



**MAPEAMENTO TECNOLÓGICO
(TECHONOLGY ROADMAP)
PARA OTIMIZAÇÃO DA TROCA DE INFORMAÇÕES
EM UMA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS**

Carolina Silva Rodrigues

Brasília, 15 de abril de 2024.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Carolina Silva Rodrigues

MAPEAMENTO TECNOLÓGICO PARA OTIMIZAÇÃO DA TROCA DE INFORMAÇÕES EM UMA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS

Entrega de trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Programa de Graduação do
curso de Engenharia de Produção da Univer-
sidade de Brasília para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Universidade de Brasília – UnB

Departamento de Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Andrea Cristina dos Santos

FT-UnB

2024

Silva Rodrigues, Carolina

MAPEAMENTO TECNOLÓGICO PARA OTIMIZAÇÃO DA TROCA DE INFORMAÇÕES EM UMA EMPRESA DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS/ Carolina Silva Rodrigues. – FT-UnB, 2024-

58 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Andrea Cristina dos Santos

Monografia (Projeto de Graduação – Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia de Produção , 2024.

1. Mapeamento Tecnológico. 2. Logística. 3. Tecnologias. 4. Troca de informações.
I. Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia de Produção - Faculdade de Tecnologia.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos meus pais e irmãos, por todo o apoio e torcida, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Aos meus familiares, por acreditarem sempre em mim e me apoiarem em todo o período de estudos. Em especial aos meus avós Ilda e Minerval, à minha prima Letícia e ao meu namorado Bruno, que estiveram ao meu lado em todos os momentos, me incentivando e acreditando no meu potencial.

Aos meus colegas de turma, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizados e por todo o companheirismo ao longo deste percurso, principalmente minha amiga Luiza, que esteve comigo em todas as etapas do curso de Engenharia de Produção, sendo figura necessária para minha formação.

Por fim, a todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Resumo

O setor logístico está cada vez mais dependente de soluções tecnológicas avançadas para enfrentar os desafios decorrentes da complexidade das operações e da demanda crescente por serviços eficientes. A empresa analisada neste trabalho é uma plataforma intermediadora de fretes, que simplifica e barateia o serviço de frete para empreendedores, atuando como intermediária entre clientes e transportadoras. Para realizar a troca de informações entre a plataforma e as transportadoras, a empresa utiliza APIs, permitindo a integração de sistemas diferentes. O trabalho teve como objetivo mapear as tecnologias existentes no campo logístico para otimizar a operação e facilitar a troca de informações entre a empresa e as transportadoras, através da construção de um *roadmap* tecnológico que expõe as melhores tecnologias para suprir as necessidades da empresa. Para isso, foi utilizado o Método Delphi, um método de previsão e tomada de decisão baseado em consenso de especialistas, e duas rodadas de questionários: a primeira para coletar e analisar dados sobre as necessidades específicas da empresa, e a segunda para verificar as atuais tendências tecnológicas que poderiam auxiliar a suprir os pontos levantados no primeiro questionário. Concluiu-se que o mapeamento tecnológico é uma ferramenta que pode auxiliar na otimização da troca de informações em empresas de serviços logísticos, identificando oportunidades de melhoria e inovação. No entanto, a falta de diversidade de opiniões nos questionários e a abrangência das tecnologias levantadas sugerem a necessidade de mais estudos e pesquisas para desenvolver soluções mais específicas e adequadas ao setor logístico.

Palavras-chave: Mapeamento Tecnológico. Logística. Tecnologias. Troca de informações.

Abstract

The logistics sector is increasingly dependent on advanced technological solutions to meet the challenges arising from the complexity of operations and the growing demand for efficient services. The company analyzed in this paper is a freight intermediary platform, which simplifies and cheapens the freight service for entrepreneurs, acting as an intermediary between customers and carriers. To exchange information between the platform and the carriers, the company uses APIs, allowing different systems to be integrated. The aim of this study was to map existing technologies in the logistics field in order to optimize operations and facilitate the exchange of information between the company and carriers, by building a technological *roadmap* that shows the best technologies to meet the company's needs. To do this, the Delphi Method was used, a forecasting and decision-making method based on expert consensus, and two rounds of questionnaires: the first to collect and analyze data on the company's specific needs, and the second to check current technological trends that could help to meet the points raised in the first questionnaire. It was concluded that technology mapping is a tool that can help optimize the exchange of information in logistics service companies, identifying opportunities for improvement and innovation. However, the lack of diversity of opinions in the questionnaires and the scope of the technologies surveyed suggest the need for further studies and research to develop more specific and appropriate solutions for the logistics sector.

Keywords: Technology Roadmap; Logistics; Tecnology; Information exchange.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Evolução da Logística	16
Figura 2 – Pilares tecnológicos	17
Figura 3 – Sistemas/tecnologias de informações	24
Figura 4 – Estrutura de <i>Roadmap</i>	27
Figura 5 – Estrutura de <i>Roadmap</i> - Camadas Generalizadas	28
Figura 6 – Etapas Gerais do Projeto	28
Figura 7 – Etapas do Projeto	32
Figura 8 – Desenvolvimento do Artefato	33
Figura 9 – Etapas Específicas do Projeto	33
Figura 10 – Estrutura Geral do projeto	38
Figura 11 – Faixa etária dos entrevistados	39
Figura 12 – Tempo de experiência dos entrevistados na área de tecnologia	40
Figura 13 – Nuvem de palavras da primeira pergunta	41
Figura 14 – Nuvem de palavras da segunda pergunta	42
Figura 15 – Nuvem de palavras da terceira pergunta	43
Figura 16 – Nuvem de palavras da quarta pergunta	44
Figura 17 – Faixa etária do entrevistado	45
Figura 18 – Tempo de experiência do entrevistado na área de tecnologia	45
Figura 19 – Mapeamento Tecnológico	50

Lista de abreviaturas e siglas

<i>API</i>	<i>Application Programming Interface</i>
<i>PSL</i>	<i>Provedores de Serviços Logísticos</i>
<i>TI</i>	<i>Tecnologia da Informação</i>
<i>CPS</i>	<i>Cyber-Physical Systems</i>
<i>IoT</i>	<i>Internet of Things</i>
<i>IA</i>	<i>Inteligência Artificial</i>
<i>BDA</i>	<i>Big Data Analytics</i>
<i>CC</i>	<i>Cloud Computing</i>
<i>IaaS</i>	<i>Infrastructure as a Service</i>
<i>Paas</i>	<i>Platform as a Service</i>
<i>SaaS</i>	<i>Software as a Service</i>
<i>RFID</i>	<i>Radio Frequency Identification</i>
<i>GPS</i>	<i>Global Positioning System</i>
<i>ERP</i>	<i>Enterprise Resource Planning</i>
<i>EDI</i>	<i>Electronic Data Interchange</i>
<i>B2B</i>	<i>Business to Business</i>
<i>B2C</i>	<i>Business to Costumer</i>
<i>TRM</i>	<i>Technology Roadmap</i>
<i>DSR</i>	<i>Design Science Research</i>
<i>REST</i>	<i>Representational State Transfer</i>
<i>2FA</i>	<i>Two Factor Authentication</i>
<i>MFA</i>	<i>Multi-factor Authentication</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivo geral	13
1.2	Objetivos específicos	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Serviços Logísticos	14
2.2	Logística 4.0	15
2.2.1	Cibersegurança	17
2.2.2	Computação em Nuvem	18
2.2.3	Big Data/Analytics	20
2.2.4	Internet das Coisas	21
2.2.5	Tecnologias RFID	22
2.3	Tecnologia da Informação na Logística	23
2.4	<i>E-commerce</i>	25
2.5	<i>Techonology Roadmap</i>	26
2.5.1	Etapa Pré-Prospectiva	28
2.5.2	Etapa Prospectiva	29
2.5.3	Etapa Pós-Prospectiva	29
3	METODOLOGIA	31
3.1	<i>Design Science Research</i>	31
3.1.1	Proposição de Artefatos para Resolver o Problema	31
3.1.2	Desenvolvimento do Artefato	32
3.1.2.1	Método <i>Delphi</i>	34
3.2	Estrutura Geral do Projeto	37
4	ESTUDO PILOTO	39
4.1	Primeira rodada	39
4.1.1	Primeira pergunta	40
4.1.2	Segunda pergunta	41
4.1.3	Terceira pergunta	42
4.1.4	Quarta pergunta	43
4.2	Segunda rodada	45
4.2.1	Respostas	46
4.2.2	Análise das respostas	48
4.3	Definição da Estrutura do <i>Roadmap</i>	49

4.4	Construção do <i>Roadmap</i>	49
5	CONCLUSÃO	53
6	BIBLIOGRAFIA	55

1 INTRODUÇÃO

O setor logístico está cada vez mais dependente de soluções tecnológicas avançadas para enfrentar os desafios decorrentes da complexidade das operações e da demanda crescente por serviços eficientes (Intelipost, 2023).

No ramo da logística, a empresa analisada no presente trabalho é uma plataforma intermediadora de fretes, ou seja, ela faz a ligação entre o cliente (donos em sua maior parte de *e-commerces*) e as transportadoras (como Correios, Jadlog, Loggi, entre outras). Seu objetivo é simplificar e baratear o serviço de frete aos empreendedores.

A empresa emite as etiquetas para que o cliente leve a carga diretamente à transportadora ou em um dos pontos de apoio presentes em diversos locais. Além disso, lida com todas as possíveis frustrações que possam vir a ocorrer, como extravios, avarias e atrasos.

Para realizar a troca de informações entre a plataforma e cada transportadora, com suas regras e particularidades, a empresa conta com APIs (Interfaces de Programação de Aplicação), ou seja, com um conjunto de rotinas de programação que permite a integração de dois sistemas ou plataformas diferentes. No momento em que um cliente realiza a cotação, as informações que saem da plataforma são utilizadas de acordo com a regra de cada transportadora parceira e voltam como valores finais para o cliente escolher qual irá utilizar.

Uma das problemáticas encontrada dentro da empresa é que, após realizada a compra da etiqueta e a postagem do pacote pelo cliente, a transportadora realiza uma conferência de medidas e peso das remessas. Com essa nova validação, na maioria das vezes, algumas dessas informações estão divergentes do informado pelos clientes. Com isso, é necessário que a empresa realize o que é chamado de “conciliação” dos envios, onde são inseridas as informações verdadeiras acerca daquela remessa. A empresa negocia então os novos valores com o cliente, quando não absorve esse valor internamente, pois as medidas e peso influenciam diretamente no valor do frete pago por ele anteriormente.

As consequências diretas dessa operação são o gasto inesperado e descontentamento por parte do cliente, ao pagar a mais do que imaginou, além da necessidade de repasse da informação pela transportadora e recálculo do envio. Nesse contexto, o presente trabalho propõe-se a mapear as tecnologias já existentes no campo logístico que possam ajudar na melhoria da operação, identificando as tendências e inovações mais recentes no setor, bem como as tecnologias específicas que podem ser adotadas pela empresa, a fim de otimizar ainda mais a operação e facilitar principalmente a troca de informações entre empresa e transportadora.

A construção de um *roadmap* tecnológico visa a facilitar e expor as melhores tecnologias existentes para otimizar e melhorar os processos necessários na empresa. Avaliar e expor as tendências atuais para o setor influencia na tomada de decisões posteriores por gerentes, diretores, líderes no geral, fornecendo informações importantes para adoção de estratégias de negócio.

A fim de propor uma alternativa para apoiar a solução dos problemas expostos anteriormente, são apresentados os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em mapear as tendências tecnológicas para aprimoramento da troca de informações de uma plataforma de logística, por meio de um *Roadmap* Tecnológico.

1.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- a) Delimitar os principais temas envolvidos na problemática levantada para o trabalho, identificando conceitos-chave e aspectos relevantes ao projeto;
- b) Identificar as tendências e inovações tecnológicas mais recentes no setor logístico;
- c) Realizar um levantamento das principais tecnologias disponíveis no mercado, com validação por especialistas do setor tecnológico e logístico;
- d) Sugerir estrategicamente possíveis tendências tecnológicas para o ramo logístico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Serviços Logísticos

Segundo Marchesini e Alcântara (2012), o serviço logístico é uma importante ferramenta que auxilia no desenvolvimento de relacionamentos mais próximos entre clientes e fornecedores. A logística é uma área fundamental para a gestão eficiente da cadeia de suprimentos de uma organização. Os serviços logísticos referem-se a uma ampla gama de atividades e processos que envolvem o planejamento, implementação e controle do fluxo de bens, informações e serviços, desde a origem até o destino final, com o objetivo de atender às necessidades dos clientes de forma eficaz e econômica. Apesar de antiga, a referência traz consigo fundamentos teóricos sem atualizações mais recentes ou mudanças expressivas, e continua sendo utilizada como referência para demais autores.

Com a crescente globalização da logística, mudanças na estrutura das empresas estão ocorrendo em um ritmo acelerado. Para acompanhar todas as mudanças, as empresas fornecedoras do serviço logístico precisam se capacitar e adequar suas atividades às tecnologias e exigências do mercado. Por isso, surgiram os provedores de serviços logísticos (PSL), que são empresas especialistas no setor e focam apenas nesse tipo de serviço. Sua missão é acompanhar as transformações tecnológicas e as demandas do mercado, garantindo que as empresas que deles dependem possam se manter competitivas.

Diversos PSL estão adotando a incorporação de novas empresas para que possam aumentar seus portfólios de serviços e atingir um público mais amplo. Algumas das atividades que os PSL podem oferecer incluem armazenagem, transporte e logística reversa etc. (Almeida e Vivaldini, 2023).

A função logística busca oferecer um serviço ao cliente de qualidade superior e de baixo custo, gerando valor para os clientes. Dessa forma, os serviços logísticos podem ser uma ferramenta estratégica para diferenciar uma empresa no mercado altamente competitivo. Ainda segundo Marchesini e Alcântara (2012), a capacidade de atender às especificidades dos consumidores é crucial para construir uma imagem positiva e criar vantagens estratégicas.

O serviço logístico engloba desde o pedido do cliente até sua entrega final para o mesmo. Portanto, as empresas devem se preocupar em atender às especificidades de seus consumidores, visando uma boa imagem frente aos concorrentes e criando diferenciais estratégicos no mercado. Muitas empresas optam por terceirizar suas atividades logísticas para garantir uma entrega de serviço mais eficiente e de alta qualidade. Isso permite que se concentrem em suas competências principais, enquanto especialistas em logística cuidam

das operações de transporte, armazenamento e distribuição.

Além do processo de entrega do produto, o serviço logístico tem como elementos a rapidez e confiabilidade dos pedidos, o cumprimento dos prazos acordados e a comunicação efetiva com clientes e fornecedores (Cruz et al., 2017). Esses elementos desempenham um papel fundamental na qualidade dos serviços logísticos e na percepção dos consumidores.

