestão de equipes e liderança. Atua na liderança da logística.
E.P.G	Gerente	Tático	Empregado próprio da empresa em estudo. Possui formação de técnico em administração, técnico de logística de transporte, graduação Administração ou engenharia, administração de empresas com 20 anos de experiência na Logística Integrada, que engloba a cognição de processos internos na área de Logística de E&P (Exploração e Produção) e a interação com os clientes, neste caso, como Unidades Marítimas. O responsável por liderar essa iniciativa é o Gerente do Centro Integrado de Logística de E&P.
E.P.GG	Gerente Geral	Estratégico	Profissional com 30 anos de experiência na companhia. Tenho formação em Engenharia, responsável pelo planejamento e condução do Projeto de Evolução Tecnológica do Sistema de Gestão Integrado (ERP), incluindo mapeamento, revisão de processos seletivos e implementação de arquitetura tecnológica e aplicacional, garantindo eficiência na aplicação de recursos, bem como gestão adequada de mudanças, em linha com a simplificação, padronização e otimização dos processos da Companhia.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A análise crítica e síntese dos dados dos grupos focais foi conduzida conforme as diretrizes recomendadas para pesquisas qualitativas. Inicialmente, os depoimentos e temas recorrentes foram exaustivamente analisados, enquanto se observavam expressões não verbais dos participantes. A síntese dos dados foi feita de forma indutiva, partindo da observação direta. Os grupos focais, realizados em diferentes cidades do estado do Rio de Janeiro, validaram os dados e foram essenciais para a aplicação das ferramentas utilizadas neste estudo, resultando nas conclusões apresentadas (Ressel et al., 2008).

Quadro 3 - Grupo Focais – Ação no ambiente de campo

Mês/Ano	Grupo	Componente	Detalhes	Resultado
1	G.1	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	Alinhamento com a gerência e analistas de gestão, Identificação das Necessidades Operacionais, Foco no Ponto Central do Estudo Elaboração da Proposta de Trabalho	Levantamento e Análise de Fluxos, existentes Levantamento e Análise Documental
2	G.2	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	Ampliação da Discussão sobre as Etapas do Processo em Análise, Detalhamento das Responsabilidades dos, Especialistas e Equipes Envolvidas no Processo-Alvo	Perfil dos Especialistas, Levantamento e Análise Etapas do Processo, Mapeamento Detalhado
3	G.3	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	O incremento de dados com a participação de especialistas em transportadora logística significa usar informações detalhadas, combinadas com o conhecimento prático de profissionais experientes, para aprimorar eficiência, reduzir custos e melhorar os serviços oferecidos pela empresa de transporte.	Perfil dos Especialistas, Levantamento e Análise Etapas do Processo, Mapeamento Detalhado
4	G.4	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	O aumento no uso de dados com a colaboração de especialistas na área de logística de transporte e a contratação de turnos adicionais se concentra em utilizar informações detalhadas e a experiência de especialistas para melhorar a eficiência operacional	Perfil dos Especialistas, Levantamento e Análise Etapas do Processo, Mapeamento Detalhado
5	G.5	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	Discussões processuais para a composição do mapa de processo envolvem análises detalhadas e conversas estratégicas para entender e representar visualmente as etapas e interações de um processo específico, visando identificar melhorias e aumentar a eficiência.	Levantamento de pontos para ajustes no mapa de processo atual
6	G.6	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	Apresentar e analisar o mapa de processo atual envolve exibir visualmente o fluxo do processo e, por meio de uma sessão de brainstorming, reunir ideias da equipe para identificar oportunidades de melhoria e soluções inovadoras.	Brainstorming
7	G.7	E.P.C, E.P.A,	Apresentar e analisar o mapa de processo atual envolve	Brainstorming

		E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	exibir visualmente o fluxo do processo e, por meio de uma sessão de brainstorming, reunir ideias da equipe para identificar oportunidades de melhoria e soluções inovadoras.	
8	G.4	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	Apresentar e analisar o mapa de processo atual envolve exibir visualmente o fluxo do processo e, por meio de uma sessão de brainstorming, reunir ideias da equipe para identificar oportunidades de melhoria e soluções inovadoras.	Brainstorming
9	G.5	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	A análise do mapa atual, combinada com dados coletados durante visitas operacionais nos locais de trabalho, visa identificar discrepâncias, lacunas e oportunidades de melhoria para aprimorar a eficiência do processo.	Construção do Plano de ação
10	G.6	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	A análise do mapa atual, combinada com dados coletados durante visitas operacionais nos locais de trabalho, visa identificar discrepâncias, lacunas e oportunidades de melhoria para aprimorar a eficiência do processo.	Construção do Plano de ação
11	G.7	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	A validação das ações propostas pelos grupos focais envolve analisar o mapa atual do processo, junto com dados de visitas operacionais, para identificar melhorias. As soluções são apresentadas aos grupos focais para feedback e validação, antes de serem ajustadas e implementadas.	Validação das ações de tratamento propostas pelos grupos focais
12	G.7	E.P.C, E.P.A, E.P.T, E.P.SC, E.P.G, E.P.GG	A análise do estado atual, combinada com dados observados durante visitas operacionais no local, busca identificar áreas de melhoria no processo. Com base nessas análises, são propostas soluções para otimizar o processo operacional.	Validação das ações de tratamento propostas pelos grupos focais

Fonte: Elaborado pelo Autor.

No estudo, adotou-se a técnica da observação participante, onde o pesquisador desempenha um papel ativo no ambiente estudado, proporcionando uma perspectiva privilegiada de quem está inserido no contexto. Esse método, apesar de compartilhar vantagens e desvantagens com a observação direta, destaca-se pela capacidade de identificar comportamentos e motivos pessoais, uma vez que o pesquisador está imerso na situação (Thomé et al. 2015). A coleta de dados por meio da observação participante ocorre com a participação ativa do pesquisador nas atividades cotidianas, permitindo a observação dos eventos em seus contextos naturais. Essa abordagem envolve interação cotidiana e conversas com os participantes para compreender suas interpretações das situações vivenciadas.

Durante a etapa de análise do processo em campo, todas as etapas do procedimento foram avaliadas, conforme preconizado por Thomé et al. (2016). Além disso, foi observado o uso dos veículos transportadores (frota) vinculados ao contrato que atende o serviço em estudo. As anotações realizadas durante a observação participante foram prontamente revisadas e expandidas logo após a saída do campo para viabilizar uma análise mais aprofundada."

Após a aplicação de métodos de coleta de dados teóricos e empíricos, como scoping review, grupos focais e observação participante, o processo da empresa em estudo foi avaliado.

Os métodos de grupos focais e observação participante foram utilizados de maneira simultânea e iterativa, buscando a triangulação de dados. Essa abordagem combina diferentes métodos de coleta de dados em diferentes momentos, visando consolidar as conclusões sobre o fenômeno investigado.

Conforme destacado por Coughlan et al. (2002), a participação ativa dos envolvidos foi crucial. Portanto, foram conduzidos grupos focais e reuniões com as lideranças da operação. O gestor do processo esteve presente em todos os estágios, incluindo grupos focais, visitas, reuniões e entrevistas não estruturadas para validação. Todas as interações ocorreram presencialmente, seja nas bases da empresa ou através do Teams, e os registros foram realizados por meio de anotações manuais, sem gravações de áudio ou vídeo.

Esses grupos foram essenciais para aprofundar a análise do processo em questão, mapear o processo-alvo, realizar análises, validar o processo atual e definir estratégias para aprimorar a operacionalidade do processo.

Quadro 4 - Resumo da amostra do grupo focal

Cargo	Especialidade	Conhecimento	Experiência	Quantidade de participantes
Técnico operacional	Execução em logística	Logística, ERP	5	100
Analista	Soluções de negócios	TI, ERP, novas tecnologias	10	5
Consultor	Tecnologias	TI, negócios	12	7
Engenheiros	Processos	Tecnologia, logística, gestão de mudança	8	20
Supervisor	Operação	Negócio, logística, processo	10	6
Coordenador	Processo, tecnologia	Logística, tecnologia, gestão mudança	15	3
Gerente	Gestão negócio, tecnologia	Logística, tecnologia, gestão mudança, pessoas	20	5
Gerente geral	Gestão, processo	Logística, tecnologia, gestão Pessoas	25	3
Total Pessoas				149

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A fim de garantir a validade dos resultados, foi elaborado previamente um protocolo de pesquisa-ação, estabelecendo transparência e assegurando a reprodutibilidade de todo o processo, conforme detalhado no Apêndice.

3.2.3 Diagnostico Protocolo de Reuniões

Nesta etapa macro denominada contexto e propósito, uma sub-etapas adicional chamado diagnóstico que foi realizada de acordo com Coughlan et al. (2002). O diagnóstico envolveu a caracterização da empresa focal, da área e do projeto analisado, com o objetivo de compreender o problema e construir a intervenção da pesquisa-ação. Para o diagnóstico, várias fontes de dados da organização focal foram utilizadas, como sistemas, relatórios, documentos, contratos, arquivos, visitas técnicas e reuniões de análises críticas. Essas fontes de dados foram cruciais para obter informações relevantes e uma compreensão profunda do problema. O diagnóstico baseado em múltiplas fontes de dados permitiu uma análise completa da empresa e contribuiu para a identificação de oportunidades de melhoria e para a construção da intervenção da pesquisa-ação.

Figura 4 - Ciclo de Implementação e Acompanhamento das Ações

Análise e Observação dos Grupos Focais	Análise Documental e Registro dos Sistemas
<ul style="list-style-type: none"> • RAC: Reunião de Análise Crítica • Reunião de mapeamento do cenário atual • Formação do grupo de trabalho • Reunião para conhecimento do processo • Desenho dos processos • Entrevista com público-alvo • Visitas in loco a bases terrestres, portuárias, armazéns, entre outros 	<ul style="list-style-type: none"> • Padrões de operação e execução • Orientações de trabalho • Fluxo de processos • Lead time da cadeia de suprimentos • Painéis em Power BI • Planilhas • Sistema atual de planejamento de recursos empresariais • Sistemas atuais (agendamento, rastreamento de embarcações, cargas, contentores, carretas, entre outros) • Requisição de transporte • Módulos atuais do ERP (MM, LT, WM)

Fonte: Elaborado pelo autor.

O ciclo de implementação (*ERP*) na área de logística na indústria offshore começa com a formação do grupo de trabalho, que reúne os profissionais necessários para o projeto. inicialmente, realiza-se uma reunião do cenário atual para compreender os processos e sistemas existentes. em seguida, uma reunião de conhecimento do processo é conduzida para detalhar os processos em vigor. o desenho dos processos é feito para criar modelos aprimorados, seguido por entrevistas com o público focal para obter feedback direto dos usuários e partes interessadas. visitas in loco a bases terrestres, portuárias e armazéns são realizadas para avaliar a operação prática. são definidos padrões de operação e execução e fornecidas orientações de trabalho para garantir a uniformidade. o fluxo do processo é mapeado e o lead time da cadeia de suprimento é analisado para melhorar a eficiência. painéis de Power bi e planilhas são criados para monitorar o desempenho e analisar dados. o sistema atual de planejamento de recursos empresariais, bem como sistemas de agendamento, rastreamento de embarcações, cargas, contentores e carretas, são integrados e ajustados conforme necessário. a requisição de transporte é gerenciada de acordo com os novos procedimentos e os módulos atuais do ERP

(MM, LT, WM) são otimizados para suportar a implementação eficaz dos processos logísticos.

A área de logística offshore de uma empresa de óleo e gás foi selecionada como local de análise para este estudo. Essa área é responsável pela logística de embarque e desembarque de materiais, especificamente avaliando a implementação de ERP para o atendimento ao transporte rodoviário e marítimo e aéreo. Na empresa em estudo, o transporte é realizado em 3 trechos distintos. No primeiro e segundo trecho, os materiais são coletados em veículos rodoviários até os portos. No terceiro trecho, os materiais são embarcados para atender aos destinos, como plataformas e navios, todos os 3 trechos são controlados pelo ERP que monitora a cadeia de suprimentos.

O contexto do transporte de suprimentos, equipamentos e consumíveis necessários para as operações offshore inclui materiais essenciais para a sobrevivência humana nesse ambiente, como alimentos, água, medicamentos e equipamentos de proteção, além de instalações de hospedagem. Essas cargas são geralmente transportadas por meio de embarcações de suporte logístico, devido ao custo mais baixo em comparação com o transporte aéreo por helicópteros. A opção pelo modal marítimo é baseada na relação custo-benefício e na viabilidade econômica, considerando as necessidades de abastecimento e logística das operações offshore.

3.2.4 Implementação da pesquisa-ação

Esta pesquisa adota a abordagem da pesquisa-ação conforme descrito por (Coughlan et al., 2002). Essa abordagem se caracteriza pelo envolvimento ativo dos pesquisadores na implementação de ações destinadas a resolver problemas práticos, ao mesmo tempo em que busca alcançar dois objetivos simultâneos: resolver um problema específico e contribuir para o avanço científico. A pesquisa-ação é interativa por natureza e visa desenvolver uma compreensão holística do problema, reconhecendo sua complexidade. Além disso, é aplicável ao entendimento, planejamento e implementação de mudanças em organizações, exigindo uma compreensão ética, valores e normas contextuais específicos. A abordagem permite o uso de diversos métodos de coleta de dados e requer um conhecimento prévio abrangente do ambiente corporativo, das condições de negócio, da estrutura e

dinâmica dos sistemas operacionais, bem como dos fundamentos teóricos relevantes. Esta implementação foi conduzida em tempo real, seguindo critérios de qualidade ajuste do processo ao sistema. Essas características ressaltam a natureza prática e interativa da pesquisa-ação, destacando sua capacidade de abordar problemas reais e promover o avanço do conhecimento científico (Telukdarie et al., 2018).

