



[www.fdc.org.br](http://www.fdc.org.br)

*Para ser relevante.*



Programa de Pós-Graduação em Gestão de Negócios

# PROJETO APLICATIVO 2024

Prof. Dr. Frederico Vidigal

**FUNDAÇÃO DOM CABRAL**

**MODELAGEM DE UM CENTRO TECNOLÓGICO OPERACIONAL  
COMPARTILHADO:  
uma proposta de inovação para o Transporte Multimodal Urbano**

**Eveline Colares**

**Heline Guimarães**

**Luiz Alberto Cardoso**

**Marcelo Lemos**

**Thaís Heringer**

**Tiago Reis**

**Vitória**

**2024**

**Eveline Colares**  
**Heline Guimarães**  
**Luiz Alberto Cardoso**  
**Marcelo Lemos**  
**Thaís Heringer**  
**Tiago Reis**

**MODELAGEM DE UM CENTRO TECNOLÓGICO OPERACIONAL**  
**COMPARTILHADO:**  
**uma proposta de inovação para o Transporte Multimodal Urbano**

**Trabalho apresentado à banca examinadora  
da Fundação Dom Cabral como requisito  
para a obtenção do título de Pós-Graduação  
em Especialização de Gestão de Negócios.**

**Orientador: Prof. Dr. Frederico Vidigal**

**Vitória**  
**2024**

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa gratidão a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Primeiramente, agradecemos a Deus, pela força e sabedoria concedidas ao longo desta jornada.

Ao nosso orientador, Frederico Vidigal, PhD e Professor Associado da Fundação Dom Cabral, pela orientação, paciência e valiosas contribuições.

Agradecemos também às seguintes instituições pelo apoio e acesso às informações, as quais tornaram possível a realização deste TCC:

- Laboratório de IA da Vale, pelo suporte em tecnologias de inteligência artificial e inovações.
- FABLAB da CPTM - Companhia Paulista de Trens Metropolitanos, pela infraestrutura e suporte em prototipagem e fabricação digital.
- Laboceano, pelo acesso a recursos e conhecimento em tecnologias marítimas.
- IPT Open (Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT), pela disponibilização de dados e colaboração em pesquisas tecnológicas.

Somos gratos pela síntese das entrevistas e pelo apoio dos laboratórios de inovação que contribuíram para compreender a realidade das empresas envolvidas.

Empresas de Transporte Rodoviário Urbano:

- Grupo Santa Zita
- Viação Serrana
- ANSAL – Auto Nossa Senhora Aparecida
- Viação Satélite

Empresas do Sistema Metroferroviário:

- Metrô de São Paulo
- Metrô de Fortaleza
- Metrô do Rio de Janeiro

Agradecemos às empresas de transporte rodoviário urbano e às empresas do sistema Metroferroviário, pela cooperação e fornecimento de informações valiosas para esta pesquisa.

Aos nossos familiares, pelo apoio incondicional e incentivo em todas as etapas desta Especialização em Gestão de Negócios. Sua confiança e paciência foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Aos nossos colegas de curso, pelas discussões enriquecedoras, apoio e camaradagem.

Aos professores e funcionários da Fundação Dom Cabral e do Instituto de Transporte e Logística - ITL, pela excelência no ensino e apoio prestado ao longo do curso.

Por fim, agradecemos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. A cada um de vocês, nosso sincero muito obrigado.



*"Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente,  
mas o que melhor se adapta às mudanças."*

Charles Darwin

## RESUMO

O transporte urbano de passageiros possui enorme potencial para resolver problemas de equidade urbana relativos ao conforto, segurança, pontualidade e atendimento humanizado de forma que, para se garantir o pleno atendimento dos passageiros, é preciso considerar uma gestão moderna, em que as noções de qualidade e produtividade estejam presentes em todos os níveis que compõem uma empresa do setor.

Este trabalho tem como objetivo principal modelar um Centro Tecnológico Operacional Compartilhado (CTOC) com vistas à implementação de melhorias tecnológicas nas rotinas operacionais das empresas de transporte urbano de passageiros em diferentes modais.

O projeto em questão visa à construção de movimentos colaborativos referentes a sistemas de inovação no setor de transportes urbanos de passageiros de forma a gerar fortalecimento das empresas e a melhoria no desempenho dos seus negócios. Portanto, o estudo em proposição consistiu em um estudo de campo, com empresas de transporte de mobilidade urbana separadas por modais, de forma a identificarmos as principais necessidades, dores ou desafios dessas empresas e também a realização de um *benchmarking* em centros compartilhados tecnológicos dentro e fora do setor de transportes.

Isso será alcançado pela identificação das dores operacionais dentro do setor e por meio da implementação de um Mínimo Produto Variável (MVP) com a escolha de um portfólio de projetos que atendam às dores operacionais de uma empresa de transporte urbano de passageiros do setor metroferroviário com possibilidade de utilização de tecnologias de baixo custo, aproveitando infraestruturas disponíveis e subutilizadas dentro da capacidade das próprias empresas e capital humano com conhecimento instalado existente. Para validação do MVP, será verificado o estudo de viabilidade técnica, operacional, econômico, político e estratégico, bem como a definição de ferramenta para visibilidade dos projetos, monitoramento e definição de indicadores estratégicos.

**Palavras-chave:** CTOC, dores operacionais, custeio, desempenho, imagem, MVP, viabilidade.

## ABSTRACT

Urban passenger transport has enormous potential to solve problems of urban equity relating to comfort, safety, punctuality and humanized service so that, to guarantee full passenger service, it is necessary to consider modern management, in which notions of quality and production is present at all levels that make up a company in the sector.

This work's main objective is to model a Shared Operational Technological Center (CTOC) with a view to implementing technological improvements in the operational routines of urban passenger transport companies in different modes.

The project in question aims to build collaborative movements regarding innovation systems in the urban passenger transport sector in order to strengthen companies and improve their business performance. Therefore, the proposed study consists of a field study, with urban mobility transport companies separated by modes, in order to identify the main needs, pains or challenges of these companies and also to carry out benchmarking in shared technological centers within and transport sector forums.

This will be achieved by identifying the operational ports within the sector and through the implementation of a Minimum Variable Product (MVP) with the choice of a portfolio of projects that meet the operational ports of an urban passenger transport company in the metro-rail sector with the possibility of using low-cost technologies, taking advantage of available and underutilized infrastructures within the capacity of the companies themselves and human capital with existing installed knowledge. To validate the MVP, the study of technical, operational, economic, political and strategic options will be selected, as well as the definition of a tool for project visibility, monitoring and definition of strategic indicators.

**Keywords:** CTOC, operational pain, costing, performance, image, MVP, viability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Distribuição modal das viagens em (%).....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 2 – Motivação das viagens .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 3 – Pirâmide hierárquica do plano de mobilidade .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 4 – Distribuição da mobilidade urbana no decorrer dos anos .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 5 – Sistema para gerenciamento das demandas .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 6 – Mapa de Portfólio de Osterwalder e Pigneur .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 7 – Definições de Christensen sobre Modelo de Negócios para o <i>Business Model</i> Portfólio (Explore) .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 8 – Definições de Christensen sobre Modelo de Negócios para o <i>Business Model</i> Portfólio (Exploit) .....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 9 – Infográfico do cronograma de desenvolvimento da implantação do CTOC..</b>	<b>99</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 – Classificação para estabelecimento da complexidade dos projetos, provisionamento de recursos e validação dos projetos .....</b>	<b>78</b>
<b>Quadro 2 – Mapa do <i>Business Model</i> Portfólio dos projetos selecionados dentro do Metrô de São Paulo para o MVP - Explore .....</b>	<b>82</b>
<b>Quadro 3 - Mapa do <i>Business Model</i> Portfólio dos projetos selecionados dentro do Metrô de São Paulo para o MVP - <i>EXPLOIT</i> .....</b>	<b>83</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Sistemas metroferroviários brasileiros de pequeno e médio portes.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabela 2 – Índices de eficiência das empresas metroferroviárias .....</b>	<b>44</b>

**LISTA DE ABREVIATURAS**

ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
API	<i>Application Programming Interface</i>
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
CAP	Central de Achados e Perdidos
CBTC	<i>Communications Based Train Control</i>
CBTU	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CCO	Centro de Controle Operacional
CDTO	Centro de Desenvolvimento Tecnológico Operacional
CET	Companhia de Engenharia e Tráfego
CFTV	Circuito Fechado de TV
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>
CNT	Confederação Nacional do Transporte
COPPE	Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
CTM	Consórcio de Transporte Metropolitano
CTOC	Centro Tecnológico Operacional Compartilhado
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
EAP	Estrutura Analítica de Projetos
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
FAB LAB	<i>Fabrication Laboratory</i>
FAPERJ	Fundação de Amparo e Pesquisa do Rio de Janeiro
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IHM	Interface Homem Máquina
IN	Incidentes Notáveis
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IRCI	Índice de Redução de Custos de Inovação
ISG	Índice de Segurança Pública

ISP	Índice de Satisfação de Passageiro
ITDP	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
LAB	Laboratório
LABOCEANO	Laboratório de Tecnologia Oceânica
LABS	Laboratórios
LORA	<i>Long Range</i>
MV	<i>Machine Vision</i>
MVP	<i>Minimum Viable Product</i>
OCDE	Organização para a Cooperação de Desenvolvimento Econômico
OTM	Operador de Transporte Metroviário
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PA	<i>Public Announcement</i>
PCC	Projeto Confirmação Custeio
PCD	Projeto Confirmação Desempenho
PCI	Projeto Confirmação Imagem
PCS	Projeto Confirmação Segurança
PDC	Projeto Descoberta Custeio
PDD	Projeto Descoberta Desempenho
PDI	Projeto Descoberta Imagem
PDS	Projeto Descoberta Segurança
PDUI	Plano de Desenvolvimento Urbano e Integrado
PEC	Projeto Eficiência Custeio
PED	Projeto Eficiência Desempenho
PEI	Projeto Eficiência Imagem
PES	Projeto Eficiência Segurança
PIC	Projeto Ideação Custeio
PID	Projeto Ideação Desempenho
PII	Projeto Ideação Imagem
PIL	<i>Phyton Image Library</i>
PIS	Projeto Ideação Segurança
PISC	Projeto Inovação Sustentável Custeio
PISD	Projeto Inovação Sustentável Desempenho
PISI	Projeto Inovação Sustentável Imagem

PISS	Projeto Inovação Sustentável Segurança
PLC	Projeto Lançamento Custeio
PLD	Projeto Lançamento Desenvolvimento
PLI	Projeto Lançamento Imagem
PLS	Projeto Lançamento Segurança
PPV	Projetos para Proposta de Valor
PTC	Projeto Transferência Custeio
PTD	Projeto Transferência Desempenho
PTI	Projeto Transferência Imagem
PTS	Projeto Transferência Segurança
PVC	Projeto Validação Custeio
PVD	Projeto Validação Desempenho
PVI	Projeto Validação Imagem
PVS	Projeto Validação Segurança
RC	Redução de Custeio
RFFSA	Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima
SCMVD	Sistema de Comunicação de Voz e Dados
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SENAT	Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte
SEST	Serviço Social de Transporte
SMSU	Secretaria Municipal de Segurança Urbana
STI	Sistema de Transporte Inteligentes
STM	Secretaria de Transportes Metropolitanos
STU	Superintendência de Transportes Urbanos
TI	Tecnologia da Informação
TPU	Transporte Público Urbano
TRA	Tráfego
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo
VC	Visão Computacional
VLT	Veículo Leve sob Trilhos
VM	Visão de Máquina

## SUMÁRIO

<b>1 RESUMO EXECUTIVO .....</b>	<b>18</b>
<b>2 BASES CONCEITUAIS .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Modelos colaborativos e a vantagem competitiva .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Inovação .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.1 Definição .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2 Gestão da inovação .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3 Gestão da inovação tecnológica.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.4 Gestão da inovação em serviços .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 Tecnologias e Indústria 4.0 – Oportunidade de Excelência Operacional nos Transportes .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.1 Ciência de dados.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2 Conceitos de visão computacional.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.3 Internet das coisas – IoT.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.4 Inteligência artificial.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4 I-Labs.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.1 I-Labs públicos .....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.2 Regulamentação dos laboratórios de inovação para administração pública .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5 Ecossistemas de inovação.....</b>	<b>36</b>
<b>2.6 Ambidestria organizacional.....</b>	<b>36</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>38</b>
<b>4. LEVANTAMENTO DE DADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Análise do setor.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.1 Características do setor de transporte coletivo urbano de passageiros.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.2 A inovação no setor de transportes.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1.2.1 Inovação no setor metroferroviário de passageiros.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1.2.2 Inovação dentro do setor de transporte rodoviário urbano de passageiros.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.2.3 Inovação dentro do setor de transporte individual de passageiros .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.3 Desafios e oportunidades de inovação tecnológica no setor de transportes urbanos de passageiros .....</b>	<b>48</b>
<b>4.2 Benchmarking laboratórios de inovação .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.1 Laboratório de IA da Vale.....</b>	<b>52</b>

4.2.2 Fab Lab da CPTM - Companhia Paulista de Trens Metropolitanos .....	53
4.2.3 LabOceano .....	55
4.2.4 IPT Open (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) .....	57
4.2.5 Síntese das entrevistas nos laboratórios de inovação .....	59
<b>4.3 Realidade das empresas .....</b>	<b>60</b>
4.3.1 Empresas de transporte rodoviário urbano .....	60
4.3.1.1 Grupo Santa Zita .....	60
4.3.1.2 Viação Serrana .....	61
4.3.1.3 Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida .....	63
4.3.1.4 Viação Satélite .....	64
4.3.1.5 Síntese das empresas de transporte rodoviário urbano .....	65
4.3.2 Empresas do sistema metroferroviário .....	66
4.3.2.1 Metrô de São Paulo .....	66
4.3.2.2 Metrô de Fortaleza .....	67
4.3.2.3 Metrô do Rio de Janeiro .....	69
4.3.2.4 Síntese das empresas de transporte metroferroviário .....	69
4.3.3 Rodoviário Urbano X Sistema Metroviário .....	70
<b>5 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>72</b>
<b>5.1 Proposta de solução .....</b>	<b>72</b>
5.1.2 MVP para validação do modelo de centro tecnológico operacional .....	75
5.1.2.1 Definição de tecnologias a serem implementadas .....	76
5.1.2.2 Definição de recursos mínimos para o MVP .....	76
5.1.2.3 Definição de sistema de gerenciamento para aquisição de dores operacionais e propostas de projetos .....	76
5.1.2.4 Definição de metodologia para priorização, visualização, análise e gestão do portfólio de projetos .....	78
5.1.2.5 Definição de portfólio de projetos a serem desenvolvidos no MVP .....	80
<b>5.3 Análise de viabilidade e cronograma .....</b>	<b>84</b>
5.3.1 Análise de viabilidade para o modelo .....	84
5.3.1.1 Viabilidade operacional .....	85
5.3.1.2 Viabilidade técnica e financeira .....	87
5.3.1.2.1 Recursos .....	87
5.3.1.3 Viabilidade jurídica e política .....	95

5.3.1.4 Viabilidade estratégica.....	97
<b>5.3.2 Cronograma de implantação do CTOC .....</b>	<b>99</b>
5.3.2.1 Indicadores de desempenho (KPI - Key Performance Indicator).....	101
5.3.2.1.1 Indicadores de desempenho – entidade gestora.....	101
5.3.2.1.2 Indicadores de desempenho – Comitê Gestor .....	104
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>106</b>
<b>6.1 Recomendações .....</b>	<b>108</b>
<b>6.2 Limitações do projeto.....</b>	<b>108</b>
<b>6.3 Aprendizagem .....</b>	<b>108</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>109</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....</b>	<b>116</b>
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE A – Questionário aplicado nas empresas metroferroviárias.....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE B – Questionário aplicado nas empresas de transporte urbano de passageiros.....</b>	<b>124</b>
<b>APÊNDICE C – Questionário aplicado nos laboratórios .....</b>	<b>130</b>

## 1 RESUMO EXECUTIVO

O transporte urbano de passageiros possui enorme potencial para resolver problemas de equidade urbana, desde que observadas a dignidade e equivalência no nível de atendimento dos passageiros. Conforme Valente, Passaglia e Novaes. (2008); Csiszar e Sandor (2017); Schalekamp (2017) e Pettersson (2018), essas perspectivas são conforto, segurança, pontualidade e atendimento humanizado de forma que, para se garantir o pleno atendimento dos passageiros, é preciso considerar uma gestão moderna, em que as noções de qualidade e produtividade estejam presentes em todos os níveis que compõem uma empresa do setor.

Outro fator importante é que o setor de transportes de passageiros urbanos brasileiro atravessa, nos dias atuais, talvez a pior crise de sua história moderna. Um dos principais fatores são os impactos decorrentes da pandemia gerada pela Covid-19. Tendo como exemplo o modal metroferroviário de passageiros, somente no Metrô de São Paulo, ocorreu uma redução drástica da demanda no primeiro dia pós-pandemia de 4 milhões de passageiros/dia a 800.000 mil passageiros/dia, a qual tem sido recuperada lentamente.

Após a contextualização aqui apresentada, chega-se ao objetivo geral do projeto aplicativo. O projeto proposto tem como objetivo principal modelar um Centro Tecnológico Operacional Compartilhado (CTOC) com vistas à implementação de melhorias tecnológicas nas rotinas operacionais das empresas de transporte urbano de passageiros em diferentes modais.

A proposição seria alcançada por meio da escolha de um portfólio de projetos que atendam às dores operacionais reais verificadas em quatro empresas de transporte rodoviário urbano de passageiros e três empresas de transporte metroviário, e de um MVP de um CTOC para desenvolvimento desses projetos, em uma dessas empresas, com possibilidade de utilização de tecnologias de baixo custo, aproveitando infraestruturas disponíveis e subutilizadas dentro da capacidade da própria empresa e capital humano com conhecimento instalado existente.

Dentre os objetivos específicos desta proposta, destacam-se:

- a) Analisar as principais contribuições teóricas baseadas em gestão de inovação, algumas tecnologias da indústria 4.0 aplicáveis a serviços utilizadas no mercado com potencial para o transporte bem como um melhor entendimento dos modelos colaborativos e ambidestria organizacional.
- b) Mapear as melhores práticas de empresas que vêm contribuindo para a eficiência

operacional no setor de transportes urbanos no Brasil e também uma prospecção em centros compartilhados de inovação com os seus *modus operandis*.

- c) Elaborar um *design* para a operacionalização de um CTOC por meio de um *Business Model* Portfólio.

Em uma outra vertente, as empresas de transporte trabalham em suas soluções tecnológicas e respostas aos seus problemas operacionais de forma isolada e segmentada, São dotadas de grandes infraestruturas tecnológicas instaladas (em alguns casos), grande *skills*, porém, em muitos casos, com grande ociosidade dessa capacidade instalada. De acordo com Newlands (2015), a economia compartilhada ou colaborativa é um novo tipo de negócio construído sobre o conceito de recursos compartilhados. Essa capacidade de compartilhar o que está disponível permite que as empresas potencializem os seus recursos e, conseqüentemente, os seus resultados.

Nesse contexto, uma gestão voltada à inovação de maneira compartilhada encontra um cenário oportuno e favorável a implementações para aumento de produtividade, desempenho, oferta, segurança e atendimento humanizado assim como recuperação financeira das empresas.

Destaca-se que as empresas de transporte têm muitos desperdícios ou *gaps* operacionais relacionados ao conforto, segurança, pontualidade e atendimento humanizado aos seus clientes, devido à maioria das soluções tecnológicas existentes nos sistemas de mercado abrangerem diversos setores das empresas, não sendo customizados operacionalmente e, conseqüentemente, não atendendo de maneira plena às dores operacionais.

O projeto foi estruturado em 6 capítulos. O capítulo 2 aborda as bases conceituais que levaram a uma análise dos modelos colaborativos e a vantagem competitiva – análise dos 8 P's do marketing de serviços. Em continuidade, ocorre a abordagem de Gestão da inovação, evidenciando a especificidade da Gestão de Inovação em Serviços. Posteriormente, é lançada de forma mais sistêmica a conceituação de algumas tecnologias aplicáveis à resolução de problemas operacionais baseadas na indústria 4.0, dando-se enfoque a tecnologias como *Data Science*, IoT, IA e Visão Computacional, com a conceituação dos i-labs, ou labtechs, e a integração dos mesmos nos ecossistemas de inovação. Finaliza-se com um reporte à questão da ambidestria organizacional e questão estratégica dentro das empresas.

No capítulo 3 define-se a metodologia, caracterizada por pesquisa e análise baseadas em estudo qualitativo e realização de *benchmarkings*.

No capítulo 4 é apontada de uma forma macro a análise do setor com relação à inovação, dando luz ao setor metroferroviário, ao urbano de passageiros e ao de aplicativos, finalizando

com uma visão dos desafios e oportunidades dentro do setor de transportes urbanos. Ainda no capítulo 4, realizou-se uma pesquisa com empresas do setor metroferroviário e rodoviário urbano de passageiros, com vistas a um maior aprofundamento de quais são as boas práticas de inovação e se são colaborativas utilizadas por essas empresas, as suas dores operacionais e caracterização dessas dores, gerando repertório para o estabelecimento da ideia-conceito e posterior avaliação e percepção por parte dos principais *stakeholders* sobre a ideia-conceito gerada. Por fim, estabeleceu-se um *benchmarking* com grandes laboratórios de inovação, sendo alguns deles relacionados ao transporte urbano, outros não, possibilitando um melhor entendimento de suas estruturas, objetivos estratégicos e modelo de negócios adotados para cada um .

No capítulo 5 desenvolveu-se a proposta do modelo do CTOC, baseada em análises de viabilidade operacional, técnica e financeira, jurídica e política, tendo como consequência a elaboração de um plano de implementação do projeto bem como a implantação de um protótipo do modelo dentro do metrô de São Paulo. Adicionalmente, o capítulo 6 abordou considerações finais, recomendações, limitações do projeto e aprendizagem referentes a este Projeto Aplicativo.

Encontra-se no Apêndice A o questionário aplicado nas empresas metroferroviárias; no Apêndice B, o questionário aplicado nas empresas de transporte urbano de passageiros; e no Apêndice C, o questionário aplicado nos laboratórios.

## 2 BASES CONCEITUAIS

### 2.1 Modelos colaborativos e a vantagem competitiva

O termo colaboração é um conceito genérico que deve ser contextualizado para definir a relação desejada entre os participantes. Sua aplicação na ciência torna-se ainda mais complexa, e o pleno entendimento do seu significado está longe de ser alcançado (Ferreira, 2018).

O conceito de colaboração está ligado às técnicas que possibilitam a pessoas dispersas geograficamente trabalharem de maneira integrada, como se estivessem fisicamente juntas (Vulherme, 2013). Refere-se a uma atividade em que os indivíduos trocam informações, organizam-se e trabalham em conjunto.

Para Almeida (2005), as estratégias colaborativas não estão restritas somente aos grandes conglomerados empresariais, empresas de pequeno e médio portes também podem utilizá-las, e, além da competitividade, outros motivos também levam essas organizações contemporâneas a usarem tais estratégias, dentre os quais citamos: acesso a recursos, economia de escala, cadeia de valor, redução de custos, alianças, entrada em mercados com relação efetiva entre custo e benefícios, além de gestão de risco em ambiente de incertezas, trazendo vantagem competitiva às organizações.

A vantagem competitiva surge fundamentalmente do valor que uma empresa consegue criar para seus compradores e que ultrapassa o custo de fabricação (Porter, 1985). Uma organização possui vantagem competitiva quando ela implementa uma estratégia de criação de valor que não pode ser simultaneamente implementada por qualquer outro competidor corrente ou potencial (Barney, 1991).

Em um contexto competitivo, o valor representa a quantia que os compradores estão dispostos a investir no que a empresa tem a oferecer. O valor é medido pela receita total, reflexo do preço que o produto de uma empresa impõe e das unidades que ela pode vender. A principal finalidade de qualquer estratégia genérica é criar um valor para os compradores que supere os custos envolvidos, estabelecendo-se como meta central.

Para Porter (1985, p. 3), o conceito de valor é "aquilo que os compradores estão dispostos a pagar pelo que a empresa lhe oferece, ou seja, cada indivíduo estabelece o valor do produto ou serviço adquirido em função do benefício agregado por este produto ou serviço".

É possível afirmar que o valor está intrinsecamente ligado a dimensões tanto internas quanto externas à organização. Ele se manifesta ao satisfazer as necessidades dos consumidores

em relação a produtos e serviços, ao mesmo tempo que está vinculado à forma como a empresa concebe e implementa suas estratégias.

## 2.2 Inovação

### 2.2.1 Definição

Os conceitos de inovação e invenção frequentemente se confundem na sociedade. Inventar envolve a criação de um conceito novo, uma ideia inédita ou uma solução, que pode também proporcionar benefícios coletivos. Por outro lado, inovar difere desse processo. Refere-se à concretização comercial daquela ideia, conceito ou solução; em outras palavras, envolve a disposição de pessoas em adquiri-la de maneira remunerada.

A inovação é impulsionada pela capacidade de ver conexões, identificar oportunidades e aproveitá-las.

Deste modo, a inovação, de acordo com o Manual de Oslo (OCDE, 1997), corresponde à implementação de produto, que pode ser um bem ou um serviço, novo ou melhorado, além de incluir um processo produtivo, um novo método de marketing ou organizacional. Atividades para desenvolver inovação incluem etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais para que de fato seja possível concretizar a inovação.

Para Tidd, Bessant e Pavitt (2008), a definição de inovação está relacionada à mudança, que de forma semelhante também pode ocorrer em produto, processo, posição e paradigma. A inovação de posição está estreitamente relacionada a mudanças ocorridas em produtos ou serviços introduzidos no mercado, enquanto a inovação de paradigma orienta as atividades das empresas, também fortemente relacionada à inovação organizacional. Os autores também discutem o grau de novidade envolvido, apresentando as inovações incrementais e radicais.

As inovações radicais correspondem a grandes revoluções tecnológicas, de alto risco, com investimentos substanciais de recursos financeiros e possibilidades de retornos consideráveis a longo prazo. Apresentam uma descontinuidade tanto em relação às tecnologias existentes quanto ao mercado, incorporam tecnologias diferenciadas daquelas até então conhecidas e visam atender a necessidades que não poderiam ser supridas com os produtos existentes. Assim, inovações radicais levam a uma descontinuidade.

Por outro lado, as inovações incrementais são menores e requerem investimentos mais moderados, e o retorno costuma ter um prazo menor também e com rendimentos moderados (Coral *et al.*, 2009; Bucherer; Eisert; Gassmann, 2012). Normalmente, a sustentação para a

sobrevivência da maioria das empresas está em inovações incrementais.

A inovação é a ferramenta específica dos empreendedores, o meio pelo qual eles exploram a mudança como uma oportunidade para um nível ou serviço diferente. É capaz de ser apresentada como uma disciplina, capaz de ser aprendida, capaz de ser praticada (Drucker, 1985).

### 2.2.2 Gestão da inovação

As empresas enfrentam continuamente problemas e desafios relacionados à inovação. Compreendem a importância da inovação como estratégia de sobrevivência, mas enfrentam entraves associados à codificação de soluções. Muitas vezes são incapazes de planejar as entregas provenientes dos novos desenvolvimentos ou pensar em estratégias eficazes. Deste modo, práticas de gestão da inovação podem representar formas de organizar as experiências de pesquisa e desenvolvimento, contribuindo para a melhoria do desempenho (Tidd; Thuriaux-Aleman, 2016).

A gestão da inovação está relacionada à construção de uma abordagem para a solução integrada de problemas gerenciais e ao entendimento das conexões entre as correntes de inovação, os times executivos e a própria evolução da organização (Nadler D. *et al.*, 1997).

As abordagens modernas para a inovação reconhecem que ela não deve ser enxergada como um evento isolado, mas sim como um processo. Esse caráter processual explicita a necessidade de se concatenar de forma estruturada as várias atividades e áreas envolvidas nesse desafio. Além disso, reforça a importância de se mapear as relações entre as áreas e de se desenvolver um conjunto de práticas e rotinas que potencializem e acelerem a execução da atividade inovadora (Tidd; Bessant; Pavitt, 2001).