Nesse contexto, fica claro o papel vital da logística no mundo empresarial, onde é garantido que produtos sejam entregues de forma eficiente e no prazo certo. Com a crescente complexidade das operações e a demanda por serviços logísticos eficazes, as empresas estão buscando constantemente inovações tecnológicas para otimizar seus processos. Um dos avanços mais significativos nesse campo é a Logística 4.0, que aproveita tecnologias avançadas para revolucionar a forma como a logística é executada, representando uma evolução significativa no gerenciamento de cadeias de suprimentos.

2.2 Logística 4.0

A Logística 4.0, como definida por Rodrigues (2023), representa uma evolução significativa no campo da logística, impulsionada pelo uso de sistemas inteligentes e tecnologias da Indústria 4.0. Essa abordagem visa aprimorar a eficiência dos serviços logísticos existentes e contribuir para uma maior capacidade analítica e sustentabilidade dos processos. Seu principal objetivo é criar valor para o cliente e otimizar os processos ao longo da cadeia de suprimentos (Parhi et al., 2022).

Para entender a evolução da Logística 4.0, é útil considerar as gerações anteriores da logística, conforme identificadas por Petrache (2015):

- Logística 1.0: Nesta fase inicial, a logística estava focada nas operações de transporte de produtos.

- Logística 2.0: A Logística 2.0 trouxe a colaboração entre diversos parceiros, novas formas de colaboração e meios de transporte mais diversificados.

- Logística 3.0: A Logística 3.0 continuou a abordar as atividades de transporte, mas com um foco maior na entrega de produtos e serviços ao cliente final, incorporando tecnologias de comunicação e acesso rápido às informações.

- Logística 4.0: A Logística 4.0 representa uma mudança fundamental, pois está intrinsecamente ligada às tecnologias da Indústria 4.0. Ela busca agregar valor a todo o processo da cadeia de suprimentos por meio da integração de sistemas inteligentes e tecnologias avançadas.

Essa evolução é ilustrada na figura abaixo, adaptada de Dembińska (2018):

A Logística 4.0 está sendo implementada hoje como uma evolução conceitual e

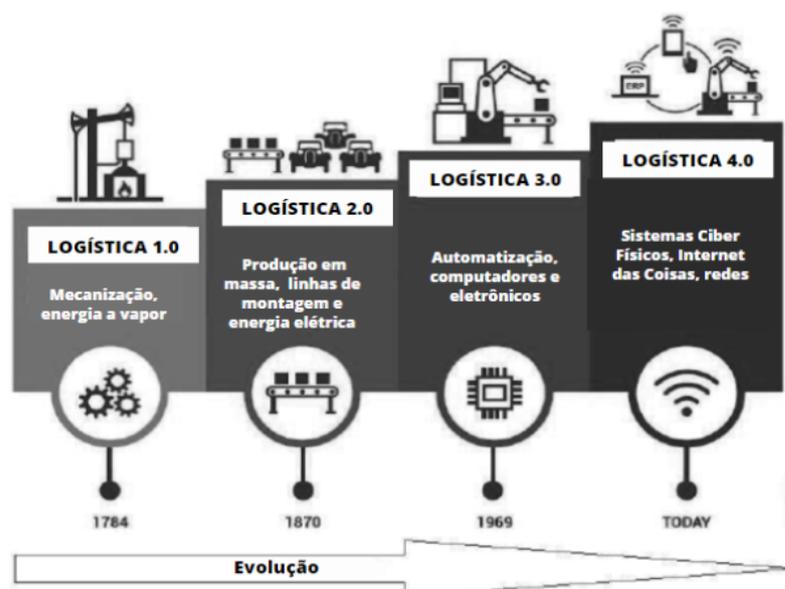


Figura 1 – Evolução da Logística
Fonte: Adaptado de Dembińska (2018).

prática, promovendo e adequando empresas e indústrias a uma nova ordem, afetando profundamente sua competitividade global (Almeida et al., 2019). Com o avanço das áreas de TI e comunicações e a crescente necessidade de automação e otimização de procedimentos na manufatura, essa nova área surge com a intenção de aprimorar os processos logísticos.

Essa abordagem deriva da Indústria 4.0, que se baseia em princípios como a criação de produtos e processos inteligentes, interconectados e autônomos na tomada de decisão, usando tecnologias como Sistemas Físico-Cibernéticos (CPS), Internet das Coisas (IoT) e manufatura aditiva (impressão 3D) (Costa, 2019).

Com a implementação de pilares da Indústria 4.0, como, por exemplo, a automação e robotização de processos e o uso da inteligência artificial, a Logística 4.0 procura garantir maiores agilidade e confiabilidade nas operações, além de uma maior satisfação do cliente, adaptando e otimizando as atividades logísticas (Santos et al., 2022).

De acordo com Corrêa (2019), a diferença entre Indústria 4.0 e Logística 4.0 está no fato de que a primeira traz uma mudança disruptiva na manufatura e a segunda sugere alterações na forma como as empresas compram, fabricam, vendem e entregam seus produtos.

As tecnologias da Logística 4.0 podem ser aplicadas em diversas etapas dos processos logísticos, desde recebimento e transporte de produtos até a comunicação com clientes e fornecedores.

Em resumo, a Logística 4.0 representa uma transformação fundamental na gestão logística, impulsionada pelas tecnologias da Indústria 4.0, com o objetivo de melhorar a

eficiência e agregar valor em toda a cadeia de suprimentos. Ela está moldando a forma como as empresas enfrentam os desafios da competitividade global e se adaptam às mudanças tecnológicas.

O foco dessa nova área se concentra no uso da tecnologia como a maior aliada do crescimento organizacional e, dessa forma, a tendência é a de que os processos sejam automatizados, contribuindo para o aumento da produtividade e o ganho de eficiência nas operações. Isso se torna possível graças ao uso de soluções como *Big Data*, IA - Inteligência Artificial, *Cloud Computing*, Internet das Coisas, dentre outras (Almeida et al., 2019). Azambuja e Almeida (2021) avaliam que todas essas soluções devem ser gerenciadas por empresas que almejam participar ativamente da revolução da Indústria 4.0.

Corrêa (2019) relata ainda que as tecnologias atualmente mais promissoras no campo são: Internet das Coisas (IoT), *big data analytics* (BDA), computação em nuvem, *blockchain*, impressão 3D e *crowdsourcing*. Gomes e Lima (2021) ainda reforçam que a IoT é a principal base da Indústria 4.0, por permitir a interação entre objetos, sistemas, plataformas e aplicativos, fazendo com que esses possam trabalhar em conjunto, com objetivos em comum.

De acordo com Saturno et al. (2018), as principais tecnologias da Indústria 4.0 são:

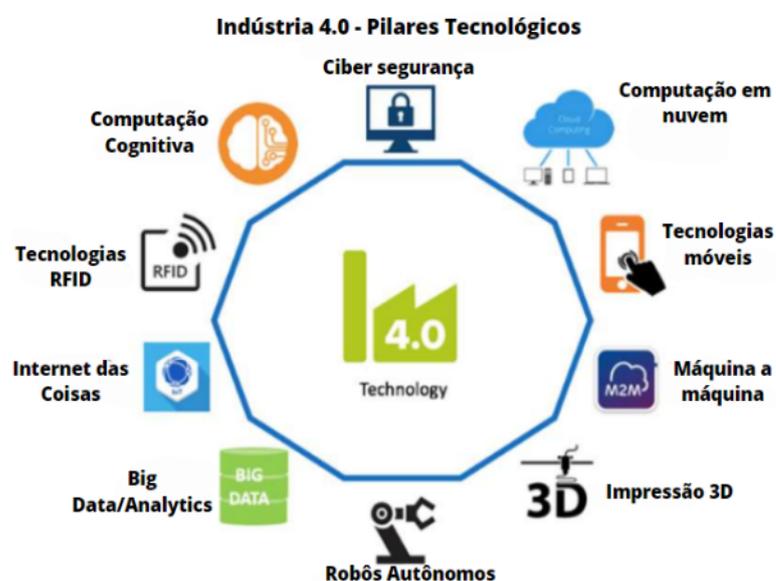


Figura 2 – Pilares tecnológicos
Fonte: Adaptado de Saturno et al. (2018).

Dentre as tecnologias apresentadas na imagem acima, as mais comentadas são:

2.2.1 Cibersegurança

A Cibersegurança ou Segurança Cibernética, conforme definida pela CNI (Confederação Nacional da Indústria) em 2021, é a prática essencial realizada para proteger

sistemas de informações contra ataques cibernéticos. Esses ataques representam uma ameaça significativa à integridade, confidencialidade e disponibilidade dos dados e sistemas em um mundo cada vez mais conectado e dependente da tecnologia.

A transição para a Indústria 4.0, com sua ênfase na automação, conectividade e uso extensivo de sistemas cibernéticos, trouxe inúmeras vantagens para as empresas, como aumento da eficiência operacional e inovação. No entanto, junto com essas vantagens, surgiram riscos cibernéticos substanciais que muitas empresas não estavam preparadas para enfrentar. É por isso que a Segurança Cibernética deve ser integralmente incorporada à estratégia e à cultura de todas as empresas envolvidas na Indústria 4.0 (García, 2020).

Conforme observado por Gois (2018), à medida que as empresas se tornam cada vez mais dependentes de tecnologias de informação e comunicação, a preocupação com a segurança de suas informações e dados também aumenta. A exposição a ameaças cibernéticas, como ataques de *malware*, *ransomware* e *phishing*, tornou-se uma realidade constante. Portanto, é importante que as empresas adotem medidas proativas de segurança cibernética para proteger seus ativos digitais e manter a confiança dos clientes e parceiros.

Uma parte fundamental da proteção dos ativos digitais é a compreensão e a gestão dos sistemas cibernéticos, também conhecidos como sistemas ciber-físicos. Esses sistemas são compostos por elementos computacionais que interagem intimamente com o ambiente físico. Eles têm a capacidade de monitorar, controlar e otimizar entidades físicas em tempo real, bem como simular e testar processos físicos em um ambiente virtual (Petroni et al., 2018). Isso inclui sistemas como sensores IoT (Internet das Coisas), automação industrial e sistemas de controle de processos.

A proteção adequada dos sistemas cibernéticos e dos dados é essencial para aproveitar os benefícios da automação e da conectividade sem comprometer a integridade ou a confidencialidade das informações. Portanto, as empresas devem incorporar a Segurança Cibernética como parte integrante de suas estratégias e cultura organizacional, adotando medidas proativas e investindo em tecnologias e treinamento para mitigar os riscos cibernéticos.

2.2.2 Computação em Nuvem

Segundo Carissimi (2015), a computação em nuvem é a massiva utilização da virtualização para a criação de um modelo de negócio. Já para Corrêa (2019), a computação em nuvem é um paradigma de computação no qual as tarefas são atribuídas a uma combinação de conexões, software e serviços acessados em uma rede. É uma tecnologia que revolucionou a forma como as empresas gerenciam seus recursos de TI e impulsiona a transformação digital em diversas áreas.

A computação em nuvem, ou *Cloud Computing* (CC), permite a digitalização de

processos produtivos, contribuindo para o surgimento de novos modelos de negócios. Isso significa que as empresas podem armazenar, processar e acessar dados de maneira eficiente e escalável, contribuindo para a eficiência, produtividade e qualidade dos processos de produção (Paz e Loos, 2020). A capacidade de processamento em alta velocidade e a flexibilidade para dimensionar recursos sob demanda são características essenciais da computação em nuvem.

Paz e Loos (2020) enfatizam também que a computação em nuvem possibilita uma conexão entre unidades fabris e cria oportunidades para empresas de diversos tamanhos. Essa conectividade é essencial para a criação de cadeias de suprimentos mais eficientes, colaboração entre empresas e a criação de modelos de negócios inovadores. A inovação da computação em nuvem está em como as tecnologias já existentes, e comuns no nosso dia a dia, são empregadas para prover um novo modelo de acesso a recursos computacionais (Carissimi, 2015).

A computação em nuvem é frequentemente categorizada em três modelos de serviço: IaaS (Infraestrutura como Serviço), PaaS (Plataforma como Serviço) e SaaS (Software como Serviço), como observado por García (2020).

- IaaS (Infraestrutura como Serviço): Nesse modelo, os provedores de serviços em nuvem oferecem aos usuários uma infraestrutura de TI completa, incluindo servidores, armazenamento, redes e sistemas operacionais. Os usuários têm controle sobre as aplicações que executam nessa infraestrutura. Isso permite que as empresas evitem a compra e manutenção de hardware físico e dimensionem recursos conforme necessário.
- PaaS (Plataforma como Serviço): O PaaS fornece um ambiente completo para o desenvolvimento de software, incluindo linguagens de programação, ferramentas de desenvolvimento e recursos de hospedagem (Carissimi, 2015). Ele é particularmente útil para desenvolvedores, pois elimina a complexidade de gerenciar a infraestrutura subjacente, permitindo que eles se concentrem na criação de aplicativos.
- SaaS (Software como Serviço): No modelo SaaS, os aplicativos são entregues pela nuvem e acessados pelos usuários por meio de um navegador da web ou interface de programa (García, 2020). Os aplicativos SaaS são operacionais e prontos para uso imediato, sem a necessidade de instalação ou manutenção de software. Isso torna o SaaS adequado para uma ampla variedade de aplicações, desde aplicativos de produtividade até software empresarial. Os serviços oferecidos executam em plataformas computacionais concebidas para serem utilizadas por um grande número de usuários, das mais diferentes organizações e localizações geográficas (Carissimi, 2015).

A escalabilidade é uma das características mais marcantes da computação em

nuvem. As empresas podem dimensionar seus recursos para cima ou para baixo com facilidade, conforme a demanda varia. Além disso, a acessibilidade é aprimorada, uma vez que os serviços em nuvem podem ser acessados de praticamente qualquer lugar com uma conexão à Internet.

2.2.3 Big Data/Analytics

Segundo a empresa Hekima (2017), *Big Data Analytics* é o trabalho analítico e inteligente de grandes volumes de dados, estruturados ou não, que são coletados, armazenados e interpretados por softwares de alto desempenho. É uma disciplina fundamental na era da informação, permitindo que as organizações aproveitem ao máximo os enormes volumes de dados que estão sendo gerados diariamente, auxiliando tomadores de decisão.

O *Big Data* surge para analisar de forma coerente e rápida informações em tempo real e em quantidade não controlada, ou obter a melhor estimativa possível sobre a informação no momento em que ela está acontecendo (Francisco, 2015).

Para compreender mais profundamente o conceito de *Big Data Analytics*, pode-se considerar as dimensões-chave definidas por García (2020):

- Volume: essa dimensão se refere à enorme quantidade de dados que está disponível. É essa quantidade maciça de informações que torna impraticável o uso de métodos tradicionais de análise de dados. O *Big Data Analytics* lida com a capacidade de processar e extrair informações úteis de conjuntos de dados gigantescos.