A implementação da pesquisa-ação foi conduzida de forma estruturada e iterativa. Inicialmente, foi realizado o estudo detalhado do sistema atual, identificando as áreas de melhoria e as lacunas existentes. Em seguida, foi desenvolvido um plano para a transição do sistema atual para o futuro, incluindo uma análise abrangente das condições e necessidades específicas. A implementação foi realizada em ondas, começando com uma fase piloto para testar as mudanças em uma escala reduzida. Com base nos resultados dessa fase, ajustes foram feitos e a implementação foi expandida para outras ondas, permitindo refinamentos contínuos e a repetição do processo em ciclos sucessivos. Cada onda envolveu a avaliação dos resultados, ajustes conforme necessários, e a aplicação das lições aprendidas, garantindo que a transição para o novo sistema fosse eficaz e atendesse aos objetivos estabelecidos (Azurém et al., 2021).

3.2.5 Monitoramento e Aprendizado

Nesta fase do método de monitoramento, conforme descrito por Coughlan et al. (2002) ocorreu em todas as etapas da pesquisa-ação. O monitoramento abrangeu desde a coleta dos dados até a avaliação corretiva. O pesquisador desempenhou um papel de orientação e condução das análises e investigações, enquanto a liderança e a coordenação focada focaram nos resultados práticos e nas oportunidades de melhoria e alinhamento entre os envolvidos. A etapa de monitoramento foi fundamental ao longo de todo o ciclo da pesquisa-ação, abrangendo desde a coleta até a análise dos dados, o planejamento, a implementação e a avaliação corretiva

A equipe de gerenciamento operacional da organização em estudo, juntamente com um pesquisador, concentra-se em alcançar resultados práticos e melhorar as atividades, focando na coleta dos dados necessários para as investigações e análises. Durante essa fase, uma série de tarefas foi realizada, incluindo o registro de informações sobre problemas específicos, compartilhamento dos resultados e análises com os demais envolvidos, alinhamento dos resultados com os participantes,

integração do aprendizado com a teoria e formalização dos resultados para divulgação futura. Esse processo sistemático de verificação foi conduzido pelos pesquisadores junto aos grupos focais participantes da pesquisa. O monitoramento foi realizado paralelamente às atividades empíricas, permitindo que os avanços da pesquisa anterior fossem revisados no início de cada grupo focal, a fim de garantir a continuidade e a progressão adequada do estudo. As etapas da pesquisa foram revisadas e avançadas durante as reuniões semanais da equipe de coordenação. Cada encontro incluiu a revisão das ações previamente definidas, garantindo um monitoramento consistente e apropriado em todas as fases do estudo.

Nesta etapa do monitoramento e lição aprendida foi estudado o ciclo (OODA – observar, orientar, decidir e agir) desenvolvido por (Johnson, 2023) é um método de resolução de problemas que se destaca por sua abordagem dinâmica e adaptativa, essencial para monitoramento e aprendizagem de lições. o ciclo é composto por quatro etapas principais: observar, orientar, decidir e agir. Inicialmente, a etapa de observar envolve a coleta e análise de dados relevantes para compreender a situação atual. em seguida, a etapa de orientar processa essas informações, considerando a experiência prévia e o contexto para formar uma visão clara do problema. Na fase de decidir, baseando-se na análise, formula-se uma ação apropriada, que é então implementada na etapa de agir. A aplicação do ciclo OODA permite uma adaptação contínua e uma resposta eficaz às mudanças, proporcionando um mecanismo robusto para o monitoramento contínuo e a integração de lições aprendidas(Ryder; Downs, 2022).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Contexto da companhia e a logística offshore

A companhia em análise se destaca como líder global na indústria de extração de petróleo e gás em zonas de águas profundas e ultra profundas, notadamente nas reservas do pré-sal. Seu principal objetivo é explorar e extrair petróleo, adotando uma abordagem inovadora, desenvolvendo tecnologias avançadas e construindo equipes de alto desempenho. Essa dedicação a consagrou como um ponto de referência internacional na exploração e produção de recursos em ambientes marítimos de extrema profundidade. No contexto da indústria do petróleo, o segmento de E&P (Exploração e Produção) congrega as atividades de exploração de novas jazidas de petróleo além das atividades de produção e tratamento de óleo e gás natural. A companhia é de grande parte de suas atividades estão concentradas em ambiente marítimo e terrestre. Por este motivo, as unidades de perfuração de poços, conhecidas como sondas, e as unidades de produção, conhecidas como plataformas, são grandes unidades marítimas que passam a maior parte de sua vida útil em alto mar ou em terra restrita, sem sequer retornar movimento para um porto.

Entre as cargas transportadas, incluem-se o ferramental essencial para as atividades de perfuração e equipamentos submarinos. Também são transportados consumíveis utilizados na construção de poços e no controle de parâmetros de reservatórios, assim como uma ampla gama de produtos químicos para garantir a estabilidade das plantas de processo. Além do fornecimento de equipamentos e consumíveis para operações offshore, são transportados materiais vitais para a sobrevivência humana nesse ambiente, como alimentos, água, medicamentos, equipamentos de proteção, e instalações para acomodação.

As cargas mencionadas são tipicamente transportadas por embarcações de suporte logístico devido ao custo mais baixo do transporte marítimo em comparação com o transporte aéreo por helicópteros. Entretanto raramente são utilizadas embarcações como meio de transporte para sua equipe em unidades marítimas. Isso se deve à natureza lenta e inconveniente desse meio de transporte para os passageiros, bem como às dificuldades de atracação em várias unidades marítimas de grande porte.

O foco do estudo está na implementação do ERP para a gestão do transporte de cargas, uma parte vital das operações logísticas para abastecer os ativos offshore gerenciados pela Logística de Exploração e Produção (E&P) da empresa. Esse transporte é realizado por equipamentos contratados dedicados, os quais enfrentam desafios notáveis, como o risco de custos associados à ociosidade. Nesse contexto, a gestão operacional terrestre busca estratégias para otimizar o uso desses recursos, visando garantir produtividade e qualidade no atendimento. O objetivo principal é aprimorar a prestação de serviços, reduzir o tempo investido e manter a competitividade dos processos.

Para gerenciar as operações de transporte de cargas. A estrutura organizacional dessas operações é composta por diferentes níveis hierárquicos, incluindo diretor, gerente executivo, gerente geral, gerente de linha, gerente setorial e supervisor. Esta estrutura desempenha um papel fundamental na gestão eficaz das operações e na tomada de decisões estratégicas.

4.2 Processo e estado atual da tecnologia pesquisada

O processo e estado atual da pesquisa revelou uma série de desafios enfrentados na infraestrutura tecnológica. Entre esses desafios, destacam-se a presença de bases de dados redundantes, o que ocasiona um processo complexo na movimentação dos dados, dificultando a integração eficiente entre os sistemas. Além disso, o elevado grau de customizações nos sistemas impacta diretamente na dificuldade de entrega de inovação e na atualização tecnológica do ERP, devido às múltiplas integrações exigidas.

Além disso a segregação dos dados de negócio, tornando a análise integrada uma tarefa complexa e dificultando a tomada de decisões estratégicas embasadas em informações consolidadas. A plataforma tecnológica da empresa apresenta soluções duplicadas, gerando aumento nos custos de manutenção e resultando em diferentes níveis de experiência do usuário para cada solução, o que pode comprometer a eficiência operacional.

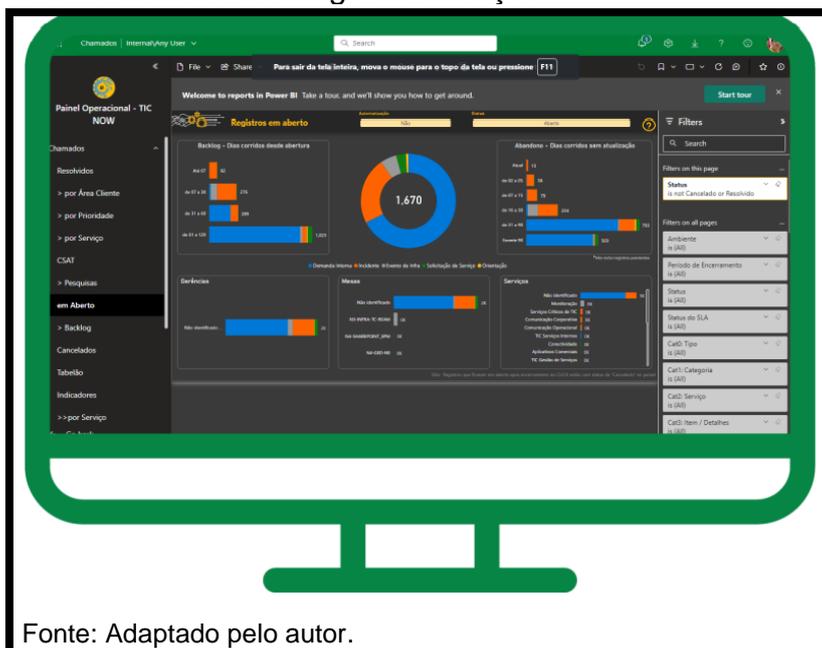
A existência de mais de 200 aplicações satélites ao ERP e aproximadamente 300 customizações em uso evidencia a complexidade arquitetural do ambiente tecnológico. Isso implica em desafios na manutenção do sistema e no acesso aos dados de forma rápida e eficaz. O volume de dados superior e é afetado pela paralisação da política de arquivamento, limitando o uso de novas soluções e

funcionalidades e dificultando a rastreabilidade e acesso em tempo real às informações. Esses desafios ilustram a necessidade de medidas estratégicas para superar obstáculos e aprimorar a infraestrutura tecnológica da Companhia, visando uma gestão de dados mais eficiente e uma tomada de decisão mais ágil e embasada.

Durante a fase de análise do processo e estado atual da pesquisa, a gestão de tecnologia empenhou-se na criação e implementação de um painel interativo no Power BI ilustrado na figura 5 - Painel de Catálogo de Serviços. Este painel foi meticulosamente desenvolvido para oferecer aos usuários a capacidade de consultar e analisar informações analíticas detalhadas sobre os chamados abertos no Catálogo de Serviços. O objetivo principal desse painel é fornecer uma visão abrangente dos chamados, permitindo uma análise aprofundada das tendências, padrões e métricas associadas aos serviços solicitados. Além disso, essa ferramenta analítica é uma valiosa fonte de apoio para a tomada de decisões estratégicas, permitindo identificar áreas de melhoria, pontos de dor frequentes e oportunidades para aprimorar a eficiência dos serviços oferecidos.

Ao oferecer uma abordagem mais visual e acessível para analisar dados relacionados aos chamados no Catálogo de Serviços, esse painel no Power BI busca promover uma gestão mais eficaz e embasada em dados. Isso possibilita uma resposta mais ágil às demandas dos usuários, contribuindo para a excelência no atendimento e na satisfação do cliente interno.

Figura 5 - Painel de Catálogo de Serviços



Fonte: Adaptado pelo autor.

4.3 Processo do estado atual do conhecimento e habilidade da força de trabalho e com novas tecnologias.

O estado atual conhecimento e habilidades da força de trabalho, juntamente com a integração de novas tecnologias, revela desafios notáveis, principalmente em relação à resistência à mudança. Os colaboradores resistem à implementação de novos sistemas, muitas vezes por medo do desconhecido, receio de perder a familiaridade com os processos antigos ou preocupações sobre um possível aumento na carga de trabalho durante a transição. Superar esses desafios requer estratégias que incluam programas de capacitação abrangentes, comunicação eficaz sobre os benefícios das mudanças e um ambiente de suporte que encoraje a aprendizagem contínua, visando promover uma transição suave e bem-sucedida para as novas tecnologias.

Ademais é relevante a presença de falha na gestão da mudança. A ausência de um plano robusto para gerenciar essa transição, incluindo estratégias que visem mitigar resistências, pode acarretar dificuldades significativas na aceitação e na integração do novo sistema no ambiente de trabalho. A falta de uma abordagem estratégica para lidar com as preocupações dos colaboradores e para comunicar os benefícios e objetivos do novo sistema pode resultar em resistência e desconfiança por parte da equipe, dificultando a adoção efetiva das mudanças tecnológicas. Para superar essa falha, torna-se essencial o desenvolvimento e implementação de estratégias de gestão da mudança que busquem engajar os colaboradores desde o início, oferecendo suporte, treinamento adequado e clareza nas comunicações, a fim de facilitar a transição para novos sistemas tecnológicos.

O conhecimento e habilidades da força de trabalho foi identificada e destacada falta de qualificação dos profissionais. A ausência de treinamento abrangente e eficaz gera consideráveis desafios na adaptação dos funcionários ao novo sistema. Esta lacuna de qualificação pode levar a erros na execução das tarefas e a uma adoção lenta ou inadequada do sistema. Para resolver essa questão, é crucial investir em programas de treinamento bem estruturados e abrangentes, capacitando os colaboradores com as habilidades necessárias para utilizar eficientemente as novas tecnologias. Ao proporcionar a capacitação adequada, não apenas se aprimora a competência técnica, mas também se impulsiona uma transição mais suave e bem-

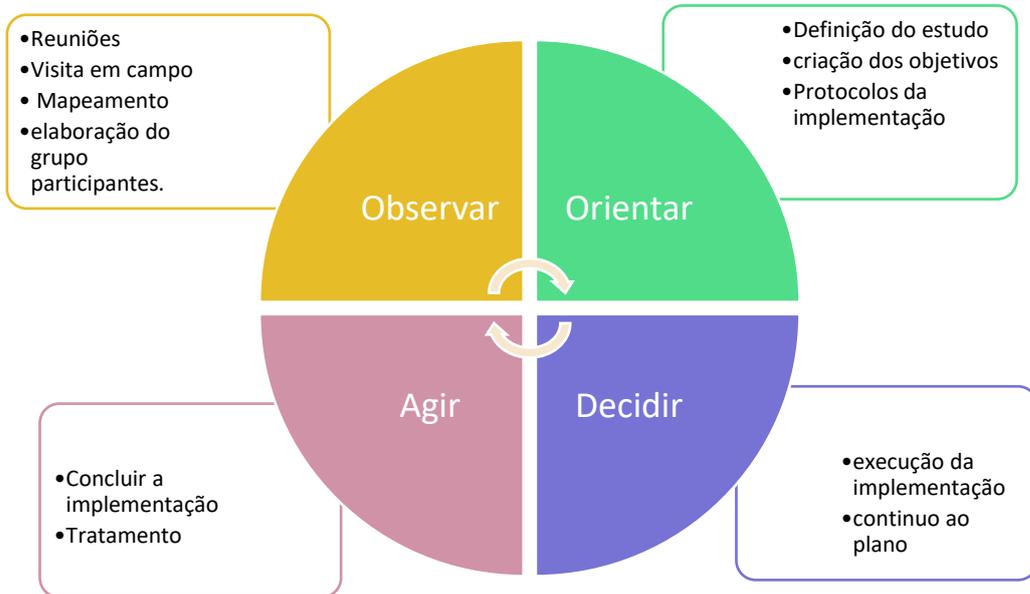
sucedida para os novos sistemas, elevando a eficácia e a eficiência no ambiente de trabalho.