Tidd, Bessant e Pavitt (2005) sugerem que a empresa precisa gerenciar fases, sendo cada qual com seus processos específicos, para proverem o seu processo de inovação.

1ª fase - Prospecção: Consiste em monitorar o ambiente interno e externo para detectar sinais de mudanças potenciais que poderiam afetar o negócio.

2ª fase - Seleção estratégica: Busca escolher dentre as opções existentes a que melhor apresenta sinais tecnológicos e de mercado, baseando-se nos recursos e capacidades da empresa.

3ª fase - Mobilização de conhecimentos e competências: Trabalha a avaliação dos recursos e a capacidade de que a empresa já dispõe e que precisa ter, além do desafio de determinar como esses recursos poderiam ser utilizados de maneira estratégica.

4ª fase – Implementação: Consiste em colocar em prática o projeto de inovação, advindo de vários estágios de desenvolvimento das ideias e do conceito até o lançamento final do produto ou serviço para o mercado.

A dificuldade em sistematizar a inovação pode se tornar ainda maior quando se trabalha com pequenas e médias empresas, considerando suas limitações de estrutura e recursos (Quadros; Vilha, 2006). Essas empresas mostram maior dificuldade em acompanhar a velocidade e as estratégias de inovação, apresentando as seguintes restrições: é comum a fusão do patrimônio pessoal e empresarial, comprometendo a avaliação de desempenho e a formulação de estratégias de longo prazo e investimentos em pesquisa & desenvolvimento; há um elevado grau de centralização na figura do empreendedor; presença de funcionários com laços familiares, o que dificulta a organização e, muitas vezes, a gestão, além da gestão informal e da escassez de recursos para novos investimentos (Cezarino; Campomar, 2007). No caso do Brasil, essa questão se agrava, uma vez que a maioria das empresas são micro e pequenas empresas.

Embora as pequenas e médias empresas apresentem um conjunto maior de dificuldades, isso não significa que não tenham condições ou capacidade de estruturar práticas de gestão de inovação. É preciso que algumas competências tecnológicas sejam desenvolvidas, podendo incluir o desenvolvimento de projetos colaborativos, a criação de espaços que permitam a discussão de possíveis mudanças, a troca de informações tecnológicas e parcerias com clientes e fornecedores, visando justamente intensificar as relações de permuta (Quadros; Vilha, 2010). Há definitivamente mais obstáculos, porém há maneiras compartilhadas de transpô-los.

### ***2.2.3 Gestão da inovação tecnológica***

A gestão da inovação tecnológica busca planejar, organizar, coordenar, mobilizar e integrar os recursos, competências e atores internos, incluindo a alta direção e as áreas funcionais (tais como Pesquisa & Desenvolvimento, Marketing, Operações, Financeira, Recursos Humanos, entre outros) para que as inovações geradas estejam alinhadas à estratégia da empresa, além de mobilizar atores externos (clientes, fornecedores, concorrentes, instituições de pesquisa e instituições de fomento), com o intuito de explorar oportunidades tecnológicas e de mercado (Tidd; Bessant; Pavitt, 2005).

Segundo Patel e Pavitt (1994), a discussão sobre a inovação tecnológica passa pela compreensão de uma taxonomia que descreve as empresas interagindo com a ciência, em que

o progresso tecnológico realiza-se por meio de contato com instituições de pesquisa, de gastos com P&D em laboratórios próprios e de aquisição de máquinas de fornecedores especializados.

As novas tecnologias passaram a ser um grande suporte às empresas, à medida que estão cada vez mais sendo vistas e utilizadas como ferramentas de apoio. Nessa perspectiva, entende-se que “a tecnologia é o resultado da aplicação desse capital [o conhecimento] ao trabalho”. (Ariotti, 1996).

Para Rosini e Palmisano (2003), a gestão tecnológica é um insumo decisivo para a integração e reestruturação das empresas, um componente fundamental das atividades de serviço, coordenação e organização, facilitando o fluxo de informações e o motor, que permitirá reposicionar as empresas diante dos desafios impostos pela economia atual, que vem se transformando constantemente em face às mudanças econômicas em nível mundial. O consumidor passa de mero sujeito passivo para ativo em relação ao mercado, hoje, além de ditar as regras, é exigente e está sempre em busca de coisas novas.

Rosini e Palmisano (2003) aludem que a empresa que melhor perceba as aplicações das tecnologias emergentes às suas operações e que pode usá-las de maneira eficaz, utilizando a informática em seus processos decisórios, terá maior vantagem competitiva em seu setor de atuação. A empresa conseguirá otimizar tempo, recursos e ainda gerir o conhecimento gerado nela e revertê-la em capital (Ariotti, 1996). A tecnologia da informação passa a ser recurso estratégico para a organização, e sua aplicação eficiente e eficaz torna-se fator crítico de sucesso.

#### ***2.2.4 Gestão da inovação em serviços***

O desenvolvimento rápido de novos produtos associados à inovação tornou-se fundamental nas mais importantes indústrias globais, tendo como objetivo alcançar ou sustentar vantagens competitivas (Daschs; Ebersberger; Löff, 2008; Simmie; Strambach, 2006). No entanto, o crescimento econômico não se restringe mais ao setor industrial como ocorria até recentemente, pois novas oportunidades de negócio surgiram no setor de serviços. As tecnologias da informação e da comunicação são as grandes responsáveis por esse crescimento, e no Brasil o setor de serviços é responsável por mais de 63% do Produto Interno Bruto (IBGE, 2011).

Sendo o setor de serviços de extrema diversidade, inovações nessa área distinguem-se na sua organização e na execução das formas mais tradicionais de inovação (Hipp, 2008; Djellal; Gallouj, 2007). De acordo com Gallouj e Sanson (2007), as diferenças em termos de

inovação são mais significativas no cerne dos serviços do que entre certos setores industriais. A inovação representa a renovação de processos dentro das organizações (Bessant *et al.*, 2005), sendo entendida como uma ideia, uma prática, um comportamento ou um produto manufaturado que seja percebido como novo pela unidade que vai adotá-la (Tarafdar; Gordon, 2007).

Na visão de Haukness (1998), os serviços possuem quatro características:

- 1ª Serviços são efêmeros: sua existência é temporária e finda após a prestação.
- 2ª Serviços são inseparáveis: envolvem intensamente prestadores e usuários, provocando grande interação.
- 3ª Serviços são intangíveis: a efetividade depende da visão de quem recebeu o serviço.
- 4ª Serviços não podem ser armazenados.

Analisar as inovações no setor de serviços torna-se tarefa de difícil execução em razão de dois fatores principais definidos por Gallouj e Weinstein (1997). Primeiro, as teorias de inovação foram desenvolvidas pela aplicação de implementos tecnológicos em atividades manufatureiras e, segundo, as características específicas das atividades de serviços dificultam a elaboração de modelos para atender a todas as mudanças que podem caracterizar as inovações. A teoria do “ciclo reverso de produto”, criada por Barras (1986), propõe inovações em serviços pela aplicação de tecnologias da informação em três níveis:

- 1º nível: Aplicação de nova tecnologia com o objetivo de aumentar a eficiência e a eficácia na prestação de serviços preexistentes (na qual predominam inovações de ordem incremental de processos).
- 2º nível: Inovações de processos são aplicadas com base em tecnologias para melhorar a qualidade dos serviços.
- 3º nível: Inovações que criam novos serviços ou transformam serviços existentes.

A teoria proposta por Barras (1986) foi elaborada no sentido contrário ao ciclo de implementação de tecnologias para a fabricação de produtos no setor industrial. Tal enfoque teórico é, basicamente, justaposto para inovações baseadas em tecnologia aplicada a atividades de serviços, na qual é feita a distinção entre a inovação em produto e inovação em processos. No entanto, o produto e seu processo estão fortemente correlacionados no setor de serviços, nem sempre é possível fazer a distinção, sendo que as inovações poderão ocorrer simultaneamente no produto e no processo.

As inovações em serviços são influenciadas por um conjunto de forças que atuam interna e externamente no processo de inovação e foram representadas por Sundbo e Gallouj (1998) em um modelo que as identifica *driving forces* como incentivos ou obstáculos no processo.

As forças que atuam externamente são compostas pelas forças chamadas Trajetórias, que estão divididas em profissional, gerencial, tecnológica, institucional e social e são compostas pelos agentes representados pelos clientes, competidores, governo e fornecedores.

As forças internas que atuam no processo de inovação são definidas como administração e estratégia, setor de inovação e recursos humanos e são representadas pelos colaboradores da empresa envolvida no processo de inovação.

Entretanto, a composição dessas forças pode assumir diferentes composições em cada organização. No modelo proposto por Sundbo e Gallouj (1998), as forças Trajetórias são representadas pelas ideias e lógicas difundidas no sistema social e que atuam externamente. Essas forças estão divididas em:

- a) Trajetórias profissionais: representadas pelos métodos, conhecimentos e regras de comportamento, características dos diferentes serviços profissionais.
- b) Trajetórias gerenciais: compostas pelas ideias de novos desenhos organizacionais, como os sistemas de motivação e a reengenharia de processos de negócio.
- c) Trajetórias tecnológicas: representadas pelo uso de tecnologias capazes de influenciar o processo de produtos e processos como ferramentas de internet e demais tecnologias da informação e comunicação (TICs).
- d) Trajetórias institucionais: estão ligadas às tendências evolutivas das regulamentações e das instituições políticas, sendo que os autores consideram as mudanças na economia e os programas de pesquisa exemplos típicos.
- e) Trajetórias sociais: a evolução das regras e das convenções sociais, como a conscientização ecológica e ambiental.

As forças externas são representadas pelos agentes definidos por Sundbo e Gallouj (1998) como indivíduos ou organizações cujos comportamentos sejam importantes para a empresa comercializar seus serviços e, por consequência, influenciar as atividades inovadoras. Estão divididos em:

- a) Clientes: representam os atores de maior relevância, pois mantêm um relacionamento

mais intenso com o prestador de serviços.

- b) **Competidores:** a cooperação entre os competidores em serviços contribui para o processo de inovação.
- c) **Governo:** assume múltiplos papéis, atuando como cliente, fornecedor, competidor ou regulamentador.
- d) **Fornecedores:** o grau de dependência de fornecedor, dependendo da atividade de serviços, influencia fortemente o processo de inovação.

Existem quatro tipos de inovações em serviços: i) inovações de serviço propriamente ditas, em que há a criação e o fornecimento de um novo serviço; ii) inovações de processo, que abrangem as novas formas de produzir e fornecer um serviço; iii) inovações organizacionais, que se referem à introdução de novas maneiras de gerenciamento, como o da qualidade total; e iv) e a última forma são as inovações de mercado, que se referem à descoberta de novos mercados.

As inovações em serviços buscam atender às necessidades dos clientes e preparar os colaboradores para a execução dos serviços. Desta forma, são realizados incrementos nos processos e procedimentos, não sendo necessários grandes níveis de pesquisa e desenvolvimento. E como poucas empresas de serviços possuem um departamento de pesquisa e desenvolvimento ou um departamento de inovação, a inovação aberta vem auxiliar os gestores no desenvolvimento de melhorias.

### **2.3 Tecnologias e Indústria 4.0 – Oportunidade de Excelência Operacional nos Transportes**

Para entendimento das tecnologias possíveis na aplicação da inovação em serviços, seguem-se as tecnologias utilizadas na conceituação da indústria 4.0. A indústria 4.0 é um conceito que representa a automação industrial e a integração de diferentes tecnologias, como inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem, com o objetivo de promover a digitalização das atividades industriais, melhorando os processos e aumentando a produtividade.

Uma característica transformadora da indústria 4.0 é o que se pode chamar de sistemas integrados, ou seja, uma comunicação entre máquinas e pessoas mais rápida e eficiente. Essa integração fornece uma autonomia maior para os sistemas e equipamentos que possuem IA,

pois com padrões de produção o sistema é capaz de tomar decisões mais complexas e de maneira mais precisa (Perasso, 2016).

A seguir, algumas dessas tecnologias que são perfeitamente aplicáveis no desenvolvimento de um centro de tecnologia operacional centrado na inovação em serviços.

### **2.3.1 Ciência de dados**

Em termos de “campos de conhecimento”, a área de ciência de dados é uma interseção entre ciência da computação, engenharias, matemática e estatística com áreas de negócio, que envolvem conhecimentos de economia e administração, de forma geral. A ciência de dados pode resolver problemas simples e complexos, não apenas complexos.

Conforme Saldanha (2021), “Ciência de Dados é um campo de estudo que se destaca pela capacidade de auxiliar a descoberta de informação útil a partir de grandes ou complexas bases de dados, bem como a tomada de decisão orientada por dados”.

Existem problemas simples que geram grandes impactos nas operações e até nas estratégias de longo prazo. Com aplicações de *Data Science*, é possível unir esses dois mundos, resolvendo problemas simples e complexos de forma estruturada, gerando impactos nos negócios. Esses impactos vão depender do tipo de problema que está sendo resolvido, e o fluxo de dados pode abranger desde o nível operacional da empresa até a descoberta de novas regras de negócio (*insights*) para mudar decisões estratégicas de longo prazo.

### **2.3.2 Conceitos de visão computacional**

Segundo Jähne e Haußecker (2000), a área de Visão Computacional (VC) é entendida como um conjunto de técnicas utilizadas para aquisição, processamento, análise e entendimento de dados complexos e com alta dimensionalidade, extraídos de nosso ambiente para exploração científica e técnica. A meta da VC é modelar e automatizar o processo de reconhecimento visual (Forsyth; Ponce, 2002). Dentro do universo de sistemas para automatização e reconhecimento de imagens, é importante definir alguns termos que às vezes causam alguma confusão dentro da literatura, tais como Visão de Máquina e Visão Computacional, que não são considerados pela grande maioria dos pesquisadores como termos equivalentes (Batchelor; Waltz, 2001).

Visão Artificial: campo que se concentra na análise e projeto de sistemas opto-eletrônico-mecânicos que percebem o ambiente ao seu redor através da detecção de padrões espaço-temporais da radiação eletromagnética e processa essas informações (Batchelor; Waltz,

2001). Ou seja, essa área concentra-se na construção de dispositivos capazes de substituir um sistema de visão natural.

Visão Computacional (VC): pode ser vista como uma área da ciência, visto que se concentra em aspectos como formalismo matemático e modelagem de sistemas de visão (Batchelor; Waltz, 2001).

Visão de Máquina (VM), do inglês *Machine Vision* (MV): possui um aspecto prático, mais voltado para a engenharia que para a ciência. Para exemplificar, sistemas de automação industrial que envolvem inspeção visual, de modo geral, são objetos de estudo da área de Visão de Máquina. Nesses casos, o ambiente é relativamente controlado, permitindo se utilizar heurísticas e algoritmos robustos "*ad hoc*" para resolver um problema específico, por exemplo, detectar uma borda defeituosa em uma peça.

Visão Cognitiva: um sistema de visão cognitiva envolve entendimento, conhecimento e aprendizagem. Entendimento compreende tanto reconhecimento como categorização de objetos e eventos, através de rótulos semânticos dos dados da cena, interpretação, compreensão e reação aos modelos semânticos do ambiente. Já conhecimento, implica a necessidade de considerar a memória como uma base comum para a representação e manutenção da informação, incluindo métodos para acesso associativo.

Processamento Digital de Imagens: é o estudo de algoritmos aplicados em imagens digitais. Essa área envolve extração de informação através do reconhecimento de padrões. Problemas típicos desse campo incluem transformações geométricas (rotação, redução, etc.), correção de cores, brilho e contraste, quantificação, conversão entre espaços de cores, filtragem, segmentação, edição, redução de ruído, detecção de bordas, síntese de imagens, entre outros. Essa área do conhecimento também cobre o tratamento de sinais tridimensionais, como vídeo digital e tom.

### 2.3.3 Internet das coisas – IoT

Desde os primeiros computadores de uso pessoal a partir de 1980, a experiência e a interação de usuários com esses dispositivos – e posteriormente também com a conexão via internet – ocorreram de modo estático, com pouca ou nenhuma mobilidade (Campbell-Kelly *et al.*, 2014). Com a evolução tecnológica nas décadas finais do século XX, em decorrência de uma maior capacidade de processamento dos chips e da microinformática, os computadores se tornaram cada vez menores e mais portáteis (Castells, 2011). Por consequência, no cenário atual

e desde 2014, no Brasil (IBGE, 2014) e nos EUA (Lella; Lipsman, 2014) o uso da internet móvel superou o uso da mesma em computadores *desktop*.

Hoje, o uso de dispositivos com capacidades computacionais e acesso à internet é algo que observamos e experimentamos, principalmente, através de telas (Rowland *et al.*, 2015). Porém, iniciativas e previsões de um mundo de objetos conectados para além da tela de um computador existem desde antes da primeira geração de computadores na década de 1940. Em entrevista à revista *Colliers*, em 1926, o inventor, engenheiro, físico e futurista Nikola Tesla previu a conexão de dispositivos e pessoas via tecnologia sem fio.

Quando a rede sem fio for perfeitamente aplicada, a Terra inteira será convertida em um cérebro enorme [...]. Nós devemos poder nos comunicar instantaneamente, independentemente da distância. Não só isso, mas através da televisão e da telefonia, veremos e nós ouviremos tão perfeitamente como se estivéssemos cara a cara, apesar das distâncias intervenientes de milhares de quilômetros; e os instrumentos através dos quais poderemos fazer isso serão incrivelmente simples em comparação ao nosso telefone atual. Um homem poderá carregá-los no bolso do colete. (Tesla, 1926/2013, tradução nossa).

Décadas depois, em 1964, McLuhan (1964/1994) complementou essa noção de objetos conectados ao afirmar que, através de meios elétricos, criar-se-ia uma dinâmica pela qual todas as tecnologias – incluindo as cidades – seriam traduzidas em sistemas de informação.

Quase três décadas mais tarde, em 1990, um ano após a idealização da World Wide Web – um conceito de aplicação de documentos hipermídia bilateral, em que havia o lado do servidor e o lado do usuário (Campbell-Kelly *et al.*, 2014) – o cientista da computação e inventor John Romkey criou uma torradeira que poderia ser ligada e desligada pela internet. Ela é considerada o primeiro de muitos dispositivos de um ecossistema que viria a ser chamado de IoT (*Internet of Things*, ou Internet das Coisas). Sobre a própria inovação, Romkey (2017, tradução nossa) explica que, anteriormente, o mundo tinha uma internet, mas era uma internet sem “coisas”.

A Internet das Coisas é um termo abrangente para uma ampla gama de tecnologias e serviços subjacentes que, por sua vez, fazem parte de um ecossistema mais amplo. Por si só a Internet das Coisas se trata de objetos inteligentes com capacidades sensoriais, mas é somente através de aplicações de consumo que ela se torna uma “Internet das Pessoas” (IoP) (Miranda *et al.*, 2015). E é nesse encontro de Coisas e Pessoas que se tem a maioria das aplicações, serviços e produtos de IoT para consumo. Conforme Miranda *et al.* (2015), o objetivo principal no desenvolvimento de aplicações para a IoT está na integração da tecnologia a soluções benéficas aos usuários.

### 2.3.4 Inteligência artificial

Trata-se certamente de um ramo da ciência/engenharia da computação, portanto, visa desenvolver sistemas computacionais que solucionam problemas. Para tal, utiliza um número diverso de técnicas e modelos, dependendo dos problemas abordados.

Ao invés de tentar fornecer uma definição de IA, mais adequado é tentar caracterizar quais são os objetivos da área. Uma das primeiras tentativas dessa abordagem, proposta em Rich e Knight (1991), é a seguinte: o objetivo da IA é desenvolver sistemas para realizar tarefas que, no momento: (i) são mais bem realizadas por seres humanos que por máquinas, ou (ii) não possuem solução algorítmica viável pela computação convencional.

Para entender melhor essa definição, necessita-se esclarecer o que vem a ser um algoritmo, palavra que também é bastante citada na mídia, às vezes de modo não muito preciso. Um algoritmo nada mais é do que uma sequência finita de ações que resolve um certo problema. Uma receita culinária, como a de um risoto, é um algoritmo. Assim, um algoritmo pode resolver problemas de tipos bastante diferentes: cálculo estrutural (projeto de uma ponte), processamento de dados (geração de uma folha de pagamentos) ou planejamento (definição de um pacote de turismo).

Assim, o domínio de IA se caracteriza por ser uma coleção de modelos, técnicas e tecnologias (busca, raciocínio e representação de conhecimento, mecanismos de decisão, percepção, planejamento, processamento de linguagem natural, tratamento de incertezas, aprendizado de máquina) que, isoladamente ou agrupados, resolvem problemas de natureza complexa.

## 2.4 I-Labs

Laboratório de inovação são espaços físicos que possibilitam o desenvolvimento de novos conhecimentos e ideias. Os laboratórios são projetados para oferecerem condições mais favoráveis para que a inovação ocorra em uma empresa, com espaços criativos e colaborativos.

A centralidade de um I-LAB é a geração de novos produtos, serviços ou a orientação para reformulação de processos através de melhorias que podem ser de ordem incremental ou disruptiva.

Um aperfeiçoamento incremental pode ser, por exemplo, encontrar uma maneira de aumentar a produtividade interna ou melhorar a experiência do cliente.

Já uma melhoria disruptiva pode levar ao desenvolvimento de um modelo de negócio totalmente novo para um produto ou serviço.

O estabelecimento de um espaço designado para a inovação possibilita trazer ganhos à cultura da empresa e para suas comunicações internas, uma vez que esses espaços funcionam como um *hub* e disseminam os conhecimentos adquiridos a partir de cada projeto, potencializando a cultura de inovação. Os i-labs que possuem grande chances de sucesso são aqueles que estão ligados a um objetivo estratégico dentro da corporação. O valor agregado de um laboratório de inovação está em servir como um espaço lúdico, em que novas soluções de negócios podem ser testadas com protótipos de baixo custo – antes, é claro, de serem implementadas. As corporações que adotam os laboratórios de inovação conseguem com mais facilidade adquirir uma visão holística dos desafios a serem enfrentados, permitindo que as soluções possam ser pensadas por ângulos diferentes, mantendo sempre o usuário final no centro de todo o processo. Algumas vantagens são percebidas dentro dos laboratórios de inovação, dentre elas:

- Tomada de decisão mais fácil e assertiva.
- Fortalecimento do comportamento/cultura “mão na massa”.
- Aumento do valor da marca: ser vista como empresa inovadora.
- Estimula a troca de ideias entre equipes de projetos.
- Soluções inovadoras criadas em colaboração com diferentes departamentos.
- Redução de custos.
- Medidas personalizadas baseadas em prototipagem.
- Ganhos financeiros através da redução de erros.

#### **2.4.1 I-Labs públicos**

Os laboratórios de inovação no setor público ainda não possuem um referencial teórico robusto capaz de abarcar toda a sua diversidade. Exemplo disso são suas diversas denominações que refletem a multiplicidade de atuação: i-labs, laboratório de políticas públicas, laboratório de *design*, inovação social, laboratório cidadão etc. Mulgan (2014) remete à origem do termo laboratório e indica seu diferencial: espaço controlado em que se desenvolvem atividades de experimentação com o objetivo de gerar ideias úteis orientadas à resolução de necessidades sociais. Com base em revisão de literatura, Sano (2020, p.17) elaborou a seguinte definição de laboratórios de inovação no setor público:

“Laboratórios de inovação no setor público são ambientes colaborativos que buscam fomentar a criatividade, a experimentação e a inovação, por meio da adoção de metodologias ativas e da cocriação na resolução de problemas.”

Conforme Wellstead, Gofen e Carter (2021), laboratórios de inovação tendem a compartilhar três características: o uso da metodologia de *design thinking*; um foco na aplicação de abordagens experimentais para testar e medir a eficácia de protótipos; e a abordagem centrada no usuário, em que as populações-alvo se envolvem ativamente no processo de *design*.

Podemos diante de pesquisas afirmar que existe uma grande ascensão do i-labs públicos. Vejamos a seguir.

1. A emergência mundial e a difusão dos i-labs representam a última moda ou mania na gestão pública. Como um processo isomórfico, a proliferação de i-labs pode ser entendida como difusão e imitação de práticas organizacionais da moda, que são percebidas como o novo senso comum. Resumindo, os i-labs do setor público são criados para ganhar legitimidade (isomorfismo como hipótese) e aumentam a credibilidade das elites políticas e de políticas (hipótese de credibilidade).
2. Para fazer frente à demanda crescente de serviços personalizados em tempos de austeridade de mudanças tecnológicas rápidas, os i-labs representam uma tentativa de criar um espaço de experimentação no setor público. Sua lógica de utilidade, assim como sua eficiência, pode ser entendida como função do alto nível de autonomia e especialização, que, por sua vez, presume a presença de habilidades organizacionais específicas e recursos de gestão. Dessa forma, ao pesquisar i-labs, precisamos entender como eles são criados (utilidade racional como hipótese competitiva ao isomorfismo) e coordenados (autonomia e especialização como hipótese).
3. A pesquisa no setor público mostra que as agências tendem a ter baixos índices de mortalidade, enquanto os i-labs, lidando com tecnologias de mudanças rápidas, tendem a ser mais fluidos e ter algum nível mais elevado de índices de mortalidade. Para entender os i-labs, é importante testar a hipótese de mortalidade, assim como compreender o que os mantém. Podemos esperar que seja essencial, na sua longevidade, a autonomia na seleção do projeto que reflete a evolução de suas capacidades de inovação (habilidades de inovação como hipótese).
4. A literatura sobre a agencificação, até agora, prestou apenas um simulacro de apoio à tecnologia como uma variável independente da alteração estrutural do setor público.

Assim, os i-labs podem ser usados para se entender a influência do desenvolvimento tecnológico na administração pública (tecnologia como hipótese).

#### ***2.4.2 Regulamentação dos laboratórios de inovação para administração pública***

O mais importante marco regulatório e instrumento legal a tratar de unidades e laboratórios de inovação dentro do Brasil é a Lei n. 14.129, de 29 de março de 2021, que conceitua laboratórios de inovação (embora com abordagem mais voltada para a tecnologia) e traz diretrizes para a sua implementação no contexto de abordagens colaborativas e experimentais para o aumento da participação-cidadã no controle da administração pública, da aplicação de métodos inovadores e para a melhoria na prestação de serviços públicos e no tratamento de dados produzidos pelo setor público. Embora voltada para o desenvolvimento de governo digital, as referências e diretrizes são úteis também para a reflexão sobre laboratórios de inovação de caráter mais amplo. A seguir a autorização expressa para a criação de laboratórios, bem como as diretrizes propostas pela Lei no 14.129, de 29 de março de 2021:

Art. 44. Os entes públicos poderão instituir laboratórios de inovação, abertos à participação e à colaboração da sociedade para o desenvolvimento e a experimentação de conceitos, de ferramentas e de métodos inovadores para a gestão pública, a prestação de serviços públicos, o tratamento de dados produzidos pelo poder público e a participação do cidadão no controle da administração pública.

Art. 45. Os laboratórios de inovação terão como diretrizes:

- I. colaboração interinstitucional e com a sociedade;
- II. promoção e experimentação de tecnologias abertas e livres;
- III. uso de práticas de desenvolvimento e prototipação de softwares e de métodos ágeis para formulação e implementação de políticas públicas;
- IV. foco na sociedade e no cidadão;
- V. fomento à participação social e à transparência pública;
- VI. incentivo à inovação;
- VII. apoio ao empreendedorismo inovador e fomento à ecossistema de inovação tecnológica direcionado ao setor público;
- VIII. apoio a políticas públicas orientadas por dados e com base em evidências, a fim de subsidiar a tomada de decisão e de melhorar a gestão pública;
- IX. estímulo à participação de servidores, de estagiários e de colaboradores em suas atividades;
- X. difusão de conhecimento no âmbito da administração pública.

## 2.5 Ecossistemas de inovação

Dentro do meio empresarial, inovar deve ser encarado como um objeto de grande valor. Diversos elementos mostram que inúmeras corporações de diferentes origens apontam suas devidas estratégias em projetos criativos (Bez, 2013).

Com diversas designações, exemplos: centros de altas tecnologias, centros de incubação, tecnoparques, entre outros, os parques tecnológicos têm como objetivo impulsionar as atividades tecnológicas e inovadoras, aumentando a competitividade entre empresas e regiões.