- Variabilidade: dados podem mudar rapidamente, e é necessário o uso de algoritmos específicos para lidar com essa variabilidade e garantir que as análises estejam atualizadas e precisas.

- Veracidade: a confiabilidade dos dados é essencial. O *Big Data Analytics* envolve a implementação de práticas para garantir que os dados utilizados nas análises sejam precisos e confiáveis, minimizando o risco de análises incorretas.

- Velocidade: os dados são gerados e armazenados rapidamente, então o *Big Data Analytics* deve ser capaz de lidar com dados em tempo real, permitindo que as empresas tomem decisões com base nas informações mais recentes disponíveis.

- Variedade: os dados podem vir de uma variedade de fontes, sejam estruturados ou não. Isso inclui dados tradicionais, como bancos de dados, bem como dados não estruturados, como mídias sociais e dados de sensores.

Amaro e Drozda (2019) ressaltam que o *Big Data* é normalmente utilizado juntamente com outras tecnologias, como sensores, RFID, *softwares* inteligentes etc., e no futuro seu crescimento deve acompanhar as demais tecnologias da Indústria 4.0. Essa integração permite uma análise mais abrangente e precisa, oferecendo um *insight* mais

profundo nos processos de negócios.

Como mencionado por Júnior e Pinto (2018), as empresas que dominarem o *Big Data Analytics* ganharão uma vantagem competitiva significativa. A capacidade de tomar decisões informadas com base em percepções de dados pode levar a melhorias significativas na eficiência operacional, na compreensão do cliente e na identificação de oportunidades de mercado.

2.2.4 Internet das Coisas

A Internet das Coisas (IoT) se refere a um ecossistema de objetos físicos conectados à internet ou a outras redes de comunicação, que coletam, trocam e compartilham dados para consumidores e empresas através de uma aplicação de *software* (Carrion e Quaresma, 2019).

Segundo García (2020), a Internet das Coisas permite que o mundo físico interaja com os sistemas cibernéticos, permitindo que os dispositivos gerem, troquem e consumam dados, com o mínimo de intervenção humana.

No contexto da Indústria 4.0, a IoT desempenha um papel crucial na transformação da logística, como destacado por da Silva e Kawakame (2019). Ela permite a rápida troca de informações, o que contribui para melhorar a qualidade dos serviços oferecidos pelas empresas e proporciona benefícios significativos aos clientes.

No ramo logístico, a IoT pode contribuir para a melhoria do rastreamento de cargas, diminuição do erro humano, qualidade do serviço, gerenciamento de transporte e também gestão de imprevistos (Lopes e Moori, 2021). A IoT irá permitir a conexão entre máquinas através de computadores, sistemas, veículos, por meio de tecnologias avançadas, entre elas os softwares de gestão de armazéns e transportes (Grossi e Traina, 2022).

A IoT também está ligada à automação e à inteligência dos objetos, conforme observado por Leite et al. (2017). Ao adicionar capacidades de processamento, memória e comunicação a objetos físicos, a IoT possibilita uma nova era de transformação digital. Isso não apenas conecta dispositivos, mas também agrega valor aos negócios, redefine organizações e cria uma ampla gama de oportunidades.

Alguns equipamentos que utilizam a IoT são: carros inteligentes, residências automatizadas, sensores e medidores de temperatura, por exemplo. Segundo Godoi et al. (2019), as vantagens da IoT incluem a capacidade de coletar e analisar dados para melhorar a tomada de decisões, além da redução de custos operacionais. Por exemplo, sensores de presença em ambientes comerciais podem desligar as luzes automaticamente quando não há ninguém presente, economizando energia elétrica.

A IoT é uma tecnologia transformadora que está redefinindo a forma como in-

teragimos com o mundo físico e como as empresas operam. Ela oferece oportunidades significativas para melhorar a eficiência, a qualidade dos serviços e a tomada de decisões informadas. A IoT é um dos pilares fundamentais da Indústria 4.0 e está moldando o futuro da automação e da conectividade em todo o mundo.

2.2.5 Tecnologias RFID

A *Radio Frequency Identification* (RFID), conforme discutido por Haco (2021), é um sistema de identificação, detecção e rastreamento de objetos e pessoas, através de sinais de radiofrequência, que pode ser utilizado em tags de diferentes formatos e materiais. Essa tecnologia é notável por sua capacidade de ser aplicada em diversas formas e materiais de etiquetas, permitindo uma versatilidade significativa em sua utilização.

Ao entrar em contato com um leitor de radiofrequência, as etiquetas RFID transmitem os dados armazenados no microchip – dados esses que são enviados ao computador conectado ao sistema de gestão (Haco, 2021). Esse processo instantâneo de transmissão de informações oferece uma eficiência notável na captura e compartilhamento de dados em tempo real.

A tecnologia RFID permite a melhora na rastreabilidade dos produtos, contribuindo para uma maior eficiência e qualidade dos processos logísticos, e conseqüentemente, para uma redução de custos operacionais (Santos et al., 2021). A RFID possibilita a obtenção de informações detalhadas sobre a localização e o status dos produtos em trânsito, permitindo a otimização dos processos logísticos.

Nassar e Vieira (2014) enfatizam que o monitoramento de vários parâmetros, como peso, volume, localização, horários e movimentação, é um desafio intrínseco aos departamentos de logística. A integração de tecnologias de informação, como a RFID, tornou-se crucial para viabilizar a troca de conhecimento eficaz em um sistema logístico complexo. A RFID proporciona uma conexão contínua e acesso às informações em tempo real, abrangendo desde o início do trajeto até o pós-entrega, melhorando significativamente o monitoramento e o controle das informações em toda a cadeia logística.

A RFID oferece uma série de benefícios, conforme apontado por Júnior e Minadeo (2018). Primeiramente, ela elimina erros comuns de escrita e leitura de dados, aumentando a confiabilidade das informações capturadas. Além disso, a coleta de dados é realizada de forma mais rápida e automática, o que economiza tempo e recursos. A redução do processamento manual de dados também resulta em eficiência operacional, enquanto a maior segurança na transmissão de informações é essencial para proteger dados sensíveis em ambientes logísticos altamente dinâmicos.

A tecnologia RFID desempenha um papel fundamental na modernização e otimização dos processos logísticos, proporcionando uma rastreabilidade aprimorada, eficiência

operacional e redução de custos.

A Logística 4.0, com seu foco na automação, conectividade e análise avançada de dados, está transformando a maneira como as empresas gerenciam suas operações logísticas. Essa revolução tecnológica traz uma sinergia natural com outra área essencial: a Tecnologia da Informação (TI) na Logística. A TI na Logística desempenha um papel crucial ao fornecer as bases tecnológicas necessárias para a implementação bem-sucedida da Logística 4.0.

2.3 Tecnologia da Informação na Logística

A Tecnologia da Informação (TI) desempenha um papel crucial na geração, gestão e utilização de informações em diversas áreas, incluindo logística. Ela designa o conjunto de recursos tecnológicos e computacionais para a geração e uso da informação, e está fundamentada em componentes como *hardware*, *software*, sistemas de telecomunicações e gestão de dados e informações (Bessa e Carvalho, 2010).

A interseção entre TI e logística é fundamental, como salientado por Guidolin e Filha (2013). Essa convergência de tecnologia de *software* e *hardware* é evidenciada em um quadro comparativo que destaca as semelhanças entre esses dois campos.

Tecnologia da Informação	Logística
- Única maneira de fazer determinado trabalho	- Aumentar a produtividade e a competitividade
- Melhorar processos internos	- Melhorar processos tecnológicos
- Aplicar controles melhores	- Flexibilizar o sistema de produção
- Reduzir custos	- Reduzir custos
- Agregar valor aos serviços e produtos ofertados por uma organização	- Valorizar clientes
- Melhorar qualidade e disponibilidade das informações importantes interna e externamente à organização	- Expandir o comércio internacional com eliminação de barreiras comerciais

[htbp]

Fonte: Bessa e Carvalho, 2010.

Percebe-se que a tecnologia da informação é de grande importância à realização do serviço logístico, visto a agilidade, qualidade e confiabilidade das informações transitadas nessa grande cadeia de suprimentos. Segundo Silveira et al. (2017), investimentos em tecnologias de informação tem se destacado como uma estratégia organizacional fundamental para as empresas que almejam obter vantagem competitiva.

Bessa e Carvalho (2010) continuam sendo citados em diversos trabalhos, quando destacam que a TI impulsiona a harmonização dos processos logísticos, tanto internos quanto externos à empresa, permitindo a integração eficaz entre clientes, fornecedores e parceiros, além de viabilizar a terceirização de serviços. Isso resulta em um fluxo de informações otimizado, que é confiável e rápido, ao mesmo tempo em que minimiza custos e perdas.

Uma das principais contribuições da TI na logística é a automação de tarefas manuais e repetitivas. Por meio de *softwares* e sistemas especializados, é possível realizar o gerenciamento de estoques de forma mais precisa e eficiente (Filócrono, 2023).

À medida que os investimentos em tecnologia aumentam, a troca de informações se torna ainda mais vital na logística, permitindo a coleta, armazenamento, transferência e processamento de dados com maior eficiência e rapidez, como ilustrado por Silveira et al. (2017). Exemplos práticos de troca de informações incluem pedidos, controle de estoque, movimentações em armazéns e documentos de transporte e faturas.

Em relação à tecnologia da informação nos processos logísticos, existem diversas soluções que são aplicadas nesses processos atualmente. Rodrigues (2023) destaca as principais no quadro abaixo:

Sistema de Informação	Definição
<i>Sistemas de gerenciamento de armazém (WMS)</i>	Sistema empregado na automação e gerenciamento de depósitos, armazéns e linhas de produção, que proporciona o controle e monitoramento dos produtos nos estoques, desde sua entrada até a sua expedição (BOWERSOX et al., 2020).
<i>Sistemas de gerenciamento de transporte (TMS)</i>	Sistema utilizado no controle e gestão da operação do transporte e distribuição de forma integrada, apoiando o planejamento, coordenação, execução e monitoramento destas atividades (BALLOU, 2010; BOWERSOX et al., 2020).
<i>Sistema de Posicionamento Geográfico (GPS)</i>	Sistema de posicionamento global formado por vários satélites que identificam a posição de qualquer corpo sobre a superfície, e possibilita o monitoramento em tempo real das informações (MUNSAMY; TELUKDARIE; DHAMIJA, 2020).
<i>Sistemas para Planejamento de Recursos (ERP)</i>	Sistema que mantém uma base de dados unificada, para apoiar a gestão organizacional, através da integração dos processos e operações da empresa (BOWERSOX et al., 2020).
<i>Intercâmbio Eletrônico de dados (EDI)</i>	Sistemas para intercâmbio de dados por tecnologia eletrônica, que possibilita a otimização da comunicação e transmissões de dados entre parceiros da CS (BOWERSOX et al., 2020).
<i>Estoque Gerenciado pelo Fornecedor (VMI)</i>	Sistema que possibilita que os fornecedores acessem a dados relativos a vendas e movimentação do estoque, verificando a necessidade de reabastecimentos. O VMI possibilita o desenvolvimento de CS flexíveis, uma vez que o estoque de varejo seja continuamente reabastecido (BOWERSOX et al., 2020)

Figura 3 – Sistemas/tecnologias de informações

Fonte: Rodrigues (2023).

Pensando em plataformas logísticas, pode-se destacar 3 destas tecnologias apresentadas: GPS, ERP e EDI.

O GPS (Sistema de Posicionamento Geográfico) desempenha um papel crucial na otimização do transporte de cargas, fornecendo informações precisas sobre trajetos e contribuindo para a logística de transporte de forma eficaz e segura (Vieira et al., 2021).

Os ERPs (Sistemas para Planejamento de Recursos) integram processos e áreas funcionais em um único sistema, agilizando a troca de informações e reduzindo a necessidade de transferência manual de dados entre departamentos (Fonseca, 2018). Essa integração tem como objetivo principal otimizar a gestão de recursos.

O EDI (Intercâmbio Eletrônico de Dados) é uma tecnologia que padroniza e otimiza a comunicação entre sistemas de informação diversos, independentemente de sua origem

(Intelipost, 2017). Essa tecnologia é particularmente útil para a gestão de cadeias de suprimentos (Vicente, 2019). A Intelipost (2017) também pontua que o EDI facilita o intercâmbio de informações entre os parceiros do negócio, diminuindo os trabalhos manuais e erros operacionais, e tornando a comunicação mais rápida e segura.

A Tecnologia da Informação é uma pedra angular na eficiência da logística, fornecendo as ferramentas necessárias para coletar, compartilhar e processar informações críticas de maneira eficaz. As tecnologias, como GPS, ERP e EDI, desempenham papéis específicos e complementares na melhoria dos processos logísticos, aumentando a eficiência, a confiabilidade e a segurança das operações. Essas inovações representam avanços significativos na busca por uma gestão logística cada vez mais eficaz.

A Tecnologia da Informação desempenha um papel fundamental na logística, e essa integração é especialmente evidente no contexto do *e-commerce*. A crescente dependência de sistemas de gerenciamento de estoque, rastreamento de remessas em tempo real, automação de armazéns e soluções de otimização de rotas tornou-se essencial para atender às demandas do comércio eletrônico em constante expansão. À medida que as operações logísticas se tornam mais eficientes e ágeis por meio da tecnologia da informação, as empresas de *e-commerce* conseguem oferecer entregas mais rápidas e precisas, proporcionando uma experiência aprimorada para os clientes, o que é um fator crítico de sucesso nesse setor altamente competitivo.

2.4 E-commerce

O *e-commerce* (ou comércio virtual) é um tipo de negócio que ocorre de forma totalmente remota, desde a escolha do produto até o pagamento e acompanhamento da entrega (Exame, 2023).

De acordo com Fleury e Monteiro (2000), a logística do comércio virtual se caracteriza por um grande número de pequenos pedidos, geograficamente dispersos, e entregas de forma fracionada porta a porta, resultando em baixa densidade geográfica, e altos custos de entrega. Os autores também pontuam que a venda online tende a aumentar o número de devoluções de produtos, visto que o cliente não tem contato físico com os mesmos e pode acabar se decepcionando.

Os principais tipos de *e-commerce* são o B2B (*Business to business*) e o B2C (*Business to costumer*). No primeiro o negócio se caracteriza pela venda de produtos entre empresas, já no segundo a venda se dá entre empresa e consumidor final, normalmente são os varejistas (Mata, 2021).

O *e-commerce* teve início em 1995, nos Estados Unidos, com o surgimento da *Amazon.com* e outras empresas. E, só após cinco anos, esse setor começou a se desenvolver

no Brasil. Desde então, as vendas através da internet não pararam de crescer (Torezani, 2008). O termo *e-commerce* vem de “*eletronic commerce*”, ou seja, comércio eletrônico.