A Cultura organizacional resistente à mudança pode representar um obstáculo significativo, pois valores e crenças não alinhados podem gerar atritos e dificultar a aceitação do sistema. Além disso, a comunicação deficiente sobre os benefícios e metas do novo sistema pode provocar confusão e incerteza entre os colaboradores, resultando em resistência e baixa adesão. Uma experiência de usuário inadequada, quando o sistema não atende às expectativas ou necessidades dos usuários finais, pode também gerar resistência e dificultar a utilização diária. Por fim, a falta de envolvimento dos stakeholders desde o início do processo pode levar à insatisfação com o sistema final e a dificuldades em sua adoção.

4.4 Ciclo de Monitoramento

O ciclo OODA, observar, orientar, decidir, agir é um processo de tomada de decisão desenvolvido pelo estrategista militar, tem sido aplicado em diversos campos da tecnologia de informação (Priambodo et al., 2022). É intrinsecamente relevante ao abordar os desafios da implementação de novas tecnologias nos ambientes de trabalho contemporâneos (Ninin, 2009).. A etapa de observar nos permite coletar informações sobre os potenciais obstáculos e resistências que podem surgir durante a introdução de sistemas inovadores. A fase de orientar requer análise e interpretação das informações coletadas, ajudando a compreender as preocupações e as possíveis fontes de resistência à mudança por parte dos colaboradores (Priambodo et al., 2022). O Decidir permite identificar estratégias adequadas para superar esses desafios, planejando programas de capacitação, comunicação eficaz e gestão de mudanças. Por fim, a etapa de agir envolve a execução dessas estratégias, implementando programas de treinamento, comunicando os benefícios das mudanças e criando um ambiente de suporte para encorajar a transição tranquila para as novas tecnologias. Assim, aplicar o ciclo OODA de forma adaptada ao contexto empresarial pode proporcionar uma estrutura estratégica sólida para enfrentar os desafios da implementação de tecnologias inovadoras (Priambodo et al., 2022).

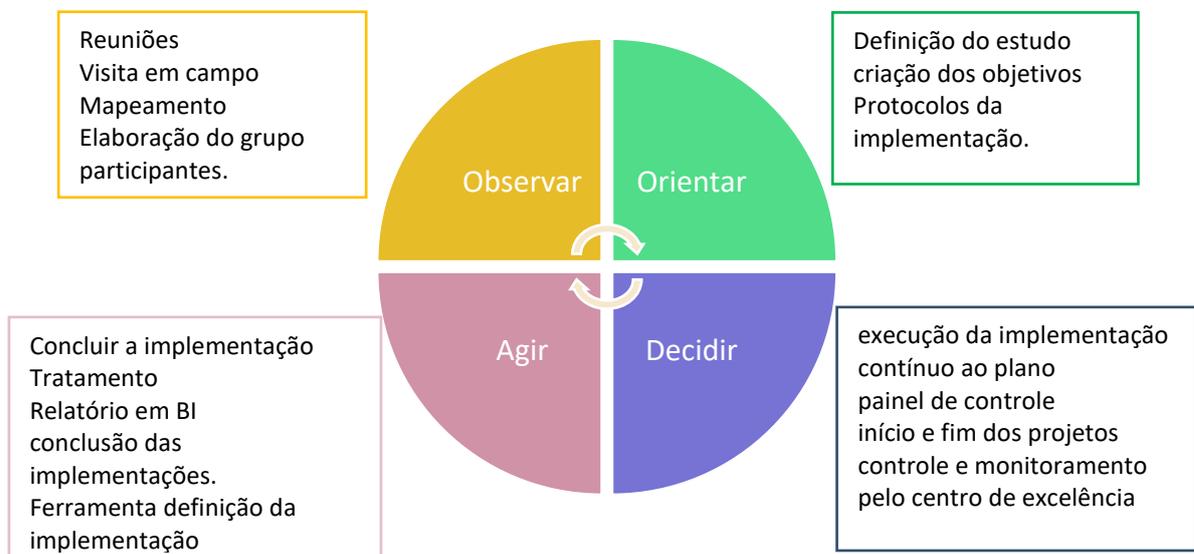
Figura 6 - Início do acompanhamento e monitoramento do ciclo OODA



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o avanço da pesquisa, as etapas do ciclo OODA foram implementadas, é um método poderoso e flexível que contribui para a busca incessante da excelência em diversos contextos. Sua estrutura simples e eficaz permite a análise, o planejamento e a implementação de ações para alcançar resultados mais eficientes. tornando-se um método para a melhoria contínua podendo ser usada no controle do processo e soluções de problemas.

Figura 7 - Finalização do acompanhamento e monitoramento do ciclo OODA



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os sistemas e tecnologias inovadoras sala de controle e monitoramento integração da logística e implantação de ERP, o papel desse processo é crucial na coordenação e gestão integrada da cadeia de suprimentos para as unidades marítimas de Exploração e Produção (E&P). Seu objetivo central é assegurar um fluxo logístico eficiente, inclusive na implementação de sistema de controle e monitoramento considerando não apenas a eficácia operacional, mas também a responsabilidade social e ambiental. Em consonância com as políticas e diretrizes da companhia, sua responsabilidade abrange a busca contínua pela otimização dos processos, garantindo que a logística seja realizada de maneira responsável e alinhada aos padrões estabelecidos pela empresa, especialmente nas unidades marítimas voltadas para a exploração e produção de petróleo e gás.

O estabelecimento de um Centro Integrado de Logística de E&P no Rio de Janeiro é uma estratégia crucial para aprimorar a eficiência operacional e otimizar os processos logísticos, bem como a implementação do ERP. Operando 24 horas por dia, este centro reúne representantes de diversas áreas, com o objetivo de agilizar decisões operacionais, reduzir barreiras geográficas e burocráticas, e melhorar a eficácia das operações. Essa iniciativa reflete o compromisso contínuo com a melhoria e o alinhamento às necessidades do mercado, especialmente no contexto da I4.0 e da L4.0, onde o monitoramento da demanda é essencial para atender às expectativas em constante evolução dos clientes. A implementação de um Relatório Executivo Diário, abrangendo aspectos como estágio operacional, programação de voos, demandas emergenciais, e controle de frota terrestre e marítima, demonstra o compromisso da organização com práticas de análise criteriosa, visando garantir atendimento eficaz, cumprir metas de tempo de resposta e orientar estratégias de marketing e tomada de decisões, impulsionando, assim, o sucesso e crescimento da organização.

Figura 8 - Monitoramento de operações especiais



Fonte: Adaptado pelo autor.

O monitoramento de demanda é crucial para a competitividade empresarial na era da Indústria 4.0, permitindo que as empresas respondam às necessidades em constante evolução dos clientes. Esta prática não apenas contribui para a melhoria do atendimento ao cliente, mas também para alcançar o Lead Time adequado para cumprir os Acordos de Nível de Serviço (SLA). Além disso, o acompanhamento da demanda embasa estratégias de marketing e sustenta processos decisórios mais embasados. A implementação de um sistema ERP amplifica essa eficácia, consolidando dados e processos empresariais para otimizar operações, promover eficiência e impulsionar o crescimento e sucesso da organização.

4.5 Determinantes HTO na adoção do ERP na L4.0

Durante a pesquisa sobre a adoção do ERP na I4.0 para habilitar a L4.0, os participantes discutiram amplamente diversos aspectos em reuniões, com foco especial na aplicação do modelo HTO. Os debates evidenciaram os benefícios da L4.0 e da I4.0, como a capacidade de produzir uma maior variedade de produtos em volumes menores, a redução da complexidade das operações e os ganhos em eficiência e qualidade. Em relação aos processos identificou-se elementos cruciais

para uma implementação bem-sucedida de ERP, como suporte da alta administração, infraestrutura adequada e testes abrangentes. A relevância destaca-se a necessidade de enfrentar desafios para evitar atrasos e custos adicionais na implantação de novos sistemas. Esses benefícios impactam diretamente a competitividade, influenciando aspectos tecnológicos, relações humanas e desafios organizacionais. A seguir, apresentamos os comentários e insights obtidos durante o processo de implementação. A pesquisa-ação adotou o HTO, que integra as dimensões humanas, tecnológicas e organizacionais, e suas interações. Esse modelo é fundamental para avaliar a adequação das tecnologias, diagnosticar a configuração dos elementos humanos, tecnológicos e organizacionais, e planejar estratégias de adaptação organizacional de forma iterativa. Ela oferece uma base teórica sólida para investigar a adoção de tecnologias da informação na sociedade (Patel et al., 2022b).

A Teoria da Difusão da Inovação ajudou a compreender os motivos e os fatores e desafios na implementação do ERP no contexto da L4.0 e da I4.0 revelou que influenciou a organização destacada na IDT as características como a vantagem relativa do sistema em nuvem estavam na otimização dos processos logísticos, proporcionando maior controle, visibilidade em tempo real e redução de custos operacionais sem a necessidade de infraestrutura local. A solução automatizou o planejamento de transportes, integrou-se com outros módulos e garantiu conformidade regulatória. A empresa pôde escalar e adaptar o sistema conforme suas necessidades, obtendo maior flexibilidade e agilidade, o que justificou o investimento na tecnologia (Rogers, 2003).

A compatibilidade do sistema foi uma característica fundamental, pois a solução foi projetada para se integrar perfeitamente com outros módulos, além de sistemas externos por meio de APIs e outras interfaces padronizadas. Isso permitiu a adaptação a diferentes tamanhos e módulos utilizados. O sistema suportou múltiplos modais de transporte, gerenciamento de frotas, planejamento e execução de transportes, e foi compatível com regulamentações. No entanto, a complexidade do sistema apresentou desafios significativos, pois a falta de integração com sistemas legados e outros módulos críticos criou silos de dados que afetaram a eficiência operacional, sendo necessário a customização (Al-shboul, 2019).

Além disso, a complexidade do treinamento enfrentada pela equipe contribuiu para uma curva de aprendizado acentuada, o que atrasou a adoção plena e resultou

em erros operacionais. A falta de customização adequada também limitou o aproveitamento da solução, limitando-se atender às necessidades específicas da empresa. Essa situação prejudicou a adaptação dos processos internos, impactando a eficiência e o retorno do investimento. Portanto, a complexidade tornou-se um obstáculo importante que se tornou conhecido e com plano de ação para regularização de treinamento e customização (Rogers, 2003).

A experimentabilidade foi elevada devido à realização de diversos testes de validação e pilotos. Esses testes permitiram que a empresa avaliasse a funcionalidade do sistema, sua integração com outros módulos e sistemas legados, bem como a adequação às necessidades específicas dos processos logísticos. A realização de pilotos em menor escala possibilitou ajustes iniciais, identificação de falhas e otimizações antes da implementação em larga escala. Esse processo mitigou riscos, aumentou a confiança na solução e facilitou a transição para a operação completa, garantindo uma adoção mais segura e eficiente. O Centro Integrado de Logística desempenhou um papel crucial na fase de implementação. Sua contribuição foi fundamental na criação de um ambiente colaborativo para a validação e testes do sistema, permitindo a realização de pilotos que ajudaram a identificar e resolver problemas antes da adoção em larga escala. Ele facilitou a integração de diferentes áreas, promovendo um entendimento mais profundo das necessidades logísticas e operacionais da empresa. Além disso, ao oferecer treinamento e suporte, o centro garantiu que a equipe estivesse preparada para utilizar efetivamente a nova solução. Essa abordagem integrada e centrada na observabilidade foi essencial para minimizar riscos e maximizar a eficiência do sistema durante e após a implementação. Esses fatores foram cruciais para a adoção de inovações tecnológicas (Rogers, 2003). No caso do ERP, a vantagem relativa foi observada nos ganhos de eficiência e qualidade, enquanto a compatibilidade e a complexidade apresentaram desafios notáveis (Xu et al. 2022).

A teoria do determinismo cultural forneceu uma visão sobre o impacto da cultura organizacional na adoção do ERP. Valores e normas culturais desempenharam um papel significativo na aceitação e na implementação do ERP, com organizações mais abertas a mudanças tecnológicas mostrando uma adoção mais bem-sucedida (Ceballos et al. 2013). A integração cultural foi essencial para superar resistências e facilitar a implementação. A perspectiva HTO foi fundamental

para avaliar como características humanas, como conhecimento, habilidades e atitudes, e as interações interpessoais influenciam a adoção e a adaptação ao ERP. A complexidade do sistema técnico-social da organização, que envolve aspectos tecnológicos e humanos, foi um fator determinante (Heslop et al., 2017). A coordenação, colaboração e comunicação entre os membros da equipe foram essenciais para uma integração bem-sucedida das tecnologias.

A integração do ERP com outras tecnologias emergentes, analisada sob as perspectivas das teorias IDT, CDT e HTO, revelou desafios e percepções que impactaram a adoção e a implementação. A compreensão dessas dimensões teóricas proporcionou insights valiosos para aprimorar estratégias de implementação e promover uma integração eficaz de sistemas ERP na era da L4.0 e da I4.0.