Derivando do pretexto que os parques tecnológicos são impulsionadores de inovação e utensílio para o segmento científico e tecnológico, ações que se incluem na evolução econômica e social, compreende-se que a implantação de um parque tecnológico promove o interesse de mercados. Neste propósito, enfatizam-se os parques tecnológicos, corporações com a finalidade de desenvolver pesquisas e inovações tecnológicas, promovendo a junção entre instituições de pesquisas, empresas públicas e/ou privadas e universidades, recintos essenciais para localização e concentração dos empreendimentos (Steiner; Cassim; Robazzi, 2008).

Nos últimos anos, vem ocorrendo um movimento crescente em direção à promoção das inovações do sistema econômico brasileiro. Durante um tempo, a inovação era notada respectivamente nos setores de altas tecnologias, como nas indústrias de *softwares* e automobilística. No entanto, reconhecendo que a inovação em outros setores também é de suma importância, ela se torna não apenas algo de interesse, mas crucial para as empresas competirem no mercado.

## 2.6 Ambidestria organizacional

O conceito de ambidestria corporativa está ganhando destaque, impulsionado pelas mudanças significativas no cenário mundial. Embora tenha sido introduzido em 2004, sua importância tem se ampliado, especialmente nos últimos tempos. A ambidestria requer habilidade tanto na execução da estratégia atual quanto na preparação para o futuro. Enquanto a evolução tecnológica e outros fatores demandam adaptação contínua, equilibrar essa flexibilidade com o alinhamento estratégico torna-se crucial.

A Ambidestria Organizacional consiste no balanceamento de esforços entre duas dimensões (Junni *et al.*, 2013): o *exploration*, relacionado ao experimento de novas alternativas,

e o *exploitation*, relacionado à melhoria contínua e incremental, ao refinamento e extensão de competências, às tecnologias e paradigmas existentes (March, 1991).

Existem duas abordagens principais para alcançar a ambidestria: a estrutural e a contextual. A abordagem estrutural envolve a separação de atividades para alinhamento e adaptação, mas corre o risco de criar isolamento entre as áreas. Por outro lado, a abordagem contextual permite que os funcionários decidam como priorizar suas tarefas, promovendo flexibilidade e exigindo uma atenção especial ao aspecto humano da organização.

Para desenvolver ambidestria contextual, os líderes precisam modelar o ambiente organizacional por meio de sistemas, incentivos e controles. Ao enfatizar a gestão de desempenho e o suporte social, aumentam-se as chances de comportamentos ambidestros e um desempenho excepcional. Empresas presas em contextos disfuncionais devem buscar mudanças significativas para promover a ambidestria e alcançar um patamar superior de desempenho.

A adaptação contínua da Ambidestria Organizacional exige, porém, gestão complexa e altos custos, tornando o processo especialmente difícil para empresas de pequeno porte, favorecendo o enfoque dessas em atividades relacionadas a uma única dimensão e não a ambas simultaneamente (O'Reilly; Buzanfa, 2013; Mashahadi; Ahmad; Mohamad, 2016).

Para construir uma organização ambidestra, é preciso realizar um diagnóstico do contexto organizacional atual para entender a gestão de desempenho e suporte social, foco consistente em algumas alavancas organizacionais, em vez de muitas, para facilitar a compreensão e implementação de mudanças, construção de entendimento em todos os níveis da empresa, para garantir que todos reconheçam e apoiem a ambidestria, a visualização da ambidestria contextual e estrutural como complementares, não opostas, e evitar o isolamento de unidades especializadas e a percepção das iniciativas de ambidestria contextual como impulsionadoras de liderança, permitindo que a liderança surja em todos os níveis da organização.

### 3 METODOLOGIA

O projeto em questão visa à construção de movimentos colaborativos referentes a sistemas de inovação no setor de transportes urbanos de passageiros de forma a gerar fortalecimento das empresas e a melhoria no desempenho dos seus negócios. Portanto, para atendimento do primeiro objetivo específico do estudo em proposição, celebrou-se uma pesquisa descritiva.

Por ser uma nova proposta de modelo de negócio dentro do setor de transporte relacionado à inovação tecnológica, tem-se a necessidade de aprofundamento nos conceitos sobre gestão da inovação, inovação aberta, tecnologias utilizadas no mercado com potencial para o transporte.

Para atendimento do segundo objetivo específico deste trabalho, o método de pesquisa proposto será o *benchmarking* em centros compartilhados tecnológicos dentro e fora do setor de transportes. O objetivo do *benchmarking* é, sistematicamente, identificar e comparar o processo e o desempenho de um setor, entre seus competidores, em um ambiente que está constantemente mudando (Hong *et al.*, 2012).

O *benchmarking* é um processo de comparação de produtos, práticas e serviços de uma empresa considerada como forte concorrente ou reconhecida por ser melhor no mercado. Ela se dá através de uma pesquisa que compara os processos e práticas de cada empresa, identificando os pontos fortes de cada uma, destacando o que pode ser utilizado para sua empresa, a fim de se alcançar uma vantagem em nível superior na competitividade do mercado (Bernardes, 2014).

Outra linha de pesquisa será o estudo de campo em empresas de transporte de mobilidade urbana separada por modais, de forma a identificarmos as principais necessidades, dores ou desafios dessas empresas e, desta forma, identificar como um CTOC contribuiria com essas empresas no futuro. O estudo de campo permite observar um determinado local e/ou situação, observando uma realidade e, se necessário, buscando soluções para um problema específico. Durante o estudo de campo, é imprescindível que ocorra a pesquisa de campo, que compreende a observação de fatos e fenômenos exatamente como ocorrem no real, a coleta de dados referentes aos fatos e, finalmente, a análise e interpretação desses dados, com base numa fundamentação teórica consistente, objetivando compreender e explicar o problema pesquisado. Estudo de campo procura muito mais o aprofundamento das questões propostas do que a distribuição das características da população segundo determinadas variáveis, e o foco é um

único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, ou seja, ressaltando a interação de seus componentes.

Para a coleta de dados, Castro (2002) considera o questionário - observação indireta, que tem por objetivo obter conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses e expectativas, por meio de questões apresentadas por escrito aos participantes. Pode ser fechado, semifechado e aberto e requer um teste para verificação da sua adequação à proposta do pesquisador.

No término dos estudos, para atendimento do terceiro objetivo específico, foi proposto um modelo de negócio que possa atender às necessidades das empresas, agregando valor ao processo de operação das empresas de transporte urbano, por meio do *Business Model Portfólio*, possibilitando definir se o modelo proposto traz atratividade em sua aplicação às empresas do setor.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados obtidos relacionados aos *benchmarks* de quatro laboratórios de inovação.

## 4. LEVANTAMENTO DE DADOS

### 4.1 Análise do setor

#### 4.1.1 Características do setor de transporte coletivo urbano de passageiros

A gestão da mobilidade em áreas urbanas constitui um problema com características variadas e peculiares. A organização e a gestão do transporte coletivo urbano não interessam apenas aos que o utilizam, mas a todos os que de forma direta ou indireta recorrem a esse sistema (Ferraz; Torres, 2004; Costa, 2007).

O transporte urbano é de fato essencial para as cidades, ele é o meio utilizado por pessoas para se deslocarem, atenderem a suas necessidades e alcançarem seus destinos (Pettersson, 2018). Segundo Schalekamp (2017) e Navarro *et al.* (2018), o transporte urbano é para a cidade moderna um elemento necessário para o seu desenvolvimento, sem o qual as mesmas não teriam essa possibilidade. É impossível imaginar uma cidade sem uma forma de locomoção ou separada do transporte. Essa atividade faz parte de uma associação complexa entre as pessoas, suas necessidades e a prestação de serviços (Navarro *et al.*, 2018).

Os modos de transporte são categorias em que o transporte é segmentado e se dividem em quatro grandes grupos: rodoviário, ferroviário, aéreo e aquaviário (Borges; Silva, 2006). O transporte pode ser coletivo, individual, público ou privado (Pettersson, 2018).

De acordo com Schalekamp (2017) e Navarro *et al.* (2018), o que difere o transporte público do privado é o usuário (cliente) do transporte e não a empresa ou parceria público/privada que fornece o serviço. Segundo os mesmos autores, o transporte público é um serviço disponível para todos, pagando ou não, e tem a possibilidade de alguns serem positivamente discriminados por meio de benefícios sociais, como o passe para idosos, estudantes e deficientes. O transporte público coletivo urbano mais comum pode se dividir em dois diferentes modos, o rodoviário e o ferroviário, predominando no modo rodoviário o uso de ônibus, micro-ônibus e BRTs, e no modo ferroviário os trens urbanos, metrô, mon trilhos e VLTs (Pettersson, 2018). Quanto ao significado de transporte coletivo urbano, mesmo que ainda não se tenha encontrado uma definição legal para o termo, sua definição operacional envolve o transporte público não individual, realizado em áreas urbanas, que tenham características de deslocamento diário dos cidadãos (Borges; Silva, 2006).

Desta forma, o transporte público urbano em uma cidade vai realizar o deslocamento de pessoas de um ponto a outro dentro dessa mesma cidade (Costa, 2007). Em um número elevado

de municípios ou áreas urbanas de médio e grande portes, por força de leis, algum tipo de transporte público urbano será disponibilizado (ANTP, 1997). A disponibilidade adequada desse serviço é de responsabilidade municipal. Os municípios/cidades, por sua vez, podem conceder licenças, e às vezes essas licenças são acompanhadas de subsídios para as companhias particulares (ANTP, 1997). O oferecimento de transporte público urbano é parte essencial para o desenvolvimento em qualquer município/cidade e deve constituir o meio de locomoção primário, garantindo o direito de ir e vir de seus cidadãos (Costa, 2007).

Nesse contexto, uma gestão voltada à inovação encontra um cenário oportuno e favorável a implementações para aumento de produtividade, desempenho, oferta, segurança e atendimento humanizado.

#### ***4.1.2 A inovação no setor de transportes***

##### ***4.1.2.1 Inovação no setor metroferroviário de passageiros***

O transporte metroferroviário brasileiro é composto por 15 operadoras e 21 sistemas, operados em quatro tipos de sistemas: Metrô, Trens Urbanos, Monotrilhos e VLTs, classificados como de pequeno, médio e grande portes, com base no número de passageiros transportados/ano. Os sistemas de médio e grande portes operam por meio de metrôs e trens urbanos e são responsáveis por 98% dos passageiros transportados no sistema metroferroviário. (ANTP, 2018). Na Tabela 1, estão identificados esses sistemas, sendo seis operados por empresas públicas e cinco por empresas privadas no regime de concessão.

**Tabela 1 – Sistemas metroferroviários brasileiros de pequeno e médio portes**

<b>Operadora</b>	<b>Cidade</b>	<b>Operação</b>	<b>Porte</b>	<b>Extensão (km)</b>	<b>Passageiros Transportados (milhões)</b>
Metrô SP	São Paulo	Pública - Estadual	Grande	64,7	1.092,0
CPTM	São Paulo	Pública - Estadual	Grande	270,4	863,3
Via quatro	São Paulo	Concessão Privada	Grande	12,8	217,0
Via Mobilidade	São Paulo	Concessão Privada	Grande	20,1	38,9
Metrô Rio	Rio de Janeiro	Concessão Privada	Grande	58,0	242,4
Super Via	Rio de Janeiro	Concessão Privada	Grande	270,0	163,0
CBTU	Recife	Pública Federal	Médio	71,4	102,1
CBTU	B. Horizonte	Pública Federal	Médio	28,1	58,4
Trensurb	Porto Alegre	Pública Federal	Médio	43,8	51,8
Metro DF	Brasília	Pública - Estadual	Médio	42,4	42,8
CCR	Salvador	Concessão Privada	Médio	33,4	92,7

**Fonte: Brum e Alves (2023).**

No que se refere aos benefícios decorrentes do transporte metroferroviário, pode-se agrupá-los em sociais, como inclusão da população de baixa renda, redução de acidentes etc., e ambientais, como redução da poluição, dos engarrafamentos, entre outros. Para exemplificar, o transporte metroviário no Brasil evita a entrada de mais de 1,1 milhão de carros e mais de 16.000 ônibus nos centros urbanos diariamente. Em comparação com o transporte por ônibus, este transporta, em termos de passageiros, 6,7 mil passageiros/hora/sentido, enquanto o transporte sobre trilhos possui uma relação de 60 mil passageiros/hora/sentido (ANPTrilhos, 2017).

Em sistemas financiados pela receita tarifária, quanto maiores os custos, maior deverá ser o valor financiado pelo usuário de forma direta, ao passo que, em sistema de financiamento por meio de recursos públicos, quanto maiores os custos, maior será a necessidade de aporte de recursos públicos (Carvalho; Pereira, 2011). Com isso, sistemas de transportes ineficientes podem gerar cobrança de tarifas elevadas, limitando o acesso ao transporte, principalmente da população de baixa renda, bem como comprometer indevidamente os orçamentos públicos. (Ševrović; Brčić; Kos, 2015).

Nesse contexto, é possível perceber a importância da eficiência técnica, com a implementação recorrente de inovação tecnológica e econômica no transporte metroferroviário, uma vez que empresas com desempenhos insatisfatórios tendem a transferir o custo dessa

ineficiência para os usuários pagantes do transporte ou para o governo, na medida que a receita tarifária não é suficiente para cobrir os custos operacionais.

Por sua vez, é importante ressaltar que as inovações radicais no setor ferroviário são mais raras, considerando que a atividade ferroviária está consolidada, prevalecendo as inovações incrementais (Vaz, 2008). Pitassi (2011, p. 246-247) reforça esse argumento e completa ao afirmar que no setor ferroviário “a taxa de mudança tecnológica é baixa e [...] o ciclo de vida do produto é longo”.

O sistema de transporte sobre trilhos em 2018 transportou 10,9 milhões de passageiros por dia, possui uma extensão de 1.105 km, com 48 linhas, 613 estações, 5.444 carros de passageiros operacionais e 41 mil funcionários. O uso desse transporte é prioritariamente para o trabalho, sendo esse o motivo de 70% das viagens. (ANPTrilhos, 2019). O sistema de transporte metroferroviário é composto por serviços de transporte e processos de apoio.

O custo operacional das empresas de transporte metroferroviário é formado pelos serviços de transporte, que compõem o custo dos serviços prestados, e pelos serviços de apoio, que compõem as despesas gerais e administrativas. Os custos dos serviços se referem ao custo diretamente ligado à atividade principal da empresa, e para o transporte metroferroviário é composto por custos com pessoal, energia elétrica, materiais, serviços de terceiros, depreciação e amortização. Os custos com pessoal, que comportam empregados de manutenção e operação, e o custo com energia elétrica, para movimentação dos trens, são considerados. Diante disto, as questões de inovações tecnológicas no sistema metroferroviário são de suma importância para uma maior eficiência técnica operacional.

Conforme pesquisa realizada pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brum, 2022), verificou-se o nível de eficiência das técnicas operacionais das empresas do setor metroferroviário (Tabela 2).

**Tabela 2 – Índices de eficiência das empresas metroferroviárias**

<b>Empresa</b>	<b>2014 (%)</b>	<b>2015 (%)</b>	<b>2016 (%)</b>	<b>2017 (%)</b>	<b>2018 (%)</b>
Metrô SP	100	100	100		
		100	100	100	
			100	100	100
CPTM	100	100	100		
		100	99,94	100	
			100	100	100
Via quatro	100	100	100		
		100	100	99,91	
			100	98,36	100
Metrô RIO	100	86,03	97,21		
		85,73	97,36	100	
			90,82	93,87	100
SUPER VIA	88,08	96,5	100		
		87,74	90,6	100	
			89,55	100	100
CBTU BH	93,81	85,96	97,59		
		85,96	97,59	90,55	
			97,59	90,55	85,94
TRENSURB	85,79	95,75	96,04		
		94,96	95,17	90,70	
			95,17	90,70	90,74
Metrô DF	94,94	95,99	92,79		
		94,87	92,58	92,58	
			92,58	92,58	79,80

**Fonte: Brum (2002).**

As empresas como eficientes são as classificadas como de grande porte (Metrô e CPTM) e com maior aporte tecnológico. Essas empresas possuem os melhores índices de eficiência técnica apurados e operam com alto volume de passageiros transportados.

Desta forma, a eficiência dessas empresas do transporte metroferroviário ganha relevância, na medida em que desempenhos insatisfatórios transferem o custo da ineficiência para os usuários do transporte, ou para o governo, afetando tanto o acesso da população ao sistema de transporte como os orçamentos públicos, já altamente comprometidos. O aporte em inovação tecnológica dessas empresas é fundamental para o aumento da eficiência operacional e a consequente redução do custeio.

A ferrovia está diretamente ligada à inovação, uma vez que, ao estudar sua história, podem-se observar grandes evoluções. A inovação de forma sustentável em empresas ferroviárias tem como foco realizar investimentos em tecnologias voltadas à eficiência

energética, com redução de impacto ambiental, melhor desempenho da produtividade e redução de custos (Leandro, 2013; Vaz, 2008).

#### *4.1.2.2 Inovação dentro do setor de transporte rodoviário urbano de passageiros*

O modal rodoviário tem relação direta com a mobilidade das pessoas, sendo uma das questões mais discutidas no mundo, hoje, em relação às cidades, sendo vital para a sua continuidade. Não se pode tratar a mobilidade das pessoas nas cidades desatreladas da acessibilidade das mercadorias. Cidades são espaços para morar e trabalhar. As atividades econômicas geradoras do trabalho demandam, na maioria, insumos e várias atividades relacionadas à moradia das pessoas, o que explica a importância da logística urbana.

No Brasil, existem problemas graves no transporte de pessoas, inclusive pela necessidade de locomoção, agregada à exclusão socioeconômica com que a maioria dos brasileiros convive no dia a dia (Mukai; Dias; Feiber, 2006).

A principal causa dos problemas de mobilidade urbana no Brasil relaciona-se ao aumento do uso de transportes individuais em detrimento da utilização de transportes coletivos, embora esses últimos também encontrem suas dificuldades, por exemplo, a superlotação. Entre os anos de 2002 e 2012, segundo dados do Observatório das Metrôpoles, enquanto a população brasileira aumentou 12,2%, o número de veículos registrou um crescimento de 138,6%, e esses números não param de crescer. Uma das principais soluções para o problema da mobilidade urbana, na visão de muitos especialistas, seria o estímulo aos transportes coletivos públicos, através da melhoria de sua qualidade e eficiência, além do desenvolvimento de um trânsito focado na circulação desses veículos.

Segundo Espírito Santo (2010), entre os temas recorrentes nas discussões atuais, figura com destaques a deficiência dos transportes coletivos e a necessidade de redução do uso do transporte individual, convergindo para a necessidade de melhor qualidade no transporte público, de forma que a população motorizada deixe seus veículos em casa.

Conforme Machado (2020), um cenário de confiança na retomada da economia e o momento favorável criam uma expectativa de que o fluxo nas cidades continue aumentando, e com isso a incansável busca por soluções inovadoras é cada vez maior. Assim, os problemas enfrentados pela população e empresas de ônibus trazem dificuldades para agregar inovação ao processo de operação dessas empresas. Observa-se que os níveis de tecnologia intrínseca, sobretudo, na experiência para consumir uma viagem de ônibus, ainda são muito baixos.

Diante do desafio apresentado pelas rápidas evoluções tecnológicas, surge a necessidade de repensar o papel de profissões tradicionais, como motoristas e cobradores, no contexto futuro do transporte.

Embora essas tendências assustem, sobretudo, principalmente, por trazerem a possibilidade de desemprego (o que não é uma verdade absoluta, mas sim a renovação do perfil profissional), na era da Indústria 4.0, a interferência da tecnologia embarcada nos veículos, ônibus autônomos em testes, cidades inteligentes e robôs executando algumas atividades que os humanos faziam nos trazem a certeza de que esse segmento está passando por uma evolução, e o futuro ainda é um terreno muito fértil para a criatividade e certeza de aonde as mudanças podem chegar.

Conforme pesquisa CNT Perfil Empresarial - Transporte Rodoviário Urbano de Passageiros (2023), verificam-se inúmeras oportunidades de inovação na definição das estratégias operacionais dessas empresas para a redução de custeio e aumento da segurança pública, visto que 36,2% das empresas têm a tarifa paga pelo usuário como principal remuneração, e 51,1% carecem de qualquer subsídio público, 59,2% foram vítimas de assalto e 40,2% sofreram ato de depredação no último ano, sendo que 1 em cada 5 empresas (20,1%) teve veículos incendiados no período.

#### *4.1.2.3 Inovação dentro do setor de transporte individual de passageiros*

Nota-se que, entre as décadas de 1970 e 1990, ocorreram as principais mudanças no campo tecnológico, notadamente por conta da Tecnologia da Informação e seu estandarte, a internet. Essa ruptura de paradigmas foi sensível não somente nas áreas de tecnologia e comunicação, tendo afetado todo o sistema social, econômico, político e jurídico, por exemplo. Em outras palavras, houve alterações de costumes, consumo, lazer, nas relações interpessoais, no fazer de negócios e na própria noção de globalização. Identifica-se que novos hábitos socioeconômicos foram adquiridos a partir de novos arranjos de interação a desembocar em uma verdadeira sociedade de informação. Especificando-se, um exemplo desse hodierno avanço tecnológico e comunicacional, que permite uma participação democrática dos cidadãos, é o Sistema de Transporte Inteligentes (STI), que utiliza tecnologias avançadas de comunicação com o escopo de melhorar o desempenho e a eficiência das operações da rede de transportes. Nesse segmento, destaca-se o aumento do uso de celulares, smartphones, laptops e tablets e, por meio desses, de aplicativos no contexto do mercado de transporte individual de passageiros. Há, pois, uma inclinação da sociedade à mobilidade. Reflexo disso é que nos últimos anos

houve a ascensão do mercado de caronas pagas promovido por atores econômicos, como Uber, 99 e Cabify, pondo em xeque, sobretudo, o tradicional e até então, quase que exclusivo, mercado de táxis. Assim, notoriamente, uma dicotomia para o transporte individual de passageiros foi descortinada: de um lado, a existência de um serviço bem qualificado, aceito e utilizado pela sociedade, e, de outro, o serviço de táxi como estamento posto – com forte espírito de corporativismo, alheio à inovação e embrenhado em estigmas de domínio por cartéis – e que por décadas deitou, hegemônico, em berço esplêndido.

O Sistema de Transporte Inteligentes (ou, na língua inglesa, *Intelligent Transportation System* - STI) compreende o uso de tecnologias avançadas de comunicação para infraestrutura de transportes, com o escopo de melhorar o desempenho e a eficiência das operações da rede de transportes (Freitas; Moraes; Jaques, 2011).

A aplicação da tecnologia da informação – aliada à telecomunicação e à eletrônica – no planejamento, gestão, operação e fiscalização dos meios de transportes urbanos, tem se tornado uma alternativa viável em termos de custo-benefício, pois com um determinado investimento podem-se manter os usuários dos meios de transporte bem informados a respeito do transporte que utilizam.

Esse tipo de solução pode atender às necessidades de sustentabilidade do setor de transportes, dentre elas a redução do tempo perdido em congestionamentos, dos acidentes de trânsito, dos custos do transporte, do consumo de energia e dos danos ambientais. (Lucio, 2011).

Devido ao aumento do uso de celulares, smartphones, laptops e tablets, a criação de um STI é um exemplo de um subsistema desenvolvido para melhorar os meios de transportes atuais. Lúcio (2011, p. 15) aduz que o uso de aplicativos para dispositivos móveis está diretamente relacionado à inclinação da sociedade à mobilidade. Portanto, no seio de uma rede de transporte, percebe-se, dessa assertiva, um duplo aspecto: a mobilidade por se utilizar de aparelhos de telecomunicação móveis e, ainda, a mobilidade gerada pelo acesso ao transporte por conta da penetrabilidade ampla dessas novas tecnologias, alargando, no mínimo, a possibilidade de se exercitar com mais capacidade o direito constitucional de ir e vir. Nota-se que a atual revolução tecnológica é caracterizada não pela “centralidade de conhecimentos e informação, mas, sobretudo, pela aplicação desses conhecimentos em uma dinâmica constante entre a inovação e seu uso”, afirma Castells (2016, p. 88).

Implementada uma sociedade de informação subsidiada por uma revolução tecnológica, constatou-se que a indústria de táxis não respondeu à cultura de consumo em mudança que se concentra na tecnologia e na experiência do consumidor (Posen, 2015, p. 04). O método, em geral, conservador e alheio às inovações e à mudança de postura e exigências dos usuários do

serviço, abriu brecha para empreendedores que identificaram um nicho de mercado: o transporte individual remunerado de passageiros, de modo privado (e não público, como é o caso do táxi), estruturado sobre plataformas digitais (aplicativos) para, em especial, captação e interação de usuários-consumidores.

A partir dessa nova forma de empreender, aponta Andrighi (2026, p. 410) que, por meio de certos aplicativos de internet, um agente econômico figura como intermediário para um contrato de transporte entre consumidores e motoristas-proprietários de veículos. Atores econômicos como Uber, 99 e Cabify, por exemplo, despontam como executores desse *modus operandi* na prestação do serviço de transporte.

#### 4.1.3 Desafios e oportunidades de inovação tecnológica no setor de transportes urbanos de passageiros

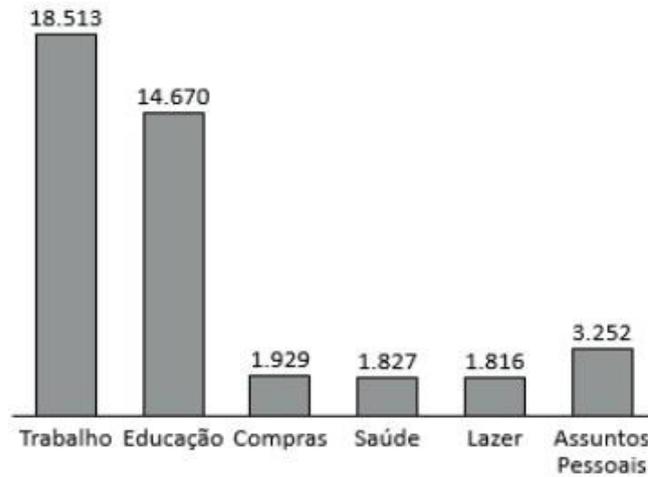
Conforme Santos (2021), atualmente no Brasil, mais especificamente na Rede Metropolitana de São Paulo, o principal aglomerado urbano da América do Sul, o Plano de Desenvolvimento Urbano e Integrado (PDUI, 2014), em 2017 realizou 42 milhões de viagens diariamente. Cerca de 67% foram realizadas por transportes coletivos e individuais (Figura 1). Deslocar-se para chegar ao trabalho representa a principal motivação das viagens diárias na região, como demonstrado na Figura 2, com 18,5 milhões, seguidas pelas viagens por motivo escolar, 14,7 milhões. Consultas médicas, compras e lazer são responsáveis por 8,8 milhões, de acordo com a Figura 3 (Metrô; STM, 2017).

**Figura 1 – Distribuição modal das viagens em (%)**



Fonte: Metrô, STM (2017).

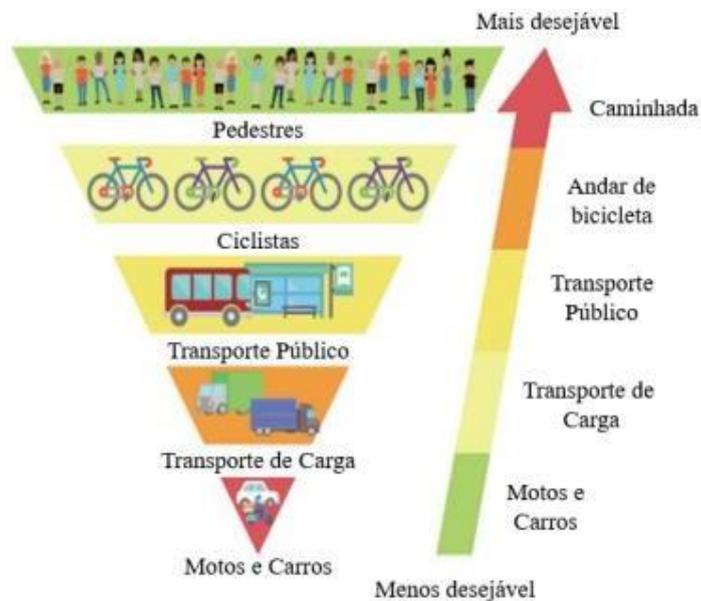
**Figura 2 – Motivação das viagens**



Fonte: Metrô, STM (2017).