Principalmente após a pandemia do Covid-19, as compras online passaram a ser cada vez mais comuns. Com os impedimentos de contato presencial, as empresas investiram na presença digital de seus negócios.

Por outro lado, alguns pontos tiveram de ser fortalecidos pelas empresas, como: comunicação e segurança de dados. Segundo Andrade e Silva (2017), para realizar a coleta de dados das transações dos clientes, as empresas se utilizam de *softwares* específicos para isso, mas sempre buscando proteger a privacidade das pessoas, por meio de segurança.

Uma outra característica dos *e-commerces* é a alta dependência dos serviços logísticos do país, visto que as empresas normalmente terceirizam essa atividade, por não possuir loja física e necessitar dos meios de transportes para realizar a entrega de seus produtos.

As empresas estão cada vez mais se preocupando com a entrega do pedido, pois a agilidade é fundamental nos negócios. Portanto, elas devem lidar com a logística como sendo essencial na estratégia do negócio para garantir a satisfação do cliente (Andrade e Silva, 2017).

Para se manterem competitivas, as empresas de *e-commerce* precisam adotar uma abordagem estruturada para planejar e implementar novas tecnologias, recursos e inovações. O *Technology Roadmapping* desempenha um papel crucial ao ajudar as empresas a identificarem tendências tecnológicas emergentes, definir metas de desenvolvimento, e criar planos estratégicos para a integração de tecnologia que aprimorará a experiência do cliente, otimizará as operações e manterá a empresa à frente da concorrência em um ambiente de negócios em constante evolução. Isso é essencial para o sucesso a longo prazo das empresas de *e-commerce* que dependem fortemente da tecnologia para atender às crescentes expectativas dos consumidores e se adaptar a um mercado em constante transformação.

2.5 *Techonology Roadmap*

O Mapa Tecnológico ou *Technology Roadmap* (TRM) é reportado como uma ferramenta de grande destaque no campo da prospecção tecnológica pelo seu desempenho e versatilidade em estabelecer tendências de mercado, estudar trajetórias tecnológicas e perfil dos atores atuantes no setor, monitorar concorrentes ao longo do tempo e identificar oportunidades de novos negócios (Borschiver e Silva, 2016).

A prospecção tecnológica se faz importante, uma vez que fornece embasamento para que os tomadores de decisões possam formular estratégias. Além disso, ajuda a mapear os desenvolvimentos científicos e tecnológicos, e visualizar tendências de mercado (Paranhos

e Ribeiro, 2018).

Bray e Garcia (1997), autores fortemente citados até os dias de hoje na literatura, dividem o processo de mapeamento tecnológico em 3 fases: atividade preliminar, desenvolvimento do *roadmap* tecnológico e atividades de acompanhamento. Na primeira fase deve-se satisfazer condições essenciais, fornecer liderança e definir escopo e limites do mapa tecnológico. Na segunda etapa é necessário identificar o produto que será o foco do mapeamento, verificar os requisitos críticos do sistema e seus alvos, especificar as principais áreas tecnológicas, identificar a tecnologia e seus alvos, as alternativas tecnológicas e seus cronogramas, recomendar as alternativas a serem seguidas e criar um relatório do mapeamento tecnológico. A terceira etapa, de atividades de acompanhamento, incluem analisar e validar o mapeamento, desenvolver um plano de implementação e revisar e atualizar o mapeamento.

Seguindo a proposta de Phaal (2004), o *roadmap* é dividido em 3 camadas principais que se conversam: mercado, produto e tecnologia. Todas as dimensões são guiadas pelo tempo, no eixo horizontal, conforme imagem abaixo, que ilustra uma arquitetura “simples” de *roadmap*.

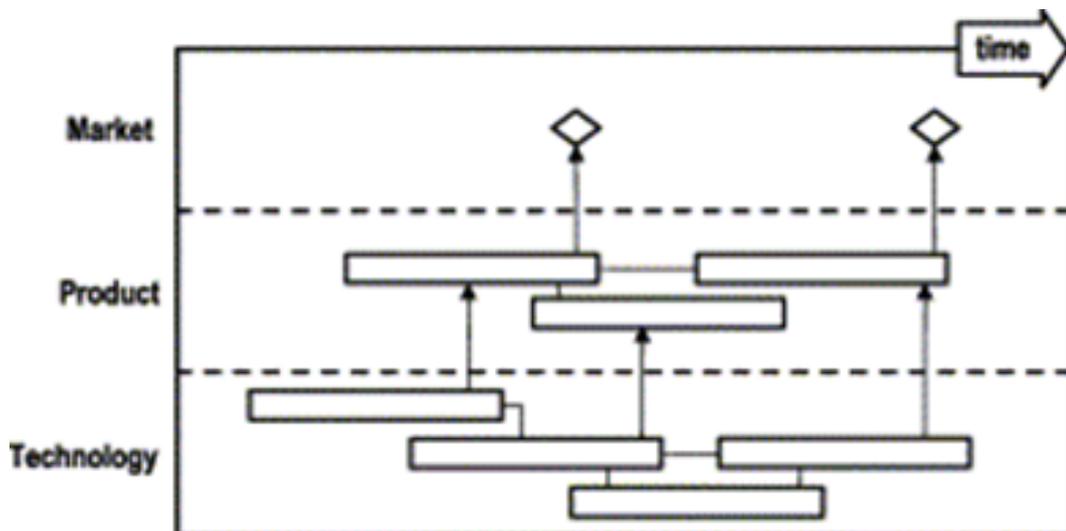


Figura 4 – Estrutura de *Roadmap*
Fonte: Phaal, Farrukh e Probert (2004).

Segundo os autores, as camadas superiores referem-se ao propósito organizacional que está impulsionando o roteiro (*know-why*). As camadas inferiores referem-se aos recursos que serão implantados para atender à demanda das camadas superiores do *roadmap* (*know-how*). Já as camadas intermediárias do *roadmap* são cruciais, fornecendo um mecanismo de ponte ou entrega entre o objetivo e os recursos (*know-what*). A figura abaixo traz uma arquitetura generalizada proposta pelos autores.

A definição das camadas depende diretamente da análise das buscas realizadas nas etapas anteriores. Como fator “tempo”, adotou-se as divisões de curto, médio e longo

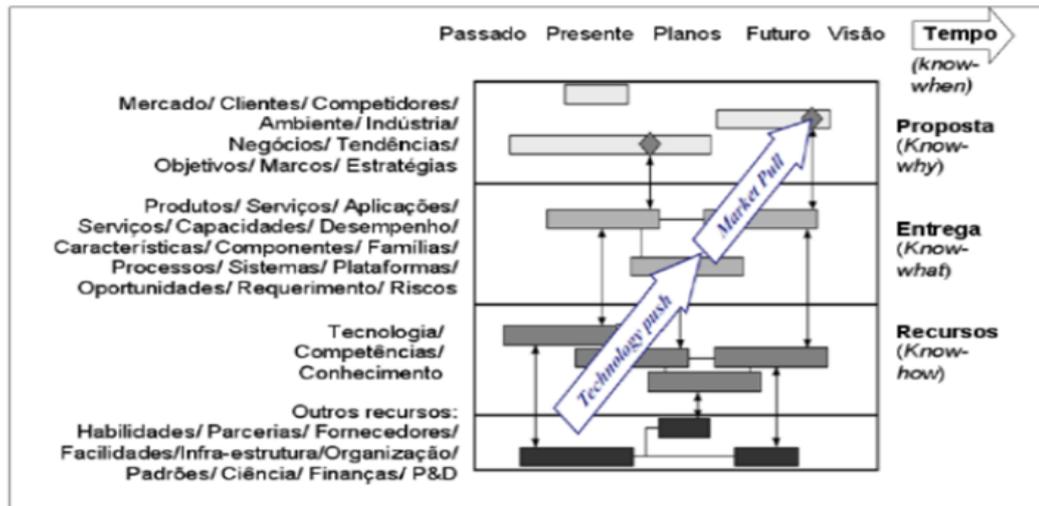


Figura 5 – Estrutura de *Roadmap* - Camadas Generalizadas
Fonte: Phaal, Farrukh e Probert (2004).

prazo, conforme proposto por Borschiver e Silva (2016), em que no curto prazo deverão ficar as patentes concedidas, médio prazo os pedidos de patentes e no longo prazo os artigos científicos - conforme critério de análise do grau de desenvolvimento da tecnologia e sua fase comercial.

Borschiver e Silva (2016) propõem a construção do *Roadmap* com base em 3 etapas bem definidas: Pré-prospectiva, Prospectiva e Pós-prospectiva, representadas na imagem abaixo e descritas a seguir:

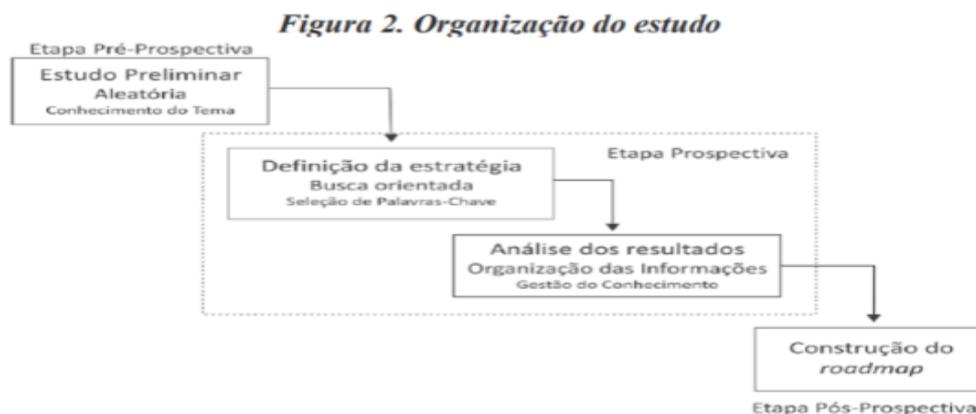


Figura 6 – Etapas Gerais do Projeto
Fonte: Borschiver e Silva (2016).

2.5.1 Etapa Pré-Prospectiva

Nesta primeira etapa, realiza-se um estudo preliminar sobre o tema, a fim de adquirir maior conhecimento e identificar possíveis palavras-chaves que servirão de base para realização da pesquisa bibliográfica posterior.

Segundo Araújo (2019), boa parte da informação para esta etapa provém da definição do referencial teórico e principais conceitos da área sob estudo.

2.5.2 Etapa Prospectiva

Na etapa de prospecção tecnológica, são utilizados os artigos científicos e as informações de patentes para mapear as informações tecnológicas. Para isso, são utilizadas as palavras-chaves levantadas anteriormente em bases de dados específicas, como *Scopus*, *Web of Science*, INPI e *Derwent*, por exemplo.

Os materiais encontrados podem ser tratados e analisados numa perspectiva macro, meso e micro, conforme suas características específicas.

2.5.3 Etapa Pós-Prospectiva

Esta etapa constitui a construção do *roadmap* em si, numa visão temporal, organizado em: estágio atual, curto, médio e longo prazo.

No “estágio atual” são apresentados os atores que já estão atuando na área do estudo e que são identificados por meio de mídia especializada, documentos de feiras e conferências e associações de classe, além dos documentos de artigos, e diretórios de empresas, principalmente quando se trata de alguma publicação já em etapa comercial; No “curto prazo” são mostrados os atores identificados por meio das informações das patentes concedidas; No “médio prazo” são mostrados os atores identificados por meio das informações das patentes solicitadas; e no “longo prazo” são mostrados os atores identificados por meio dos artigos científicos, com informações de pesquisas de bancada, testes e análises (Borschiver e Silva, 2016).

Ferreira (2012), traz ainda uma visão de duas lógicas que o *Technology Roadmapping* (TRM) pode seguir: *Market Pull* ou *Technology Push*. Na primeira considera-se as futuras demandas do mercado para assim, definir as tecnologias ou produtos a serem desenvolvidos. Já na segunda, define-se uma ou mais tecnologias, para somente depois identificar os produtos/serviços que podem ser desenvolvidos e as demandas que podem ser supridas. A escolha de qual premissa utilizar dependerá da estratégia de inovação e negócio utilizada pela empresa.

Algumas das principais vantagens do TRM, são:

- Ajuda a alinhar os objetivos estratégicos de negócio com as capacidades tecnológicas necessárias para alcançá-los. Ao mapear tecnologias emergentes, tendências de mercado e necessidades dos clientes, as empresas podem tomar decisões mais assertivas sobre quais tecnologias priorizar e investir recursos;

- Permite que as empresas identifiquem lacunas tecnológicas, estimem os prazos e recursos necessários para desenvolver novas tecnologias e avaliem os riscos envolvidos. Com base nessa análise, as organizações podem alocar recursos de forma mais eficiente, focando em áreas de maior impacto e retorno;
- Antecipa possíveis mudanças tecnológicas e ajuda as empresas a se adaptarem a elas. Ao acompanhar as tendências tecnológicas e as atividades da concorrência, as organizações podem se manter atualizadas e tomar medidas proativas para aproveitar as oportunidades ou enfrentar os desafios que surgem com as mudanças tecnológicas;
- Facilita a comunicação e o alinhamento entre as partes interessadas internas e externas.

Em conclusão, o *Technology Roadmapping* (TRM) é uma abordagem estratégica poderosa para empresas que desejam navegar com sucesso no cenário competitivo em constante evolução. A capacidade de alinhar os objetivos de negócios com as capacidades tecnológicas, identificar lacunas, antecipar mudanças tecnológicas e melhorar a comunicação entre as partes interessadas é fundamental para o progresso e a inovação das organizações. A escolha entre as lógicas de "*Market Pull*" ou "*Technology Push*" deve ser cuidadosamente considerada com base na estratégia de inovação e negócios da empresa. Em um mundo cada vez mais orientado pela tecnologia, o TRM oferece uma abordagem estruturada e proativa para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades que o futuro reserva.

3 METODOLOGIA

De acordo com Gil (2002), uma pesquisa pode ser definida como um método que objetiva fornecer respostas aos problemas propostos, e podem ser classificadas de acordo com seus objetivos em: exploratórias, descritivas ou explicativas.

O presente trabalho configura-se como uma pesquisa de natureza exploratória, pois tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, construindo hipóteses e ideias a serem estudadas (Gil, 2002). A pesquisa também possui uma abordagem qualitativa devido à natureza exploratória do estudo, que busca compreender profundamente as percepções, experiências e contextos dos participantes em relação ao tema de pesquisa.

Com o intuito de atingir o objetivo geral de construir um *Roadmap* Tecnológico das principais tendências tecnológicas no ramo logístico, apresenta-se a seguir a metodologia utilizada no estudo.