4.5.1 Perspectiva dos fatores humanos

Os participantes ressaltaram a importância do conhecimento sobre a I4.0 e L4.0 para a implementação do ERP e a necessidade de aprendizagem contínua e atenção às novas tecnologias. Os projetos em andamento têm possibilitado a implantação de tecnologias inovadoras. No entanto, os desafios envolvem a gestão da mudança e o treinamento da equipe a adaptabilidade e o investimento no desenvolvimento de competências são essenciais para o sucesso em um mercado em constante transformação. A colaboração e o aprendizado com países mais tecnológicos e o desenvolvimento do capital humano são fundamentais para alcançar reconhecimento global na indústria offshore.

O objetivo desta visita e da escuta ativa foi o de promover uma melhor compreensão da operação da Logística de E&P para que as soluções sejam oferecidas, conforme realidade do usuário final e das pessoas que atuam nos sistemas (Gerente da implementação, 2024).

O desafio para essa implementação é a gestão de mudança para treinar e capacitar a equipe executora (Consultor de processos, 2024).

Temos acompanhado de perto a realização das capacitações, assim como as principais dúvidas dos usuários finais através dos chamados abertos e, através desse acompanhamento, identificamos um volume significativo de dúvidas sobre os perfis de acesso (Desenvolvedor de recursos humanos, 2024).

A adaptabilidade é a chave para o sucesso no mercado de trabalho em constante transformação. Investir em desenvolvimento e atualização de competências garante competitividade, engajamento e crescimento profissional (Gestor operacional, 2024).

O sucesso na indústria 4.0 depende de profissionais que combinam habilidades técnicas, analíticas e adaptativas, estes devem sempre estar atendo as mudanças tecnológicas. (Supervisor sênior, 2024).

Olhar para fora e aprender com países mais tecnológicos é uma estratégia essencial para que a indústria offshore brasileira alcance o patamar desejado. Através da adoção de tecnologias de ponta, do desenvolvimento de capital humano e da promoção da colaboração, o Brasil pode se tornar um líder global (Diretor de negócios, 2024)

O treinamento e capacitação é crucial para o prosseguimento da implementação e adoção e facilidade da execução no sistema, e nesse sentido será disponibilizado o Master Data Governance – MDG, com todas as suas funcionalidades, sendo uma plataforma de Gestão de Dados Mestres do sistema (Gestor, 2024)

O sucesso da Indústria 4.0 depende do engajamento liderança e os indicados expertise dos engenheiros. Seu papel como pioneiros da inovação é fundamental para a adoção de novas tecnologias e a transformação do setor. (Consultor sênior, 2024).

4.5.2 Perspectiva dos fatores tecnológicos

Os participantes ressaltam a importância do desenvolvimento de recursos humanos para a implantação do ERP no contexto da I.40 e L4.0. A equipe de TI realizou um trabalho essencial do sistema, expandindo suas responsabilidades e conhecimentos. A conversão do sistema integrado de gestão trará benefícios e melhorias. A solução móvel desenvolvida em Fiori que é um conjunto de aplicativos de experiência do usuário que utiliza design responsivo para fornecer uma experiência de usuário simples e personalizada em todos os dispositivos e plataformas que permite o controle em tempo real. A computação em nuvem é crucial para a transformação tecnológica da organização e está alinhada aos princípios de ESG.

Focados em identificar e preencher lacunas dentro da organização, a equipe da logística e suprimentos retomou um trabalho crucial de cadastro de sistema. Inicialmente, o grupo foi criado com o propósito de garantir o correto cadastro de projetos de pequeno porte. Ao longo deste ano, o grupo expandiu suas responsabilidades e conhecimentos, passando a cadastrar projetos de grande porte e, agora, encerra o ano com uma realização ainda mais significativa - a atualização completa da estrutura (Gestor da unidade, 2024).

A conversão do nosso sistema integrado de gestão proporcionará novas experiências aos usuários do sistema, além de trazer vários benefícios e melhorias (Gestor de processos 1, 2024).

O Monitor é uma solução mobile com interface desenvolvida em Fiori que, baseada nos protocolos e documentos fiscais do sistema implementado, permite controle no checklist para a Segurança Patrimonial e a liberação da

entrada ou saída inclusive por meio de celulares ou tablets (Coordenador de soluções, 2024).

Fiori, além de diversas funcionalidades de RH tem bastante funcionalidade de outras áreas, Estamos construindo um caminho e contamos com vocês neste processo. Sabemos que ainda há muito a fazer e estejam certos de que trabalhamos com brilho nos olhos para fazer entregas que agreguem valor. Saibam que temos analisado os feedbacks recebidos através dos nossos canais de relacionamento e utilizado para promover melhorias (Gestora do processo, 2024).

Damos sequência ao tema de computação em nuvem, que no projeto K... é abordado na frente de Cloud para implantação do Centro de Competência de Computação em Nuvem, o CCC. Neste momento de transformação tecnológica pelo qual toda a organização está passando, é essencial entender os benefícios que a adoção da computação em nuvem traz, não somente para os negócios da Petrobras, mas também para a sustentabilidade do planeta. Ou seja, é um assunto totalmente conectado ao tema de Environmental, Social, and Governance (ESG) (Gestor executivo, 2024).

4.5.3 Perspectiva dos fatores organizacionais

Os participantes destacam os benefícios do ERP no contexto da L4.0 e da I4.0, como a customização em massa, a redução da complexidade das operações e os ganhos de eficiência e qualidade, que impactam na competitividade organizacional. Durante a implementação do sistema, a disseminação dos conceitos da I4.0 é um desafio significativo, mas é importante incorporá-los dentro de uma estratégia corporativa. A implantação do novo sistema trouxe melhorias na gestão dos armazéns, transporte de cargas e como a digitalização das operações em tempo real e a redução do uso de papel. Além disso, a implantação contribui para a redução de custos financeiros e permite um maior controle dos documentos fiscais. A implementação do novo sistema foi um desafio com muito esforço e dedicação e trabalho em equipe.

Para suporte técnico após a entrada em produção do EWM, o armazém deverá abrir um Click reportando o problema e se possível anexando prints de tela com os erros apresentados para facilitar a resolução do problema. Os supervisores das unidades foram adicionados a uma Sala de Guerra no Teams para receberem suporte direto da equipe do projeto (Comandante da Sala de guerra da implementação, 2024).

Um desafio significativo está relacionado à disseminação dos conceitos da Indústria 4.0 durante a implementação do sistema. É importante incorporar esses conceitos dentro de uma estratégia corporativa, pois eles estão se desenvolvendo para gerar competitividade e benefícios tangíveis (Coordenador de processo 1, 2024).

O sistema operacional de gestão de armazéns mais atual do sistema, aliado a instalação de infraestrutura para cobertura Wi-Fi nas áreas de transporte de cargas, possibilitou o uso do PDA (Assistente Pessoal Digital e tablets para

digitalização das operações, que garantem o processamento das operações em tempo real, melhor rastreabilidade, endereçamento dos materiais, aumento da acurácia físico-contábil, além da significativa redução do uso de papel nos processos. Com as novas funcionalidades do sistema será possível estabelecer melhorias na gestão dos armazéns, com as métricas de produtividade de equipes, taxa de ocupação dos armazéns em volume, backlog em tempo real, revisão de layouts e estratégias de armazenagem, levantamento e cadastro de dimensões e volumes de todos os materiais e posições de armazenagem (Gestor da unidade implementada, 2024).

O avanço do projeto é resultado do trabalho de cooperação entre as áreas de infraestruturas das unidades operacionais. (Gerente geral da unidade, 2024).

O sistema abrange mais 8 armazéns, seguindo com as ondas de implantação. É uma transformação digital para essas unidades de armazenamento e depósitos de refino (Gestor de armazém, 2024).

Esta implementação vem em substituição sistema atual do gerenciamento de grandes volumes de operações de depósito, ligando a complexa logística da cadeia de suprimentos da companhia aos seus processos de depósito e distribuição (Consultora sênior, 2024).

A implantação também contribui para a redução de custos financeiros da Petrobras, já que permite o controle dos documentos emitidos e que eventualmente não circulem no prazo legal. Assim, esses documentos fiscais poderão ser cancelados tempestivamente (Gestor de soluções, 2024).

Temos uma nova versão do nosso sistema integrado de gestão. Agora, o sistema está hospedado na nuvem, de forma segura e a implantação do novo sistema e que está avançando no processo de estabilização (Gestor de processos 2, 2024).

Desafios e validação do processo da implementação é com grande satisfação que o Controle das Operações, por meio da Supervisão de Inventário de Materiais, informa a conclusão do primeiro Inventário Rotativo, já no novo sistema, utilizado como um piloto para a execução no Inventário Anual (Supervisor de operações, 2024).

O sistema foi implantado com o intuito de automatizar e gerenciar os processos da Companhia, oferecendo, através de sua alta capacidade de análise, maior qualidade na digitalização das operações, além de reduzir as atividades repetitivas com o uso de novas funcionalidades e proporcionar melhor integração com demais áreas e softwares. Tivemos diversos desafios com a implantação do novo sistema, mas que foram superados, graças ao empenho, dedicação e excelente trabalho em equipe (Coordenador do processo, 2024).

5 DISCUSSÕES

Nesta seção, discutem-se os principais desafios, facilitadores e lições aprendidas na adoção de um sistema ERP, com base em uma análise que triangula resultados obtidos na literatura, entrevistas e documentos. A análise é conduzida sob a perspectiva da IDT e da CDT, o que permite uma compreensão mais aprofundada dos fatores que influenciam a adoção de sistemas ERP.

Entre os principais desafios identificados, destaca-se a complexidade inerente ao ERP, que dificultou sua implementação, exigindo um alto nível de competência técnica e mudanças significativas nos processos organizacionais. Além disso, a incerteza em relação aos benefícios concretos do ERP, exacerbada pela escassez de exemplos bem-sucedidos em contextos semelhantes, constituiu uma barreira significativa para a tomada de decisão quanto à sua adoção (Majeed et al. 2017).

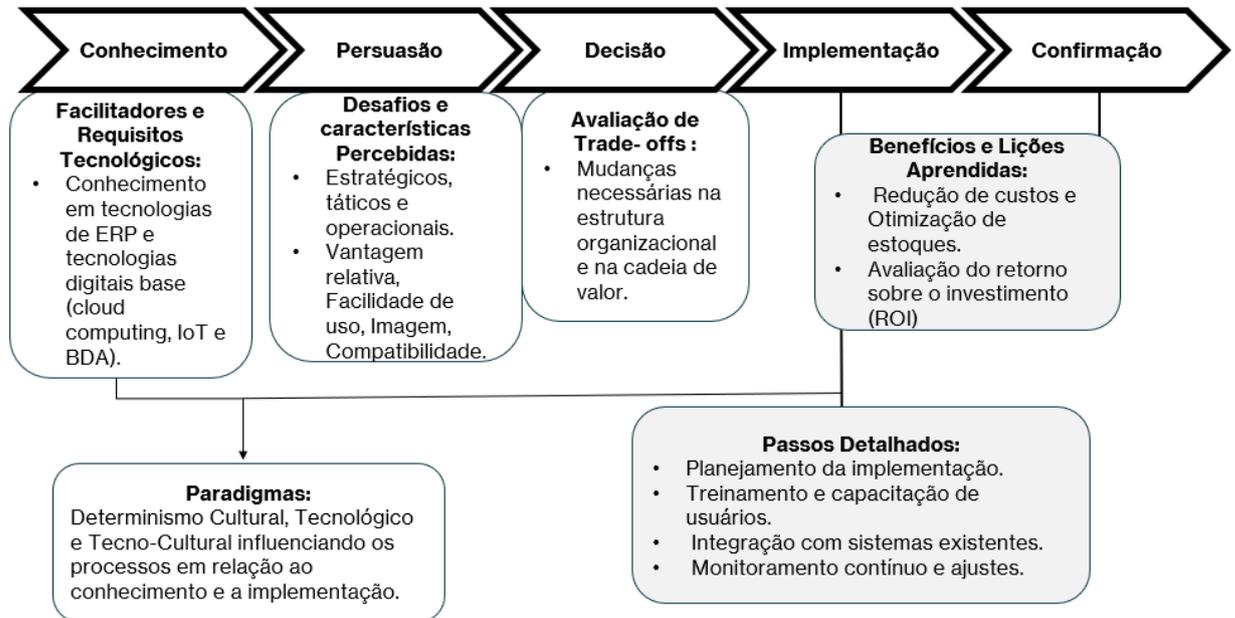
Em contrapartida, foram identificados facilitadores cruciais para a aceitação do ERP na organização. A percepção de que o ERP oferece uma clara vantagem competitiva, especialmente em termos de otimização de processos e redução de custos, foi um fator decisivo. Ademais, a compatibilidade do ERP com os sistemas já existentes e com a infraestrutura tecnológica da organização também facilitou o processo de adoção (Majstorovic et al., 2022).

No contexto desta análise, examinou-se como a cultura organizacional influenciou a integração do ERP com outras tecnologias digitais na empresa, através da perspectiva oferecida pela CDT. A cultura organizacional, que valoriza a inovação e a adaptação contínua, favoreceu essa integração, especialmente com tecnologias como IoT e Big Data Analytics. Essa mentalidade aberta a mudanças mostrou-se crucial para a aceitação e uso eficaz do ERP. Durante a implementação, foram necessários ajustes culturais para alinhar a adoção tecnológica com as práticas e valores da organização. Isso incluiu a reavaliação de políticas internas e a promoção de uma cultura mais orientada para a tecnologia, destacando a interdependência entre o ERP e outras tecnologias digitais (Ceballos Melguizo et al. (2013)

A integração do ERP com essas tecnologias não apenas melhorou a eficiência operacional, mas também criou uma base sólida para inovações futuras. A combinação de IoT, Big Data e ERP possibilitou uma gestão mais precisa e em tempo real da cadeia de suprimentos. Como resultado, a interação contínua entre cultura e tecnologia resultou na emergência de novos paradigmas operacionais, em que o determinismo cultural, tecnológico e tecno-cultural influenciou significativamente os processos de aquisição de conhecimento e implementação (Costa Júnior et al. 2023b).