Para tanto, no Brasil vigora a Lei da Mobilidade Urbana, que visa promover acesso às cidades e regiões, por meio de sistemas de mobilidade seguros, confiáveis, inclusivos e sustentáveis (SNMSU, 2019). Para isso, devem-se priorizar alguns critérios que podem ser visualizados na Figura 3.

**Figura 3 – Pirâmide hierárquica do plano de mobilidade**

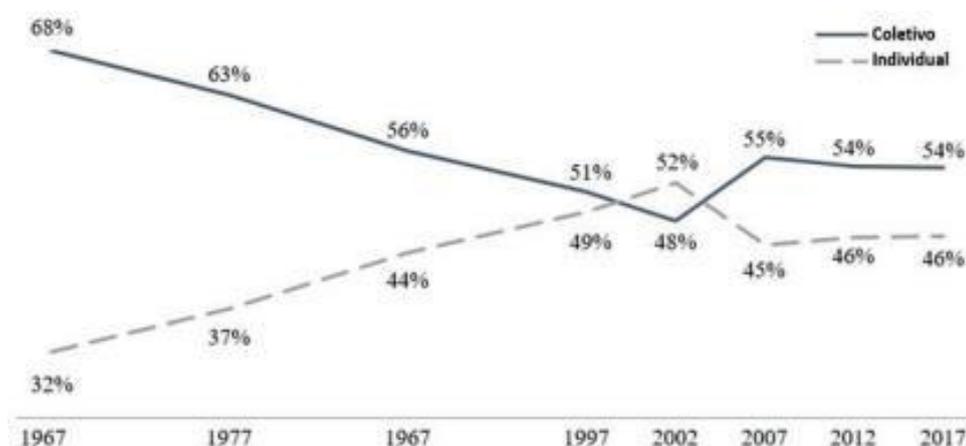


Fonte: E-Smart Cty ES (2017).

Na Pirâmide Hierárquica do Plano de Mobilidade, é possível verificar que devem ser criadas ações para priorizar os modais de transporte não motorizados sobre os motorizados e os

serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado, entretanto, como demonstrado na Figura 4, houve queda da utilização do Transporte Público Urbano (TPU) e a ascensão dos veículos individuais, refletindo, assim, a importância de ações que estimulem a priorização do TPU e gerem uma mobilidade eficiente.

**Figura 4 – Distribuição da mobilidade urbana no decorrer dos anos**



Fonte: Metrô, STM (2017).

O crescimento exponencial da cidade de São Paulo durante o século 20, acelerado depois dos anos 50, foi acompanhado de uma urbanização caracterizada pela dispersão urbana orientada pelo modelo do automóvel.

A extensão da metrópole associada à ausência de políticas públicas que abrange todo o território resultou também na disparidade da distribuição das redes de infraestrutura, sobretudo nas regiões afastadas do centro.

A cidade sofre com as consequências do uso extensivo do transporte motorizado individual: alto custo econômico, social e ambiental do trânsito, da poluição, das intervenções viárias e dos acidentes. E um dos principais desafios para o planejamento e gestão da mobilidade urbana se relaciona com sua extensão e a escala metropolitana, pelo tamanho da Região Metropolitana de São Paulo (39 municípios que somam uma área urbanizada superior a 2.200 km<sup>2</sup>) e pela pluralidade de seu território, sobretudo em relação às regiões periféricas e às populações mais vulneráveis.

As desigualdades territoriais são imensas e impactam o acesso à mobilidade: as redes de média e alta capacidade não alcançam os territórios mais distantes, causando impacto à população que habita as zonas adjacentes, caracterizada por possuir menor renda e que, em sua maioria, usa o transporte coletivo todos os dias para ir trabalhar nas áreas do centro expandido

que concentram a maior parte das atividades. A consequência dessa relação é o aumento das distâncias percorridas e, conseqüentemente, do tempo de deslocamento.

Alguns dos principais problemas da mobilidade em números:

- Duração dos deslocamentos: viagens com duração superior a 60 minutos realizadas por transporte coletivo, em todas as categorias acima de 1 km, totalizam aproximadamente 6.054 mil viagens, ante 1,5 milhão do transporte individual. Destas, cerca de 3.400 mil têm duração média maior que 90 minutos, correspondendo a 56,2% das viagens do transporte coletivo. A maior participação de viagens com duração de mais de 90 minutos está no transporte coletivo, naquelas com extensão superior a 10 km, atingindo cerca de 2.600 mil viagens, equivalentes a 62% de participação neste segmento (Plano de Mobilidade de São Paulo, 2015).
- Veículos individuais: aumento de 19% na quantidade de carros em São Paulo em 2017 – 6,05 milhões – em relação a 2010 – 5,09 milhões (Detran-SP, 2017).
- Desigualdade na distribuição da rede: na Região Metropolitana de São Paulo, somente uma em cada cinco pessoas mora perto – menos de 15 minutos de caminhada – de uma estação de transporte de média ou alta capacidade (BRT, VLT, metrô ou trem). Somente 15% da população de baixa renda está coberta, em comparação com 39% da faixa mais alta. (ITDP, 2018)
- Congestionamento: 6º lugar do *ranking* da INRIX Global das cidades mais congestionadas em 2017. Distância média percorrida com carro próprio: para 42,1% dos trajetos dentro da cidade de São Paulo, a distância percorrida não é maior do que 2,5 km. Viagens de 2,5 até 5 km representam 20,8% do total (99, 2017).
- Custos e perda de produtividade: em 2014, os custos derivados dos congestionamentos foram estimados em torno de R\$ 69 bilhões na Grande São Paulo (Firjan, 2014).
- Falta de acessibilidade: 97,8% dos idosos não conseguem atravessar a rua a tempo em São Paulo. A CET calcula o tempo com uma velocidade média de 4,3 km/h, mas os voluntários do estudo tiveram uma média de 2,7 km/h (Faculdade de Saúde Pública da USP, 2016).
- Assédio: uma em cada quatro mulheres paulistanas já sofreu assédio no transporte público ( Rede Nossa São Paulo, 2017).
- Qualidade do transporte público: 52% consideram “melhorar a qualidade do transporte por ônibus” a principal medida a ser adotada pelo poder público para a mobilidade

(contra 41% do ano anterior). 80% dos paulistanos “com certeza” ou “provavelmente” deixariam de utilizar o carro se tivessem “melhor alternativa de transporte” (Pesquisa de Mobilidade Urbana Rede Nossa São Paulo, 2017).

## 4.2 *Benchmarking* laboratórios de inovação

Para a realização de *benchmarking* escolheram-se quatro laboratórios de Inovação tecnológico, sendo eles o laboratório de IA da Vale, o Fab Lab da CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos, sendo o único FabLab nacional para transporte de passageiros urbanos), o Lab Oceano e o IPT Open (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), buscando clarificar, dentre outras coisas, os seus propósitos, perspectivas de mercado e infraestruturas.

### 4.2.1 *Laboratório de IA da Vale*

A Vale, uma das maiores empresas de mineração do mundo, possui um Laboratório de Inteligência Artificial (IA) dedicado à pesquisa e desenvolvimento de soluções baseadas em IA para otimização de processos, segurança e sustentabilidade na indústria de mineração.

O laboratório utiliza tecnologias avançadas de IA, como *machine learning* e *deep learning*, para análise de dados em larga escala, previsão de falhas em equipamentos, automação de processos e melhoria da eficiência operacional.

Em 21 de fevereiro de 2024, foi realizada a entrevista com Alexandre Pigatti, gestor do Laboratório de Inteligência Artificial (IA) da Vale.

O principal objetivo do laboratório é criar soluções tecnológicas para melhorar a segurança dos trabalhadores, resolver problemas operacionais e proporcionar retorno financeiro. A Vale espera que o laboratório contribua para sua estratégia geral de inovação e crescimento através da criação de soluções que promovam a eficiência operacional, reduzindo desperdícios, acidentes e fraudes contratuais.

O Laboratório de Inteligência Artificial da Vale opera principalmente com colaboradores remotos, sem uma estrutura física definida. Os recursos necessários são principalmente humanos, com profissionais capacitados em ciência de dados e análise de dados. A Vale investe fortemente em tecnologia, sem um orçamento predefinido para o laboratório. As habilidades necessárias para a equipe do laboratório incluem profundo conhecimento em ciência e análise de dados. O recrutamento tende a ser terceirizado, com treinamentos de análise de dados realizados periodicamente para desenvolver talentos.

O mapeamento de oportunidades de melhoria é feito pelo departamento de *Business Partner*, que direciona os projetos para o laboratório, onde a seleção e priorização de projetos são realizadas com foco nos projetos que envolvem risco de pessoal.

A Vale busca promover uma cultura de inovação e experimentação dentro e fora do laboratório, enfatizando sua missão de melhorar a vida e transformar o futuro. O principal desafio na implementação do laboratório é colocar em prática as soluções tecnológicas devido à estrutura da operação.

O principal risco associado à implantação do laboratório é a aderência das pessoas às soluções tecnológicas. A Vale busca mitigar esse risco garantindo segurança aos colaboradores. Não há expectativas específicas de longo prazo para o laboratório, sugerindo que talvez não haja um plano formal de sustentação e expansão das operações ao longo do tempo.

#### **4.2.2 Fab Lab da CPTM - Companhia Paulista de Trens Metropolitanos**

O Fab Lab da CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos) é um espaço de fabricação digital localizado nas dependências da empresa, dedicado à prototipagem rápida e ao desenvolvimento de soluções inovadoras para o transporte ferroviário.

Ele oferece acesso a tecnologias de fabricação, como impressoras 3D, cortadoras a laser e CNC, permitindo que os colaboradores da CPTM desenvolvam protótipos, peças sob medida e soluções customizadas para as demandas específicas da empresa.

O Fab Lab da CPTM promove a cultura da inovação e do empreendedorismo dentro da companhia, incentivando a criatividade e a experimentação para melhorar continuamente os serviços de transporte oferecidos aos passageiros.

Em 16 de fevereiro de 2024, foi feita uma visita ao FabLab da CPTM, na estação Luz e realizada a entrevista com a coordenação do Núcleo de Inteligência e líder do FabLab da CPTM.

O surgimento do Fab Lab veio de uma iniciativa durante a pandemia de produção de máscaras de pano a partir de tecidos de uniformes descartados da CPTM. Esse projeto evoluiu para a fabricação de viseiras de proteção, em parceria com uma empresa de Mauá, com distribuição na rede pública de saúde, inclusive contando com o apoio da USP e de grupos Maker. Com o apoio da CPTM, houve o transporte das viseiras por meio de sua logística, chamando a atenção da mídia e gerando repercussão positiva.

Após esse evento, houve a proposta e subsequente aprovação da alta gestão para a criação do FabLab da CPTM. Esse espaço foi projetado para propor soluções rápidas, como a fabricação interna de peças, incluindo sobressalentes dos sistemas ferroviários obsoletos e

descontinuados, simplificando o processo de aquisição, tendo como *sponsor* do projeto toda a Diretoria Executiva da empresa.

Esse FabLab é equipado com uma variedade de equipamentos, como:

- CNC mecânica
- Fresadoras de precisão (pequenas)
- Impressora 3D
- Cortadora e gravadora laser (CNC Laser)
- Scanner 3D
- Dobradeira
- Plotter

O investimento (nos equipamentos) foi de aproximadamente 150 mil reais, funcionando com um grupo de 4 pessoas, embora tenha envolvido 20 durante sua fase de projeto. Dentre as iniciativas do FabLab há uma participação ativa no Comitê de Inovação, formado por pessoas da companhia envolvidas com inovação, e eventos como o Hackathon, abertos à participação de comunidades e faculdades, em que os participantes podem expor problemas e soluções para a empresa. Além disso, a organização da Semana de Inovação visa estimular a geração de novas ideias por todos os colaboradores da empresa. Essas ações contam com o suporte da alta gestão e divulgação nas mídias internas da CPTM.

Além disto, são desenvolvidas parcerias com a comunidade *maker*, incluindo os Correios, IPT e a Fatec. Foi explicado que há limitações para abertura ampla ao público, devido à especificidade e tecnologia dos equipamentos, com sérios riscos de danos por utilização de imperitos, causando altos custos de manutenção. Foi observada a falta de um processo oficial de treinamento para desenvolvimento de profissionais para esses laboratórios, cujo contorno é feito por meio do aproveitamento de iniciativas como cursos abertos e convites para treinamentos oferecidos por outras partes.

Não existe um “funil de ideias”. As pessoas do comitê acompanham e incentivam as ideias, normalmente sem limitar desenvolvimento. Há um Comitê de Inovação formado por pessoas selecionadas, envolvidas em inovação, gerando representação corporativa (de todas as diretorias).

Apesar de não existirem metas estabelecidas, os benefícios do FabLab da CPTM são medidos tanto em termos financeiros, pela economia gerada na produção de peças em

comparação com os preços de mercado, quanto pelos benefícios não financeiros, como a melhoria da imagem da CPTM através de reposições mais ágeis e a viabilização de manutenções baseadas em estado (dado o exemplo da régua/gabarito utilizada para medir o desgaste/perfil do trilho).

Entre os produtos já desenvolvidos no FabLab, destacam-se:

- Proteções plásticas para botões soco.
- Peças para subestação e transformadores.
- Ferramenta de medição de desgaste/perfil de trilhos (gabarito de trilho).
- Sensoriamento de inundação.

Finalmente, o FabLab possui sinergia com outra iniciativa, o "InoVagão", um espaço dedicado a soluções de IoT que envolvem computação. Os dispositivos do InoVagão estão separados da rede corporativa. Quando há algum dispositivo IoT desenvolvido, a comunicação dos dados é feita e disponibilizada na rede administrativa através de uma API desenvolvida pela equipe de TI. A conectividade dos dispositivos IoT utiliza redes 3/4G, além de Wi-Fi das estações, apesar de terem sido explicadas as dificuldades devido às dimensões da CPTM, com locais apresentando deficiência de cobertura.

#### **4.2.3 LabOceano**

O Laboratório de Tecnologia Submarina (LabOceano) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) é uma instituição de pesquisa vinculada à Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) da UFRJ. O LabOceano se dedica ao desenvolvimento de tecnologias e à realização de pesquisas aplicadas nas áreas de engenharia naval e oceânica, com foco em soluções para a indústria *offshore*, particularmente na exploração e produção de petróleo e gás.

O LabOceano foi fundado em 2003 como um centro de excelência em pesquisa e desenvolvimento na área de tecnologia submarina. Seu principal objetivo era oferecer infraestrutura avançada para a realização de testes e simulações em ambiente controlado, atendendo tanto às necessidades da academia quanto da indústria.

O laboratório possui um dos maiores tanques oceânicos do mundo, com dimensões de 40 m de comprimento, 30 m de largura e 15 m de profundidade, capaz de simular condições de

mar profundo. Equipado com sistemas de geração de ondas, correntes e vento, o tanque permite a realização de testes complexos em escala reduzida de estruturas submarinas, veículos e equipamentos utilizados na exploração *offshore*.

Desde a sua criação, o LabOceano estabeleceu diversas parcerias com empresas do setor de petróleo e gás, bem como com outras instituições de pesquisa. O laboratório tem contribuído significativamente para projetos de pesquisa e desenvolvimento que visam à melhoria da segurança e eficiência das operações submarinas, bem como à inovação tecnológica na área de engenharia oceânica.

Além de seu papel no suporte à indústria, o LabOceano é um importante centro de formação de recursos humanos, oferecendo treinamento avançado e oportunidades de pesquisa para estudantes de graduação e pós-graduação da UFRJ e de outras instituições. O laboratório promove seminários, *workshops* e colaborações internacionais, ampliando o alcance e o impacto de suas atividades acadêmicas e científicas.

Em 19 de fevereiro de 2024, foi feita uma entrevista com o Diretor Executivo do LabOceano, observando-se que o laboratório tem sido pioneiro em diversas inovações tecnológicas, como no desenvolvimento de novos materiais e técnicas de construção de estruturas submarinas, bem como em metodologias avançadas de monitoramento e manutenção de equipamentos *offshore*. A pesquisa realizada no laboratório tem contribuído para a criação de soluções sustentáveis e eficientes para a indústria de petróleo e gás, alinhando-se às demandas por maior responsabilidade ambiental e segurança operacional.

O principal objetivo do LabOceano é criar um ambiente multidisciplinar para solucionar desafios tecnológicos na área oceânica, compartilhado por células de excelência da universidade e da indústria naval/*offshore*. As empresas associadas têm como expectativa que o laboratório contribua para sua estratégia geral de inovação e crescimento ao viabilizar pesquisas aplicadas em ambientes controlados, captando e viabilizando novos projetos inovadores.

Dentre os seus principais recursos físicos incluem-se oficinas, tanques de provas, simuladores, salas de projeto, entre outros, sendo que a estratégia de aquisição e manutenção dos recursos envolve o emprego de recursos de fomento público, principalmente da Finep e Faperj.

Uma equipe diversificada é necessária, composta por engenheiros navais, eletrônicos, técnicos em instrumentação, mecânica/metalurgia, mergulhadores, entre outros. O recrutamento é feito inicialmente via Senai e posteriormente por meio de vagas na universidade, priorizando ex-alunos da instituição.

Dentre a filosofia do laboratório para desenvolvimento de seus projetos, a metodologia adotada visa promover a criatividade e o desenvolvimento de novas tecnologias, envolvendo um ambiente colaborativo, uma filosofia de liberdade criativa e o uso de recursos como simuladores virtuais e prototipagem 3D. A seleção e priorização de projetos é baseada na aderência à área de conhecimento e no potencial estratégico.

O laboratório colabora com outros departamentos da universidade e empresas do Parque Tecnológico, viabilizando experimentos complexos e estabelecendo parcerias com organizações externas. Dentre as suas estratégias incluem-se a realização de fóruns de pesquisa e a divulgação nas redes sociais para promoverem a colaboração e o compartilhamento de conhecimento.

Para a mensuração de seus resultados de desempenho, incluem-se a quantidade de artigos científicos publicados em revistas de qualidade e o número de patentes obtidas. O impacto das inovações é medido por meio de questionários de avaliação e satisfação do cliente.

Finalmente o LabOceano enxerga como riscos para a continuidade do negócio a captação de recursos e a segurança da informação, e estratégias de mitigação envolvem um planejamento faseado e uma infraestrutura de TI robusta. Espera-se uma expansão da carteira de projetos nos próximos anos, sustentada pelo crescimento da economia e por investimentos na área *offshore*.

#### **4.2.4 IPT Open (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)**

O IPT Open é uma iniciativa do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) voltada para a colaboração e a inovação aberta entre empresas, academia e governo.

O programa oferece infraestrutura, expertise técnica e acesso a recursos de pesquisa e desenvolvimento para apoiar projetos inovadores em diversas áreas, como energia, meio ambiente, materiais e construção civil.

O IPT Open promove a transferência de tecnologia, a geração de conhecimento e a solução de desafios tecnológicos por meio de parcerias colaborativas, contribuindo para o avanço da ciência e da tecnologia e o desenvolvimento socioeconômico do país.

Em fevereiro de 2024, foi realizada entrevista com o seu respectivo gestor, que contou um pouco sobre a história e propósito dos Laboratórios. O IPT Open foi apresentado como uma iniciativa estratégica do IPT, focada em estimular a inovação tecnológica por meio da facilitação do acesso a infraestruturas para *startups*, bem como pequenas, médias e grandes empresas. O objetivo do IPT é transformar-se em um *hub* de tecnologia e inovação, alcançando

o *status* de parque tecnológico. Existem dois laboratórios do IPT Open, instalações e espaços de trabalho abertos e colaborativos: o Espaço *Maker 4.0 Hard* e o Espaço *Maker 4.0 Soft*.

No Espaço *Maker 4.0 Hard*, existe infraestrutura de equipamentos, como impressoras 3D para peças metálicas, a CNC (ROMI D600), uma dobradeira, além de ferramentas, como o rugosímetro e a matéria-prima utilizada pela impressora 3D, especificamente o pó de inox. No Espaço *Maker 4.0 Soft* existem impressoras 3D de polímeros e resinas, *scanner* 3D, componentes de IoT (microcontroladores e componentes eletrônicos em geral) e fresadoras de circuito impresso, CNC *Laser*, além de ferramentas como paquímetro, micrômetro, anemômetro, entre outros. O investimento realizado nessa iniciativa é de milhões de reais, sendo que a sua aplicabilidade necessita de mão de obra extremamente qualificada e de alto custo de manutenção.

Dentre as propostas de modelos de convênio, destacando-se o acesso aos laboratórios e a oferta de consultoria, verificaram-se:

1. Chamamento Público para o Centro de Inovação: esse tipo de acordo disponibiliza espaços dentro do IPT para entidades interessadas em se instalar no *campus* e desenvolver seus projetos lá.
2. Chamamento Público para o *Hub* de Inovação: nesse arranjo não são disponibilizados espaços dentro do IPT para instalação, mas se permite o acesso aos serviços do IPT, como os laboratórios.
3. *Membership*: o IPT está em desenvolvimento de um novo modelo de negócios, chamado "IPT Membership". Esse produto, previsto para custar cerca de 84 mil reais, proporcionará 50% de *cashback* aos clientes, incentivando o uso dos laboratórios *makers*, consultorias e outros serviços gerais oferecidos pelo IPT.
4. Flexíveis: o IPT mostra flexibilidade ao ajustar os pacotes de serviços de maneira negociável, caso a caso, além de oferecer pacotes específicos para incubação, aceleração de *startups*, acordos de cooperação.

Finalmente, a possibilidade de participação das empresas integrantes dentro do *hub* do IPT promove a sinergia de ideias entre as diversas organizações, em que o IPT possui expertise em linhas de fomento à inovação, como a Embrapii, e o entendimento sobre incentivos fiscais (imposto de renda) para inovação.

#### 4.2.5 Síntese das entrevistas nos laboratórios de inovação

Os laboratórios apresentam como principais desafios a implementação e adoção tecnológica, a cultura organizacional e inovação e a aderência dos usuários à solução tecnológica.

Observou-se que o principal desafio na implementação do laboratório de inovação, de acordo com as respostas, está relacionado à captação de mão de obra qualificada e à adequada implementação das soluções tecnológicas. Os riscos associados à implantação incluem questões de aderência das pessoas às mudanças tecnológicas e captação de recursos financeiros.

O Laboratório de IA da Vale enfrenta desafios na implementação das soluções tecnológicas devido à estrutura operacional existente. O Fab Lab da CPTM precisa mitigar riscos associados à falta de treinamento formal para o uso de equipamentos, o que pode resultar em danos e altos custos de manutenção. O LabOceano precisa garantir a segurança da informação e a captação contínua de recursos para manter suas operações.

Todos os laboratórios enfrentam o desafio de promover uma cultura de inovação e experimentação dentro e fora de suas organizações. O Laboratório de IA da Vale e o Fab Lab da CPTM enfrentam o desafio de garantir a aderência das pessoas às soluções tecnológicas desenvolvidas, garantindo que elas sejam efetivamente utilizadas.

Todos os laboratórios enfrentam desafios relacionados à captação de mão de obra qualificada e à implementação eficaz das soluções tecnológicas. A mitigação de riscos é uma preocupação comum, com estratégias que variam desde a divulgação institucional até o planejamento financeiro e a flexibilidade na aquisição de recursos.

Dentre as principais oportunidades, verificou-se o desenvolvimento de soluções inovadoras, a colaboração, o estabelecimento de parcerias e a melhoria contínua assim como o desenvolvimento de aprendizado e o investimento em estratégias de divulgação para atrair profissionais qualificados e conscientizar os colaboradores sobre os benefícios das soluções tecnológicas e o estabelecimento de um plano financeiro sólido, considerando a faseamento do projeto e a busca por financiamento externo quando necessário. É importante manter-se uma abordagem flexível na aquisição de recursos e na gestão de estoque para garantir a disponibilidade de insumos para testes de novos projetos.

Todos os laboratórios têm a oportunidade de desenvolver soluções inovadoras para os desafios específicos de suas indústrias, utilizando tecnologias avançadas. O LabOceano e o IPT Open têm oportunidades de colaborar com outras instituições de pesquisa, universidades e

empresas para promover a inovação, desenvolver soluções conjuntas e a melhoria contínua e o aprendizado, através da experimentação e da análise dos resultados de seus projetos.

Finalmente, em todos os laboratórios verificou-se um grande foco em desenvolver soluções tecnológicas avançadas para resolver problemas específicos de suas indústrias, a promoção de uma cultura de inovação e experimentação dentro de suas organizações, incentivando a criatividade e o desenvolvimento de novas ideias, e todos os laboratórios dependem da utilização eficaz de recursos de infraestrutura e da presença de equipes qualificadas para alcançar seus objetivos de inovação.

### **4.3 Realidade das empresas**

#### ***4.3.1 Empresas de transporte rodoviário urbano***

A pesquisa de campo foi desenvolvida buscando entender as principais necessidades, dores ou desafios de empresas de mobilidade urbana. A proposição do CTOC leva em consideração as necessidades de empresas reais do setor rodoviário urbano, e quatro delas são apresentadas. As empresas de transporte rodoviário urbano destacadas foram o Grupo Santa Zita, a Viação Serrana, a Ansal-Auto Nossa Senhora da Aparecida e a Viação Satélite.

##### ***4.3.1.1 Grupo Santa Zita***

O Grupo Santa Zita é uma empresa brasileira de transporte urbano intermunicipal em região metropolitana, com sede em Cariacica - ES. A primeira empresa do grupo, Santa Zita Transportes Coletivos Ltda., fundada em 05/04/1991, iniciou suas operações com um pequeno número de ônibus, e ao longo dos anos expandiu sua frota e suas rotas para atender a uma crescente demanda por transporte público na região. Atualmente, o grupo é composto por 3 empresas e opera uma extensa rede de linhas de ônibus no Espírito Santo e na região metropolitana de Belo Horizonte - MG, oferecendo serviços de qualidade e contribuindo para a mobilidade urbana nas cidades (Econodata, s.d.).

A entrevista foi realizada com o gerente de manutenção das empresas do ES, o qual destacou vários desafios enfrentados pelo Grupo Santa Zita. Dentre os desafios encontrados em sua operação diária, questões relevantes, como manutenção da frota, dificuldade de compra de sobressalentes e custos elevados, gestão de horários, satisfação do cliente e funcionários.

Os custos operacionais são bastante elevados, principalmente por manutenções não programadas (corretivas), desgaste da frota e a sua não renovação, dificuldade do gerenciamento de motoristas, planejamento de rotas ineficientes e ineficiência do sistema de rastreamento.

Existem as questões inerentes ao modelo de negócio, como os gargalos no gerenciamento das estações e horários/rotas dos veículos devido ao congestionamento de tráfego, alterações imprevistas, flutuações na demanda, pontualidade, coordenação de conexões, eficiência das rotas e falta de dados em tempo real.

Para a otimização dos custos relativos aos custos de folha de pagamento, combustível e material rodante já foram implementados a tecnologia da telemetria além do videomonitoramento e sistema de bilhetagem automática. Há a necessidade da implementação de GPS para monitoramento e melhoria da pontualidade dos serviços e aprimoramento da utilização do sistema de videomonitoramento, visto que as principais dores dos passageiros usuários do Grupo Santa Zita são os atrasos recorrentes e a falta de segurança em todo o sistema.

#### *4.3.1.2 Viação Serrana*

A Viação Serrana foi fundada em 29 novembro de 1968 e é uma das mais antigas operadoras do Sistema de Mobilidade Urbana de Vitória. Em 2005, a família Cançado passou a deter 100% da empresa. A seguir alguns números de sua composição:

- N° colaboradores: 530
- % frota no Sistema Transcol: 7,71%
- Frota total: 137 veículos (operante+reserva)
- N° passageiros/mês: cerca de 978.919
- Km médio rodado mês: 943.000
- N° médio viagens/mês: 23.250
- Linhas operadas: 34

Com relação à identidade organizacional e valores da Viação Serrana:

- Missão: Ser uma empresa que aplica os melhores métodos e processos na gestão de transporte coletivo de passageiros, adaptando-se às constantes mudanças do cenário político e econômico.
- Visão: Oferecer serviço de transporte coletivo de passageiros de acordo com os requisitos aplicáveis e visando à satisfação das partes envolvidas.
- Política: Prestar serviço de transporte coletivo de passageiros, prezando pela qualidade, pontualidade, conforto e segurança, atendendo aos requisitos das partes interessadas e aprimorando continuamente o Sistema de Gestão.