3.1 *Design Science Research*

A *Design Science Research* (DSR) é um método que possui 2 objetivos principais: desenvolver artefatos para resolver um problema prático num contexto específico, e gerar conhecimentos técnicos e científicos (Pimentel et al., 2020). A pesquisa em *Design Science Research* (DSR) é uma abordagem que visa desenvolver e avaliar soluções práticas para problemas no domínio da tecnologia, sistemas de informação e outras áreas.

Segundo Rodrigues (2018), em DSR, um problema prático é o responsável por guiar a pesquisa, e a partir dele surgirão outros problemas práticos e questões sobre o conhecimento, gerando um ciclo. As 3 principais etapas da DSR são: conhecimento do problema, identificação de soluções e validação da solução.

Utilizando-se da DSR como base, as etapas do projeto são apresentadas abaixo (Figura 7).

3.1.1 Proposição de Artefatos para Resolver o Problema

O artefato proposto para o projeto em questão trata-se de um mapeamento das tecnologias existentes para suprir a problemática exposta.

O mapeamento tecnológico, ou *technology roadmap*, é um processo que visa compreender e visualizar a paisagem tecnológica em um determinado setor ou campo de conhecimento. Ele envolve a identificação, coleta, análise e representação de informações relacionadas a tecnologias, inovações, tendências e atores relevantes dentro desse contexto.

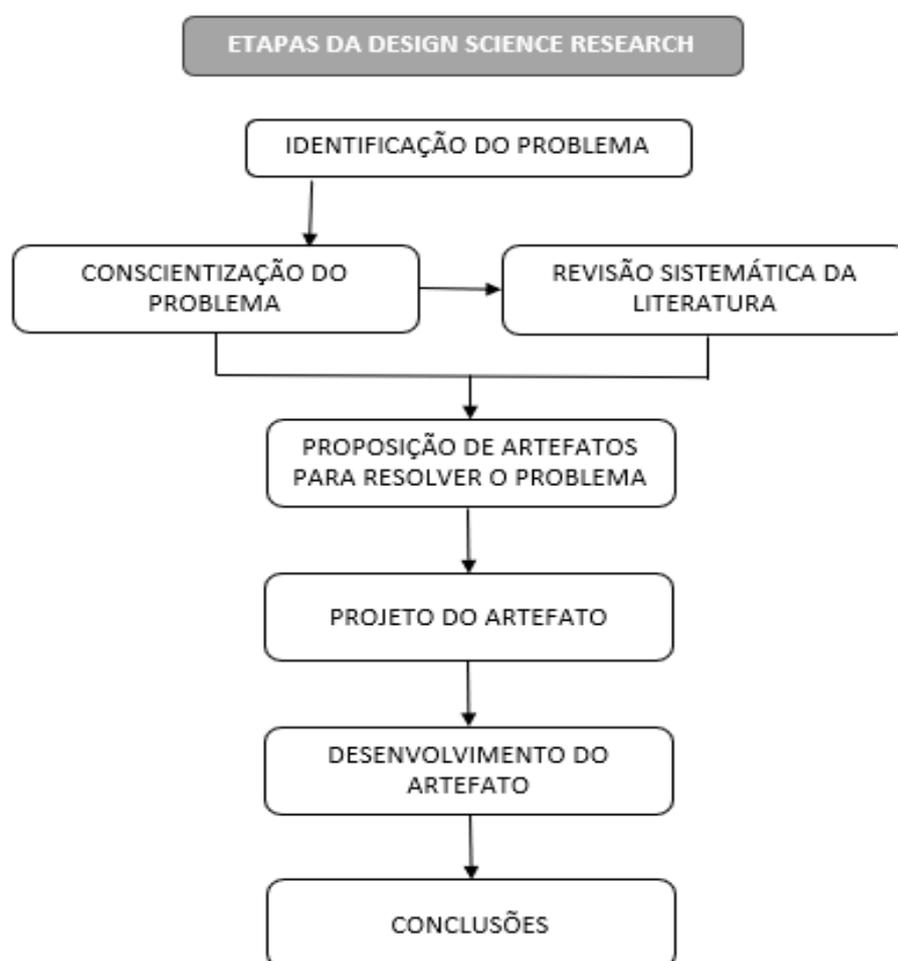


Figura 7 – Etapas do Projeto
Fonte: própria.

3.1.2 Desenvolvimento do Artefato

Para melhor visualização do Desenvolvimento do Artefato, o fluxograma abaixo foi desenvolvido (Figura 8):

Para construção do projeto serão adotadas 4 etapas específicas, apresentadas a seguir, adaptadas das etapas de Pré-prospecção, Prospecção e Pós-prospecção propostas por Borschiver e Silva (2016):

A primeira etapa de “Levantamento preliminar sobre o tema”, consiste na pesquisa inicial sobre o assunto, de forma a avaliar o que está sendo estudado/comentado atualmente. No âmbito do presente projeto, essa etapa foi realizada com base no referencial teórico estabelecido. Essa fase crucial envolveu a pesquisa inicial sobre o tema em análise, sendo guiada pelas teorias, conceitos e pesquisas anteriormente desenvolvidos que compõem o referencial teórico.

Dessa forma, o referencial teórico não apenas forneceu uma base sólida para a etapa

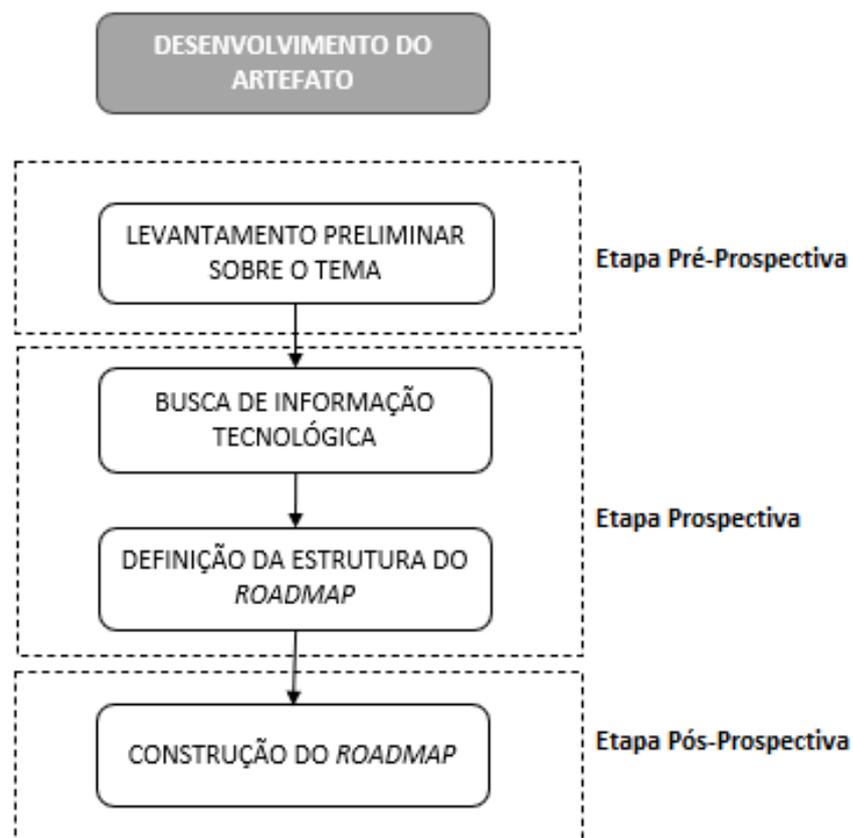


Figura 8 – Desenvolvimento do Artefato
Fonte: própria.

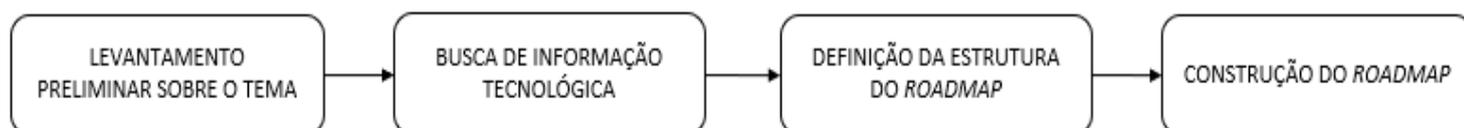


Figura 9 – Etapas Específicas do Projeto
Fonte: própria.

de levantamento preliminar, mas também orientou a seleção criteriosa das fontes, possibilitando uma abordagem mais estruturada e fundamentada durante essa fase exploratória do projeto.

Em seguida, a etapa de “Busca de informação tecnológica” tem o objetivo de mapear as informações tecnológicas para elaborar o *roadmap* nas etapas seguintes (Araújo, 2019).

Inicialmente o levantamento tecnológico seria realizado utilizando-se busca de patentes, conforme Borschivier e Silva (2016) indicam. Porém, de acordo com Pereira Bertozzi (2023), a patente de tecnologias, mais especificamente *softwares*, deve ser analisada minuciosamente, e pode levar anos até ser aprovada, o que deixaria a pesquisa menos incisiva quanto à levantar tecnologias mais atuais, uma vez que as mesmas poderiam nem mesmo estarem patenteadas no momento.

Por esse motivo, o nível da pesquisa tornou-se mais estratégico, e utilizou-se do método *Delphi* para realizar entrevistas com especialistas da empresa em questão, a fim de descobrir as principais necessidades e melhores opções de tecnologias que poderiam ser implementadas dentro da organização, com o intuito de facilitar as trocas de informações.

3.1.2.1 Método *Delphi*

O método *Delphi* possibilita a reunião de um conjunto de opiniões de especialistas, que podem ser de locais diferentes, tendo como meta a compreensão e a busca de consensos acerca de temáticas complexas (Marques e Freitas, 2018).

Envolve uma série de rodadas de questionários ou painéis, nas quais os especialistas fornecem opiniões e previsões, e essas respostas são sistematicamente analisadas e resumidas a cada rodada. Uma das características distintivas do método *Delphi* é a ausência de interações diretas entre os especialistas, o que permite a eliminação de pressões de grupo e viés. Os participantes mantêm anonimato, o que encoraja a livre expressão de suas opiniões. Os questionários são projetados de forma iterativa, com base nas respostas anteriores, buscando convergência nas opiniões dos especialistas.

O método tem três características principais: anonimato, *feedback* e resposta estatística do grupo. O anonimato auxilia na privacidade das identidades dos especialistas, caso as respostas sejam apresentadas às outras pessoas. O *feedback* controlado diz respeito à revisão realizada sob as respostas, após o período de entrevistas, em que são organizadas e analisadas. Já a estatística do grupo se refere ao tratamento estatístico dado às informações recebidas, e funcionam como apoio aos relatórios finais (Antunes, 2023). A escolha do tratamento vai depender dos dados disponíveis.

A pesquisa é iniciada com a definição do problema central a ser investigado. Em seguida, são identificados e convidados especialistas altamente qualificados na área relevante,

que se voluntariam para participar da pesquisa. Após essa etapa, elaboram-se questionários criteriosamente elaborados, que são então distribuídos aos especialistas, visando coletar suas perspectivas e opiniões fundamentadas em suas vastas experiências e conhecimentos. Após a análise das respostas recebidas, o foco recai sobre a busca de um consenso entre a maioria dos especialistas a respeito do tópico em questão. A partir desse ponto, podem-se apresentar duas situações: (i) se houver um consenso notório, os resultados finais do estudo são compilados e comunicados; ou (ii) caso surjam divergências substanciais entre as respostas dos especialistas, inicia-se uma nova rodada de questionários, abordando especificamente os pontos de discordância (segunda rodada). Estes questionários revisados são, então, submetidos novamente aos especialistas, em busca de um consenso ao longo de iterativas rodadas de coleta de dados especializados. Dessa forma, o processo continua até que se alcance um grau satisfatório de acordo entre os especialistas em relação ao tema em análise (Munaretto et al, 2012).

Pelo curto prazo do projeto em questão, foram aplicadas 2 rodadas de questionários, uma dentro da empresa e outra com especialistas externos. O projeto inicial tinha o objetivo de realizar as 2 rodadas dentro da empresa em estudo, mas devido a uma autorização solicitada pela empresa, no nível jurídico da mesma, e após isso, a autora do projeto não fazer mais parte do corpo de funcionários da empresa, foi realizada apenas a primeira rodada com especialistas internos.

Além da autorização, ficou acordado o sigilo do nome e o envio do documento final do trabalho à empresa.

Para participação na pesquisa, foram selecionados 3 especialistas da empresa estudada, dentre eles Coordenador de Tecnologia, Analista de Integrações e Especialista em Engenharia de *Software* (Logística). Os participantes foram selecionados com base na função exercida dentro da empresa, bem como a familiaridade com a área de tecnologia de troca de informações e a proximidade com projetos de melhorias e integrações entre a empresa e as transportadoras (novas ou já parceiras).

Pelo fato de 80% dos funcionários da empresa trabalharem de forma remota, a aplicação dos questionários teve que ocorrer de forma online. O *Google Forms* foi utilizado para coleta das informações, visto que é uma plataforma de pesquisa online de fácil acesso e uso, que permite a criação personalizada de questionários de forma simples e intuitiva, além de que a capacidade de armazenar, gerenciar e analisar as respostas dos especialistas em tempo real também é uma vantagem.

Algumas perguntas básicas, como idade, área de atuação e tempo de experiência foram realizadas no primeiro formulário, de forma anônima. Além disso, a comunicação com os especialistas ocorreu dentro da plataforma *Slack*, que é o meio utilizado pela empresa, ou pelo *Google Meet*, por meio de reuniões remotas.

O primeiro formulário possui 4 perguntas abertas, são elas:

- A troca de informações entre X e as transportadoras pode ser aprimorada? Por qual(is) motivo(s)?
- Quais das informações compartilhadas entre X e transportadoras são mais críticas?
- Quais são os obstáculos mais significativos na integração de tecnologias no ambiente operacional da X?
- Quais são os principais requisitos tecnológicos para garantir a segurança e eficiência na integração de novas tecnologias na X?

Para realizar a análise dos dados do primeiro questionário, utilizou-se do NVivo, que é um software utilizado para analisar dados qualitativamente e de maneira simplificada. Ele permite a exploração de ligações, tendências e relações, além da construção de gráficos e nuvens de palavras, por exemplo (Laboratório de Humanidades Digitais, PUC-Rio, 2023).

Baseando-se nas respostas do questionário anterior, um segundo formulário foi elaborado, a fim de levantar sugestões de tecnologias que suprissem as necessidades levantadas no primeiro formulário. A aplicação se daria com especialistas em tecnologia, preferencialmente da área de logística. Pelo curto prazo, a aplicação do questionário ocorreu com apenas 1 especialista, da área de tecnologia de uma *startup* de serviços logísticos, indicado para a pesquisa.

As perguntas básicas foram realizadas novamente, apenas para controle da pesquisa. A comunicação com o especialista ocorreu pelo *Whatsapp*, de forma remota.