Portanto, as lições aprendidas durante a implementação do ERP destacam a importância do engajamento contínuo de todos os envolvidos ao longo do processo. A adoção de uma abordagem incremental, em vez de tentar implementar o ERP de uma só vez, permitiu que a organização ajustasse sua estratégia conforme novas questões surgiam, minimizando os riscos e aumentando as chances de sucesso do projeto. A Figura 9 apresenta o Framework para adoção de Tecnologia ERP na I4.0 para habilitar a L4.0 na indústria offshore.

Figura 9 - Framework para adoção de Tecnologia ERP na I4.0 para habilitar a Logística 4.0 na indústria offshore



Fonte: adaptado Everest (2003)

1. Conhecimento

Na fase de Conhecimento a organização se conscientiza da existência de sistemas ERP avançados que podem ser integrados com tecnologias digitais fundamentais, como computação em nuvem, IoT e RPA. Nesse contexto, a Teoria do Determinismo Tecnológico é essencial, pois sugere que o avanço e a introdução dessas novas tecnologias têm o potencial de influenciar profundamente os valores, a cultura, o comportamento e a estrutura social da organização. O determinismo tecnológico argumenta que a adoção dessas inovações não é neutra, mas sim um fator capaz de moldar a maneira como a organização opera e interage com seu ambiente. Aspectos relevantes nesse processo incluem facilitadores e competências técnicas, como o conhecimento aprofundado em sistemas ERP e nas tecnologias digitais subjacentes, como computação em nuvem, IoT e RPA. Além disso, habilidades em comunicação, liderança e adaptabilidade são essenciais para conduzir

a mudança e promover a integração dessas novas tecnologias. Do ponto de vista tecnológico, uma infraestrutura robusta e segura de conectividade é necessária para suportar a integração e o funcionamento contínuo dessas tecnologias. A atualização e informatização dos sistemas de TI também são cruciais, permitindo uma transição suave para as novas tecnologias e maximizando os benefícios do ERP avançado.

2. Persuasão

Nesta fase de Persuasão a organização se empenha em buscar mais informações sobre como a integração do ERP com tecnologias digitais emergentes, como computação em nuvem, IoT e BDA, pode beneficiar seus processos específicos. Nesse estágio, o contexto organizacional, analisado à luz da Teoria do Determinismo Cultural, torna-se crucial. A estrutura organizacional, a cultura vigente e os recursos disponíveis desempenham um papel significativo na forma como a informação é procurada, compreendida e avaliada. Esses fatores influenciam diretamente a percepção dos benefícios e desafios associados à adoção das novas tecnologias. Entre os aspectos importantes a serem considerados estão os desafios estratégicos, táticos e operacionais. No nível estratégico, é fundamental alinhar a integração tecnológica com a visão de longo prazo da organização, garantindo que a nova infraestrutura suporte os objetivos futuros. No nível tático, é necessário considerar a integração das novas tecnologias com os processos existentes, avaliando o impacto direto nas operações diárias e a necessidade de ajustes operacionais. No nível operacional, o foco deve estar no treinamento adequado dos funcionários para o uso eficaz das novas ferramentas, além da gestão da mudança para adaptar a cultura organizacional à nova realidade tecnológica. Quanto às características percebidas da tecnologia, a vantagem relativa se destaca pelos benefícios que a nova tecnologia oferece em comparação com as soluções existentes, assim como pela facilidade de uso, que avalia o quão intuitiva e acessível a tecnologia é para os usuários finais. A imagem da organização, tanto externa quanto internamente, em relação ao uso de tecnologias avançadas, também é relevante, assim como a compatibilidade da nova tecnologia com os sistemas e processos atuais. Além disso, a visibilidade, ou seja, a facilidade com que os benefícios da tecnologia podem ser observados e compreendidos pelos stakeholders, e a demonstrabilidade dos resultados, que

envolve a capacidade de provar, por meio de exemplos concretos ou pilotos, que a tecnologia realmente entrega os resultados esperados, são fatores essenciais. Por fim, o uso voluntário da nova tecnologia, sem imposição, é um indicador de aceitação e sucesso dentro da organização.

3. Decisão

Nesta fase de Decisão, a avaliação de trade-offs é crucial, considerando as mudanças necessárias tanto na estrutura organizacional quanto na cadeia de valor. As informações coletadas são cuidadosamente analisadas para determinar se a implementação do ERP, integrado com tecnologias digitais como computação em nuvem e IoT, trará benefícios significativos, especialmente na gestão da cadeia de suprimentos. O contexto fornecido pelo framework CDT desempenha um papel fundamental nesse estágio, já que fatores externos, como a pressão competitiva e as regulamentações governamentais, podem influenciar a tomada de decisão da organização. Esses fatores externos, combinados com a análise interna, permitem que a empresa determine se a adoção do ERP é estratégica e se pode proporcionar vantagens competitivas no longo prazo. Durante o processo de avaliação, aspectos técnicos, como os pontos positivos e negativos da tecnologia, são levados em consideração. É essencial comparar diferentes áreas da organização, como vendas, operações e logística, para identificar onde a implementação do ERP terá o maior impacto e onde podem surgir desafios. Além disso, o cálculo do Retorno sobre o Investimento (ROI) é fundamental, incluindo a análise do tempo de retorno e o nível de investimento necessário, tanto em termos financeiros quanto de tempo e recursos. Além disso o aspecto crucial é a identificação das mudanças necessárias na estrutura organizacional e na cadeia de valor para garantir a integração bem-sucedida da nova tecnologia. Isso pode envolver reestruturações nos processos, realocação de recursos, bem como ajustes na estratégia da cadeia de suprimentos, a fim de maximizar os benefícios da transformação digital e garantir a eficiência operacional a longo prazo.

4. Implementação

A Teoria do Determinismo Cultural desempenhou um papel crucial na decisão de adotar o novo sistema ERP. À medida que a organização avança para a Implementação, a perspectiva emergente do framework CDT se torna especialmente relevante. Em vez de seguir uma abordagem rígida e planejada de cima para baixo (determinismo cultural) ou realizar uma mudança radical baseada unicamente em atributos tecnológicos (determinismo tecnológico), a organização deve permanecer atenta às questões culturais e tecnológicas inesperadas que podem surgir ao longo do processo. Essa atenção contínua permite uma adaptação dinâmica, onde a organização ajusta sua abordagem conforme novos desafios e oportunidades emergem ao longo do tempo.

Aspectos importantes e passos detalhados incluem o planejamento da implementação em ondas, com a realização de pilotos e fases de implementação controladas, permitindo que a organização teste e ajuste o sistema antes da implementação total. Além disso, é essencial investir em treinamento e capacitação de usuários internos e externos, preparando os funcionários e stakeholders para garantir que todos estejam aptos a usar o novo sistema de maneira eficaz, minimizando resistência e erros durante a transição. A integração com sistemas existentes também é crucial, garantindo que o novo ERP se conecte perfeitamente aos sistemas de TI já implementados, evitando redundâncias e maximizando a eficiência operacional. Por fim, é importante estabelecer um processo contínuo de monitoramento e avaliação do sistema implementado, permitindo que a organização faça ajustes conforme necessário para otimizar o desempenho e resolver problemas imprevistos.

5. Confirmação

Após a implementação, a organização entra na fase de Confirmação, avaliando o impacto do novo sistema ERP. Nesse estágio, a perspectiva tecno-cultural emergente da CDT é novamente aplicada. A cultura organizacional e a tecnologia passam por refinamentos contínuos, com os gerentes respondendo às mudanças tecnológicas de forma incremental, à medida que surgem novos insights e desafios. Esse processo constante de ajuste e aprimoramento garante que a organização maximize os benefícios do novo sistema e se adapte efetivamente às mudanças.

Aspectos importantes e benefícios incluem a redução de custos, com a identificação de economias e aumento da eficiência operacional resultantes da implementação do ERP. A otimização de estoques melhora a gestão de inventário, resultando em menores custos de armazenamento e maior disponibilidade de produtos. A melhoria na logística aumenta a eficiência e a eficácia nas operações logísticas, garantindo entregas mais rápidas e precisas. O aumento da produtividade é impulsionado pela automação de processos e pela melhor integração de dados.

Lições aprendidas durante a implementação destacam os ajustes necessários para melhorias futuras, identificando áreas que ainda podem ser aprimoradas com base na experiência prática. O feedback dos usuários é coletado para compreender melhor suas necessidades e ajustar o sistema conforme necessário. Por fim, a avaliação do retorno sobre o investimento (ROI) é realizada para determinar se os objetivos financeiros e operacionais foram alcançados com a implementação do ERP.

6 CONCLUSÕES

A pesquisa demonstrou, à luz da IDT, que os determinantes críticos para a adoção e difusão do ERP na era da I4.0 são a compatibilidade, a complexidade, a observabilidade e a vantagem relativa do sistema. A compatibilidade do ERP com tecnologias emergentes, como IoT e análise avançada de dados, é fundamental para sua aceitação e implementação bem-sucedida. Apesar dos desafios associados à complexidade do sistema e à necessidade de integração com infraestruturas existentes, a vantagem relativa, manifestada em melhorias na eficiência operacional e na tomada de decisão, contribuiu para superar esses obstáculos. A pesquisa também revelou que a observabilidade dos benefícios do ERP e a percepção de suas vantagens em comparação com práticas anteriores são fatores determinantes para uma adoção e difusão bem-sucedidas da tecnologia.

Para responder à questão da pesquisa sob a perspectiva da Teoria do Determinismo Cultural, foi evidenciado que a cultura organizacional desempenha um papel crucial na integração do ERP com as tecnologias da I4.0. A cultura, que engloba valores, práticas e normas, influencia diretamente a aceitação e a eficácia das novas tecnologias. Organizações com uma cultura voltada para inovação e adaptação integraram o ERP de maneira mais eficiente, enquanto aquelas com uma cultura mais tradicional enfrentaram maiores dificuldades. Os impactos nos aspectos humanos, técnicos e organizacionais foram evidentes: uma cultura que apoia a mudança facilitou a formação de equipes qualificadas e a adoção de práticas tecnológicas avançadas. Em contraste, a resistência à mudança e a falta de alinhamento cultural com as tecnologias da I4.0 foram identificadas como barreiras significativas para uma implementação bem-sucedida.

Os principais desafios identificados incluem a complexidade do ERP, que exigiu um elevado nível de competência técnica e mudanças significativas nos processos organizacionais, bem como a incerteza quanto aos benefícios reais do sistema, exacerbada pela ausência de casos concretos de sucesso. Por outro lado, a percepção de vantagem competitiva oferecida pelo ERP e sua compatibilidade com a infraestrutura tecnológica existente foram fatores que facilitaram sua adoção. As lições aprendidas destacam a importância do engajamento contínuo dos stakeholders e da

abordagem incremental na implementação, o que permitiu ajustes dinâmicos e minimização de riscos.

Portanto, a pesquisa atingiu seu objetivo ao identificar e analisar a adoção do ERP com o auxílio da IDT e dos fatores culturais da CDT que afetam a adoção e a integração de ERP na era da I4.0, habilitando a L4.0. Os insights obtidos revelaram os determinantes críticos para a difusão do ERP e como a cultura organizacional influencia a integração de novas tecnologias. A análise mostrou que uma compreensão detalhada dos determinantes da IDT, combinada com a consideração dos aspectos culturais da CDT, é essencial para a implementação bem-sucedida de sistemas ERP em ambientes de alta tecnologia, como a cadeia de suprimentos offshore. Além disso, a pesquisa destacou a importância de alinhar estratégias tecnológicas com a cultura organizacional para garantir uma transição eficiente e sem interrupções para a I4.0.

A análise da integração do ERP com outras tecnologias digitais, como IoT e Big Data, sob a perspectiva da Teoria do Determinismo Cultural, revelou que a cultura organizacional desempenhou um papel crucial nesse processo. A mentalidade voltada para a inovação e a adaptação contínua da empresa facilitou a integração do ERP com outras tecnologias, promovendo uma sinergia que melhorou a eficiência operacional e criou uma base sólida para futuras inovações. Ajustes culturais necessários e a interação contínua entre cultura e tecnologia resultaram em novos paradigmas operacionais, onde decisões baseadas em dados e automação se tornaram centrais. A Figura 9 ilustra o framework da adoção do ERP na Indústria 4.0, demonstrando como a integração com tecnologias digitais habilita a L4.0 e reflete os principais resultados desta análise.

6.1 Benefícios Esperados

A partir desta implementação, pode-se estimar um retorno sobre o investimento (ROI) de 50 milhões de reais, além de uma significativa redução de custos para garantir a continuidade dos atendimentos a mais de 100 plataformas produtoras de petróleo e as refinarias e todo conglomerado nesta companhia, sendo mais rentável ao negócio, com foco em eliminação do custo da parada de operação por perda de capacidade dos sistemas da logística e dos processos, que se utilizam aos transportes

multimodal terrestre, marítimo, e aéreo, para o embarque e desembarque de materiais novos e usados. O planejamento em conjunto com a necessidade do cliente e a operação pela tecnologia do IoT, e I4.0 que facilitará os acessos via smartphone, aplicativo mobile e computadores conectado as operações de estoque e o armazenamento, transportes com a contribuição da tecnologia do ERP.

A companhia alcançou um marco significativo em sua jornada de Transformação Digital ao migrar seu sistema integrado de gestão do ERP. Esse novo ERP está perfeitamente alinhado ao Plano Estratégico da empresa e aos pilares tecnológicos delineados pela área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). A atualização para a ferramenta resultou na simplificação e agilização de processos, destacando-se como o maior projeto de conversão de um sistema de gestão na América Latina e um dos mais amplos em escala global.