A empresa Viação Serrana conta com um Sistema de Gestão da Qualidade certificado na norma ISO 9001, que auxilia estrategicamente na gestão do negócio. Para garantir que os objetivos e metas da empresa sejam alcançados, seus resultados são monitorados através de indicadores de desempenho, que são analisados mensalmente pelas lideranças.

A entrevista foi realizada com a sua Gerência Operacional em fevereiro de 2024, durante a qual ela destacou uma série de desafios relacionados a infraestrutura viária inadequada, sincronismo semaforico deficiente e falta de campanhas educativas para os usuários, impactando diretamente a eficiência operacional e a satisfação dos passageiros.

A Viação Serrana tem o controle da manutenção da frota, o qual é realizado por meio de um sistema integrado, mas enfrenta obstáculos, como o alto custo de peças e componentes, falta de mão de obra qualificada e tempo limitado para realizar as manutenções, afetando a disponibilidade dos veículos para operação.

Com relação ao gerenciamento de horários e rotas, o principal gargalo está na operacionalização dos horários predefinidos pelo órgão gestor, o que pode, muitas vezes, levar a problemas de conformidade com normas trabalhistas e convenções coletivas, afetando a eficiência operacional e aumentando os custos com pessoal.

A empresa utiliza o monitoramento via GPS e fiscais nos pontos de controle para lidar com condições adversas que podem afetar a pontualidade dos serviços, garantindo uma resposta ágil às demandas operacionais.

As principais dificuldades relacionadas aos processos de manutenção incluem falta de mão de obra qualificada, logística ruim para entrega de peças, custo elevado de peças e componentes, tempo longo para execução de serviços de terceiros e tempo curto para realizar as manutenções, afetando a disponibilidade dos veículos e a segurança dos passageiros.

A empresa conta com um processo estruturado de recrutamento, treinamento e escalonamento de motoristas e equipe de apoio, visando garantir a qualificação e o

acompanhamento adequado dos colaboradores durante sua jornada de trabalho. A empresa investe em reciclagem periódica dos funcionários e cursos especializados para garantir a segurança durante as operações diárias, além de realizar manutenção preventiva da frota para minimizar os riscos para passageiros e operadores.

Os maiores custos operacionais estão relacionados à folha de pagamento e combustíveis. A empresa busca otimizar esses custos por meio de um planejamento eficiente da escala de trabalho e uso de tecnologias, como telemetria para monitorar e padronizar a operação. Além da telemetria, a empresa utiliza uma variedade de sistemas, como GPS, gestão integrada, videomonitoramento e bilhetagem eletrônica, mas enfrenta desafios na implantação, como altos custos, resistência dos operadores e falta de mão de obra qualificada.

Finalmente, as principais reclamações dos usuários incluem superlotação, descumprimento de horários e itinerários, falta de frota climatizada, custo da tarifa e falta de segurança pública, destacando áreas de melhoria para a empresa focar em sua estratégia de qualidade de serviço (Econodata, s.d.).

#### *4.3.1.3 Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida*

A Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida Ltda. é uma empresa do Grupo CSC, que iniciou suas atividades em 1973, tendo sua sede no Bairro Poço Rico. Sua frota inicial era de apenas cinco ônibus e operava a famosa linha Av. Rio Branco. Em 1975, mudou sua sede para Bernardo Mascarenhas. Em 1978, houve a incorporação da empresa Aliança, que agregou mais quatro ônibus e a linha Bairu à frota anterior. No início dos anos 80, o Sistema de Transporte Coletivo de Juiz de Fora passou por uma profunda reestruturação (via central destinada exclusivamente a ônibus urbano e setorização da cidade). Nesse período, mais duas empresas foram agregadas: a Auto Lotação Alvorada e a Transporte Bonfim. Dessa forma, a empresa, agora com maior número de veículos, passou a operar em duas sedes: uma na Rua Bernardo Mascarenhas (Ansal Matriz) e outra no Bairro Santa Paula (Ansal Filial).

A Ansal, finalmente, foi incorporada ao Grupo CSC, sediado em Viçosa-MG, no ano de 2015.

O Grupo CSC já possuía, em várias unidades, a expertise no segmento urbano da cidade e fretamentos, sendo assim, a Ansal passou a operar também no fretamento, sendo seu primeiro cliente a Votorantim Metais Zinco – Unidade Juiz de Fora. Esse atendimento se iniciou com uma frota 100% nova (zero km) utilizando o nome fantasia Ansal Exclusivo (Ansal, s.d.).

A entrevista foi realizada com o coordenador de suprimentos, o qual destacou na operação diária do sistema, dentre alguns desafios, a falta de planejamento para atendimento da operação, comunicação deficiente entre manutenção e operação, e impactos na disponibilidade da frota devido a falhas mecânicas. A empresa segue as diretrizes do contrato de concessão, com foco na idade máxima da frota e percentual de veículos de reserva, e encontra como grandes obstáculos o acompanhamento constante da disponibilidade da frota e controle dos carros indisponíveis para operação.

A Ansal tem alguns gargalos no gerenciamento das estações e horários/rotas dos veículos devido ao baixo poder de contingenciamento dos gestores na pontualidade, necessidade de análise posterior para ação corretiva e falta de cobertura efetiva de treinamento para motoristas com novas funcionalidades dos veículos. As manutenções corretivas são dificultadas devido à falta da previsibilidade de falhas e dimensionamento de estoques para atender às necessidades de manutenção.

Algumas tecnologias já foram implementadas para a otimização dos processos, como telemetria, bilhetagem, GPS, automação de abastecimento, controle de frota, estoque e folha de pagamento.

As principais dores dos passageiros são pontualidade e falhas dos veículos devido a quebras mecânicas/elétricas ou problemas nos sistemas de controle de tráfego ou bilhetagem.

#### *4.3.1.4 Viação Satélite*

A empresa Planeta, com a razão social Viação Satélite Ltda., tem sua sede localizada em Cariacica - ES. Seu foco principal de atuação é o transporte rodoviário coletivo de passageiros, com itinerário fixo, intermunicipal em região metropolitana. (Econodata, s.d.)

A entrevista foi realizada com o supervisor de tráfego em fevereiro de 2024, o qual destacou, dentre alguns problemas enfrentados, a precariedade das vias e os altos custos operacionais com combustível, bem como alguns gargalos no gerenciamento das estações e horários/rotas dos veículos devido a acidentes e engarrafamentos nas vias, os quais causam atrasos e descumprimentos de horários.

Em muitas ocorrências relacionadas à segurança pública, ocorre a solicitação de reforço policial em casos de ameaças no itinerário, com a segurança dos passageiros sob responsabilidade da segurança pública.

Tecnologicamente, a empresa conta com sistemas de grande porte para apoio da operação, como o Sistema de Gestão Rodoviário Globus, o Sistema de Telemetria Geocontrol e o Sistema CTAsmart para controle de abastecimento.

Dentre as principais dores dos passageiros, o tempo de espera do coletivo, o descumprimento de horários e o mau-atendimento são desafios recorrentes a serem enfrentados.

#### *4.3.1.5 Síntese das empresas de transporte rodoviário urbano*

Conforme relatado sobre as quatro empresas do transporte rodoviário urbano, todas as empresas enfrentam desafios operacionais semelhantes, como manutenção da frota, gestão de horários e rotas, satisfação do cliente e funcionários, além de custos operacionais elevados. Isso inclui problemas como dificuldade na compra de sobressalentes, alto custo de peças e componentes, falta de mão de obra qualificada e gestão eficiente dos motoristas.

O ambiente urbano influencia significativamente as operações de todas as empresas, com problemas como congestionamento de tráfego, infraestrutura viária inadequada, sincronismo semafórico deficiente e falta de campanhas educativas para os usuários. Esses fatores afetam a eficiência operacional e a satisfação dos passageiros.

Todas as empresas reconhecem a importância da tecnologia na otimização de processos e na melhoria da qualidade do serviço, porém sempre com a utilização de grandes sistemas. Tecnologias como telemetria, GPS, sistemas de gestão integrada, videomonitoramento e bilhetagem eletrônica são comuns entre elas para lidar com questões como monitoramento da frota, padronização da operação e melhoria da segurança.

As principais reclamações dos usuários incluem superlotação, descumprimento de horários e itinerários, falta de frota climatizada, custo da tarifa e falta de segurança pública. Todas as empresas precisam lidar com essas questões para melhorar a qualidade do serviço e a satisfação dos passageiros.

Apesar das diferenças geográficas e operacionais entre as empresas de transporte mencionadas, elas compartilham muitos desafios semelhantes relacionados a operação, tecnologia e satisfação do cliente. A busca por soluções inovadoras de baixo custo e a adaptação às demandas dos usuários são fundamentais para o sucesso e a sustentabilidade dessas empresas no mercado de transporte.

### 4.3.2 Empresas do sistema metroferroviário

As empresas destacadas para o sistema metroferroviário foram o Metrô de São Paulo, o Metrô do Rio de Janeiro e o Metrô de Fortaleza.

#### 4.3.2.1 Metrô de São Paulo

O Metrô de São Paulo, oficialmente conhecido como Companhia do Metropolitano de São Paulo, foi inaugurado em 1974 com a primeira linha (Linha 1 - Azul), que ligava o centro da cidade à região sul.

Ao longo dos anos, o sistema expandiu-se significativamente, incluindo a construção de novas linhas e a ampliação das existentes, como as Linhas 2 (Verde) e 3 (Vermelha) e Linha 15 (Monotrilho).

Atualmente, o Metrô de São Paulo é uma das maiores redes de metrô do Brasil, com várias linhas atendendo a cerca de três milhões de passageiros diariamente.

A entrevista foi realizada com gestores da Diretoria de Operações do Metrô de São Paulo em março de 2024. Eles reportaram que um dos grandes desafios relaciona-se à complexidade e extensão do sistema, visto que os sistemas metroferroviários são intrinsecamente complexos e extensos, o que apresenta desafios técnicos significativos para garantir seu funcionamento adequado.

Atualmente, a empresa enfrenta o desafio de lidar com uma alta demanda de passageiros durante os horários de pico, o que coloca o sistema sob elevado estresse operacional e pode comprometer a capacidade de atendimento. Durante os horários de pico, o gerenciamento da capacidade dos trens torna-se crucial. Limitações nos sistemas de sinalização e falta de trens disponíveis podem dificultar a resposta eficaz a picos de demanda. As estações estão localizadas em áreas de grande aglomeração de pessoas, as quais apresentam desafios adicionais no controle de acesso, fluxo de passageiros e segurança, especialmente durante eventos pontuais.

A empresa monitora e lida com questões relacionadas à manutenção preventiva e corretiva das linhas, trens e infraestrutura, seguindo planos estabelecidos pelos times de engenharia de manutenção, sendo que também implantou um moderno Centro de Monitoramento de Ativos, gerenciando preditivamente todos os ativos da empresa. Desta forma, a empresa busca utilizar tecnologias avançadas, como inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina para otimizar o desempenho operacional e o gerenciamento dos ativos,

incluindo sistemas de monitoramento eletrônico, assistentes virtuais cognitivos e análise de dados em tempo real.

O CCO é fundamental para a operação eficiente do sistema metroferroviário, e a empresa está trabalhando para integrar e otimizar todos os subsistemas críticos, adotando padrões abertos, protocolos e normas de segurança cibernética. A empresa está focada em melhorar a experiência dos operadores do CCO, adotando abordagens de *design* centradas no usuário e garantindo a segurança cibernética dos sistemas, além de oferecer uma infraestrutura adequada nas instalações do CCO.

As grandes expectativas dos usuários estão relacionadas ao desempenho operacional do sistema, à redução das lotações e interação digital dentro do sistema, *facilities* dentro do sistema que tornem a jornada e experiência dentro do sistema mais amigável.

#### 4.3.2.2 Metrô de Fortaleza

A Cia. Cearense de Transportes Metropolitanos é uma empresa de economia mista, com controle majoritário do governo do Ceará, que realiza o transporte de passageiros sobre trilhos no Estado, através da operação – no momento – de cinco linhas metroviárias.

O atual sistema de transportes urbanos, hoje o Metrofor, teve início em outubro de 1977 quando o Governo Federal liberou uma verba no valor de Cr\$ 40 milhões para os primeiros estudos. Com a criação da Coordenadoria de Transportes Metropolitanos (CTM), os trens suburbanos que circulavam somente em horários de pico passaram a ser de hora em hora, e, atualmente, trafegam em curtos intervalos.

O Metrofor iniciou suas obras no dia 24 de agosto de 1999. Três anos depois, em 1º de julho de 2002, o transporte urbano passou a fazer parte da alçada do Estado, quando a Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) passou para a nova empresa a responsabilidade do transporte metroviário de Fortaleza.

Desde 1988, os trens de longa distância foram extintos, permanecendo apenas os que ligavam Fortaleza a Maracanaú e Caucaia. Com essa mudança, houve uma grande concentração no fluxo de passageiros nessas duas linhas, sendo necessário intensificar os serviços ferroviários. Nesse contexto, surgiu a necessidade de uma empresa que atendesse à nova demanda e acompanhasse o crescimento da cidade.

A primeira e principal etapa de criação do Metrofor foi a estadualização do serviço ferroviário, marcada pela mudança do nome Superintendência de Trens Urbanos de Fortaleza (STU/FOR) para Companhia Cearense de Transportes. Após o Estado assumir as ferrovias de

Fortaleza, a etapa seguinte foi a criação de um projeto moderno e inovador que satisfizesse as necessidades dos fortalezenses e moradores das regiões metropolitanas e que reaproveitasse grande parte do terreno já existente. Grande parte dos funcionários que pertenceram inicialmente à Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima (RFFSA), e posteriormente à CBTU, foram agregados ao corpo de profissionais do Metrofor.

A entrevista com o Metrofor foi realizada em fevereiro de 2024 com seu Gerente e Coordenador de Operações, o qual inicialmente reportou os desafios enfrentados por essa entidade. Dentre elas, manter a regularidade e pontualidade das viagens oferecidas aos usuários é um desafio significativo, que afeta diretamente a experiência do passageiro e a eficiência operacional, bem como gerenciar a capacidade dos trens durante os horários de pico, o que envolve desafios como aumento nos tempos de embarque e desembarque, perda de usuários devido à superlotação, e problemas operacionais, como portas travadas, que dificultam a manutenção.

Os principais gargalos nas estações incluem a falta de pessoal para controlar as atividades, filas para aquisição de passagens, e ausência de banheiros para os usuários, o que pode impactar negativamente a experiência do passageiro. A empresa terceiriza as atividades de manutenção, monitorando constantemente os programas de manutenção preventiva e corretiva para garantir o bom funcionamento de linhas, trens e infraestrutura.

A empresa adota medidas para garantir a segurança dos passageiros, incluindo a presença de vigilantes nas composições, equipes especializadas em segurança operacional, e transporte seguro para os funcionários durante horários noturnos. A comunicação com os passageiros é realizada por meio de sistemas internos nos trens e estações, mas enfrenta desafios, como falhas nos sistemas e gerenciamento de reclamações e *feedback* dos usuários.

O Metrô de Fortaleza utiliza tecnologias como rádios, sistemas de sinalização automatizados e sistemas de monitoramento para apoiar a operação do sistema metroferroviário, enfrentando desafios na implementação e treinamento dos funcionários. A empresa adota medidas para garantir a pontualidade dos trens, incluindo acompanhamento em tempo real, equipes especializadas para lidar com falhas e indicadores de desempenho que orientam ações corretivas.

Com relação às dores de seus usuários, as principais reclamações dos passageiros incluem superlotação nas composições, congestionamentos nas estações, perda de objetos, desconforto térmico e falta de assentos.

A empresa adota uma abordagem multifacetada para lidar com esses desafios, incluindo terceirização de serviços de manutenção, implementação de tecnologias e sistemas avançados, e investimento em treinamento e gestão de pessoal.

#### *4.3.2.3 Metrô do Rio de Janeiro*

O Metrô do Rio de Janeiro, oficialmente denominado MetrôRio, iniciou suas operações em 1979 com a Linha 1 (Laranja), ligando a Tijuca à Glória.

Nos anos seguintes, foram construídas novas linhas e ampliadas as existentes, incluindo a expansão para a Barra da Tijuca, um dos principais polos comerciais e residenciais da cidade.

Atualmente, o MetrôRio é uma parte essencial do sistema de transporte público da capital fluminense, atendendo milhões de passageiros anualmente.

Em fevereiro de 2024, foi realizada entrevista com o Gestor Operacional, que reportou, dentre os principais desafios, a ausência de planejamento governamental, a concorrência entre diferentes modais, em vez de integração, e a gestão da tarifa sem incentivos, resultando em tarifas elevadas. Esses são os principais desafios enfrentados pela empresa na operação diária do sistema. Outro grande desafio enfrentado refere-se à gestão dos ativos, sendo o principal desafio planejar a substituição de trens de forma eficiente, considerando a longa vida útil e os custos envolvidos. A coordenação eficiente das equipes de manutenção é crucial para garantir a segurança e a disponibilidade do sistema.

A comunicação transparente e a gestão eficiente das reclamações são fundamentais para manter a confiança dos passageiros, de forma que um desafio recorrente dentro do sistema é a resposta às reclamações com linguagem acessível e a antecipação e informação sobre possíveis indisponibilidades do sistema.

Dentre as tecnologias utilizadas têm-se os sistemas de controle de tráfego e elétrico. Percebe-se que a atualização tecnológica e a integração dos sistemas são cruciais para a eficiência operacional.

Finalmente, as principais dores de seus usuários refletem-se no alto custo da tarifa, lotação dos trens e segurança.

#### *4.3.2.4 Síntese das empresas de transporte metroferroviário*

As empresas de transporte metroferroviário tem os seguintes pontos convergentes: todas as empresas entrevistadas compartilham o objetivo comum de melhorar a mobilidade urbana

nas cidades em que operam. Os sistemas de metrô proporcionam uma forma rápida, eficiente e sustentável de deslocamento, ajudando a reduzir o congestionamento nas vias terrestres. As empresas estão constantemente buscando expandir e modernizar seus sistemas, seja construindo novas linhas, ampliando as existentes ou introduzindo tecnologias mais avançadas para melhorar a experiência dos passageiros e aumentar a eficiência operacional. Existem desafios semelhantes relacionados à operação e gestão dos sistemas, como a manutenção da pontualidade, o gerenciamento da capacidade de transporte, a segurança dos passageiros e a otimização dos custos operacionais. A busca por soluções eficazes para esses desafios é uma preocupação constante para as três empresas.

#### **4.3.3 Rodoviário Urbano X Sistema Metroviário**

Sintetizando as pesquisas de ambos os modais, verificaram-se os seguintes pontos de convergência e de divergência.

##### **Pontos de convergência:**

- **Lotação excessiva:** tanto nas redes metroferroviárias quanto nas empresas de transporte rodoviário urbano, os passageiros compartilham a preocupação com a lotação excessiva. Em ambos os casos, a superlotação pode afetar negativamente a experiência do passageiro e a qualidade do serviço prestado.
- **Ausência de informações em tempo real:** tanto em sistemas metroferroviários quanto em serviços de transporte rodoviário urbano, os passageiros enfrentam desafios relacionados à obtenção de informações em tempo real. Isso pode incluir informações sobre horários de chegada, atrasos, mudanças de rota, entre outros. A falta de informações oportunas pode levar à frustração e insatisfação por parte dos passageiros em ambos os modais de transporte.
- **Custo da tarifa:** o custo da tarifa é uma preocupação comum tanto para passageiros de redes metroferroviárias quanto para usuários de transporte rodoviário urbano. O preço do transporte público pode influenciar diretamente a acessibilidade e a utilização do serviço por parte dos passageiros, sendo um ponto crítico para muitos usuários.

**Pontos de divergência:**

- **Modo de transporte:** o principal ponto de divergência entre as empresas do sistema metroferroviário e as empresas de transporte rodoviário urbano é o modo de transporte em si. Enquanto as redes metroferroviárias operam em trilhos e estações fixas, as empresas de transporte rodoviário urbano utilizam ônibus que circulam em vias terrestres. Isso pode implicar diferentes desafios operacionais, infraestrutura necessária e modelos de gestão.
- **Segurança do sistema:** embora a segurança do sistema seja valorizada em ambos os modais, as preocupações específicas podem variar. Nas redes metroferroviárias, a segurança pode estar mais relacionada à segurança física dos passageiros durante as viagens e nas estações. Já no transporte rodoviário urbano, a segurança pode estar mais relacionada à segurança viária, incluindo questões como acidentes de trânsito, comportamento dos motoristas, entre outros.

Em resumo, enquanto os passageiros de ambos os sistemas compartilham preocupações comuns, como lotação excessiva, ausência de informações em tempo real e custo da tarifa, existem diferenças significativas entre as empresas de transporte metroferroviário e as empresas de transporte rodoviário urbano, principalmente no que diz respeito ao modo de transporte e às preocupações específicas de segurança.

## 5 DESENVOLVIMENTO

### 5.1 Proposta de solução

A exploração de modelos colaborativos e as possibilidades de disrupção entre as empresas do setor urbano de passageiros motivaram a proposta de solução apresentada como alternativa diante das dificuldades e necessidades consolidadas comuns a partir do *benchmarking* e entrevistas realizadas.

#### 5.1.1 Modelo de um centro tecnológico operacional compartilhado para a solução de problemas operacionais relacionados a desempenho, custeio, imagem e segurança do setor de transporte urbano

O cenário atual das empresas metroferroviárias que fazem parte deste trabalho: Metrô de São Paulo, Metrô do Rio de Janeiro e Metrofor, e das empresas de transporte rodoviário urbano: Grupo Santa Zita, Ansal, Viação Serrana e Viação Satélite, demonstrou oportunidades para desenvolvimento de parcerias e da urgência de desenvolvimento tecnológico, objetivando a geração de melhores resultados em seus processos que, se, por um lado, geram benefícios diretos para a redução do custeio, melhoria da imagem, do desempenho operacional e da segurança operacional, por outro, expõem necessidades de reposicionamento dessas empresas na vanguarda tecnológica dentro do setor de transportes.

A partir do *benchmarking* realizado entre as empresas do setor metroferroviário, ficou constatado que existem desafios semelhantes relacionados à operação e gestão dos sistemas, como a manutenção da pontualidade, o gerenciamento da capacidade de transporte, a segurança dos passageiros e a otimização dos custos operacionais, necessidades comuns entre as empresas, respeitando características de operação e, principalmente, a entrega do seu produto final, utilizando-se de soluções tecnológicas para a resolução desses desafios. Com relação às empresas do transporte rodoviário urbano, todas as empresas enfrentam desafios operacionais semelhantes, como manutenção da frota, gestão de horários e rotas, satisfação do cliente e funcionários, além de custos operacionais elevados. Isso inclui problemas como dificuldade na compra de sobressalentes, alto custo de peças e componentes, falta de mão de obra qualificada e gestão eficiente dos motoristas. Para ambos os casos, verificaram-se, quando aplicadas, soluções tecnológicas de alto custo e alto grau de dificuldade de implementação. Essa condição

se confirmou nas entrevistas realizadas com seus *stakeholders*, em que ficou demonstrada a ocorrência de iniciativas tecnológicas pontuais pelas empresas.

Ainda diante das averiguações de campo, a ambidestria organizacional é mais forte dentro do setor metroferroviário, devido a necessitar de infraestrutura mais robusta e capilarizada, com pátios e oficinas de manutenção, possibilitando iniciativas coordenadas ou não de inovação tecnológica com seus quadros operacionais, enquanto as empresas rodoviárias urbanas carecem de forma mais acentuada de iniciativas de desenvolvimento tecnológico.

Trazendo uma sintetização dos problemas e dores operacionais das empresas de transporte urbano e os *gaps* de oportunidades de desenvolvimento tecnológico para a solução dessas dores, podemos classificar quatro grandes pilares de oportunidades:

- Desempenho operacional: capacidade do sistema de transportes urbanos de entregar aquilo que se propôs a fazer. Previsibilidade de viagem e cumprimento dessa previsibilidade.
- Custeio: como na maioria dos contratos o gestor público estabelece o valor a ser cobrado, resta às empresas de transporte urbano trabalharem constantemente na redução do custeio, com a melhoria da eficiência operacional e a redução de desperdícios.
- Imagem: as empresas de transporte urbano são constantemente monitoradas pela imprensa, população e poder público, sendo a satisfação dos seus passageiros o fator preponderante de sobrevivência dessas empresas.
- Segurança: certeza dos passageiros de que a sua jornada dentro do sistema de transporte urbano ocorrerá sem intercorrência a sua integridade física e sem danos ao seu patrimônio.

Com relação ao *benchmarking* realizado com os laboratórios de inovação, verificaram-se vários modelos de negócios, com uma infraestrutura de médio a grande porte em alguns casos, com desafios de mão de obra qualificada, aderência das pessoas às soluções apresentadas, captação de recursos, sendo que, focados em seus setores, os mesmos têm a oportunidade de desenvolver soluções inovadoras para os desafios específicos de suas indústrias, utilizando tecnologias avançadas.

Com todo o cenário apresentado, a proposta de um Centro Tecnológico Operacional Compartilhado torna-se possível e com grande potencial de implementação, obedecendo a alguns requisitos para a sua modelagem.

O modelo proposto considera a possibilidade de exploração de um Centro Tecnológico Operacional Compartilhado entre empresas do setor metroferroviário envolvendo também empresas do setor de transporte de passageiros urbanos, considerando suas especificidades, como empresas que operam tanto no setor público como no privado na região Sudeste do país. Tem como alguns de seus requisitos o baixo custo de implementação (infraestrutura e mão de obra), o desenvolvimento de soluções tecnológicas para o setor de transportes urbanos (metroferroviário e rodoviário), o compartilhamento tecnológico entre empresas em locais comuns, podendo fazer parte de ecossistemas de inovação para compartilhamento de recursos e conhecimento, e o desenvolvimento e priorização de soluções visando a custeio, desempenho operacional, segurança e imagem das empresas de mobilidade urbana.

Esse Centro Tecnológico, para sua maior efetividade, deve ser gerido por órgão comum às empresas de transporte urbano, estabelecendo os processos e os entregáveis a cada empresa. Terá como atribuições:

- Gerenciamento dos recursos das patrocinadoras voltados à inovação tecnológica no Centro Compartilhado.
- Participação em ecossistemas de inovação.
- Estabelecimento de carteira de projetos e priorização conforme critérios estabelecidos junto às patrocinadoras, visando a custeio, desempenho, segurança e imagem das empresas.
- Gestão da infraestrutura e mão de obra.
- Gestão e compartilhamento do conhecimento e de soluções adotadas entre as operadoras.
- Gestão dos Kpi's referentes à inovação tecnológica e aos resultados operacionais das empresas.

Por fim, o modelo operacional desse centro tecnológico tem como elemento comum o transporte de passageiros urbanos, mesmo com as especificidades do transporte metroferroviário em relação ao transporte urbano, em função da maior robustez do sistema metroferroviário. Em primeiro lugar, essa robustez de desenvolvimentos tecnológicos permeando os desafios do rodoviário pode acelerar a solução de problemas emergenciais nesse modal. Em segundo lugar, a capilaridade do rodoviário permite um campo de prova mais robusto para a implementação de soluções de problemas do metroferroviário. Por último, nas

grandes capitais, ambos são modais complementares, de forma que onde acaba um se inicia o outro, existindo uma grande relação de interdependência entre as suas operações.