O segundo formulário foi composto de 6 perguntas abertas, são elas:

- Considerando as constantes mudanças e características diferentes das APIs das transportadoras, que tecnologias de integração podem ser implementadas para facilitar a atualização e adaptação contínua da empresa a essas mudanças?
- Quais tecnologias podem ser adotadas para facilitar a integração e sincronização dos dados entre a empresa e as transportadoras, garantindo a atualização em tempo real das informações de rastreamento e postagem?
- Que tecnologias podem ser adotadas para facilitar a integração de novas aplicações, considerando o crescimento esperado da empresa e a necessidade de escalabilidade?
- Quais tecnologias de autenticação baseada em *token* podem ser adotadas para garantir a segurança na integração de novas tecnologias?

- Que tecnologias de cache e indexação podem ser implementadas para melhorar o desempenho e a velocidade de acesso às informações críticas?
- Você poderia fornecer exemplos de tecnologias ou serviços que façam uso extensivo da API REST para comunicação e integração?

Para cada uma das perguntas, foi questionado também o nível de dificuldade de implementação das tecnologias utilizadas nas respostas, para classificação entre fácil, médio e difícil.

Pelo fato de ser apenas uma resposta para análise, a mesma foi realizada de forma direta pela autora, sem auxílio de programas externos.

Na etapa seguinte, de “Definição da estrutura do *Roadmap*”, define-se e delimita-se o horizonte de tempo que será adotado. Após, entra-se na etapa de “Construção do *Roadmap*”, onde são realizados o escopo e desenho do mapeamento propriamente dito. O *Roadmap* Tecnológico será estruturado organizando-se os principais atores identificados durante a pesquisa, de acordo com o horizonte temporal, relacionando-os aos insumos obtidos da etapa de prospecção tecnológica (Borschiver e Coelho, 2017).

O presente estudo levará em consideração as orientações de Santos (2011), ainda muito citadas atualmente, que são: construir uma tabela/planilha onde as linhas contêm os elementos direcionadores dos parâmetros-chave e as colunas contêm as dimensões de horizonte de tempo; nos cruzamentos das linhas e colunas, identificar os resultados da busca de informação tecnológica encontrados.

3.2 Estrutura Geral do Projeto

Adotando os modelos especificados acima, a estrutura completa do projeto está apresentada abaixo:

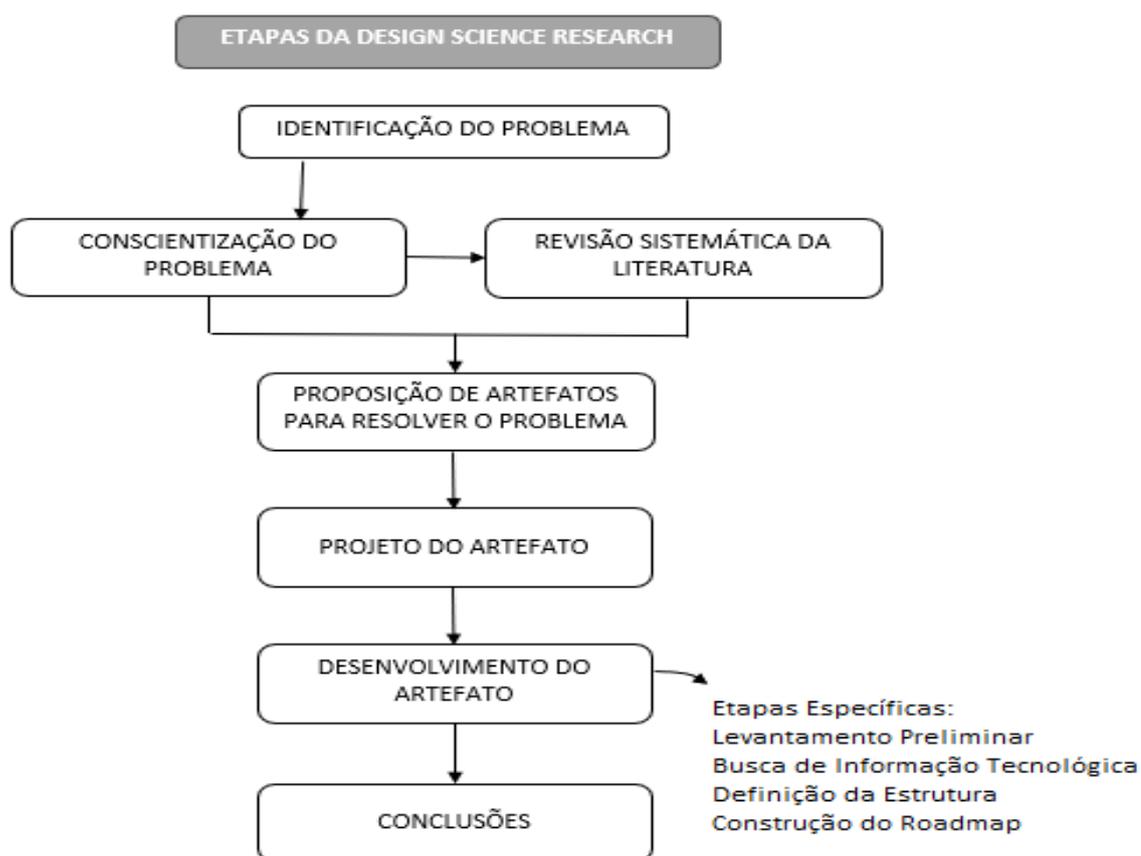


Figura 10 – Estrutura Geral do projeto
Fonte: própria.

4 ESTUDO PILOTO

4.1 Primeira rodada

Conforme citado, a aplicação da primeira rodada do formulário ocorreu com 3 especialistas na área da empresa em questão. Com relação à faixa etária dos participantes, todos se encontravam na faixa de 25 a 34 anos de idade, conforme figura abaixo:

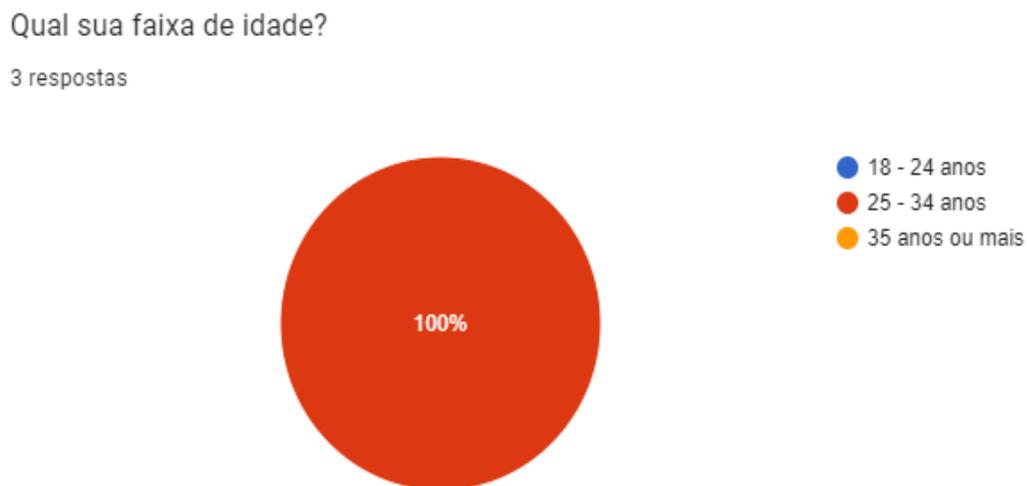


Figura 11 – Faixa etária dos entrevistados
Fonte: própria.

Já em relação ao tempo de experiência na área de tecnologia ou similares, cada participante possuía períodos diferentes, sendo um com 1 a 2 anos de experiência, o segundo com 6 a 10 anos de experiência, e o terceiro com mais de 10 anos de experiência na área, conforme apresentado na figura 13 abaixo.

Quanto à função desempenhada por cada um dentro da empresa em questão, todos possuíam papéis diferentes na organização: Coordenador de Tecnologia, Analista de Integrações e Especialista em Engenharia de *Software* (Logística). Apesar dos papéis, todos estavam ligados à área de tecnologia da empresa e puderam contribuir de forma positiva com o projeto, trazendo respostas valiosas quanto às necessidades da empresa em relação à troca de informações da mesma.

O primeiro formulário foi composto de 4 perguntas abertas, sendo todas focadas na verificação das dificuldades e necessidades da empresa, para que a troca de informações na organização seja mais eficiente.

Quanto tempo de experiência você possui nessa área ou em áreas similares?

3 respostas

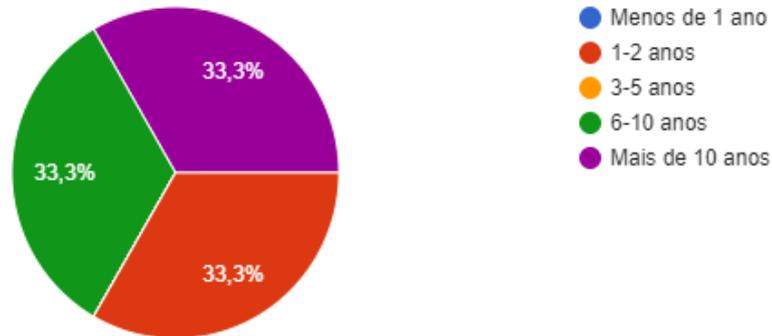


Figura 12 – Tempo de experiência dos entrevistados na área de tecnologia
Fonte: própria.

4.1.1 Primeira pergunta

Em relação à primeira pergunta: "A troca de informações entre X e as transportadoras pode ser aprimorada? Por qual(is) motivo(s)?", todos os participantes responderam que sim, a troca de informações da empresa com as transportadoras parceiras pode ser aprimorada. O fato de a API das transportadoras possuírem características diferentes ou serem modificadas constantemente causa desafios à empresa, que precisa sempre estar atenta às mudanças e atualizações necessárias, e isso foi pontuado por 2 dos participantes.

Somado a isso, o terceiro entrevistado reforçou sobre a dificuldade de comunicação com as transportadoras, que por muitas vezes deixaram de comunicar mudanças, levando a empresa à retrabalhar diversos pontos internos.

Por último, um ponto citado foi o de realizar integrações com tecnologias mais atuais, para facilitar a manutenção e escalabilidade dentro da empresa.

Para analisar visualmente a primeira pergunta do questionário, foi construída uma Nuvem de Palavras no software NVivo, que encontra-se na figura 14 abaixo. Percebe-se que as palavras mais citadas foram "transportadoras", "API", "atualização", "integração" e "necessidades", conforme contexto explicado anteriormente.



Figura 13 – Nuvem de palavras da primeira pergunta
Fonte: própria.

4.1.2 Segunda pergunta

Como respostas para a segunda pergunta: "Quais das informações compartilhadas entre X e transportadoras são mais críticas?", todos os participantes tiveram respostas diferentes e individuais, que não possuem relação entre si. O primeiro participante citou que as informações mais críticas são os dados de postagem das remessas, como dimensões, peso, origem e dados de rastreamento após a postagem, que a empresa precisa receber das transportadoras.

Já um segundo participante citou que o mais crítico seria a parte de segurança da requisição entre a empresa e as transportadoras, mais especificamente um *token* de autenticação, que é o que permite que as etiquetas sejam emitidas na plataforma da empresa.

Por último, a resposta do terceiro participante foi mais generalista, abordando a disponibilidade das transportadoras para a integração com a empresa em estudo.

Também foi feita uma Nuvem de Palavras para análise da segunda pergunta, conforme figura 15 abaixo. Percebe-se que as palavras mais citadas foram "transportadoras", "postagem", "disponibilidade" e "autenticação", conforme contexto explicado anteriormente.



Figura 14 – Nuvem de palavras da segunda pergunta
Fonte: própria.

4.1.3 Terceira pergunta

Com relação à terceira pergunta: "Quais são os obstáculos mais significativos na integração de tecnologias no ambiente operacional da X?", novamente foi citado como obstáculo o fato das APIs das transportadoras estarem desatualizadas e necessitarem de mudanças do lado da empresa, para que retornem os dados mais importantes.

Além disso, 2 dos participantes trouxeram a questão do obstáculo da disseminação de conhecimento técnico de forma fácil, para que a equipe entenda e consiga aprender e replicar.

Um dos participantes também relatou que para novas aplicações, é necessário entender o quanto a empresa irá ou espera-se crescer, e portanto, entender se a nova aplicação é escalável, de fácil manutenção, configurável, coesa e se atende as necessidades dos *stakeholders*.

Assim como para as perguntas anteriores, foi feita uma Nuvem de Palavras para análise da terceira pergunta, conforme figura 16 abaixo. Percebe-se que as palavras mais citadas foram "aplicação", "fácil", "desenvolvimento", "desafios", "equipe" e "conhecimento", conforme contexto explicado anteriormente.



Figura 15 – Nuvem de palavras da terceira pergunta
Fonte: própria.

4.1.4 Quarta pergunta

Para a quarta e última pergunta: "Quais são os principais requisitos tecnológicos para garantir a segurança e eficiência na integração de novas tecnologias na X?", obteve-se 3 respostas também diferentes. Como requisitos tecnológicos para integração de novas tecnologias na empresa em questão, foi citada a tecnologia REST, que indica um conjunto de restrições que devem ser seguidas no desenvolvimento de uma aplicação na internet (Barro, 2022). Também foi levantada a necessidade da tecnologia ter uma autenticação baseada em *token* que seja gerado utilizando credenciais únicas, para facilitar a integração com a empresa. Além disso, é necessário que a tecnologia retorne os dados de postagem dos pacotes.

Também foi levantado o requisito da tecnologia ter o *Datadog* integrado, para que o acompanhamento possa ser realizado de perto. O *Datadog* é uma plataforma de monitoramento e análise para aplicativos em grande escala (HNZ, 2021). Pelo fato da empresa adotar uma prática em que a resposta precisa ser imediata, é necessário que ela seja protegida por uma *API Gateway*, que irá interceptar as requisições feitas para a nova aplicação, verificar se possuem um *token* de autenticação válido e, se sim, autorizar a requisição. Além disso, a tecnologia deve permitir estratégias de cache para os dados que não são modificados frequentemente. Também são necessárias indexações para as informações mais importantes. A indexação é uma técnica usada em bancos de dados para acelerar a recuperação de dados, tornando maior a performance no ciclo de vida da aplicação. Por último, foi citada a fácil aplicação e manutenção necessárias à tecnologia.

Para a última pergunta, foi criado mais uma Nuvem de Palavras para melhor análise

das respostas, conforme figura 17 abaixo. Percebe-se que as palavras mais citadas foram "aplicação", "token", "dados", "postagem", "resposta" e "autenticação", conforme contexto explicado anteriormente.



Figura 16 – Nuvem de palavras da quarta pergunta
Fonte: própria.