O Projeto de implementação é uma iniciativa significativa que envolve a conversão do sistema para o ERP, alinhada à busca por otimização, digitalização e revisão seletiva dos processos financeiros, corporativos e de negócios. Este projeto é conduzido em colaboração com as empresas visando aprimorar a experiência de uso da solução adotada e aderir às melhores práticas de segurança da informação. Além da conversão do sistema, estão sendo implantadas novas soluções tecnológicas, como sistema para suprir, o sistema para finanças e contabilidade, e o para atividades de SMS segurança, meio ambiente e saúde. Essas ações têm como objetivo modernizar e aprimorar os processos operacionais.

Nesta pesquisa identificou-se os HTO que influenciaram na continuidade da implementação e no custo do projeto porque não foi bem conduzida na implementado por uma consultoria e técnicos especialistas de tecnologia e logística e de operação, o projeto com característica de arrojado, ariscado pois a linha do tempo na logística é para atendimento a unidade produtora de petróleo com alto valor agregado.

Observou-se uma lacuna de desqualificação dos colaboradores na implantação do ERP, indicando que, para minimizar as perdas, o projeto deve identificar e priorizar os usuários do sistema com boa qualificação ou realizar treinamento para qualificar a força de trabalho. Neste ponto o investimento em qualificação e treinamento robusto para abranger todas as funcionalidades dos sistemas e das mudanças do sistema. Sobretudo o prazo para o treinamento necessita de tempo para realização e

abrangência de toda equipe em escala de turnos, pois é no treinamento que as pessoas se tornam engajadas na implementação do sistema.

Vale destacar que a empresa customiza seus sistemas conforme cada atividade e operação específicas com característica modelada, a necessidade da organização em aquisição de ERP de mercado gerou a diferencia de customização verso modelo stand, sem atendimento aos usuários específicos e foi necessário adequá-lo às exigências organizacionais e operacionais por meio da parametrização, personalização e ajustes dos processos da companhia.

Outro ponto de destaque foi a identificação dos componentes essenciais para uma implementação bem-sucedida: apoio da alta direção, infraestrutura organizacional adequada, ferramentas apropriadas, gestão eficaz da mudança e testes abrangentes do sistema em toda a organização., pois a implementação de ERP ainda é na atualidade um assunto de extrema relevância e demonstra a contínua preocupação com que as organizações adquirem e implantam novos sistemas e pelas dificuldades de sucesso sem aumento do prazo e de custo.

6.2 Aprendizado e Perspectiva Futuras

O foco da investigação foi compreender como a infraestrutura tecnológica, que combina tecnologias maduras e digitais ou emergentes, se adapta à adoção do ERP no contexto da I4.0, especialmente nos processos de L4.0 da indústria offshore. Durante a pesquisa e revisão de escopo, observou-se que as tecnologias maduras se adaptam mais facilmente do que as soluções digitais. Enquanto as tecnologias maduras permitem uma implementação mais direta e simplificada, as soluções digitais frequentemente enfrentam desafios significativos. Estes desafios incluem custos mais elevados associados à implementação, a necessidade de treinamento mais aprofundado da equipe, além da exigência de um mínimo de customização. Essa distinção destaca a importância de considerar cuidadosamente as demandas e capacidades da equipe, bem como os custos associados, ao optar por implementar soluções tecnológicas.

Durante a implementação dos novos módulos, observamos que tecnologias maduras, como o MM (Gestão de Materiais), EWM (Extended Warehouse

Management), PM (Gestão de Manutenção) e NFE (Nota Fiscal Eletrônica), foram implementadas com sucesso, trazendo aprimoramentos aos processos na companhia de óleo e gás, avançamos ao disponibilizar e implantar o EWM em mais 8 armazéns, totalizando 13 unidades operacionais com acesso à nova solução. Esta implantação foi realizada em fases, e ao término, mais de 20 unidades serão beneficiadas. Na última fase, o sistema foi implementado nos armazéns nos depósitos das refinarias, além das usinas termelétricas.

O EWM substituiu o antigo WM, oferecendo uma integração mais flexível entre o processamento de movimentações de mercadorias e o gerenciamento de estoque nos armazéns da empresa. Essa solução tem a capacidade de lidar com grandes volumes de operações de depósito, conectando de maneira eficaz a complexa logística da cadeia de suprimentos aos processos de armazenamento e distribuição. Essa transição representa um avanço substancial na otimização dos fluxos logísticos e no gerenciamento de estoque da companhia.

Durante as fases iniciais de piloto e início das operações dos módulos digitais GTT, YARD e TM, foram identificadas várias dificuldades que levaram à falta de sucesso. Entre os problemas encontrados estavam questões relacionadas à integração inadequada com os sistemas existentes, deficiências na usabilidade da interface do usuário e falhas na funcionalidade esperada.

Esses módulos enfrentaram desafios significativos na adaptação às necessidades específicas das operações da empresa, não conseguindo atender completamente aos requisitos estabelecidos. Além disso, houve dificuldades na sincronização desses módulos com os processos de operação existentes, resultando em interrupções e obstáculos na realização das tarefas cotidianas. A decisão de refazer as customizações para os módulos da implementação de melhorias foi tomada como resultado direto da identificação dessas deficiências. O retorno ao estágio de desenvolvimento visa resolver esses problemas, priorizando a correção das falhas identificadas, aprimorando a funcionalidade e garantindo uma integração mais suave com os sistemas já em uso. Este processo visa garantir não apenas uma performance mais eficiente, mas também uma experiência de usuário mais intuitiva e funcionalidade otimizada para os usuários finais.

Como aprendizado o processo de lidar com tecnologias maduras e digitais revelou importantes lições. Notavelmente, as tecnologias maduras demonstraram ser

mais flexíveis e suaves para implementação. Elas oferecem estruturas consolidadas e experiência comprovada, facilitando a integração e adaptação aos sistemas existentes. Por outro lado, as tecnologias digitais, apesar de suas inovações, apresentaram desafios consideráveis. Estes incluem o tempo necessário para desenvolvimento e implementação, custos frequentemente mais elevados e a necessidade de customização extensiva para garantir a conformidade com os requisitos específicos da empresa. A partir dessas observações, fica evidente que a escolha entre tecnologias maduras e digitais requer uma cuidadosa avaliação das necessidades do negócio, considerando não apenas a inovação, mas também a viabilidade e a eficiência do processo de implementação.

Para pesquisa futura, é essencial continuar a investigação e a implementação dos paradigmas e os conceitos da Indústria 5.0 que se foca na integração das tecnologias da I4.0 para promover sustentabilidade, centralidade no ser humano e resiliência, ao invés de ser uma revolução tecnológica. Adiante deve-se continuar a pesquisa na revisão de literatura destacando-a importância dessa abordagem para a adaptação e evolução dos processos industriais explorando os recursos dos sistemas ERP e novas soluções de automação.

A escolha dos ERPs digitais e das inovações emergentes deve ser feita com cautela, priorizando plataformas que ofereçam treinamento abrangente, orientação especializada e tempo adequado para implementação, minimizando a necessidade de customização extensiva. Além disso, contar com uma equipe bem treinada é crucial para evitar problemas operacionais. A verdadeira transformação digital e a vantagem competitiva são alcançadas quando a implementação ocorre de forma suave, sem interrupções e com adaptação eficaz dos colaboradores. Disseminar esses cuidados na escolha e implementação dos sistemas digitais é fundamental para garantir o sucesso e os benefícios da transformação digital nas I4.0 e na L4.0.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, A. B.; AYOUB, H. F. Information technology drivers of supply chain agility: implications for market performance. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 31, n. 4, p. 547, 2020.

ALANAZI, J. M.; ALZUBI, A. A. An Optimized Method for Information System Transactions Based on Blockchain. **Intelligent Automation and Soft Computing**, v. 35, n. 2, p. 2289–2308, 2023.

ALBAR, A. M.; HOQUE, M. R. Factors affecting cloud ERP adoption in Saudi Arabia: An empirical study. **Information Development**, v. 35, n. 1, 2019.

AL-SHBOUL, M. A. Towards better understanding of determinants logistical factors in SMEs for cloud ERP adoption in developing economies. **Business Process Management Journal**, v. 25, n. 5, p. 887–907, 19 ago. 2019.

ALVES, J. G. et al. Grupo focal on-line para a coleta de dados de pesquisas qualitativas: relato de experiência. **Escola Anna Nery**, v. 27, 2023.

AMADO, A.; BELFO, F. P. ScienceDirect ScienceDirect Maintenance and Support Model within the ERP Systems Lifecycle : Maintenance and Support Model the ERP Systems Lifecycle : Action in an within Implementer Company Action Research in an Implementer Company. **Procedia Computer Science**, v. 181, n. 2019, p. 580–588, 2021.

ANTONY, J. et al. An exploration of organizational readiness factors for Quality 4.0: an intercontinental study and future research directions. **The International journal of quality & reliability management**, v. 40, n. 2, p. 582–606, 2023.

ARAVINDARAJ, K. et al. A Contemporary on Indian Government Initiatives and Challenges of Warehouse Industry. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v. 8, n. 2S6, p. 741–744, 16 set. 2019.

ARAVINDARAJ, K. et al. Saulo Borges Pinheiro Otimização do transporte rodoviário de contêineres : métodos exato e heurístico Dissertação de Mestrado Saulo Borges Pinheiro Otimização do transporte rodoviário de contêineres : métodos exato e heurístico. **Palavra Chave**, v. 5, n. 2, p. 444–466, 2021a.

ARAVINDARAJ, K. et al. Saulo Borges Pinheiro Otimização do transporte rodoviário de contêineres : métodos exato e heurístico Dissertação de Mestrado Saulo Borges Pinheiro Otimização do transporte rodoviário de contêineres : métodos exato e heurístico. **Palavra Chave**, v. 5, n. 2, p. 444–466, 2021b.

ARKSEY, H.; O'MALLEY, L. Scoping studies: towards a methodological framework. **International Journal of Social Research Methodology**, v. 8, n.1, 2005.

ARLBJØRN, J. S.; DE HAAS, H.; MUNKSGAARD, K. B. Exploring supply chain innovation. **Logistics Research**, v. 3, n. 1, p. 3–18, abr. 2011.

ARPINI, B. P.; ROSA, R. A. Planejamento da logística de suprimento de plataformas Offshore por meio de um modelo matemático 2L-CVRP com frota heterogênea e equilíbrio náutico. **Transportes**, v. 23, n. 4, p. 67, 2015.

ARREDONDO-MÉNDEZ, V. H. et al. The 4.0 Industry Technologies and Their Impact in the Continuous Improvement and the Organizational Results: An Empirical Approach. **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 13, n. 17, p. 9965, 2021.

AZURÉM, C. et al. ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect Modelo de manutenção e suporte dentro do ciclo de vida dos sistemas ERP : Modelo de manutenção e suporte dentro do ciclo de vida dos sistemas ERP : **Pesquisa-ação em uma empresa implementadora**. p. 1–9, 2021.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BATAINEH, A. Q. et al. A structural equation model for analyzing the relationship between enterprise resource planning and digital supply chain management. **Uncertain Supply Chain Management**, v. 10, n. 4, p. 1289–1296, 2022.

BIALAS, C. et al. Digitalization of the Healthcare Supply Chain through the Adoption of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in Hospitals: An Empirical Study on Influencing Factors and Cost Performance. **Sustainability**, v. 15, n. 4, p. 3163, 9 fev. 2023.

BRADFORD, M.; FLORIN, J. Examining the role of innovation diffusion factors on the implementation success of enterprise resource planning systems. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 4, n. 3, 2003.

BROBERG, O. et al. **HUMAN FACTORS IN ORGANIZATIONAL DESIGN AND MANAGEMENT-XI NORDIC ERGONOMICS SOCIETY ANNUAL CONFERENCE-46 HTO-a complementary ergonomics perspective**. [s.l: s.n.].

BUER, S.-V. et al. The digitalization of manufacturing: investigating the impact of production environment and company size. **Journal of manufacturing technology management**, v. 32, n. 3, p. 621–645, 2021.

CATTERALL, M.; MACLARAN, P. Focus group data and qualitative analysis programs: Coding the moving picture as well as the snapshots. **Sociological Research Online**, v. 2, n. 1, 1997a.

CEBALLOS MELGUIZO, R.; CABEZA HERRERA, Ó. J. EL PRINCIPIO DEL DETERMINISMO EN EL MATERIALISMO CULTURAL. **Revista Temas**, v. 0, n. 7, 2013.

CHEN, L. et al. Analyzing the features of energy consumption and carbon emissions in the Upper Yangtze River Economic Zone. **Greenhouse gases: science and technology**, v. 11, n. 3, p. 573–589, 2021.

COSTA JÚNIOR, R. A.; NUNES, T. S. O Impacto Da Transformação Ágil Na Cultura Organizacional: Das Práticas E Valores Organizacionais a Gestão Da Mudança. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 28, p. 1–30, 2023.

COUGHLAN, P.; COGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 220–240, 2002c.

DUDEK, A.; PATALAS-MALISZEWSKA, J.; KOWALCZEWSKA, K. Automatic Configuration of an Order as an Integral Part of a Cyber-Physical System in a Manufacturing Operating According to Mass-Customisation Strategy. **Applied sciences**, v. 13, n. 4, p. 2499, 2023.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. 5ed. Nova York: Free Press, 2003.

FERREIRA, S. A análise de conteúdo: um método para a análise de dados em pesquisas qualitativas. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v.11, n. 26., p. 202–224, 2023.

FRANÇA, J. **O que são Fatores Humanos?** São Paulo: Revista Preven, 2020

GATICA-NEIRA, F.; RAMOS-MALDONADO, M. DIFFERENCES IN THE CAPACITY OF ADOPTION OF THE ENABLING ICTs FOR INDUSTRY 4.0 IN CHILE. **E+M Ekonomie a Management**, v. 25, n. 4, p. 180–195, dez. 2022.