Baseado nesse cenário e na necessidade de se obter uma solução prática e mais eficiente, foi foco de estudo deste trabalho a implementação de um mínimo produto viável (MVP), sustentado pelo desenvolvimento e implementação de um centro de desenvolvimento tecnológico operacional compartilhado entre as áreas de manutenção e operação do Metrô de São Paulo, o qual foi implementado e gerenciado pela Engenharia Operacional, departamento independente dentro da Diretoria de Operações, *case* de sucesso sustentado pela elaboração e a implementação de uma série de projetos em curto prazo e com custos bastante reduzidos, trazendo a eficiência operacional necessária.

### ***5.1.2 MVP para validação do modelo de centro tecnológico operacional***

No século passado, o melhor método para se desenvolver um produto era planejá-lo detalhadamente antes do seu lançamento. O ritmo de mudança era lento, mas, quando o produto era implementado, o mercado, provavelmente, ainda era o mesmo. As possibilidades tecnológicas eram limitadas e custosas, dificultando experiências e testes. Atualmente, a situação é inversa, a velocidade de mudança é altíssima, e se demormos para lançar um produto, provavelmente ele já estará obsoleto. Além disso, a tecnologia é cada vez mais barata e abundante, facilitando desenvolvimento e testes.

De acordo com Ries (2012), o MVP pode variar de complexidade, desde testes simples, sem uso de nenhuma tecnologia, até protótipos iniciais, com problemas e recursos ausentes. A decisão sobre a complexidade e o número de funcionalidades necessárias é simples.

Assim, uma solução para vencer esses desafios é o MVP, que se refere a um produto com funcionalidades mínimas capazes de permitir um teste de aceitação. O objetivo é aprender rapidamente com o cliente, identificando aspectos para se fazer os ajustes necessários na evolução do produto, economizando tempo e recursos. No entanto, para se testar um MVP, é necessário confeccionar o seu protótipo, ou seja, dar vida às ideias e colocá-las em prática. O protótipo é a versão do produto para validarmos suas características e continuarmos o processo de evolução.

Para o desenvolvimento deste MVP, algumas definições foram estabelecidas para a possibilidade de sua implantação e validação.

O MVP foi desenvolvido na Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô, dentro da Gerência de Suporte e Engenharia Operacional, cujo portfólio de projetos atendeu às dores operacionais da Gerência de Operação e Gerência de Manutenção.

#### *5.1.2.1 Definição de tecnologias a serem implementadas*

É necessário estabelecerem-se tecnologias de baixo custo de implementação, utilizando-se sistemas com códigos abertos, vasto repertório de conhecimento disseminado e aderente às necessidades de soluções aos problemas operacionais. Diante dessas questões, definiu-se a aplicação das seguintes linhas tecnológicas:

- Ciência de Dados
- Internet das Coisas – IoT
- Visão Computacional
- Inteligência Artificial

#### *5.1.2.2 Definição de recursos mínimos para o MVP*

É necessário estabelecerem-se os recursos mínimos operacionais para a implementação do MVP, considerando as necessidades de conhecimento (mão de obra) para o desenvolvimento de soluções atreladas às tecnologias escolhidas e *hardwares* e *softwares* que possam dar guarida aos desenvolvimentos iniciais requeridos.

A mão de obra requerida foi contemplada pela disponibilização de dois operadores de trem, por parte da Gerência de Operações, com formação em Engenharia.

Os *softwares* e *hardwares* foram disponibilizados parte pela Gerência de Operações parte pela Gerência de Manutenção, conforme listados mais adiante

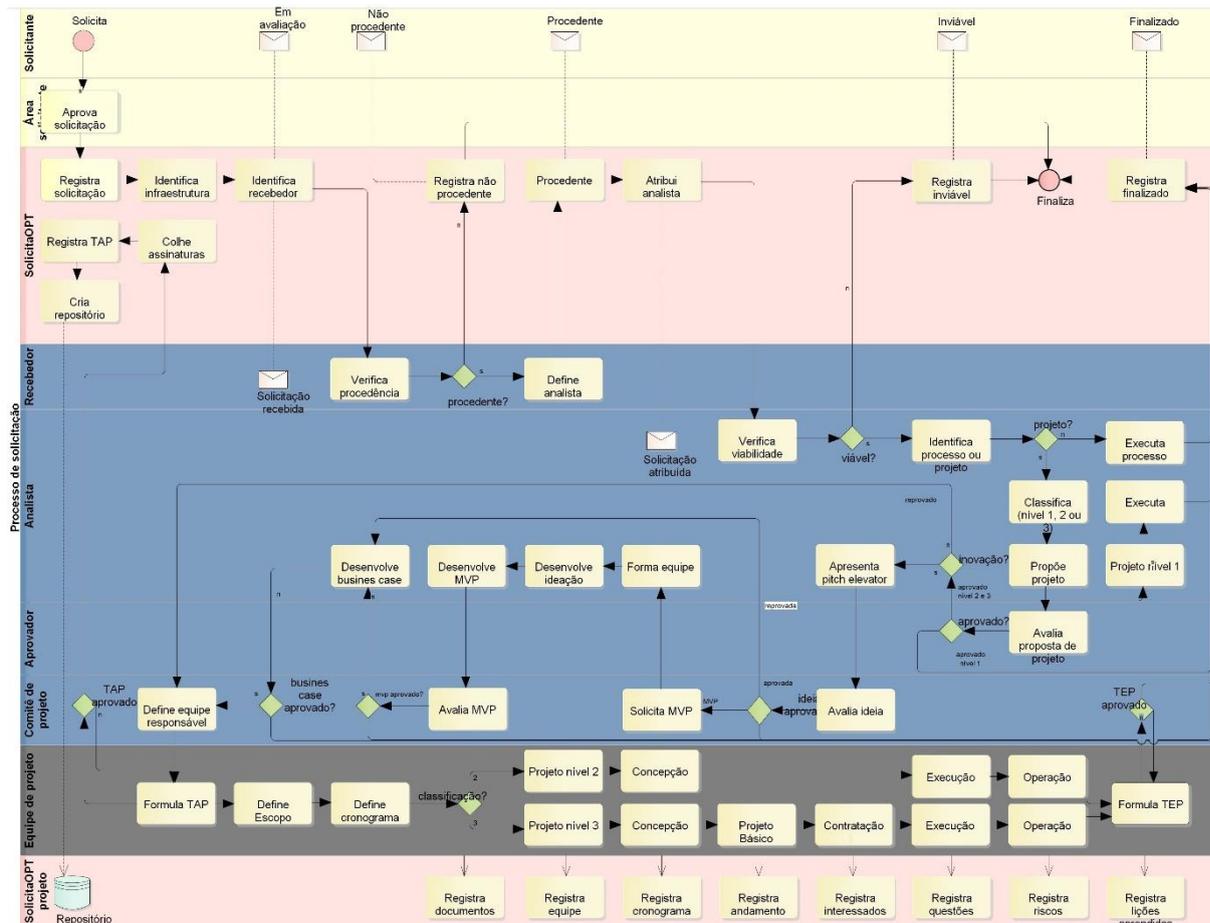
#### *5.1.2.3 Definição de sistema de gerenciamento para aquisição de dores operacionais e propostas de projetos*

Foi desenvolvido um sistema para a aquisição das informações de campo referentes às dores operacionais e propostas de soluções, com projetos para essas dores, de forma

centralizada, sistematizada com critérios e validações dos gestores, formando o portfólio de projetos a serem priorizados para desenvolvimento.

Podemos ver na Figura 5 o fluxo e as etapas consideradas para os projetos dentro do sistema.

**Figura 5 – Sistema para gerenciamento das demandas**



Fonte: Elaborada pelos autores.

Dentro do Sistema Proposto, algumas classificações foram estabelecidas para estabelecimento da complexidade dos projetos, provisionamento de recursos e validação dos projetos, conforme Quadro 1:

**Quadro 1 – Classificação para estabelecimento da complexidade dos projetos, provisionamento de recursos e validação dos projetos**

<b>Projeto nível 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Até 3 pessoas</li> <li>• 1 mês</li> <li>• Baixa complexidade</li> <li>• Pouca colaboração</li> <li>• Poucos documentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tasks do Outlook</i></li> <li>• <i>To Do</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de solicitação</li> <li>• Registro de encerramento</li> </ul>
<b>Projeto nível 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Até 10 pessoas</li> <li>• 3 a 6 meses</li> <li>• Média complexidade</li> <li>• Colaboração</li> <li>• Sequenciamento de tarefas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Teams</i></li> <li>• <i>Planner</i></li> <li>• <i>OneDrive</i></li> <li>• <i>Sharepoint</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +</li> <li>• Canvas/Termo de abertura de projeto</li> <li>• Escopo/visão</li> <li>• Controle de reuniões</li> </ul>
<b>Projeto nível 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão de recursos</li> <li>• Equipes</li> <li>• Portfólio</li> <li>• Fluxo de caixa</li> <li>• Homem/Hora</li> <li>• Complexidade</li> <li>• Sequenciamento de tarefas</li> <li>• Caminho crítico</li> <li>• Nivelamento de recursos</li> <li>• <i>Report</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Project</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +</li> <li>• EAP (e dicionário)</li> <li>• Cronograma</li> <li>• Plano de resposta aos riscos</li> <li>• Controle de pendências (<i>issues</i>)</li> <li>• Controle de mudanças</li> <li>• Plano de comunicação</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores.

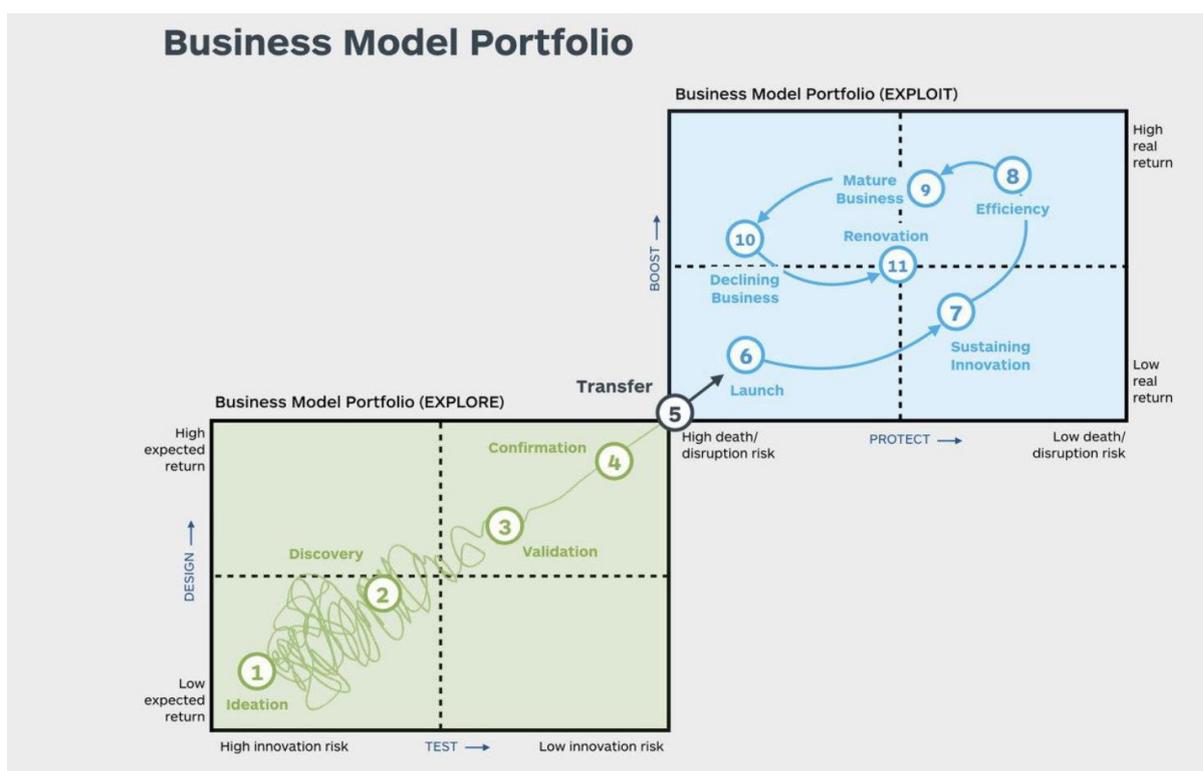
O foco do atendimento do CTOC é a priorização de projetos nível 1, sendo estes estratégicos, que estejam alinhados aos pilares estratégicos das dores operacionais: imagem, custo, desempenho, segurança.

#### 5.1.2.4 Definição de metodologia para priorização, visualização, análise e gestão do portfólio de projetos

Conforme verificado no capítulo de *benchmarking*, o filtro inicial para a captação de projetos a serem desenvolvidos dentro do CTOC relaciona-se diretamente a problemas e soluções para o custeio, o desempenho, a imagem e a segurança operacional.

A *posteriori*, para a visualização, análise e gestão do portfólio, definiu-se a utilização da metodologia do *Business Model* Portfólio, no qual se combinam o Mapa de Portfólio de Osterwalder e Pigneur (2021), na Figura 6, com as definições de Christensen (Johnson; Christensen; Kagermann, 2008) sobre Modelo de Negócios (Figuras 7 e 8)

Figura 6 – Mapa de Portfólio de Osterwalder e Pigneur



Fonte: Osterwalder e Pigneur (2021).

Figura 7 – Definições de Christensen sobre Modelo de Negócios para o *Business Model* Portfólio (Explore)

1. **Ideação** - Novas ideias para propostas de valor e modelos de negócios em torno de uma oportunidade de mercado, tecnologia, produto ou serviço.
2. **Descoberta** - Primeira evidência de conveniência e viabilidade; informações sobre o mercado e seus clientes em potencial, testando sua nova ideia no mercado; usando *sprints* leves para determinar: há algo aqui?
3. **Validação** - Confirmação de conveniência e viabilidade com forte evidência e primeira evidência de viabilidade; usando um *sprint* para construir um MVPs técnico (produto mínimo viável); determinar: podemos construir isso?
4. **Confirmação** - Prossiga com a sua ideia de negócio ou pivô; investir em custos de aquisição de clientes, marketing e MVPs mais robustos; determinar: podemos fazer isso em escala?

Fonte: Johnson, Christensen e Kagermann (2008).

**Figura 8 – Definições de Christensen sobre Modelo de Negócios para o *Business Model*  
Portfólio (*Exploit*)**

**5. Transferência:** transição de um quadrante para o outro

**6. Lançamento (launch):** O lançamento de uma proposta de valor e modelo de negócios atraentes (foco no cliente).

**7. Inovação sustentável:** um produto ou serviço foi desenvolvido para atender a um trabalho de cliente não atendido, e a empresa deve escalar para atender à demanda (foco de mercado/escala).

**8. Eficiência:** Gerar rentabilidade adicional focando na redução de custos, aumento da produtividade ou redesenho de um produto/serviço (foco no acionista).

**9. Negócios maduros:** Bem estabelecidos, com uma base de clientes fiéis, um campo competitivo e crescimento estável.

**10. Negócios em Declínio:** Caracterizado por rentabilidade em declínio, obsolescência, base de clientes reduzida e pode não fazer mais sentido produzir ou distribuir a proposta de valor.

**11. Renovação:** Antes que o negócio morra, podemos mudar nosso modelo de empresa e focar em um novo produto, serviço ou modelo de negócios para sobreviver e crescer.

**Fonte: Johnson, Christensen e Kagermann (2008).**

Com a adoção da metodologia, possibilitou-se, dentro do portfólio de projetos escolhidos, avaliar a maturação dos mesmos até a etapa 8 em alguns casos, conforme será descrito adiante.

#### 5.1.2.5 Definição de portfólio de projetos a serem desenvolvidos no MVP

Definiram-se 9 projetos iniciais, Projeto Nível 1, considerando-se o filtro inicial dos pilares das dores operacionais, sendo eles:

1. Projeto Sentinela:
  - Descrição: robô de automação visando aprimorar a segurança operacional dos monotrilhos, por meio do monitoramento automático da temperatura dos pneus-guia.
  - Tecnologia: visão computacional e *Data Science*.
2. Assistente Virtual do CCO:
  - Descrição: utilizando visão computacional, esse assistente virtual identifica trens parados e emite alertas para situações que demandem atenção prioritária do centro de controle.

- Tecnologia: visão computacional.
3. *Toth*:
    - Descrição: ferramenta que possibilita ao operador do CCO visualizar as Interfaces Homem-Máquina (IHM) dos trens, otimizando a comunicação e a tomada de decisões. No vídeo há acionamento do dispositivo de emergência de portas e o operador do Centro de Controle é notificado de forma on-line.
    - Tecnologia: *Data Science*.
  4. Analista Digital:
    - Descrição: através de visão computacional, o analista digital (robô) "visualiza/assiste" meses de operação comercial da L15, procurando ocorrências (falhas) e IA.
    - Tecnologia: Visão computacional e IA.
  5. Botão de Pânico:
    - Descrição: iniciativa para aumentar a segurança e o bem-estar das colaboradoras, especialmente aquelas alocadas em postos avançados de atendimento às mulheres.
    - Tecnologia: IoT.
  6. Avaliador de Serviços na Central de Achados e Perdidos (CAP):
    - Descrição: projeto de custo acessível que busca captar a opinião dos usuários sobre diversos serviços prestados, exemplificado aqui pelo posto de achados e perdidos na Estação Sé.
    - Tecnologia: IoT.
  7. PA dos Trens com Visão Computacional:
    - Descrição: protótipo de câmera que lê placas e emite anúncios públicos automáticos (PA), demonstrando a viabilidade de programar computadores para reconhecer e reagir a sinais visuais.
    - Tecnologia: IoT.
  8. Controladora de *led* dos trens iluminados via Internet e IOT:
    - Descrição: protótipo de sistema que controla as cores dos LEDs iluminados dos trens para campanhas específicas a distância.
    - Tecnologia: IoT.

## 9. Monitoramento de temperatura e PA:

- Descrição: desenvolvimento de um protótipo para monitoramento de temperatura e PA nos trens, visando à otimização do sistema de ar-condicionado e à segurança dos passageiros (permite monitoramento e *reset* de forma remota).
- Tecnologia: IoT.

Estabelecidos os projetos, desenvolvidos as ideias e prototipagens, conforme mapa do *Business Model* Portfólio (Explore), descrito no Quadro 2, observa-se a maturação das propostas de solução e verifica-se que um dos projetos “PA com Visão computacional” não avançou além da fase de validação, enquanto os demais maturaram para o avanço do seu lançamento.

**Quadro 2 – Mapa do *Business Model* Portfólio dos projetos selecionados dentro do Metrô de São Paulo para o MVP - Explore**

FILTRO DE SELEÇÃO E <i>BUSINESS MODEL</i> PORTFÓLIO (EXPLORE)					
Projetos	Dor Operacional	1-Ideação	2-Descoberta	3-Validação	4-Confirmação
<b>Projeto sentinela</b>	Desempenho	Ideia proposta e validada	Confirmação com usuários de nenhuma proposta equivalente	Desenv. de modelos com visão computacional com telas com dados hipotéticos	Desenv. de modelos com visão computacional com telas com dados reais
<b>Assistente virtual CCO</b>	Desempenho	Ideia proposta e validada	Confirmação com usuários de nenhuma proposta equivalente	Desenv. de modelos com visão computacional com telas com dados hipotéticos	Desenv. de modelos com visão computacional com telas com dados reais
<b>Toth</b>	Desempenho	Ideia proposta e validada	Confirmação com usuários de nenhuma proposta equivalente	Testagem e validação das palavras do sistema de sinalização	Desenv. de modelos visuais reais com dados reais off-line
<b>Analista digital</b>	Desempenho	Ideia proposta e validada	Confirmação com usuários de nenhuma proposta equivalente	Desenv. de modelos com visão computacional com telas com dados hipotéticos	Desenv. de modelos com visão computacional com telas com dados reais
<b>Botão de pânico</b>	Imagem e segurança	Ideia proposta e validada	Confirmação com usuários de nenhuma proposta equivalente	Prototipagem de primeiro modelo em laboratório	Prototipagem de modelo e testagem em campo
<b>Avaliador de serviços na central de achados e perdidos (CAP)</b>	Imagem	Ideia proposta e validada	Confirmação com usuários de nenhuma proposta equivalente	Prototipagem de primeiro modelo em laboratório	Prototipagem de modelo e testagem em campo
<b>PA dos trens com visão computacional</b>	Imagem e segurança	Ideia proposta e validada	Confirmação com usuários de nenhuma proposta equivalente	Prototipagem de primeiro modelo em laboratório	Não realizado prototipagem em campo

(Continua)

(Conclusão)

FILTRO DE SELEÇÃO E <i>BUSINESS MODEL</i> PORTFÓLIO (EXPLORE)					
Projetos	Dor Operacional	1-Ideação	2-Descoberta	3-Validação	4-Confirmação
Controladora de led dos trens iluminados via internet e IOT	Imagem	Ideia proposta e validada	Confirmação com usuários de nenhuma proposta equivalente	Prototipagem de primeiro modelo em laboratório	Prototipagem de modelo e testagem em campo
Monitoramento de temperatura e PA	Imagem e segurança	Ideia proposta e validada	Confirmação com usuários de nenhuma proposta equivalente	Prototipagem de rede interna lora para monitoramento	Prototipagem de modelo e testagem em campo

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a validação do grupo de projetos para a área de transferência, foi realizada a implementação operacional e verificação de outras propostas de valor com as implementações realizadas, conforme mapa do *Business Model* Portfólio (*Exploit*) – Quadro 3:

**Quadro 3 - Mapa do *Business Model* Portfólio dos projetos selecionados dentro do Metrô de São Paulo para o MVP - *EXPLOIT***

<i>BUSINESS MODEL</i> PORTFÓLIO ( <i>EXPLOIT</i> )					
Projetos	5-Transfe-rência	6-Lançamento	7-Inovação Sustentável	8-Eficiência	9-Négocios Maduros/10-Négocios em Declínio/ 11-Renovação
Projeto Sentinela	OK	Implantado em campo	Possibilidade de implantação em outras empresas do setor	Análise de geração de receita não tarifária por meio de patentes, fornec. de treinamentos e qualificação técnica	Não aplicável nesta fase do estudo de campo
Assistente Virtual CCO	OK	Implantado em campo	Possibilidade de implantação em outras empresas do setor	Análise de geração de receita não tarifária por meio de patentes, fornec. de treinamentos e qualificação técnica	Não aplicável nesta fase do estudo de campo
<i>Toth</i>	OK	Implantado em campo	Possibilidade de implantação em outras empresas do setor	Análise de geração de receita não tarifária por meio de patentes, fornec. de treinamentos e qualificação técnica	Não aplicável nesta fase do estudo de campo
Analista Digital	OK	Implantado em campo	Possibilidade de implantação em outras empresas do setor	Análise de geração de receita não tarifária por meio de patentes, fornec. de treinamentos e qualificação técnica	Não aplicável nesta fase do estudo de campo
Botão de Pânico	OK	Implantado em campo	Possibilidade de implantação em outras empresas do setor	Análise de geração de receita não tarifária por meio de patentes, fornec. de treinamentos e qualificação técnica	Não aplicável nesta fase do estudo de campo

(Continua)

(Conclusão)

<b>BUSINESS MODEL PORTFÓLIO (EXPLOIT)</b>					
<b>Projetos</b>	<b>5-Transfe-rência</b>	<b>6-Lançamento</b>	<b>7-Inovação Sustentável</b>	<b>8-Eficiência</b>	<b>9-Négocios Maduros/10-Négocios em Declínio/ 11-Renovação</b>
<b>Avaliador de Serviços na Central de Achados e Perdidos (CAP)</b>	OK	Implantado em campo	Possibilidade de implantação em outras empresas do setor	Análise de geração de receita não tarifária por meio de patentes, fornec. de treinamentos e qualificação técnica	Não aplicável nesta fase do estudo de campo
<b>PA dos Trens com Visão Computacional</b>	N OK				Não aplicável nesta fase do estudo de campo
<b>Controladora de Led dos Trens Iluminados Via Internet e Iot</b>	OK	Implantado em campo	Possibilidade de implantação em outras empresas do setor	Análise de geração de receita não tarifária por meio de patentes, fornec. de treinamentos e qualificação técnica	Não aplicável nesta fase do estudo de campo
<b>Monitoramento de Temperatura e PA</b>	OK	Implantado em campo	Possibilidade de implantação em outras empresas do setor	Análise de geração de receita não tarifária por meio de patentes, fornec. de treinamentos e qualificação técnica	Não aplicável nesta fase do estudo de campo

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sendo a implementação de boa parte dos projetos satisfatória, será apresentada nos próximos passos uma análise de viabilidade para o modelo.

### 5.3 Análise de viabilidade e cronograma

#### 5.3.1 Análise de viabilidade para o modelo

O modelo proposto é de um Centro Tecnológico Operacional Compartilhado para atendimento a dores operacionais de transporte urbano de passageiros e à produção de soluções tecnológicas para as dores operacionais relacionadas a desempenho, custeio, imagem e segurança dentro do âmbito de cada metrópole.

Esse centro tecnológico seria gerido por uma entidade independente regional conectada com as empresas signatárias, por meio de um convênio, e com um Comitê Estratégico formado por integrantes de cada empresa signatária.

As análises de viabilidade foram desenvolvidas para o modelo proposto de compartilhamento a partir das quatro dimensões abordadas, da viabilidade operacional, técnica,

jurídica, política, e para a análise de viabilidade financeira, que foi desenvolvida somente no âmbito do MVP.

#### 5.3.1.1 Viabilidade operacional

Com a realização do MVP e das pesquisas realizadas junto aos laboratórios e empresas do setor de transportes urbanos, a operacionalização de um CTOC mostra-se operacionalmente viável, desde que sejam consideradas algumas questões:

- O desenvolvimento de um sistema de entradas de dores operacionais, o qual tenha capilaridade em todo os níveis hierárquicos da empresa, é primordial para fortalecimento e sustentabilidade do Centro Tecnológico, geração de demandas contínuas, priorização de projetos bem-definidos nas estratégias das empresas e pilares das dores operacionais (desempenho, custeio, imagem, segurança). Conforme verificado nas entrevistas, a falta de cultura de inovação e a possibilidade de uma comunicação mais direta para represar as dificuldades do dia enfraquecem com o tempo o desenvolvimento do Centro Tecnológico.
- Desconstrução cultural para operacionalização, principalmente no transporte rodoviário urbano, visto o entendimento de que qualquer solução tecnológica para trazer ganhos dentro do modal deve ser efetivada por compras de grandes sistemas tecnológicos (conforme *mindset* do desenvolvimento utilizado pelas plataformas de mobilidade como UBER), com custos elevados e de difícil implementação. Como verificado pelo MVP, é possível a adoção de soluções de alto impacto operacional, porém de baixo custo de implementação e de rápida implementação.
- A utilização da ferramenta de Gerenciamento de Portfólio, com a implantação de indicadores para cada nível do gerenciamento – no Centro Tecnológico – dentro de cada empresa, fortalece demasiadamente o gerenciamento dos resultados provenientes das inovações desenvolvidas no Centro Tecnológico, bem como as empresas em suas atuações para conseguirem visualizar e ter a requerida sustentabilidade em seus negócios.
- No desenvolvimento do MVP, para uma melhor compreensão dos interesses de desenvolvimento tecnológico entre empresas distintas, optou-se pelo desenvolvimento do modelo dentro da Gerência de Engenharia do Metrô de São Paulo, na qual ele era um

prestador de serviços para a Gerência de Operações e Gerência de Manutenção. Esse modelo permitiu desenvolverem-se critérios bem-estabelecidos para a priorização de projetos e atendimento equilibrado das demandas entre ambas as gerências, validando uma proposta de o Centro Compartilhado poder ser gerido por algum organismo de neutralidade e que atenda aos interesses de todas as empresas.