4.2 Segunda rodada

A aplicação da segunda rodada ocorreu com um especialista em tecnologia, por meio também de um questionário *online* no *Google Forms*. Em relação às perguntas básicas: o entrevistado está na faixa etária de 25 a 34 anos, assim como os participantes da primeira rodada, conforme figura abaixo:

Qual sua faixa de idade?

1 resposta

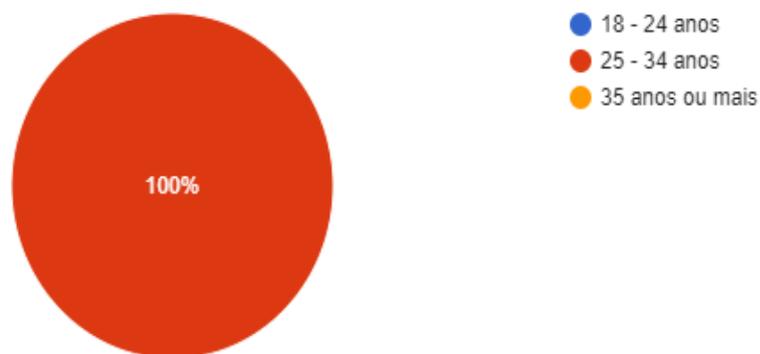


Figura 17 – Faixa etária do entrevistado

Fonte: própria.

O mesmo trabalha com fabricação e locação de motocicletas elétricas, e possui de 3 a 5 anos de experiência nessa área, ou em áreas similares, conforme figura abaixo:

Quanto tempo de experiência você possui nessa área ou em áreas similares?

1 resposta



Figura 18 – Tempo de experiência do entrevistado na área de tecnologia

Fonte: própria.

4.2.1 Respostas

De 6 perguntas, o entrevistado forneceu respostas para 5 delas, por falta de conhecimento no conteúdo de uma das questões (a 5ª). As respostas estão descritas a seguir:

- Considerando as constantes mudanças e características diferentes das APIs das transportadoras, que tecnologias de integração podem ser implementadas para facilitar a atualização e adaptação contínua da empresa a essas mudanças?

Resposta: "Geralmente a API é fornecida junto com uma biblioteca que orienta os desenvolvedores a formularem suas funções e solicitações por meio de código de programação. Porém, nem sempre as transportadoras e empresas relacionadas possuem o *know how* para utilizar essa documentação como é exposta. Por isso, para facilitar a utilização e adaptação, minha sugestão seria oferecer junto com a biblioteca, alguma plataforma que possibilite o usuário - seja da transportadora ou da empresa vinculada - a fazer a integração sem o conhecimento das linguagens de programação. Dessa forma, seria algo semelhante à plataforma WIX.COM que possibilita o usuário a criar sites mesmo sem saber sobre programação. A plataforma iria oferecer recursos gráficos como botões, fluxos e orientações simples de forma que o usuário consiga fazer a integração sem saber sobre *javascript*, JSON, *webhooks* etc."

- Quais tecnologias podem ser adotadas para facilitar a integração e sincronização dos dados entre a empresa e as transportadoras, garantindo a atualização em tempo real das informações de rastreamento e postagem?

Resposta: "Assim como na primeira resposta, pelo fato de haver uma integração entre sistemas, é necessário que as bibliotecas Api estejam disponíveis e de fácil entendimento para os desenvolvedores. Para facilitar ainda mais, vejo que uma plataforma intuitiva sem programação seria de grande valia para que usuários sem conhecimento de programação consigam fazer a integração e verificar os dados em tempo real."

- Que tecnologias podem ser adotadas para facilitar a integração de novas aplicações, considerando o crescimento esperado da empresa e a necessidade de escalabilidade?

Resposta: "Para novas aplicações, minha sugestão é a mesma das sugestões de cima. É uma sugestão inclusive que já está sendo implementada por alguns sites que oferecem "criação de aplicativos sem programação". No fundo, por motivos óbvios, todos se utilizam de programação, mas o usuário que quer criar essas novas aplicações não tem o contato pelo

fato da programação não estar no *front end*. Então existem sites que no *front end* há apenas botões, setas, fluxos e textos em que o cliente vai "montando" seu aplicativo sem saber nenhuma linguagem de programação."

- Quais tecnologias de autenticação baseada em *token* podem ser adotadas para garantir a segurança na integração de novas tecnologias?

Resposta: "Eu usaria os mais comuns como *JSON Web Token* e autenticação de dois fatores (2FA) ou autenticação multifator (MFA)."

- Que tecnologias de cache e indexação podem ser implementadas para melhorar o desempenho e a velocidade de acesso às informações críticas?

Resposta: "Não sei sobre cache e indexação."

- Você poderia fornecer exemplos de tecnologias ou serviços que façam uso extensivo da API REST para comunicação e integração?

Resposta: "Internamente na nossa empresa nós utilizamos API REST para integrar alguns dos nossos sistemas. Fora da empresa é difícil de dizer se as empresas utilizam API REST ou se utilizam alguma outra tecnologia para integração entre sistemas."

Quanta à dificuldade de implementação das estratégias e tecnologias propostas, tem-se:

- Considerando as constantes mudanças e características diferentes das APIs das transportadoras, que tecnologias de integração podem ser implementadas para facilitar a atualização e adaptação contínua da empresa a essas mudanças?

Resposta: Difícil

- Quais tecnologias podem ser adotadas para facilitar a integração e sincronização dos dados entre a empresa e as transportadoras, garantindo a atualização em tempo real das informações de rastreamento e postagem?

Resposta: Difícil

- Que tecnologias podem ser adotadas para facilitar a integração de novas aplicações, considerando o crescimento esperado da empresa e a necessidade de escalabilidade?

Resposta: Difícil

- Quais tecnologias de autenticação baseada em *token* podem ser adotadas para garantir a segurança na integração de novas tecnologias?

Resposta: Médio

- Que tecnologias de cache e indexação podem ser implementadas para melhorar o desempenho e a velocidade de acesso às informações críticas?

Resposta: Difícil

- Você poderia fornecer exemplos de tecnologias ou serviços que façam uso extensivo da API REST para comunicação e integração?

Resposta: Médio

4.2.2 Análise das respostas

A análise das respostas fornecidas foi realizada de forma qualitativa e aponta para uma abordagem focada em simplificar a integração de sistemas e aplicações, especialmente considerando a complexidade das APIs das transportadoras. As sugestões indicam a utilização de plataformas gráficas e bibliotecas API de fácil entendimento, visando permitir que usuários sem conhecimento avançado de programação realizem a integração e verificação dos dados em tempo real.

Para facilitar a adaptação contínua às mudanças nas APIs das transportadoras, é proposto o desenvolvimento de uma plataforma gráfica semelhante ao WIX.COM, que permita aos usuários montar suas integrações sem conhecimento de programação. Essa abordagem visa reduzir a dependência do conhecimento técnico e simplificar o processo de integração.

Além disso, para garantir a segurança na integração de novas tecnologias, são sugeridas tecnologias de autenticação baseada em *token*, como *JSON Web Token (JWT)* e autenticação de dois fatores (2FA) ou autenticação multifator (MFA). Essas medidas visam proteger a integridade dos dados e garantir a autenticidade dos usuários durante o processo de integração.

No entanto, as respostas não abordam diretamente tecnologias de cache e indexação para melhorar o desempenho e a velocidade de acesso às informações críticas. Isso sugere uma lacuna na compreensão ou na experiência do respondente nesse aspecto específico da integração de sistemas.

Apesar disso, a abordagem geral das respostas reflete uma preocupação legítima com a simplificação e a eficiência da integração de sistemas, sugerindo estratégias que podem ser valiosas para empresas que lidam com a complexidade das APIs das transportadoras e buscam uma integração mais fluida e acessível.

Em geral, as respostas apontam para a necessidade de simplificar a integração e o desenvolvimento de aplicações, sugerindo o uso de plataformas gráficas e bibliotecas API de fácil entendimento. As sugestões visam facilitar o trabalho de usuários sem

conhecimento avançado de programação, o que pode ser uma abordagem eficaz para lidar com a complexidade das APIs das transportadoras.

Devido ao curto prazo, é importante ressaltar que a análise baseada em uma única resposta reflete apenas a perspectiva e o conhecimento de uma pessoa, o que pode limitar a abrangência e a profundidade das conclusões.

4.3 Definição da Estrutura do *Roadmap*

A estrutura adotada para o Mapeamento Tecnológico do projeto levou em consideração 3 períodos: curto, médio e longo prazo, com o objetivo de garantir uma abordagem estratégica e abrangente no processo de identificação e implementação de tecnologias.

A divisão em diferentes prazos permite uma melhor organização e priorização das ações, considerando tanto as necessidades imediatas da organização quanto suas metas de médio e longo prazo.

Para identificar em qual área temporal as tecnologias e implementações seriam organizadas no mapeamento, foram utilizadas como base as respostas de "nível de dificuldade de implementação", retiradas da aplicação do segundo questionário com o especialista na área.

Portanto, uma aplicação "fácil" representaria o "curto prazo". Já uma aplicação "média", seria o "médio prazo", e conseqüentemente, uma aplicação "difícil", seria algo a ser implementado em um "longo prazo".

4.4 Construção do *Roadmap*

O *roadmap* tecnológico elaborado para a empresa analisada foi estruturado de forma a responder a três perguntas fundamentais: "por que", "o que" e "como", conforme proposto por Phaal, Farrukh e Probert (2004).

Em relação ao "por que", o *roadmap* justificou a necessidade de adoção de novas tecnologias com base nos resultados do primeiro questionário e nas dificuldades enfrentadas na empresa, conforme já citado na introdução e no decorrer deste projeto. Esse questionamento é definido pela frente de "Mercado".

No que diz respeito ao "o que", o *roadmap* detalhou as tecnologias e soluções específicas a serem implementadas, de acordo com a resposta do especialista no segundo questionário. Esse questionamento é definido pela frente de "Produto".

Quanto ao "como", o *roadmap* descreveu os passos e as etapas necessárias para a implementação das tecnologias, incluindo a definição de cronogramas, alocação de recursos, treinamento de pessoal e avaliação de resultados. Essa abordagem detalhada permite à

empresa ter uma visão clara de como as tecnologias podem ser implementadas e de que forma poderão contribuir para o alcance de seus objetivos estratégicos. Esse questionamento é definido pela frente de "Tecnologia".

Levando em consideração a estrutura temporal definida anteriormente, e as frentes definidas de mercado, produto e tecnologia, para suprir os 3 questionamentos acima, temos o Mapeamento Tecnológico abaixo:

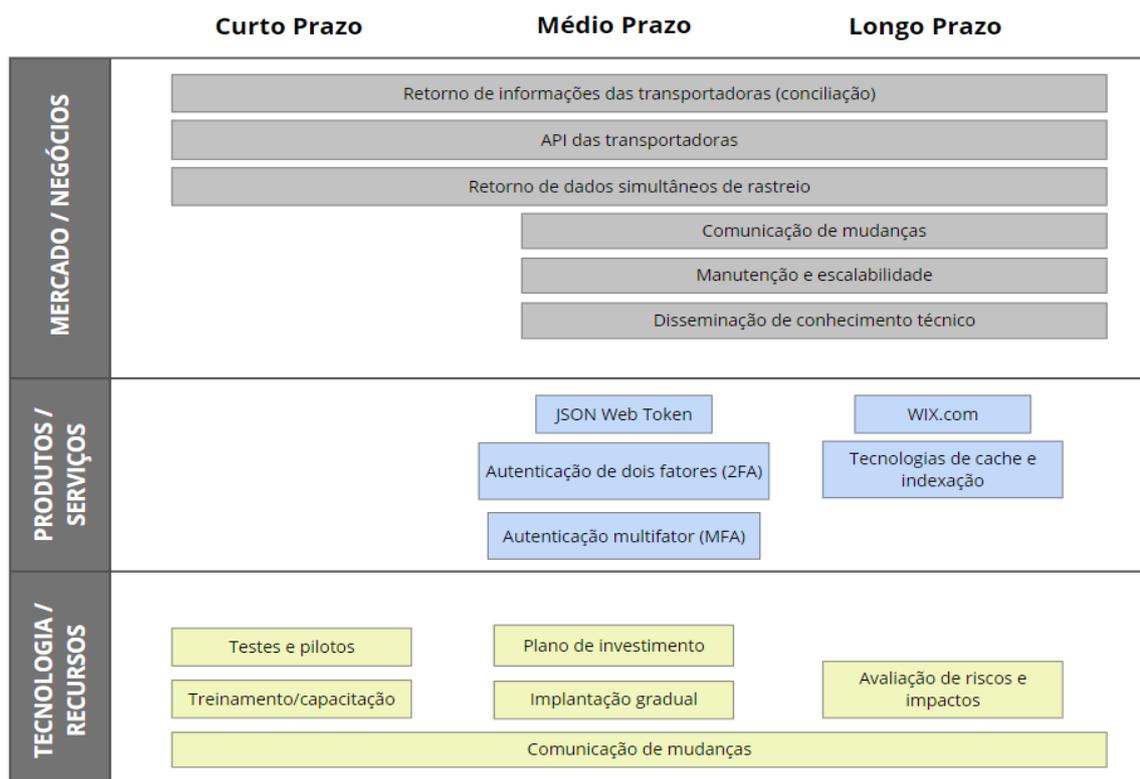


Figura 19 – Mapeamento Tecnológico

Fonte: própria.

A frente de "mercado" foi elaborada com objetivo de responder "por que", e tomou como base as dificuldades e necessidades da empresa, levantadas no primeiro formulário, aplicado aos especialistas internos ao negócio. Conforme citado pelos profissionais da empresa, alguns dos principais pontos de aprimoramento são: o retorno das informações das transportadoras, como peso e dimensões dos pacotes, para comparação e atualização de valores cobrados dos clientes, conhecido como conciliação; a diferença das APIs das transportadoras, além das mudanças constantes nas mesmas, dificultando o acompanhamento da empresa; retorno dos dados de rastreo após a postagem do pacote, que deve ser feito com a maior veracidade e rapidez possível; a comunicação de mudanças por parte das transportadoras, para que a empresa possa tomar as providências cabíveis de maneira ágil; necessidade de tecnologias atuais, com facilidade de manutenção e escalabilidade para a

empresa; e por último, a importância da disseminação de conhecimento técnico para os especialistas da empresa.

As três primeiras foram distribuídas em toda área temporal de curto, médio e longo prazo, pois são muito importantes para o pleno funcionamento do negócio, e precisam ser supridas ao longo de toda vida da empresa.

Já a comunicação, manutenção e escalabilidade, e disseminação de conhecimento, podem ser colocadas como algo a ser implementado a médio e longo prazo, são vantajosos para a empresa, mas não simples de ocorrer num curto prazo.