G.J. MOHAMMED et al. Affecting Factors for the Adoption of Cloud-Based ERP System in Iraqi SMEs: An Empirical Study. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)**, v. 16, n. 21, p. 153–167, 15 nov. 2022.

GORBENKO, K. et al. International Conference on ENTERprise Information Systems, International Conference on Project MANagement and International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies, CENTERIS/ProjMAN/HCist 2019. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 8, n. 1, p. 289–299, 2019.

GUPTA, S. et al. Role of cloud ERP on the performance of an organization: Contingent resource-based view perspective. **The international journal of logistics management**, v. 29, n. 2, p. 659–675, 2018.

HABOWSKI, A. C.; CONTE, E. E. A técnica de pesquisa de grupo focal: contribuição à educação. **Revista Cocar**, v. 14, n. 28, 2020.

HARTLEY, J. L.; SAWAYA, W. J. Tortoise, not the hare: Digital transformation of supply chain business processes. **Business Horizons**, v. 62, n. 6, p. 707–715, nov. 2019a.

HESLOP, C. W. et al. Developing a framework for community-based sexual health interventions for youth in the rural setting: Protocol for a participatory action research study. **BMJ Open**, v. 7, n. 5, 1 maio 2017.

BRANDÃO, Israel; CAIADO, Rodrigo; SANTOS, Renan. Benefícios do ERP na era da indústria 4.0: uma revisão de escopo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 43., 2023, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2023.

IVANOV, D. et al. Researchers' perspectives on Industry 4.0: multi-disciplinary analysis and opportunities for operations management. **International Journal of Production Research**, v. 59, n. 7, p. 2055–2078, 3 abr. 2021.

JACKSON, S. Organizational culture and information systems adoption: A three-perspective approach. **Information and Organization**, v. 21, n. 2, 2011.

JACKSON, S.; PHILIP, G. A techno-cultural emergence perspective on the management of techno-change. **International Journal of Information Management**, v. 30, n. 5, p. 445–456, 1 out. 2010.

JACKSON, S.; WONG, M. S. A cultural theory analysis of e-government: Insights from a local government council in Malaysia. **Information Systems Frontiers**, v. 19, n. 6, 2017.

JAIN, N.; BAGGA, T. SAP S/4 HANA Framework: I-ERP towards Digital Transformation. **2021 9th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions), ICRITO 2021**, p. 1–6, 2021a.

JESUS, G. A. DE; OLIVEIRA, P. A. DE. Logística 4.0 e os impactos das novas tecnologias de mercado no cenário pós-pandêmico / logistics 4.0 and the impacts of newmarket technologies on the post-pandemic scenario. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 804–812, 2021.

JOHNSON, J. Automating the OODA loop in the age of intelligent machines: reaffirming the role of humans in command-and-control decision-making in the digital age. **Defence Studies**, v. 23, n. 1, 2023.

JUSZCZAK, M. Towards an Operational Model of On-line Password Ownership for Older Minors. **International Journal of Pedagogy, Innovation and New Technologies**, v. 1, n. 1, p. 1–12, 1 jan. 2015.

KAPETANOPOULOU, P.; KOUROUTZI, A.; ANASTASIADOU, S. The Impact of Information Systems Implementation in the Greek Manufacturing Enterprises. **Applied sciences**, v. 11, n. 24, p. 11781, 2021.

KEPLINGER, W. One touch – anything else would be a waste . **Fabriksoftware**, v. 23, n. 4, p. 17–20, 2018a.

KITCHENHAM, B. et al. Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 1, p. 7–15, jan. 2009.

LAARAJ, M.; NAKARA, W. A.; FOSSO WAMBA, S. Blockchain diffusion: the role of consulting firms. **Production Planning and Control**, v. 0, n. 0, p. 1–13, 2022.

LEE ET AL, . . 2018. IoT based Omni-Channel Logistics Service in Industry 4 . 0. **2018 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)**, p. 240–243, 2018.

LI, J. et al. Optimal Path of Internet of Things Service in Supply Chain Management Based on Machine Learning Algorithms. **Computational Intelligence and Neuroscience**, v. 2022, p. 1–11, 24 mar. 2022a.

LI, M. et al. Operation twins: production-intralogistics synchronisation in Industry 4.0. **International journal of production research**, v. ahead-of-p, n. ahead-of-print, p. 1–19, 2022b.

LIANG, H. et al. Assimilation of enterprise systems: The effect of institutional pressures and the mediating role of top management. **MIS Quarterly: Management Information Systems**, v. 31, n. 1, 2007.

MACHADO, SCAVARDA, THOMÉ, CAIADO, 2021). Barriers and enablers for the integration of industry 4.0 and sustainability in supply chains of msme. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 21, 2021.

MAJEED, M. A; RUPASINGHE, T. Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: An assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 6, n.1, p. 25–40, 2017.

MAJSTOROVIC, V. et al. ERP in Industry 4.0 Context. Em: **IFIP Advances in Information and Communication Technology**. [s.l.] Springer, 2020. v. 591 IFIPp. 287–294.

MAJSTOROVIC, V. et al. How to apply the ERP model for Smart Mining? **MATEC Web of Conferences**, v. 368, p. 1015, 2022.

MARMOLEJO-SAUCEDO, J. et al. A proposal for the supply chain design: A digitization approach. **EAI endorsed transactions on energy web**, v. 7, n. 29, p. 164112, 2020.

MAZILESCU, V. A Helpful Analysis of the Technological Mix based on HPC and Artificial Intelligence for Maintaining Competitiveness in the Business Environment. **Analele Universității “Dunărea de Jos” Galați. Fascicula I, Economie și informatica aplicata**, v. 26, n. 1, p. 14–21, 2020.

MINCIU, M.; BERAR, F. A.; DOBREA, R. C. New decision systems in the VUCA world. **Management and Marketing**, v. 15, n. 2, p. 236–254, 2020.

MOHAMMED, G. J. et al. An Empirical Study on the Affecting Factors of Cloud-based ERP System Adoption in Iraqi SMEs. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 14, n. 1, p. 430–441, jan. 2023.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, n. 1, p. 213–228, 2016.

MORGAN, D. L. Focus groups. **Annual Review of Sociology**, v. 22, n. August 1996, p. 129–152, 1996.

NININ, M. O. G. A atividade de observação nas práticas de orientação a professores: uma perspectiva crítica. **DELTA: Documentação de Estudos em Lingüística Teórica e Aplicada**, v. 25, n. 2, p. 347–400, 2009.

NOWACKA, A.; RZEMIENIAK, M. The impact of the vuca environment on the digital competences of managers in the power industry. **Energies**, v. 15, n. 1, 2022.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Segurança e Saúde no Centro do Futuro do Trabalho**: tirando partido de 100 anos de experiência. [s.l]: OIT, 2019.

LUYISOLA, O. E.; SGARBOSSA, F.; STRANDHAGEN, J. O. Smart Production Planning and Control: Concept, Use-Cases and Sustainability Implications. **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 12, n. 9, p. 3791, 2020.

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

PATEL, S. A. et al. Developing smart devices with automated Machine learning Approach: A review. **Materials today : proceedings**, v. 51, p. 826–831, 2022a.

PIUNKO, L.; TOLKACHEVA, E. Significant directions of digitalization of the Khabarovsk Territory economy in the implementation of the national program “Digital Economy”. **SHS web of conferences**, v. 128, p. 1016, 2021.

PORTO, J. V. R.; CASAGRANDE, D. J. IMPLANTAÇÃO DA LOGÍSTICA 4.0 NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE UMA EMPRESA. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 995–1006, 20 dez. 2022.

PRIAMBODO, D. F. et al. Observe-Orient-Decide-Act (OODA) for Cyber Security Education. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 13, n. 10, 2022.

RESSEL, L. B. et al. O uso do grupo focal em pesquisa qualitativa. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 17, n. 4, 2008.

ROBINSON, J. et al. More dynamic than you think: Hidden aspects of decision-making. **Administrative Sciences**, v. 7, n. 3, 2017a.

RODRIGUES, L. C.; QUEIROGA, A. P. G. DE; MILHOSSI, J. F. Indústria 4.0 e a transformação digital / Industry 4.0 and digital transformation. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, 2022a.

RUPNIK, R. et al. A Reference Standard Process Model for Agriculture to Facilitate Efficient Implementation and Adoption of Precision Agriculture. **Agriculture (Basel)**, v. 11, n. 12, p. 1257, 2021.

RYDER, M.; DOWNS, C. Rethinking reflective practice: John Boyd's OODA loop as an alternative to Kolb. **International Journal of Management Education**, v. 20, n. 3, 2022.

SAGHEZCHI, F. B. et al. Machine Learning for DDoS Attack Detection in Industry 4.0 CPPSs. **Electronics (Basel)**, v. 11, n. 4, p. 602, 2022.

CORRÊA, Jobel; SAMPAIO, Mauro; BARROS, Rodrigo. An exploratory study on emerging technologies applied to logistics 4.0. **Gestão & Produção**, v. 27, n. 3, 2020.

SARBU, M. The impact of industry 4.0 on innovation performance: Insights from German manufacturing and service firms. **Technovation**, v. 113, 2022.

HOLLMANN, Roberto; SCAVARDA, Luiz; THOMÉ, Antônio. Collaborative planning, forecasting and replenishment: a literature review. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.64, n.7, p. 971-993, 2015.

SEVERGNINI, E.; GALDAMEZ, E. V. C.; VIEIRA, V. A. Efeitos do Exploration, Exploitation e Ambidestria no Desempenho das Organizações de Software. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 23, n. 1, p. 111–134, 1 fev. 2019.

SITEK, P.; WIKAREK, J.; NIELSEN, P. A constraint-driven approach to food supply chain management. **Industrial Management and Data Systems**, v. 117, n. 9, p. 2115–2138, 2017.

SONG, R. et al. Business process redesign towards IoT-enabled context-awareness: the case of a Chinese bulk port. **Business process management journal**, v. 28, n. 3, p. 656–683, 2022.

SURRY, D. W. Diffusion Theory and Instructional. **Annual Conference of the Association for Educational Communications and Technology (AECT)**, p. 1–14, 1997.

TELUKDARIE, A. et al. Industry 4.0 implementation for multinationals. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 118, p. 316–329, 2018.

THOMÉ, A. M. T.; SCAVARDA, L. F.; SCAVARDA, A. J. **Conducting systematic literature review in operations management. Production Planning and Control**, v. 27, n. 5, p. 408–420, 2016.

UNZUETA, G.; ESNAOLA, A.; EGUREN, J. A. Framework to evaluate continuous improvement process efficacy: A case study of a capital goods company. **Quality Innovation Prosperity**, v. 24, n. 2, 2020.

WANG, X. L. et al. Cloud computing in human resource management (HRM) system for small and medium enterprises (SMEs). **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 84, n. 1–4, p. 485–496, 2016.

WATTS, D. J. A simple model of global cascades on random networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 9, 2002.

WESTBROOK, R. Total quality management in leading fast-moving consumer goods companies. **Total Quality Management**, v. 6, n. 4, p. 365–382, 1 set. 1995.

WILDEMANN, H. Unleashing the power of smart optimization . **Fabriksoftware**, v. 25, n. 4, p. 47–50, 2020.

WING, S. M. PHARMA 4.0 MANUFACTURING OPTIMIZATION USING EDATA. **Chimica Oggi/Chemistry Today**, v. 40, n. 2, p. 56–58, 2022.

XIONG, G. et al. Intelligent technologies and systems of material management. **Intelligent Systems Reference Library**, v. 87, p. 295–330, 2015.

XU, L. DA; XU, E. L.; LI, L. Industry 4.0: State of the art and future trends. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2941–2962, 2018.

XU, J.; LU, W. Developing a human-organization-technology fit model for information technology adoption in organizations. **Technology in Society**, v. 70, p. 102010, ago. 2022.

ZADEH, A. H. et al. Cloud ERP Systems for Small-and-Medium Enterprises: A Case Study in the Food Industry. **JOURNAL OF CASES ON INFORMATION TECHNOLOGY**, v. 20, n. 4, p. 53–70, 2018.

ZHANG, J. et al. Influencing factors of environmental risk perception during the covid-19 epidemic in China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 17, 2021.

ZAKHARKINA, L. et al. The Impact of Digital Transformation in the Accounting System of Fuel and Energy Complex Enterprises (International Experience). **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 12, n. 5, p. 152–161, 1 set. 2022.

CYPRIAN N WASUKA, N.; N WAIWU, U.; CHIBUNDO PRINCEWILL, N. INDUSTRY 4.0: AN OVERVIEW. **Proceedings on Engineering Sciences**, v. 4, n. 1, p. 69–78, 7 fev. 2022.

AMOOZAD MAHDIRAJI, H. et al. Investigating potential interventions on disruptive impacts of Industry 4.0 technologies in circular supply chains: Evidence from SMEs of an emerging economy. **Computers & Industrial Engineering**, v. 174, p. 108753, 1 dez. 2022.

SISLIAN, L.; JAEGLER, A. Linkage of blockchain to enterprise resource planning systems for improving sustainable performance. **Business Strategy and the Environment**, v. 31, n. 3, p. 737–750, 17 mar. 2022.

BEHL, A.; RAJAGOPAL, K.; SHEOREY, P. Implementation of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in the Gig Economy. **International Journal of Information System Modeling and Design**, v. 12, n. 4, p. 21–41, 7 jan. 2022.

RANE, S. B.; NARVEL, Y. A. M. Leveraging the industry 4.0 technologies for improving agility of project procurement management processes. **International journal of system assurance engineering and management**, v. 12, n. 6, p. 1146–1172, 2021.

OZTEMEL, E.; GURSEV, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. **Journal of intelligent manufacturing**, v. 31, n. 1, p. 127–182, 2020.

MANAVALAN, E.; JAYAKRISHNA, K. A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. **Computers & Industrial Engineering**, v. 127, p. 925–953, jan. 2019.