- As empresas do setor metroferroviário possuem características similares no âmbito operacional e no âmbito geográfico com relação as suas capilaridades dentro das grandes metrópoles, como também em relação ao transporte de pessoas. Essas empresas em questão compartilham do mesmo tipo de serviço prestado e com características muito idênticas, com equipamentos e máquinas utilizados pelas empresas que são, em sua maioria, de grande similaridade. Além disto, essas empresas contam com grandes pátios de manutenção, alto desenvolvimento tecnológico de seus funcionários e, em muitos casos, máquinas, instrumentação, servidores com disponibilidade para outras aplicações. A grande dificuldade é a distância entre cada uma das metrópoles em que está localizada cada empresa e também a utilização de recursos em um possível movimento colaborativo entre empresas mais próximas, devido aos riscos e custos operacionais da utilização dos recursos de cada uma.
- De forma análoga, as empresas do setor rodoviário possuem também características similares no âmbito operacional e no âmbito geográfico com relação as suas capilaridades dentro das grandes metrópoles, como também em relação ao transporte de pessoas. Essas empresas em questão compartilham do mesmo tipo de serviço prestado, porém com limitações físicas e tecnológicas para desenvolvimento de inovação em seus pátios, com poucos ativos e conhecimento integrado para desenvolvimento tecnológico.
- Alguns dos projetos desenvolvidos no MVP cuja centralidade estava na resolução de dores operacionais do setor metroferroviário seriam com facilidade replicados para o setor rodoviário urbano, de forma que as soluções tecnológicas adotadas podem ganhar escala em ambos os modais. O setor metroferroviário traz em sua bagagem um vasto conhecimento tecnológico, e o setor rodoviário urbano traz como vantagem a sua capilaridade dentro das cidades, desta forma podendo ofertar um território vasto para a experimentação de protótipos.
- Considerando a distância existente entre os modais do setor metroferroviário (com exceção de CPTM e Metrô de São Paulo), limitações físicas e tecnológicas nas empresas de transporte rodoviário urbano, a capilaridade conjunta de ambos os modais e a

integração dos mesmos nas grandes metrópoles, a viabilidade de construção de um CTOC com a gestão de um ente comum às empresas é operacionalmente viável e realizável dentro das metrópoles.

### 5.3.1.2 Viabilidade técnica e financeira

Para melhor entendimento desse tema, realizou-se a estratificação dos recursos utilizados para a implementação do portfólio de projetos do MVP, conforme detalhado a seguir.

#### 5.3.1.2.1 Recursos

##### a) Projeto Sentinela

Descrição: robô de automação visando aprimorar a segurança operacional do monotrilha por meio do monitoramento automático da temperatura dos pneus-guia.

##### **Recurso humano:**

- 120hh de desenvolvimento - OTM2-TRA
- 40hh de testes - Engenheiro

##### **Ferramentas e materiais:**

- Microcomputador de desenvolvimento: recurso do Departamento de Engenharia.
- Microcomputador de testes: Micro (i5) do sistema SCMVD-L15 (imagens de vídeos/CFTV da L15) – recurso do Departamento de Operação (compartilhado por tempo limitado aos testes).
- Microcomputador da aplicação (pronta) – (i5) – recurso do Departamento de Manutenção (computador reaproveitado de contrato encerrado).
- *Software*: linguagem e ambiente de desenvolvimento: Python 3 com Pycharm – Opensource (gratuito).
- *Software*: Módulo Python de Visão Computacional e Automação: pyautogui – Opensource (gratuito).
- *Software*: Módulo Python de Tratamento de Imagens: pillow (PIL) – Opensource (gratuito).

**Recurso considerado ideal:**

- Microcomputador dedicado para desenvolvimento de aplicações de visão computacional (com placa de vídeo).
- Computador dedicado e especificado para operar 24 horas por dia, 7 dias por semana, para executar a aplicação no Centro de Controle da L15.

**b) Projeto Assistente Virtual do CCO**

Descrição: utilizando visão computacional, esse assistente virtual identifica trens parados e emite alertas para situações que demandem atenção prioritária do centro de controle.

**Recurso humano:**

- 700hh de desenvolvimento - OTM2-TRA
- 80hh de testes - Engenheiro

**Ferramentas e materiais:**

- Microcomputador de desenvolvimento: Micro – GTI (i5) – recurso do Departamento de Engenharia.
- Microcomputador/servidor do teste – simulador do CBTC – recurso do Departamento de Operação.
- Microcomputador/servidor da aplicação (pronta) – painel de trens existentes (L1, L2 e L3) – recurso do Departamento de Operação.
- Software: Linguagem e Ambiente de desenvolvimento: Python 3 com Pycharm (gGratuito).
- Software: Módulo Python de Tratamento de Imagens – Base 64 (gratuito).
- Software: Módulo de Processamento de Imagens – Opencv (gratuito).
- Software: Módulo para tratamento de matrizes numéricas – numpy (gratuito).
- Software: Módulo para Interface Gráfica – *tkinter* (Tk) (gratuito).

**Recurso considerado ideal:**

- Microcomputador dedicado para desenvolvimento de aplicações de visão computacional (com placa de vídeo).

**c) Toth**

Descrição: ferramenta que possibilita ao operador do CCO visualizar as Interfaces Homem-Máquina (IHM) dos trens, otimizando a comunicação e a tomada de decisões. No vídeo há acionamento do dispositivo de emergência de portas e o operador do Centro de Controle é notificado de forma on-line.

**Recurso humano:**

- 700hh de desenvolvimento - OTM2-TRA
- 80hh de testes - Engenheiro

**Ferramentas e materiais:**

- Microcomputador de desenvolvimento: micro – (i5) – recurso do Departamento de Engenharia.
- Microcomputador da aplicação (pronta) – microcomputadores existentes (Supervisor, OTM4-CCO, etc) – recurso do Departamento de Operação.
- *Software*: Linguagem e Ambiente de desenvolvimento – Python 3 com Pycharm – *Opensource* (gratuito).
- *Software*: Linguagem e Ambiente de desenvolvimento: Python 3 VScode – *Opensource* (gratuito).
- *Software*: Módulos nativos da Linguagem – OS, time, zipfile, shutil (gratuito).
- *Software*: Módulo para Interface Gráfica – *tkinter* (Tk) (gratuito).
- *Software*: Módulo para Widgets Especiais: *pygubu* (gratuito).
- *Software*: Módulo para tratamento de Imagens: *pillow* (PIL) (gratuito).
- *Software*: Módulo para armazenamento de dados: *sqlite3* (gratuito).
- *Software*: Módulo para comunicação com as APIs: *requests* (gratuito).

**Recurso considerado ideal:**

- Microcomputador dedicado para desenvolvimento.
- Acesso a servidor de banco de dados corporativo ou serviço em nuvem (Azure) para permitir gravar/armazenar os eventos da operação comercial. Os dados gravados permitiriam o treinamento de inteligência artificial.

#### **d) Projeto Analista Digital**

Descrição: Através de visão computacional, o Analista Digital (robô) "visualiza/assiste" meses de operação comercial da L15, procurando ocorrências (falhas).

##### **Recurso Humano:**

- 120hh de desenvolvimento - OTM2-TRA
- 8hh de testes - Engenheiro

##### **Ferramentas e materiais:**

- Microcomputador de desenvolvimento: Micro – (i5) – recurso do Departamento de Engenharia.
- Software: Linguagem e Ambiente de desenvolvimento: Python 3 com Pycharm (gratuito).
- Software: Módulo de Processamento de Imagens: OpenCV (gratuito).
- Software: Módulo para tratamento de matrizes numéricas: numpy (gratuito).

##### **Recurso considerado ideal:**

- Microcomputador dedicado para desenvolvimento de aplicações de visão computacional (com placa de vídeo).
- Pendrive – HD externo veloz e com grande capacidade para carregar informações (imagens) – 512 Mb.

#### **e) Projeto PA dos Trens com Visão Computacional**

Descrição: protótipo de câmera que lê placas e emite anúncios públicos automáticos (PA), demonstrando a viabilidade de programar computadores para reconhecer e reagir a sinais visuais.

##### **Recurso humano:**

- 180hh de desenvolvimento - OTM2-TRA
- 10hh de testes - Engenheiro

**Ferramentas e materiais:**

- Microcomputador de desenvolvimento: Micro – (i5) – recurso do Departamento de Engenharia.
- Webcam – recurso do Departamento de Engenharia.
- Software: Linguagem e Ambiente de desenvolvimento: Python 3 com Pycharm (gratuito).
- Software: Módulo de processamento de imagens: OpenCV (gratuito).
- Software: Módulo para tratamento de matrizes numéricas: numpy (gratuito).
- Software: Módulo para tratamento de imagens: pillow (PIL) (gratuito).
- Software: Módulo para reconhecimento ótico de caracteres: pytesseract (gratuito).

**Recurso considerado ideal:**

- Microcomputador dedicado para desenvolvimento de aplicações de visão computacional (com placa de vídeo).

**f) Projeto Botão de Pânico - Lora**

Descrição: iniciativa para aumentar a segurança e o bem-estar das colaboradoras, especialmente aquelas alocadas em postos avançados de atendimento às mulheres.

**Recurso humano:**

- 280hh de desenvolvimento - OTM2-TRA
- 8hh de testes - Engenheiro

**Ferramentas e materiais:**

- Microcomputador de desenvolvimento: Micro – (i5) – recurso do Departamento de Engenharia.
- Fonte de alimentação ajustável, alicates, chaves de fenda, estação de soldagem, sugador de solda, solda, furadeira.
- *Protoboard*, placa de circuito impresso, *jumpers*, resistores, capacitores, diodos, transistores, osciloscópio digital, gerador de funções, multímetro, pinça para eletrônica, manta antiestática, microrretífica, caixa plástica, botão, microcontroladores, antenas, cabos USB.

- *Software* de desenvolvimento para microcontrolador – ESP32 – gratuito.

**Recurso considerado ideal:**

- *Kits* de desenvolvimentos para eletrônica e IoT, além de oficina com ferramentas e equipamentos eletrônicos.

**g) Projeto Avaliador de Serviços na Central de Achados e Perdidos (CAP)**

Descrição: projeto de custo acessível que busca captar a opinião dos usuários sobre diversos serviços prestados, exemplificado aqui pelo posto de achados e perdidos na estação Sé.

**Recurso humano:**

- 240hh de desenvolvimento - OTM2-TRA
- 8hh de testes - Engenheiro

**Ferramentas e materiais:**

- Microcomputador de desenvolvimento: Micro – (i5) – recurso do Departamento de Engenharia.
- Fonte de alimentação ajustável, alicates, chaves de fenda, estação de soldagem, sugador de solda, solda, furadeira.
- *Protoboard*, placa de circuito impresso, *jumpers*, resistores, capacitores, diodos, transistores, osciloscópio digital, gerador de funções, multímetro, pinça para eletrônica, manta antiestática, microrretífica, caixa plástica, botão, microcontroladores, antenas, cabos USB.
- *Software* de desenvolvimento para microcontrolador – ESP32 – gratuito.
- Serviço de *Software* na nuvem para Iot - *ThingSpeak* (plano de teste - gratuito).

**Recurso considerado ideal:**

- *Kits* de desenvolvimentos para eletrônica e IoT, além de oficina com ferramentas e equipamentos eletrônicos.
- Plano de dados para IoT (4G).
- Serviço na nuvem para IoT – *ThingSpeak* (plano básico), ou fornecimento de endereço (API) semelhante ao prático pela TI da CPTM.

## h) Projeto Controladora de *Led* dos Trens Iluminados via Internet e IOT

Descrição: iniciativa para implementar a distância alteração das cores dos *leds* dos trens iluminados, conforme campanha respectiva do mês, como setembro amarelo, outubro rosa etc.

### Recurso humano:

- 270hh de desenvolvimento - OTM2-TRA
- 8hh de testes - Engenheiro

### Ferramentas e materiais:

- Microcomputador de desenvolvimento: Micro – (i5) – recurso do Departamento de Engenharia.
- Fonte de alimentação ajustável, alicates, chaves de fenda, estação de soldagem, sugador de solda, solda, furadeira.
- Protoboard, placa de circuito impresso, *jumpers*, resistores, capacitores, diodos, transistores, osciloscópio digital, gerador de funções, multímetro, pinça para eletrônica, manta antiestática, microrretífica, caixa plástica, botão, microcontroladores, antenas, cabos USB.
- *Software* de desenvolvimento para microcontrolador – ESP32 – gratuito.
- Serviço de *Software* na nuvem para Iot - *ThingSpeak* (plano de teste - gratuito).

### Recurso considerado ideal:

- *Kits* de desenvolvimentos para eletrônica e IoT, além de oficina com ferramentas e equipamentos eletrônicos.
- Plano de dados para IoT (4G).
- Serviço na nuvem para IoT – *ThingSpeak* (plano básico), ou fornecimento de endereço (API) semelhante ao prático pela TI da CPTM.

**i) Projeto Monitoramento de Temperatura (trens e salas técnicas) e PA (somente trens)**

Descrição: desenvolvimento de um protótipo para monitoramento de temperatura (trens e salas técnicas) e PA (somente trens), visando a monitoramento do sistema de ar-condicionado (permitindo inclusive o *reset* de forma remota nos trens - através das cabines).

**Recurso humano:**

- 200hh de desenvolvimento - OTM2-TRA
- 8hh de testes - Engenheiro

**Ferramentas e materiais:**

- Microcomputador de desenvolvimento: Micro – (i5) – recurso do Departamento de Engenharia.
- Fonte de alimentação ajustável, alicates, chaves de fenda, estação de soldagem, sugador de solda, solda, furadeira.
- *Protoboard*, placa de circuito impresso, *jumpers*, resistores, capacitores, diodos, transistores, osciloscópio digital, gerador de funções, multímetro, pinça para eletrônica, manta antiestática, microrretífica, caixa plástica, botão, microcontroladores, antenas, cabos USB.
- *Software* de desenvolvimento para microcontrolador – ESP32 – gratuito.
- Serviço de *Software* na nuvem para Iot - *ThingSpeak* (plano de teste - gratuito).

**Recurso considerado ideal:**

- *Kits* de desenvolvimentos para eletrônica e IoT, além de oficina com ferramentas e equipamentos eletrônicos.
- Plano de dados para IoT (4G).
- Serviço na nuvem para IoT – *ThingSpeak* (plano básico), ou fornecimento de endereço (API) semelhante ao prático pela TI da CPTM.

A viabilidade técnico-financeira do desenvolvimento do portfólio do MVP, com os seus nove projetos, é possível devido a alguns fatores:

- Utilização de dois operadores de trem, com formação em engenharia, e um engenheiro operacional/manutenção. A visão sistêmica, e, ao mesmo tempo, na profundidade dos problemas operacionais, possibilitou a implementação de propostas de inovações tecnológicas rápidas e efetivas, com fácil implementação.
- A restrição tecnológica para a aplicação de IoT, Visão Computacional, *Data Science* e IA mostrou-se adequada e, embora aparentemente restrita, já permite uma infinidade de soluções de fácil implementação.
- Os recursos gastos somatizados para os nove projetos equivalem a nove meses de desenvolvimento utilizando-se os dois operadores de trem, com formação em engenharia e um engenheiro operacional/manutenção, o que, de uma forma mais simplista, equivale a dizer que a cada mês uma solução era testada, validada e implantada em campo, com um custo mensal estimado de R\$24.000,00. Considerando apenas um dos projetos implementados, o Assistente Virtual do CCO, permitiu-se a eliminação de pelo menos duas ocorrências operacionais com intervalo maior do que 5 minutos por mês no sistema metroviário, o que equivale a diretamente no sistema uma economia de mais de R\$200.000,00 de custos diretos, viabilizando o modelo proposto.
- Com relação aos recursos físicos utilizados, todos já disponíveis na infraestrutura existente e de baixo valor de aquisição, ressaltando que o grande empenho a ser realizado e que poderia ser um entrave para os desenvolvimentos é a questão dos *softwares* utilizados. Porém, como visto, a alternativa de utilização de *softwares open source* mostrou-se adequada e totalmente aplicável aos projetos desenvolvidos.

### 5.3.1.3 Viabilidade jurídica e política

Para o estabelecimento do sucesso da implantação de um CTOC, sendo este um movimento colaborativo entre as empresas de transportes urbano, considerando-se a existência de empresas de ordem pública e de ordem privada, existe a viabilidade jurídica de se pactuar movimentos colaborativos através de instrumento jurídico denominado convênio, respeitado o disposto no art. 44, § 3º, do Decreto nº 8.945/16.

Segundo Pereira Júnior (2017), quando o poder público (concedente) transfere recursos a outro ente ou entidade, de índole pública ou privada (conveniente), para que este execute determinado objeto, pressupõe-se que o único propósito que a ambos anima é o de realizar o

objeto conveniado, de forma a implementar determinada política pública, em regime de parceria.

Vale ressaltar ainda que, para a viabilidade do CTOC, a participação das empresas públicas, como CPTM e Metrô de São Paulo, é de grande importância e há que se destacar que qualquer instrumento jurídico firmado por empresa pública estará sujeito à avaliação, fiscalização e controle por órgãos de controle dos respectivos estados das empresas signatárias. Cada estado brasileiro possui o seu próprio tribunal de contas, e São Paulo e Rio de Janeiro são os únicos municípios brasileiros a possuírem seus próprios Tribunais de Contas Municipais, que funcionam à parte dos TCEs.

Com relação às empresas privadas, que operam suas atividades sob a regulação do estado, por exemplo, no Estado de São Paulo, a Constituição Estadual assim estabelece:

Em região metropolitana ou aglomeração urbana, o planejamento de transporte coletivo de caráter regional será efetuado pelo Estado, em conjunto com os municípios integrantes das respectivas entidades regionais (artigo 158, caput) e caberá ao Estado a operação de transporte coletivo de caráter regional, diretamente ou sob concessão ou permissão (artigo 158, parágrafo único).

Toda a implementação tecnológica implementada pelas empresas deverá estar dentro dessa regulação.

Conforme Araujo (2015), a regulamentação e fiscalização do transporte coletivo de passageiros dependerão da área em que o transporte se realiza, ficando a cargo da União (interestadual e internacional), dos estados (intermunicipal) e dos municípios (urbano). As regras para a prestação desse serviço bem como as penalidades decorrentes de descumprimento das normas impostas são específicas da área de transporte e não se confundem com a aplicação da legislação de trânsito, havendo a necessidade de estruturação de órgão específico para tal gestão (seja agência reguladora, secretaria de governo ou qualquer outro órgão ou entidade pertencente à administração pública).

Por fim, não óbices do ponto de vista político, embora a centralidade do transporte público urbano esteja nas mãos do poder público, seja como detentor do meio de transporte, seja como regulador, defesa de interesses na esfera pública e privada podem trazer riscos para a inviabilização desse movimento colaborativo compartilhado. Além disto, o proposto neste trabalho passará por uma relação pactuada entre empresas do setor público – fortemente impactadas em sua composição executiva por vieses políticos – e empresas do setor privado, que também são impactadas diretamente por vieses políticos devido à legislação

regulamentadora, de forma que o ente centralizador desse CTOC e os possíveis signatários devam avaliar devidamente os riscos e as oportunidades desse movimento compartilhado.

#### *5.3.1.4 Viabilidade estratégica*

As organizações somente investirão tempo e esforço (máquinas, equipamentos, recursos financeiros, pessoas) com projetos que estrategicamente se apresentem viáveis.

Conforme apresentado nos capítulos anteriores, as dores operacionais das empresas de mobilidade urbana relacionadas a desempenho, custeio, imagem e segurança e a dificuldade de implementação de soluções de fácil desenvolvimento, aplicação, implantação e de baixo custo reforçam a importância estratégica da implantação do CTOC, em que estrategicamente haverá geração de valor para todas as dimensões, o que tornará as empresas mais competitivas e sustentáveis.

Estrategicamente, como essas empresas ocupam parcelas do mercado muito bem segmentado e estruturado, não existindo uma competitividade acirrada pelo mercado e sim uma necessidade comum das empresas de conseguirem uma excelência operacional, o desenvolvimento de soluções tecnológicas em comum fortalecerá significativamente o setor de transporte urbano, trazendo ganhos significativos às empresas e ao usuário final, que é a população.

Ainda no âmbito estratégico, um Centro Tecnológico Compartilhado para empresas de transportes urbanos pode contribuir significativamente para os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU de várias maneiras, sendo que:

**Erradicação da Pobreza (ODS 1):** Melhoria do acesso ao transporte público de qualidade por meio de aplicações tecnológicas, pode facilitar o acesso a empregos e serviços, contribuindo para a redução da pobreza.

**Fome Zero e Agricultura Sustentável (ODS 2):** Melhoria da logística no transporte urbano pode reduzir o desperdício de alimentos e aumentar a eficiência na distribuição de alimentos.

**Saúde e Bem-Estar (ODS 3):** Reduzir a poluição do ar por meio de tecnologias mais limpas no transporte urbano pode melhorar a saúde pública. Sistemas de transporte mais seguros podem reduzir acidentes e lesões.

**Educação de Qualidade (ODS 4):** Melhoria do transporte pode facilitar o acesso a instituições educacionais, especialmente para populações de baixa renda. Conhecimento

desenvolvido e disseminado dentro dos centros tecnológicos podem ser de alcance das populações mais vulneráveis.

Igualdade de Gênero (ODS 5): Implementar políticas de transporte com aplicação de tecnologias que garantam a segurança das mulheres e a igualdade de acesso.

Água Limpa e Saneamento (ODS 6): Redução da poluição da água através do uso de veículos elétricos ou híbridos.

Energia Acessível e Limpa (ODS 7): Promover o uso de energia renovável no transporte urbano por meio de avanços tecnológicos.

Trabalho Decente e Crescimento Econômico (ODS 8): Criar empregos na implementação e manutenção de tecnologias de transporte. Melhorar a eficiência do transporte por meio de soluções tecnológicas para estimular o crescimento econômico.

Indústria, Inovação e Infraestrutura (ODS 9): Desenvolver e implementar novas tecnologias de transporte que melhorem a infraestrutura urbana. Fomentar a inovação e a pesquisa em transporte sustentável.

Redução das Desigualdades (ODS 10): Garantir que os serviços de transporte sejam acessíveis a todas as populações por meio de soluções tecnológicas, incluindo aquelas de baixa renda e comunidades marginalizadas.

Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11): Desenvolver sistemas de transporte urbano sustentável que reduzam o congestionamento e melhorem a qualidade de vida nas cidades.

Consumo e Produção Responsáveis (ODS 12): Promover práticas de consumo responsável de combustíveis e recursos por meio de aplicações tecnológicas no transporte urbano.

Ação Contra a Mudança Global do Clima (ODS 13): Reduzir as emissões de gases de efeito estufa através de tecnologias de transporte mais eficientes e limpas.

Vida na Água (ODS 14): Reduzir a poluição marinha ao diminuir a dependência de combustíveis fósseis nos transportes.

Vida Terrestre (ODS 15): Minimizar o impacto ambiental do transporte urbano, preservando ecossistemas naturais.

Paz, Justiça e Instituições Eficazes (ODS 16): Melhorar a governança e a transparência no planejamento e operação dos sistemas de transporte por meio de aplicações tecnológicas.

Parcerias e Meios de Implementação (ODS 17): Facilitar a colaboração entre empresas, governos e organizações internacionais para implementar soluções tecnológicas inovadoras no transporte urbano, utilizando-se do modelo colaborativo proposto do CTOC.

Ao investir em um centro tecnológico compartilhado, as empresas de transportes urbanos podem desenvolver soluções inovadoras que abordem esses objetivos de forma integrada, promovendo um desenvolvimento urbano mais sustentável e inclusivo.

Por fim, para consolidação desta proposta, é importante que os signatários do CTOC incorporem em suas políticas, com seus propósitos, missão, visão e valores, a questão da inovação, permeando toda a empresa, permitindo a implantação de indicadores de inovação e planos de ação para aceleração de soluções que aumentem a excelência operacional.

Após a apresentação da proposta do CTOC e a apresentação das viabilidades técnicas, no próximo capítulo será apresentada uma proposta de cronograma para implantação desse projeto.

### 5.3.2 Cronograma de implantação do CTOC

Posta a proposta de desenvolvimento do CTOC, torna-se necessário elaborar o planejamento para a sua implementação. O plano ocorrerá de maneira faseada, a fim de se organizar e sequenciar as atividades de maneira lógica, bem como mapear as etapas que serão realizadas para oportunizar a futura implementação do modelo, conforme apresentado pelo infográfico na Figura 9.

**Figura 9 – Infográfico do cronograma de desenvolvimento da implantação do CTOC**



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O primeiro passo foi o desenvolvimento do MVP. Para a sua implantação, foram obedecidas as seguintes etapas:

- Definição de tecnologias a serem aplicadas.
- Definição de equipe mínima com requisitos de conhecimento.
- Definição de espaço físico mínimo.
- Definição de recursos materiais, instrumentos, máquinas, mínimos para a implantação.
- Definição de critérios para priorização de projetos.
- Definição de sistema para entrada de demandas de dores operacionais e priorização dos projetos.
- Elaboração dos *pitch elevator's* dos projetos, com a apresentação das dores operacionais pelas equipes de campo.
- Desenvolvimento dos MVP's de cada projeto do portfólio definido e implantação nas áreas operacionais.

Realizado o MVP, validada a proposta de solução, o próximo passo do Plano de Implantação ocorrerá com o planejamento de agenda para oportunizar a apresentação da proposta para as organizações passíveis de participarem desse compartilhamento de inovações, bem como com as instituições que poderão ser as entidades gestoras, como sindicatos patronais, SEST/SENAT, entre outros, com o objetivo de estabelecer o primeiro contato, a apreciação e abertura de interesse do projeto.

Manifestado o interesse das empresas que serão signatárias do convênio, será promovido o Comitê Estratégico, formado a partir dos representantes das instituições que manifestaram interesse, envolvendo as áreas de operação e manutenção, e que, caso já tenham, as áreas de inovação, estabelecendo regras a serem estabelecidas pelos convênios, critérios de priorização, questões contratuais e financeiras, indicadores a serem estabelecidos em suas organizações, bem como indicadores conjuntos com a entidade gestora. Esse ciclo se finaliza com o estabelecimento dos contratos/convênios com a entidade gestora.

Por fim, em paralelo, ocorre a definição da entidade gestora bem como a implantação propriamente dita dos primeiros modelos de laboratório CTOC, definindo-se toda a infraestrutura necessária bem como os recursos humanos com o leque de conhecimento requerido para se iniciarem as primeiras aplicações.

Para a operação de controle e monitoramento da *performance* após a implementação do modelo proposto, serão utilizados indicadores de desempenho (Kpi's), como ferramenta de gestão, tanto pelo comitê estratégico quanto pela entidade gestora. Tais indicadores serão mais bem explorados nos itens subsequentes desde a sua definição, objetivo e procedimento de cálculo.

#### 5.3.2.1 Indicadores de desempenho (KPI - Key Performance Indicator)

Cada um dos indicadores de desempenho expostos a seguir tem como objetivo ofertar a medição da *performance* do modelo colaborativo perante as estratégias organizacionais das companhias.

Os critérios de avaliação dos referidos indicadores serão identificados e atribuídos separadamente, envolvendo tanto os Kpi's do comitê estratégico quanto da entidade gestora.

##### 5.3.2.1.1 Indicadores de desempenho – entidade gestora

Para a entidade gestora, serão desenvolvidas variáveis de Kpi's diretamente relacionadas às etapas desenvolvidas no Mapa de Portfólio e categorizadas pelas dores operacionais, contemplando o ciclo de ideação, descoberta, validação, confirmação, transferência, lançamento, inovação sustentável e eficiência.

Cada um dos indicadores de desempenho expostos a seguir tem como objetivo ofertar a medição da *performance* do modelo compartilhado perante as estratégias organizacionais das companhias.

#### a) **Projetos indicados pela fase ideação para entidade gestora – PFI**

Definição: análise da demanda de projetos (novas ideias) para proposta de valor referente às dores operacionais indicadas à entidade gestora, anualmente.

Objetivo: monitorar a parcela de projetos propostos à entidade gestora no período de 12 meses.

Procedimento de cálculo: o indicador PFI será apurado anualmente, por meio da análise quantitativa de projetos indicados para a entidade gestora.

$PFI (anual) = \text{Projetos indicados para proposta de valor} / 12$

- Alta demanda, para  $PFI \geq 0,5$
- Baixa demanda, para  $0 \geq PFI < 0,5$

**b) Projetos indicados pela fase descoberta para entidade gestora – PFD**

Definição: análise da demanda de projetos como primeira evidência de conveniência e viabilidade referentes às dores operacionais indicados à entidade gestora, anualmente.

Objetivo: monitorar a parcela de projetos propostos ao comitê gestor no período de 12 meses.

Procedimento de cálculo: o indicador PFD será apurado anualmente, por meio da análise quantitativa de projetos indicados para a entidade gestora.