Em seguida, a frente de "produto", com intuito de responder "o que", levou em consideração as respostas do segundo questionário, elaboradas pelo especialista na área de produção e locação de motos elétricas. Por ser apenas um respondente, foram analisadas as respostas e levantadas as principais tecnologias e soluções propostas para suprir as necessidades da frente de "mercado". São elas: *JSON Web Token*; Autenticação de dois fatores (2FA); Autenticação multifator (MFA); plataforma WIX.com; e tecnologias de cache e indexação.

A divisão temporal dessa frente levou em consideração o nível de dificuldade de implementação (fácil, médio ou difícil), conforme passado pelo entrevistado e explicado no tópico 4.3 do projeto.

Buscando responder ao questionamento "como?", a frente de "tecnologia" foi delimitada para demonstrar como a empresa pode utilizar seus recursos e avanços tecnológicos para assegurar o sucesso de seus produtos e a satisfação dos *stakeholders*.

Diante disso, é crucial que sejam realizados pilotos e testes das tecnologias antes da implementação, para que adaptações sejam realizadas, se necessário, de maneira rápida, ou seja, num curto prazo. A implementação de novas tecnologias muitas vezes requer novas habilidades e conhecimentos por parte dos colaboradores. Portanto, é essencial fornecer treinamento adequado o quanto antes (curto prazo), para garantir que a equipe esteja preparada para utilizar a nova tecnologia de forma eficaz.

Em um médio prazo é interessante que a empresa realize um plano de investimento para as novas tecnologias, para que identifique e planeje os custos envolvidos na implementação da mesma e treinamento de pessoal. Ele deve ser revisado regularmente para garantir que os recursos estejam sendo alocados de forma eficiente e que os objetivos de negócio estejam sendo alcançados. Além disso, iniciar em um médio prazo a implantação gradual dessas tecnologias, com base nos testes e pilotos feitos anteriormente, de forma a ajustar conforme necessário e minimizar as consequências negativas na operação.

Em relação ao longo prazo, é interessante observar e avaliar os riscos e impactos gerados na empresa após a implementação das novas tecnologias. Isso inclui medir os benefícios alcançados, identificar áreas de melhoria e fazer ajustes conforme necessário

para maximizar o retorno sobre o investimento.

Para todas os prazos (curto, médio e longo), a comunicação de mudanças é essencial, visando a transparência com colaboradores e *stakeholders*, tanto para informar benefícios, quanto dificuldades e riscos, afim de gerar engajamento e fidelidade.

5 CONCLUSÃO

O mercado logístico está em constante evolução e crescimento. Somado a isso, novos desafios surgem na mesma proporção, demandando inovações tecnológicas que supram as necessidades do mercado. Analisando as principais dificuldades levantadas para uma empresa de serviços logísticos, o presente trabalho se propôs a identificar as principais tecnologias e soluções tecnológicas da atualidade, e assim, construir um mapeamento tecnológico para a empresa em questão.

Para alcançar os objetivos propostos, após conceituar os principais temas envolvidos na problemática da troca de informações na Logística, foram aplicados dois questionários, um com especialistas internos da empresa e o segundo com especialistas externos da área de tecnologia.

O primeiro formulário forneceu as principais dificuldades e necessidades da empresa, em relação à implementação de novas tecnologias no negócio. Baseando-se nessas informações, o segundo formulário foi elaborado e aplicado com um especialista em tecnologia. Desta segunda aplicação, foram levantadas as possíveis tecnologias que suprissem as necessidades tratadas no primeiro questionário.

A construção do mapeamento tecnológico foi realizada de forma a responder três questionamentos: "por que?", "o que?" e "como?", e dividida em três frentes: "mercado/negócios", "produtos/serviços" e "tecnologias/recursos". Além disso, o mapeamento foi separado temporalmente em curto, médio e longo prazo, de acordo com as análises realizadas.

Com base nos objetivos traçados e nos resultados obtidos ao longo deste trabalho, é possível concluir que o mapeamento tecnológico é uma das ferramentas interessantes para a otimização da troca de informações em empresas de serviços logísticos. Através da análise detalhada das tendências tecnológicas mais recentes e relevantes para o setor, foi possível identificar oportunidades de melhoria e inovação que podem ser implementadas para aprimorar a eficiência operacional, aumentando a velocidade e confiabilidade na troca de informações da empresa em questão.

Apesar disso, com apenas um especialista participando da segunda rodada de questionários, a falta de diversidade de opiniões e experiências pode resultar em uma análise parcial ou incompleta, não representando necessariamente a totalidade das possíveis tecnologias e soluções para a problemática em questão.

Somado a isso, pode-se concluir que a carência de especialistas em tecnologias, no campo da Logística, é fator importante e decisivo para que um projeto como este tenha resultados mais incisivos. Ademais, as tecnologias levantadas ainda são bastante abrangentes

para a área, o que sugere que, apesar de suas vantagens, pode haver lacunas que não são cobertas por essas soluções. Dito isso, é fundamental que haja mais estudos e pesquisas nessa área, visando o desenvolvimento de tecnologias mais específicas e adequadas às necessidades do setor logístico. A busca por especialização e inovação tecnológica contínua é essencial para que as empresas de serviços logísticos possam se manter competitivas e eficientes em um mercado cada vez mais exigente e dinâmico.

Portanto, o presente trabalho cumpriu com seu principal objetivo de mapear as tendências tecnológicas para aprimoramento da troca de informações de uma plataforma de logística, por meio de um *Roadmapping* Tecnológico, que poderá ser utilizado pela empresa estudada como base para possíveis mudanças e soluções tecnológicas às necessidades expostas.

6 BIBLIOGRAFIA

JÚNIOR, Romero. Metodologia Design Science (DS) e Design Science Research (DSR). Youtube, 17 set. 2021.

PACHECO LACERDA, D. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção Design Science Research: a research method to production engineering, 2013.

KAROLYNA, M.; MACHADO, B. DESIGN THINKING COMO ABORDAGEM PARA CRIAÇÃO DE SERVIÇOS, 2016.

MOURA, B. Logística: Conceitos e Tendências. [s.l.] Centro Atlantico, 2006.

JÚNIOR, S.; NETO, J. QUEM LEVA! -A PLATAFORMA QUE RESOLVE A SUA LOGÍSTICA, 2022.

BRAY, O. H.; GARCIA, M. L. Technology roadmapping: The integration of strategic and technology planning for competitiveness, 1997.

COELHO, J. A. F.; JUNIOR, S. B.; TAHIM, E. F. Roadmap tecnológico: um estudo preliminar. Revista Eletrônica de Ciência Administrativa, v. 11, n. 2, p. 168–177, 15 nov. 2012.

SILVIA SATIKO ONOYAMA et al. Technology roadmapping, uma alternativa no delineamento da pesquisa agropecuária e sua aplicação na cadeia de cenoura. Horticultura Brasileira, v. 30, n. 4, p. 572–578, 1 dez. 2012.

Developing a technology roadmapping system | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore, 2011.

CARDOSO, F.; BOMTEMPO, J. V.; BORSCHIVER, S. ELABORAÇÃO DE ROADMAP TECNOLÓGICO PARA A PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE VINHAÇA. Cadernos de Prospecção, v. 10, n. 3, p. 495–495, 30 set. 2017.

MOTTA, Gustavo. Roadmap Tecnológico na prática. Youtube, 27 nov. 2020.

BORSCHIVER, S.; COELHO, K. ROADMAP TECNOLÓGICO: MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS NA LOGÍSTICA INTERNA COM FOCO NA LOGÍSTICA LEAN, 2017.

CARVALHO, M. M.; FLEURY, A.; LOPES, A. P. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. Technological Forecasting and Social Change, v. 80, n. 7, p. 1418–1437, set. 2013.

FLEURY, P. O DESAFIO LOGÍSTICO DO E-COMMERCE, 2020.

CARDOSO, F.; BOMTEMPO, J. V.; BORSCHIVER, S. ELABORAÇÃO DE ROADMAP TECNOLÓGICO PARA A PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE VINHAÇA. Cadernos de Prospecção, v. 10, n. 3, p. 495–495, 30 set. 2017.

DOS SANTOS, M. ELABORAÇÃO DO TECHNOLOGY ROADMAP PARA BIORREFINARIA DE PRODUTOS DA LIGNINA NO BRASIL, 2011.

CARLOS, A. COMO ELABORAR PROJETOS DE PESQUISA. Atlas editora, v.4, 2002.

DETONI, M. A EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS NO BRASIL: UMA ANÁLISE DE MERCADO, 2003.

GUIDOLIN, S.; CORRÊA, D.; FILHA, M. Cadeia de suprimentos: o papel dos provedores de serviços logísticos, 2010.

NAZÁRIO, P. A Importância de Sistemas de Informação para a Competitividade Logística, 1999.

OLIVEIRA, F. E. M. Considerações sobre o sistema Kanban. Revista Ciências Administrativas, v. 13, n. 3, 2007.

CRUZ, V. L.; LEONE, R. J. G.; RODRIGUES DOS SANTOS, R. Uma análise dos estudos relacionados à qualidade do serviço logístico. REFAS: Revista FATEC Zona Sul, v. 4, n. 1, p. 5, 2017.

RODRIGUES, N. LOGÍSTICA 4.0 E SUSTENTABILIDADE: ANÁLISE DAS PRÁTICAS, BENEFÍCIOS E DESAFIOS EM PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS, 2023.

LIMA, F. R.; GOMES, R. Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0. Revista Brasileira de Inovação, v. 19, p. e0200023, 28 dez. 2020.

PARHI, S. et al. Reflecting on an empirical study of the digitalization initiatives for sustainability on logistics: The concept of Sustainable Logistics 4.0. Cleaner Logistics and Supply Chain, v. 4, p. 100058, maio 2022.

ROZO-GARCÍA, F. Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. Revista UIS Ingenierías, v. 19, n. 2, p. 177–191, 3 maio 2020.

GOIS, A. B. Segurança Cibernética: O Comunicante, v. 8, n. 3, p. 40–47, 14 out. 2018.

PAZ, A. C. M.; LOOS, M. J. A importância da computação em nuvem para a indústria 4.0. Revista Gestão Industrial, v. 16, n. 2, 23 out. 2020.

CARISSIMI, A. Desmistificando a Computação em Nuvem, 2015.

FERNANDES, J. C.; PINTO, G. S. BIG DATA ANALYTICS. SIMTEC - Simpósio

de Tecnologia da Fatec Taquaritinga, v. 5, n. 1, p. 63–72, 22 dez. 2019.

LOPES, Y.; MOORI, R. G. A INFLUÊNCIA DA INTERNET DAS COISAS NA GESTÃO ESTRATÉGICA DA LOGÍSTICA. *Revista PRETEXTO*, 17 set. 2021.

KAWAKAME, M. *Logística 4.0: Desafios e inovações* Logistic 4.0: Challenges and innovations, 2021.

TRAINA, A. et al. *APLICAÇÕES DE IOT NA LOGÍSTICA 4.0*, 2022.

LEITE, J.; MARTINS, P.; URSINI, E. *A INTERNET das COISAS (IoT) : Tecnologias e Aplicações*, 2017.

Vista do Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais, 2019.

GODOI, M. G. DE; ARAÚJO, L. S. A INTERNET DAS COISAS: evolução, impactos e benefícios. *Revista Interface Tecnológica*, v. 16, n. 1, p. 19–30, 30 jun. 2019.

TRIQUES, S. *RFID Tecnologia: O que é e Como Funciona?*, 2021.

SILVINO, D. et al. *A GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO: UM ESTUDO SOBRE OS FORNECEDORES*, 2021.

NASSAR, V.; VIEIRA, M. L. H. A aplicação de RFID na logística: um estudo de caso do Sistema de Infraestrutura e Monitoramento de Cargas do Estado de Santa Catarina. *Gestão Produção*, v. 21, n. 3, p. 520–531, set. 2014.

JUNIOR, E.; MINADEO, R. SISTEMA RFID: VANTAGENS E DESVANTAGENS OBSERVADAS NA IMPLEMENTAÇÃO EM ESTUDOS DE CASOS. Acesso em: 28 fev. 2024.

VIEIRA, Z. S. et al. Geotecnologias aplicadas ao transporte de cargas no Brasil: uma revisão sistemática. *Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG*, v. 3, n. 3, p. 107–126, 17 dez. 2021.

FONSECA, L. O impacto dos sistemas ERP na logística: o caso do Grupo Visabeira, 2018.

LOPES, D. et al. *PRINCIPAIS RECLAMAÇÕES DA LOGÍSTICA NO COMÉRCIO ELETRÔNICO NO SEGMENTO DE CALÇADOS*, 2019.

INTELIPOST. O que é EDI e qual seu papel no transporte de cargas? Disponível em: <<https://www.intelipost.com.br/blog/o-que-e-edi-e-qual-seu-papel-no-transporte-de-cargas/>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

SILVEIRA, M.; GUIDI, R.; FERNANDES, D. *A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA EFICIÊNCIA E COMPETITIVIDADE NAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS*, 2018.

MATA, K. E-COMMERCE: ANÁLISE DE DADOS SOBRE O COMÉRCIO ELETRÔNICO NO BRASIL, 2021.

Exame Solutions. O que é e-commerce? O que é, para que serve e como criar um em 2023 (passo a passo). Disponível em: <<https://exame.com/invest/guia/o-que-e-e-commerce-red04/>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

PARANHOS, R. DE C.; RIBEIRO, N. IMPORTÂNCIA DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM BASE EM PATENTES E SEUS OBJETIVOS DA BUSCA, 2018.

PIMENTEL, M; FILIPPO, D; DOS SANTOS, T. Visualização de Design Science Research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos, 2020.

MARCHESINI, M.; ALCANTARA, R. Conceituando o Serviço Logístico e Seus Elementos, 2012.

PETRONI, B.; WALTER, S.; GONÇALVES, R. Sistemas Cyber Físicos, 2018.

BARRO, B. B. O Que é uma API RESTful e Porque Isso Importa. Disponível em: <<https://www.hostinger.com.br/>>. Acesso em: 2 abr. 2024.

HNZ. Datadog: saiba o que é e como utilizar. Disponível em: <<https://hnz.com.br/datadog-o-que-e-e-como-utilizar/>>. Acesso em: 2 abr. 2024.

INTELIPOST. 4 tendências para a logística em 2024. Disponível em: <<https://www.intelipost.com.br/para-a-logistica-2024/>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

ALMEIDA, A. M. G. DE; VIVALDINI, M. Logística reversa e os provedores de serviço logístico: análise e contextualização através de mapeamento de rede. Revista Inovação, Projetos e Tecnologias, v. 11, 31 ago. 2023.

Filócromo, S. Manual TI na Logística. Disponível em: <<https://uello.com.br/blog/ti-na-logistica/>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

CNI. Cibersegurança: o que é, importância e como se qualificar. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/ciberseguranca/>>. Acesso em: 19 abr. 2023.