CEBALLOS MELGUIZO, R.; CABEZA HERRERA, Ó. J. EL PRINCIPIO DEL DETERMINISMO EN EL MATERIALISMO CULTURAL. **Revista Temas**, v. 0, n. 7, 2013.

OGÉN, O. **Examensarbete inom Ergonomi och MTO**, avancerad nivå, 15 hp KTH STH Campus Flemingsberg Examensrapport, 2011.

BERGLUND, M.; KARLTUN, J. Human, technological and organizational aspects influencing the production scheduling process. **International Journal of Production Economics**, v.110, p.160-174 LSEARI, 2007

GERENTE da implementação [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GERENTE geral da unidade [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTOR [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTOR da unidade [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTOR da unidade implementada [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTOR de armazém [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTOR de processos 1 [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTOR de processos 2 [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTOR de soluções [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTOR executivo [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTOR operacional [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

GESTORA do processo [Anônimo]. Rio de Janeiro, 2024. Entrevista concedida a Israel Paulista Brandão.

Apêndice A – Protocolo da Pesquisa-ação

Implementação de Tecnologia ERP na Logística 4.0: Uma Pesquisa-Ação na Indústria Offshore

Este protocolo de pesquisa-ação tem como objetivo apoiar a investigação empírica da dissertação intitulada Implementação de Tecnologia ERP na Logística 4.0: Uma Pesquisa-Ação na Indústria Offshore que será realizada como parte do Programa de Pós-graduação em Logística da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). A dissertação será conduzida utilizando uma abordagem de pesquisa-ação, que envolve a colaboração entre pesquisadores e os participantes da pesquisa para identificar e implementar soluções para problemas específicos relacionados à implementação da tecnologia ERP na L4.0 na indústria offshore. Os resultados da pesquisa serão analisados e documentados em uma dissertação que será submetida ao Programa de Pós-graduação em Logística da PUC-Rio como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre.

1. Finalidade da pesquisa-ação

A pesquisa-ação será realizada em uma empresa da indústria offshore e envolverá um grupo de participantes selecionados, incluindo membros da equipe de logística, TI e outros stakeholders relevantes. A pesquisa será conduzida em três fases: a fase de diagnóstico, a fase de planejamento e a fase de implementação e avaliação. No mundo atual VUCA, as empresas enfrentam um ambiente cada vez mais volátil, incerto, complexo e ambíguo, o que significa que elas precisam ser capazes de se adaptar rapidamente às mudanças do mercado e às demandas dos consumidores. A agilidade e a flexibilidade são essenciais para que as empresas possam sobreviver e prosperar em um ambiente de negócios tão dinâmico (Robinson et al., 2017). Também são capazes de atrair e reter talentos mais facilmente, pois os funcionários são atraídos por empresas que valorizam a inovação e a adaptação às mudanças do mercado. Agilidade e a flexibilidade são fundamentais para que as empresas possam prosperar em um ambiente VUCA (Minciu; Berar; Dobrea, 2020). As empresas que são capazes de se adaptar rapidamente às mudanças do mercado e às demandas dos clientes têm uma vantagem competitiva significativa em relação às empresas que não conseguem acompanhar as mudanças do mercado (Nowacka;

Rzemieniak, 2022). Os sistemas ERP são softwares integrados que permitem que as empresas gerenciem suas operações de negócios em tempo real, integrando informações de diferentes áreas e departamentos. Eles ajudam as empresas a gerenciarem seus recursos de forma mais eficiente, aumentando a produtividade e a eficiência operacional (Aravindaraj et al., 2019).

A tecnologia IoT, por sua vez, permite que as empresas monitorem e controlem dispositivos e processos remotamente, usando sensores e conexões de rede. Isso pode ajudar a automatizar processos, reduzir custos operacionais e melhorar a tomada de decisões em tempo real (LEE ET AL, 2018). Ao integrar sistemas ERP com tecnologias IoT, as empresas podem obter uma visão mais completa e em tempo real de suas operações de negócios. Isso pode ajudá-las a identificar rapidamente problemas e oportunidades, tomar decisões mais informadas e responder às mudanças do mercado de forma mais ágil e flexível (Amado; Belfo, 2021).

No contexto global a I4.0 propõe uma mudança disruptiva na produção, e no contexto mundial está em constante evolução no ritmo acelerado que foi papel primordial para a transformação digital e para o avanço da tecnologia. A Indústria 4.0 é uma tendência que visa transformar as fábricas em ambientes inteligentes e conectados, onde os equipamentos e sistemas são integrados e operam em rede, permitindo uma produção mais eficiente, customizada e com maior qualidade (Rodrigues; Queiroga; Milhossi, 2022).

As principais tecnologias que impulsionam a Indústria 4.0 estão a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA), a Robótica Avançada, a Realidade Aumentada (RA), entre outras. Essas tecnologias permitem a automação e digitalização de processos, a análise de grandes volumes de dados em tempo real, a tomada de decisões mais precisas e rápidas e a personalização em massa de produtos. A tecnologia está mudando a forma como as empresas operam e como as pessoas trabalham, e a Indústria 4.0 é uma das principais forças por trás dessa transformação (Machado et al., 2021).

Logística 4.0 é uma extensão da Indústria 4.0 e refere-se à aplicação de tecnologias digitais na gestão da cadeia de suprimentos e logística das empresas (Corrêa; Sampaio; Barros, 2020). A Logística 4.0 envolve o uso de tecnologias para tornar os processos logísticos mais eficientes, integrados e inteligentes. Além disso, transformação digital na forma como as organizações gerenciam seus processos

logísticos, permitindo que sejam mais eficientes, integradas e inteligentes, para atender às demandas de um mundo em constante evolução (Jesus; Oliveira, 2021).

O Objetivo desta pesquisa visa contribuir para o avanço do conhecimento sobre o uso de sistemas ERP em operações de logística na cadeia de suprimento, com o objetivo de reduzir perdas e aumentar a eficiência das empresas nesse setor. O protocolo descrito tem como objetivo padronizar os procedimentos de coleta e análise de dados da pesquisa-ação, visando aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos.

2. Fase de diagnóstico e coleta de dados

O procedimento de coleta descrito refere-se à aplicação de uma pesquisa-ação em uma empresa específica, com o objetivo de estudar a implementação de ERP da logística 4.0 para operação offshore. Esse procedimento começou-se na seleção da empresa para a aplicação da pesquisa-ação e a realização de um contato prévio com os gestores responsáveis pela área em estudo. É importante que esses gestores tenham o limite de competência para autorizar a realização do estudo. Após a autorização, é feito um convite aos demais especialistas previamente autorizados pelos gestores para participar do estudo as discussões são iniciadas somente após o consentimento do gestor imediato da área responsável de acordo com padrões internos da empresa, os documentos e os participantes autorizaram as informações e descrição o acesso ao arquivo e a observação direta e os nomes da empresa e os especialistas ficarão em sigilo. Esses especialistas serão entrevistados e farão observações e análises das atividades relacionadas ao processo da implementação de ERP, será realizado um levantamento de dados e informações relevantes sobre o contexto em que a pesquisa será realizada, incluindo a estrutura organizacional, os processos de logística e o atual sistema de gestão utilizado pela empresa. Com base nas informações coletadas, serão identificados os principais desafios e oportunidades relacionados à implementação da tecnologia ERP na logística 4.0 na empresa.

É altamente recomendado utilizar diferentes fontes de evidências em uma pesquisa-ação. Isso ajuda a garantir a validade e a confiabilidade dos dados coletados e a fornecer uma visão mais completa dos fenômenos estudados. As fontes de evidência podem incluir documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta e artefatos físicos. Cada uma dessas fontes pode fornecer informações únicas

e valiosas sobre o objeto de estudo. As entrevistas podem fornecer perspectivas pessoais e opiniões dos participantes envolvidos no fenômeno. A observação direta pode ajudar a capturar comportamentos e interações em tempo real. E os artefatos físicos podem fornecer informações tangíveis sobre o fenômeno estudado, como produtos, ferramentas ou outras formas de tecnologia.

Esta pesquisa-ação é uma estratégia de pesquisa que visa resolver um problema ou questão específica por meio da colaboração entre pesquisadores e os participantes da pesquisa. A abordagem multimodo envolve a utilização de várias técnicas de coleta de dados, como a revisão de escopo, observação participante e grupo focal para obter uma compreensão aprofundada do problema em questão, dos seguintes passos:

Objetivos do método escolhido para identificar e mapear as evidências disponíveis do tema abordado na literatura, a observação do participante é para coletar os dados em campo através dos encontros, o grupo focal é a principal técnica empregada para o levantamento do estudo.

Os dados da revisão da literatura são pertinentes na busca dos artigos relevantes para a implementação da ERP na indústria 4.0, neste processo a observação do participante utilizada na implementação na análise dos dados, documentos e reuniões para as fases do processo, o grupo focal é desenvolvido com a participação de engenheiros, consultores e líderes da organização.

O resultado da revisão de escopo sugerida na estrutura para mapear os processos e identificar as implementações de sistemas em organização com sistemas complexos, a observação do participante é identificar as fases da implementação e as análises e os resultados, o grupo focal é validado e consolidado os pontos importantes da implementação e oportunidades de melhoria e recomendação.

3. Fase de planejamento

Serão desenvolvidas soluções específicas para os desafios identificados na fase de diagnóstico. Essas soluções serão definidas em conjunto com os participantes da pesquisa e serão planejadas e implementadas em etapas.

4. Fase de implementação e avaliação

As soluções planejadas serão implementadas e avaliadas com o objetivo de identificar os resultados alcançados e as melhorias necessárias. Durante essa fase, também serão coletados dados para a avaliação da eficácia das soluções implementadas

O protocolo descrito tem como objetivo padronizar os procedimentos de coleta e análise de dados da pesquisa-ação, visando aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos. A pesquisa-ação é uma metodologia de pesquisa que envolve a participação ativa dos pesquisadores na resolução de um problema prático, em colaboração com os participantes da pesquisa. Nesse sentido, é importante que os procedimentos de coleta e análise de dados sejam realizados de forma sistemática e rigorosa, para garantir a validade dos resultados obtidos.

O protocolo inclui as seguintes etapas:

- a) identificação do problema: Os pesquisadores devem identificar um problema prático a ser abordado na pesquisa-ação;
- b) definição dos participantes: Os participantes da foram selecionados e indicados conforme sua especialidade e conhecimento e com base na relevância para o problema identificado. É essencial que foi montado um grupo misto e diverso para assegurar a representatividade dos resultados;
- c) coleta de dados: O pesquisador coletou os dados por meio de diferentes técnicas, como entrevistas, reuniões, visita técnicas, observações e registros. É fundamental foi sistematizado e registrados de maneira clara e precisa;
- d) análise dos dados: Os dados coletados foram analisados de forma sistemática, utilizando técnicas qualitativas adequadas ao problema em questão;
- e) intervenção: Com base nos resultados da análise dos dados, foi incluindo na conclusão os desta pesquisa-ação e com discursões de trabalho futuro e prático para resolver o problema identificado;
- f) avaliação: Os resultados da intervenção foram avaliados de forma sistemática para verificar a eficácia das soluções propostas;
- g) disseminação dos resultados: Os resultados da pesquisa foram divulgados para os participantes da pesquisa e para a comunidade científica de maneira clara e objetiva.

Apêndice B – Artigo Publicado



17 a 20 de outubro de 2023
Fábrica de Negócios, Fortaleza/CE

CERTIFICAMOS QUE

Israel Paulista Brandão

participou do XLIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP 2023) realizado de 17 a 20 de outubro de 2023 na Fábrica de Negócios, Fortaleza/CE, realizando as seguintes atividades:

Apresentação de artigo - "BENEFÍCIOS DO ERP NA ERA DA INDÚSTRIA 4.0 - UMA REVISÃO DE ESCOPO"
Congressista (34h)


Antonio Cezar Bornia
Presidente do ABEPRO




Francisco Guslênio M. Freires
Diretor Científico



Apêndice C – Carta de Reconhecimento



RECURSOS HUMANOS - CENTRO DE
OPERAÇÕES DE RH E ATENDIMENTO
33.000.167/0001-01
AV REPUBLICA DO CHILE, 65, CENTRO,
RIO DE JANEIRO - RJ

A PETROBRAS possui uma política de RH que valoriza o desenvolvimento de seus recursos humanos, buscando sempre atender às necessidades do negócio. Com base nesse princípio, a PETROBRAS mantém uma parceria com a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), visando propiciar a formação de Mestres em Logística para seu quadro técnico.

Neste contexto, o empregado ISRAEL PAULISTA BRANDÃO, integrante do corpo de liderança desta companhia e registrada sob a matrícula: 247643- 9 é autor da dissertação “Implementação de Tecnologia ERP na Logística 4.0: Uma Pesquisa-Ação na Indústria Offshore”, sob orientação do Professor Dr. Rodrigo Goyannes Gusmão Caiado e coorientador do professor Dr. Renan Silva Santos.

A PETROBRAS considera o estudo desenvolvido como uma contribuição significativa para a transformação digital e uma metodologia importante para a companhia. O trabalho retrata uma forma eficiente de gestão e utilização dos recursos entre os atores da cadeia de suprimentos e a Logística de E&P, na qual a companhia está inserida. Ele contribui para a transformação digital e logística tecnológica, redução de custos e aumento da produtividade, facilitando o alcance dos objetivos e resultados planejados.

Daniel Gago de Oliveira
Daniel Gago de Oliveira (18 de agosto de 2024 18:09 ADT)

Gerente Executivo Logística de E&P

Fernando Vidal
Fernando Vidal (19 de agosto de 2024 21:12 ADT)

Gerente Geral Logística Onshore

Carlos Eduardo X. Pinto
Carlos Eduardo X. Pinto (19 de agosto de 2024 07:12 ADT)

Gerente Logística Onshore Operação Terrestre

Fabio Beraldi
Fabio Beraldi (7 de agosto de 2024 18:37 ADT)

Gerente Setorial Transporte Terrestre para Operações Offshore