$PFD (anual) = \text{Projetos indicados para proposta de valor} / 12$

- Alta demanda, para  $PFD \geq 0,5$
- Baixa demanda, para  $0 \geq PFD < 0,5$

**c) Projetos indicados pela fase validação para entidade gestora – PFV**

Definição: análise da demanda de projetos com confirmação de conveniência e viabilidade- MVP referentes às dores operacionais indicados à entidade gestora, anualmente.

Objetivo: monitorar a parcela de projetos propostos ao comitê gestor no período de 12 meses.

Procedimento de cálculo: o indicador PFV será apurado anualmente, por meio da análise quantitativa de projetos indicados para a entidade gestora.

$PFV (anual) = \text{Projetos indicados para proposta de valor} / 12$

- Alta demanda, para  $PFV \geq 0,5$
- Baixa demanda, para  $0 \geq PFV < 0,5$

**d) Projetos indicados pela fase confirmação para a entidade gestora – PFC**

Definição: análise da demanda de projetos com confirmação e execução de MVP's mais robustos referentes às dores operacionais indicados à entidade gestora, anualmente.

Objetivo: monitorar a parcela de projetos propostos ao comitê gestor no período de 12 meses.

Procedimento de cálculo: o indicador PFC será apurado anualmente por meio da análise quantitativa de projetos indicados para a entidade gestora.

$PFC (anual) = \text{Projetos indicados para proposta de valor} / 12$

- Alta demanda, para  $PFC \geq 0,5$
- Baixa demanda, para  $0 \geq PFC < 0,5$

**e) Projetos indicados pela fase transferência para a entidade gestora – PFT**

Definição: análise da demanda de projetos transferidos para operacionalização referentes às dores operacionais indicados à entidade gestora, anualmente.

Objetivo: monitorar a parcela de projetos propostos ao comitê gestor no período de 12 meses.

Procedimento de cálculo: o indicador PFT será apurado anualmente, por meio da análise quantitativa de projetos indicados para a entidade gestora.

$PFT (anual) = \text{Projetos indicados para proposta de valor} / 12$

- Alta demanda, para  $PFT \geq 0,5$
- Baixa demanda, para  $0 \geq PFT < 0,5$

**f) Projetos indicados pela fase lançamento para a entidade gestora – PFL**

Definição: análise da demanda de projetos lançados para operacionalização referentes às dores operacionais indicadas à entidade gestora, anualmente.

Objetivo: monitorar a parcela de projetos propostos ao comitê gestor no período de 12 meses.

Procedimento de cálculo: o indicador PFL será apurado anualmente, por meio da análise quantitativa de projetos indicados para a entidade gestora.

$PFL (anual) = \text{Projetos indicados para proposta de valor} / 12$

- Alta demanda, para  $PFL \geq 0,5$
- Baixa demanda, para  $0 \geq PFL < 0,5$

**g) Projetos indicados pela fase inovação sustentável para a entidade gestora – PFIS**

Definição: análise da demanda de projetos lançados para operacionalização e escala a outros clientes referentes às dores operacionais indicadas à entidade gestora, anualmente.

Objetivo: monitorar a parcela de projetos propostos ao comitê gestor no período de 12 meses.

Procedimento de cálculo: o indicador PFIS será apurado anualmente, por meio da análise quantitativa de projetos indicados para a entidade gestora.

$PISC (anual) = \text{Projetos indicados para proposta de valor} / 12$

- Alta demanda, para  $PISC \geq 0,5$
- Baixa demanda, para  $0 \geq PISC < 0,5$

**h) Projetos indicados pela fase eficiência para a entidade gestora – PFE**

Definição: análise da demanda de projetos lançados para operacionalização, gerando rentabilidade adicional, referentes à dor operacional custeio, indicados para a entidade gestora, anualmente.

Objetivo: monitorar a parcela de projetos propostos ao comitê gestor no período de 12 meses.

Procedimento de cálculo: o indicador PFE será apurado anualmente, por meio da análise quantitativa de projetos indicados para a entidade gestora.

$PFE (anual) = \text{Projetos indicados para proposta de valor} / 12$

- Alta demanda, para  $PFE \geq 0,5$
- Baixa demanda, para  $0 \geq PFE < 0,5$

#### 5.3.2.1.2 Indicadores de desempenho – Comitê Gestor

Para o comitê gestor, serão desenvolvidos indicadores tocantes à gestão da implementação do modelo do CTOC. Para tanto, os seguintes indicadores foram elencados como ferramentas de gestão, considerando-se as dores operacionais custeio, desempenho, imagem e segurança.

##### a) **Índice de Redução de Custos – Inovação (IRCI) – Custeio**

Definição: análise do impacto financeiro referente à redução de custeio devido à inovação tecnológica.

Objetivo: monitorar o percentual de redução de custos oportunizado pela implementação de inovações tecnológicas oriundas do CTOC.

Procedimento de cálculo: o indicador RC será apurado anualmente, por meio da relação entre a redução de custeio do ano vigente obtida por implementação tecnológica em relação ao custeio total.

$IRC (\%) = \text{redução de custeio do ano vigente obtida por implementação tecnológica em relação ao custeio total.}$

Sendo que o indicador RC se torna satisfatório e viável para valores  $\geq 5\%$

##### b) **Índice de Satisfação de Passageiro – Inovação (ISP) – Imagem**

Definição: análise da pesquisa da satisfação do passageiro relacionada à implementação de inovação tecnológica.

Objetivo: monitorar o percentual de aumento de índice de satisfação de passageiros oportunizado pela implementação de inovações tecnológicas oriundas do CTOC.

Procedimento de cálculo: o indicador ISPI será apurado anualmente, por meio da pesquisa de satisfação do cliente.

ISPI (%) = índice de satisfação do passageiro

Sendo que o indicador RC se torna satisfatório e viável para valores  $\geq 70\%$

#### **c) Índice de Segurança Pública – Inovação (ISG) – Segurança**

Definição: análise do índice de segurança pública relacionada à implementação de inovação tecnológica.

Objetivo: monitorar o percentual de aumento de índice de segurança pública oportunizado pela implementação de inovações tecnológicas oriundas do CTOC.

Procedimento de cálculo: o indicador ISG será apurado mensalmente, por meio da quantidade de ocorrências de segurança pública no sistema por milhão de passageiros transportados.

ISG (%) = índice de segurança pública.

Sendo que o indicador RC se torna satisfatório e viável para valores  $\leq 1,30\%$

#### **d) Indicadores de Desempenho**

Existem vários indicadores consolidados nos sistemas urbanos, por exemplo, no sistema metroferroviário, os indicadores de IN's (Incidentes Notáveis), MKBO5 (Carro.km) entre ocorrências com tempo de interferência na circulação  $\geq 5$  min, entre outros. Porém, em virtude das especificidades dos modais rodoviário urbano e metroferroviário, após a definição dos comitês estratégicos e da entidade gestora, cada modal deve definir o seu melhor modelo.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com o primeiro objetivo do projeto, que contemplava analisar as principais contribuições teóricas baseadas em gestão de inovação, algumas tecnologias da indústria 4.0 aplicáveis a serviços utilizadas no mercado com potencial para o transporte bem como um melhor entendimento dos modelos colaborativos e ambidestria organizacional, conclui-se que o conceito de realização de trabalhos colaborativos entre empresas do setor urbano de transportes possibilita, para resolução de dores operacionais comuns, uma maior integração entre empresas que estão dispersas e com muitos problemas em comum, trocando informações, organizando-se e trabalhando em conjunto e trazendo valor às empresas e ao setor.

Desta maneira, a geração de valor para essas empresas pode ser instrumentalizada por meio da inovação implementada em seus serviços e ativos, e o modelo colaborativo mostra-se interessante para reverter uma grande dificuldade apresentada pelas empresas na coordenação de inovações tecnológicas, que é a relacionada à sistematização da inovação nas empresas do setor urbano devido às limitações de estrutura, recursos, limitações de legislação (empresas públicas) e, em muitos casos, elevado grau de centralização nas mãos dos empreendedores devido a grupos familiares.

Definida a questão da inovação sendo um motor preponderante para a solução dos problemas operacionais, destaca-se que o braço da inovação voltada à tecnologia e especificamente em serviços trará uma vantagem competitiva a essas empresas, principalmente no que tange a aumentar a eficiência e a eficácia na prestação de serviços preexistentes, melhorar a qualidade dos serviços e criar novos serviços ou transformar serviços existentes.

O leque de tecnologias a serem possíveis de aplicação tende ao infinito, porém a avaliação apurada de possibilidades tecnológicas a serem adotadas em relação às dores operacionais e, também, atributos como facilidade de implementação, custo de implementação, rapidez na adoção das soluções e conhecimento instalado trazem a acessibilidade tecnológica necessária e requerida pelas empresas, em que soluções implementadas como IoT, Visão Computacional, IA e *Data Science* mostraram-se bastante eficientes e eficazes em suas implementações, conforme MVP desenvolvido.

De acordo com o segundo objetivo que consistia em mapear as melhores práticas de empresas que vêm contribuindo para a eficiência operacional no setor de transportes urbanos no Brasil e também uma prospecção em centros compartilhados de inovação e os seus *modus operandis*, conclui-se que o setor de transportes urbanos de passageiros possui uma série de dores em sua operacionalização que refletem em seus altos custos operacionais, problemas de

segurança pública e operacional, níveis de desempenho muitas vezes não satisfatórios, e a imagem dessas empresas perante o seu principal *stakeholder*: o passageiro. Quando se tem um olhar voltado ao setor metroferroviário em detrimento ao setor rodoviário urbano, vemos que em ambos os sistemas compartilham preocupações comuns, como lotação excessiva, ausência de informações em tempo real e custo da tarifa. Entretanto, algumas diferenças significativas entre as empresas de transporte metroferroviário e as empresas de transporte rodoviário urbano são notórias, principalmente no que diz respeito ao modo de transporte e às preocupações específicas de segurança.

No campo do enfrentamento dessas dores operacionais, as empresas buscam operacionalizar e customizar soluções para essas dores muitas vezes de forma individualizada, bem como sequer oportunizando soluções por desconhecimento desses problemas ou entendimento de que soluções para essas dores são de difícil acesso (conceito de que grandes plataformas como as da Uber são a solução tecnológica única) e alto custo de implantação.

Com um olhar voltado aos laboratórios de inovação, existem infinitudes de laboratórios (i-labs) instalados, sejam de ordem pública (com legislação específica), sejam de ordem privada, cada um com a sua proposta de negócio, fazendo parte ou não de ecossistemas de inovação, porém, em sua grande maioria, distantes do entendimento dos problemas encontrados na operação dos transportes de passageiros urbanos, no qual há uma grande oportunidade de convergência do tema de transporte urbano de passageiros e a inovação tecnológica ser tratada de forma única e centralizada. Esse entendimento é solidificado pelo *benchmarking* realizado com alguns laboratórios de inovação, sendo que em todos os laboratórios verificou-se um grande foco em desenvolver soluções tecnológicas avançadas para resolver problemas específicos de seus setores.

Por fim, o terceiro e último objetivo que consistia em elaborar um *design* para a operacionalização de um CTOC por meio de um *Business Model* Portfólio, para a resolução de problemas operacionais das empresas de transporte urbano de passageiros, mostrou-se viável com relação aos aspectos técnico, operacional, estratégico, político e financeiro, por meio da realização de um MVP realizado na Companhia do Metropolitano de São Paulo. Para isto verificou-se a necessidade de implementação de um procedimento e sistema de entradas de solicitações de pedidos (dores operacionais) que cheguem até o campo (ponta do processo) robustos, eleição e implementação de uma cadeia de projetos, infraestrutura mínima para o laboratório, entidade gestora com neutralidade nos processos, corpo técnico com conhecimento da operação dos transportes e definição de metodologia para priorização, visualização, análise e gestão do portfólio de projetos e indicadores de processo.

Embora modais distintos, verificou-se que muitos dos projetos desenvolvidos com o fim de aplicação dentro do setor metroferroviário são totalmente passíveis de resolverem dores similares dentro do setor rodoviário urbano, no qual o ponto comum entre ambos os setores é o atendimento à mobilidade urbana, em que os benefícios de tratamento em centros únicos compartilhados dentro das regiões metropolitanas potencializam os leques de soluções integradas, de alto benefício mútuo e valor agregado.

O projeto chega à sua conclusão atingindo o seu objetivo geral de modelar CTOC com vistas à implementação de melhorias tecnológicas nas rotinas operacionais das empresas de transporte urbano de passageiros em diferentes modais, demonstrado pelo desenvolvimento do MVP dentro do Metrô de São Paulo, com um portfólio de projetos aplicáveis a dores operacionais que se mostrou viável como modelo proposto.

### **6.1 Recomendações**

A potencialização desta proposta é possível pelo fortalecimento da questão de inovação dentro das empresas de transporte urbano de passageiros. Sendo a visão da corporação do SEST/SENAT atuar como parceiro no fomento a produtividade, inovação e geração de valor e devido a sua capilaridade e importância dentro do setor de transportes, entende-se totalmente convergente, e uma grande oportunidade a aplicação deste projeto por parte desta entidade.

### **6.2 Limitações do projeto**

Este projeto não se aplica a outros modais de transporte coletivo ou de cargas, sendo necessário fazer um aprofundamento nas dores operacionais desses modais.

### **6.3 Aprendizagem**

No processo de aprendizagem, destacamos a ampliação da visão sistêmica e o melhor entendimento das dores que pertencem à operacionalização dos modais urbanos, mas que muitas vezes são desconsiderados e que geram grandes desperdícios nos sistemas.

A possibilidade de aplicação da proposta e a verificação dos resultados obtidos trouxeram uma consolidação dos conhecimentos teóricos e um sentimento de realização para todos os integrantes do grupo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Cláudia Muller de. **Estratégias colaborativas uma proposta para empresas incubadoras**. Biblioteca Instituto Gênese – PUC, Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: [www.genesis.puc.rio.br](http://www.genesis.puc.rio.br). Acesso em: 05 dez. 2023.
- ANDRIGHI, Fátima Nancy. Uber: a regulação de aplicativos de intermediação de contrato de transporte. **Revista de Direito Administrativo**, v. 271, p. 409-416, 2016.
- ANPTrilhos. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos. SIMOB/ANTP. **Relatório geral**, 2017.
- ANSAL. Juiz de Fora. **Quem somos**. s.d. Disponível em: <https://ansal.com.br/quem-somos/>
- ANTP. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos. SIMOB/ANTP. **Relatório geral**, 2018.
- ANTP. **Transporte Humano: Cidades com qualidade de vida**. São Paulo, 1997.
- ARAÚJO, Julyver Modesto de. **Art. 136 - Regulamentação e fiscalização do transporte de passageiros**. CTB Digital. 2015. Disponível em: <https://www.ctbdigital.com.br/artigo-comentarista/449>> Acesso em: 19 dez. 2023.
- ARIOTTI, Humberto. **Organizações de aprendizagem: educação continuada e a empresa do futuro**. São Paulo: Atlas, 1996. 176p.
- BARNEY, J. B. Firms resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, vol.7, n.1, 99-120. 1991. doi: 10.1177/014920639101700108
- BARRAS, R. **Towards a theory of innovation in services**. Research Policy, North-Holland, n. 15, p. 161-173, 1986.
- BATCHELOR; WALTZ. **Inteligente Machine Vision: techniques, implementations and applications**. Londres, UK: Springer, 2001. 392p.
- BERNARDES, Vania Marisa da Mota. **O benchmarking como ferramenta de gestão para a indústria de calçados**. 2014. Disponível em: <http://repositorio.uportu.pt/xmlui/bitstream/handle/11328/1218/TMG%2014.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- BESSANT, J.; LAMMING, R.; NOKE, H.; PHILLIPS, W. P. Managing innovation beyond the steady state. **Technovation**. vol. 25, n. 12, p. 1.366-1.376, 2005.
- BEZ, F. R. Criatividade e Inovação na Arquitetura Corporativa. **Revista online IPOG, Especialize**. Florianópolis - SC, Julho de 2013.
- BORGES, J; SILVA, H.P. Democracia eletrônica e competência informacional. **Inf. e Soc.: Est.**, João Pessoa, v.16, n.1, p.129-137, 2006 Disponível em: <http://www.okara.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/viewFile/448/1500>.

BRUM, Maria Cecilia da Silva. **Eficiência do sistema de transporte metroferroviário brasileiro**: uma aplicação da Análise Envoltória de Dados. 2022.

BRUM, Maria Cecilia da Silva; ALVES, Tiago Wickstrom. Avaliação econômica por receita tarifária das empresas metroferroviárias brasileiras. *Revista Catarinense da Ciência Contábil* 22:e3386, 2023.

CAMPBELL-KELLY, M.; ASPRAY, W.; ENSMINGER, N.; YOST, J. R. **Computer: A History of the Information Machine**. 3 ed. Westview Press, 2014.

CARVALHO, C. H. R. de; PEREIRA, R. H. M. **Transporte e mobilidade urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil-IPEA, 2011.

CASTELLS, M. **The Rise of the Network Society: The Information Age: Economy, Society, and Culture**. John Wiley & Sons, 2011.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. A era da informação: economia, sociedade e cultura. vol. 1. Trad. Roneide Venancio Majer. 17. ed. rev. e ampl. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

CASTRO, C. M. **Estrutura e apresentação de publicações científicas**. São Paulo: McGraw-Hill, 2002.

CEPAL. **Colección Documentos de proyectos**. s.d. Disponível em: <https://www.cepal.org/es/taxonomy/term/8056>

CEZARINO, L. O.; CAMPOMAR, M. C. Micro e pequenas empresas: características estruturais e gerenciais. **Anais do IV Congresso de Administração, Economia e Contabilidade da Universidade de São Paulo**, FEA/USP. São Paulo. 2007.

CNT. **Pesquisa CNT Perfil Empresarial 2023 - Transporte Rodoviário Urbano de Passageiros**. 2023.

COSTA, N.M.S.M. **Mobilidade e Transporte em Áreas Urbanas**: o caso da Área Metropolitana de Lisboa. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade de Lisboa. Lisboa-Portugal. 2007.

CSISZAR, C.; SANDOR, Z. **Method For Analysis And Prediction Of Dwell Times At Stops In Local Bus Transportation**. *Transport*, v.32, n.3, 2017. p.302–313.

DASCHS, B.; EBERRSBERGER, B.; LÖÖF, H. The innovative performance of foreign-owned enterprises in small open economies. **Journal of Technology Transfer**. vol. 33, n. 4, p. 393-407, 2008.

DJELLAL, F.; GALLOUJ, F. Innovation and employment effects in services: a review of the literature and an agenda for research. **The Service Industries Journal**. vol. 27, n. 3, p. 193-202, 2007.

DRUCKER, P. **Innovation and Entrepreneurship: Practices and Principles**. Harper & Row, New York, 1985.

ECONODATA. **Santa Zita Transportes Coletivos Ltda.** s.d. Disponível em:  
<https://www.econodata.com.br/consulta-empresa/36414225000131-SANTA-ZITA-TRANSPORTES-COLETIVOS-LTDA>

ECONODATA. **Viação Satélite.** s.d. Disponível em:  
<https://www.econodata.com.br/consulta-empresa/30686711000122-viacao-satelite-ltda>

ECONODATA. **Viação Serrana.** s.d. Disponível em:  
<https://www.econodata.com.br/consulta-empresa/28039121000166-viacao-serrana-ltda>

E-SMART CITY ES. **Movilidad 3.0, una política pública para vialidades seguras, sustentables e inteligentes.** Disponível em:  
<https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-movilidad-3-0-una-politica-publica-vialidades-seguras-sustentables-e-inteligentes/cci-3-movilidad-3-0-politica-publica-vialidades-seguras-sustentables-inteligentes-figura-1-piramide-jerarquia-movilidad>. Acesso em: 10 nov. 2023.

ESPÍRITO SANTO, R. B. **A logística como ferramenta eficaz no transporte urbano de passageiros:** o caso da empresa de transporte metropolitano Belém Rio. Dissertação de Mestrado. EBAPE/RJ, 2010.

FERRAZ, A.C.P.; TORRES, I.G.E. **Transporte Público Urbano.** São Paulo: Rima, v. 2, 2004.

FERREIRA, V.B. A prática colaborativa: tradição e contemporaneidade. **E-science e políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação no Brasil** [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, pp. 57-75. ISBN: 978-85-232-1865-2.  
<https://doi.org/10.7476/9788523218652.0005>

FIRJAN. **Relatório de Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal**, 2014.

FORSYTH, D.; PONCE, J. **Computer Vision:** a modern approach. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 2002. 693p.

FREITAS, Felipe F.; MORAES, Rodrigo F. de; JAQUES, Patrícia. **Um sistema web de consulta de trajetos de transporte público.** Ibero-Americana WWW/Internet (CIAWI), RJ. IADIS, 2011. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/profile/Patricia\\_Jaques/publication/260293207\\_Um\\_sistema\\_web\\_de\\_consulta\\_de\\_trajetos\\_de\\_transporte\\_publico/links/00b7d53b1aa69a43e6000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Patricia_Jaques/publication/260293207_Um_sistema_web_de_consulta_de_trajetos_de_transporte_publico/links/00b7d53b1aa69a43e6000000.pdf)

GALLOUJ, F.; SANSON, K. Economia da inovação: um balanço dos debates recentes. In: BERNARDES, R.; ANDREASSI, T. **Inovação em serviços intensivos em conhecimento.** São Paulo: Saraiva, p. 03-27, 2007.

GALLOUJ, F.; WEINSTEIN, O. **Innovation in services.** Research Policy, North-Holland, n. 26, p. 537-586, 1997.

HAUKNES, J. Services in innovation – innovation in services – Síntesis report. In: **Services in innovation, innovation in services.** <http://www.step.no/si4s>, arquivo PDF, acessado em

HIPP, C. Service peculiarities and the specific role of technology in service innovation management. **International Journal of Services Technology and Management**. Vol. 9, n. 2; 2008.

HONG, P. C.; SONG, H.; ROH, J. J.; PARK, K. Evolving benchmarking practices: a review for research perspectives. **Benchmarking: an International Journal**, v. 19, n. 4, p. 444-462, July 2012.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios** [Internet]. 2014.

IBGE.Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da População**, 2011.

JähNE, B.; HAUßECKER, H. **Computer Vision and Applications: a guide for students and practitioners**. California, USA: Academic Press, 2000. 678p.

JOHNSON, M. W.; CHRISTENSEN, C. M.; KAGERMANN, H. **Reinventing your business model**. Harvard Business Review, Boston, v. 86, n. 9, p. 50-59, Dec. 2008.

JUNNI, P.; SARALA, R. M.; TARAS, V.; TARBA, S. Y. Organizational ambidexterity and performance: A meta-analysis. **The Academy of Management Perspectives**, vol.27, n.4, 2013.. 299–312. <https://doi.org/10.5465/amp.2012.0015>

LEANDRO, H. J. C. **Políticas sustentáveis para o transporte de mercadorias na união europeia**. 2013. 188 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Europeias) - Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.

LELLA, A.; LIPSMAN, A. **The US Mobile App Report**. Tech. Rep., v. 8, 2014.

LUCIO, Diego Rafael. **Um aplicativo para dispositivos móveis voltado para usuários de Transporte público**. 2011. 58f. Monografia (Bacharelado em Tecnologia em Sistemas para Internet). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

MACHADO, Gustavo. **Transporte de Passageiros no modal Rodoviário - Como a inovação pode contribuir para este segmento**. Disponível em <https://pt.linkedin.com/pulse/transporte-de-passageiros-modal-rodovi%C3%A1rio-como-inova%C3%A7%C3%A3o-machado>

MARCH, James G. Exploration and exploitation in organizational learning. **Organization Science**, vol. 2, n. 1, Special Issue: Organizational Learning. pp. 71-87 , 1991.

MASHAHADI, Faizah; AHMAD, Noor Hazlina; MOHAMAD, Osman. Ambidestria da inovação estratégica e desempenho de internacionalização de pequenas e médias empresas: uma visão sobre pequenas e médias empresas baseadas em ervas (HbSMES). **Revista Mundial de Empreendedorismo, Gestão e Desenvolvimento Sustentável**. 2016.

MCLUHAN, M. **Understanding Media: The Extensions of Man**. MIT Press, 1994.

METRÔ; SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS. STM. **Pesquisa Origem e Destino**. São Paulo, 2019.

MIRANDA, J.; MÄKITALO, N.; GARCIA-ALONSO, J.; BERROCAL, J.; MIKKONEN, T.;

CANAL, C.; MURILLO, J. M. From the Internet of Things to the Internet of People. **IEEE Internet Computing**, v. 19, n. 2, p. 40-47, 2015.

MIT SLOAN. As diferentes perspectivas e visões da ambidestria corporativa - parte 1 e 2. **Management Review Brasil**, 2024. Disponível em: <https://www.mitsloanreview.com.br/post/as-diferentes-perspectivas-e-visoes-da-ambidestria-corporativa-parte-2> Acesso em: 17 maio 2024.

MUKAI, H.; DIAS, S. I. S.; FEIBER, F. N. **Logística Urbana: a proposta brasileira**. 4º ECCL. Cascavel/PR. 2006.

MULGAN, Geoff. **The radical's dilemma: an overview of the practice and prospects of social and public labs** (Version 1). UK: NESTA, 2014. Disponível em: [https://media.nesta.org.uk/documents/social\\_and\\_public\\_labs\\_and\\_the\\_radicals\\_dilemma.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/social_and_public_labs_and_the_radicals_dilemma.pdf)  
>

NADLER, D.; TUSHMAN, M.; NADLER, M. **Competing by Design: The Power of Organizational Architecture**. 2a ed. New York: Oxford University, 1997.

NAVARRO, I.; GALILEA, P.; HIDALGO, R.; HURTUBIA, R. Transporte y su integración con el entorno urbano: ¿cómo incorporamos los beneficios de elementos urbanos en la evaluación de proyectos de transporte? **Eure**, v. 44, no 132, p. 135-153. 2018.

NEWLANDS, Murray. **A Economia compartilhada: por que funciona e como participar, 2015**. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/mnewlands/2015/07/17/the-sharing-economy-why-it-works-and-how-to-join/?sh=4e310eb358e1>. Acesso em 23/12/23.

O'REILLY, Charles; BUZANFA, Michael. **Organizational ambidexterity: Past, present, and future**. Stanford Business, 2013.

OECD. **Environmentally Sustainable Transport: Report on Phase II of the OECD 1998**. Project: vol. 1 Synthesis Report Organization of Economic Coordination and Development ([www.oecd.org](http://www.oecd.org)), 1997.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **The Invincible Company: How to Constantly Reinvent Your Organization with Inspiration From the World's Best Business Models**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2021.

PATEL, P.; PAVITT, K. **National Innovation Systems: Why They Are Important, and How They Might Be Measured and Compared**. Economics of Innovation and New Technology, 1994.

PERASSO, Valeria. **O que é a 4ª revolução industrial e como ela deve afetar nossas vidas**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>

PEREIRA JÚNIOR. Jessé *Torres*. **Políticas Públicas nas Licitações e Contratações Administrativas**. Editora Forum, 2017.

PETTERSSON, F. Developing a regional superbus concept – Collaboration challenges. **Case Studies on Transport Policy**, v.6 p.32–42. 2018.

PITASSI, C. O papel de um centro de P&D em empresas de ramos tradicionais: o caso da UN de logística da Vale. **Caderno Ebape.br**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 241-261, jun. 2011.

PORTER, Michael E. **Competitive advantage**, creating and sustaining superior performance. New York, The Free Press, Macmillan, 1985.

POSEN, Hannah A. Ridesharing in the sharing economy: Should regulators impose Uber regulations on Uber. **Iowa L. Rev**, v. 101, p. 405, 2015.

QUADROS, R., VILHA, A. M. Tecnologias de informação no gerenciamento do processo de inovação. **Revista Fonte**, vol.3, n.6, 129-133, 2006.

QUADROS, Ruy; VILHA, Anapátricia Morales. **Tecnologias de Informação no Gerenciamento do Processo de Projetos**. 2010.

RICH, E.; KNIGHT, K. **Artificial intelligence**. 2.ed. s.l.: McGraw-Hill, 1991.

RIES, E. **A startup enxuta**. The Lean Startup: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas. São Paulo: Leya, 2012.

ROMKEY, J. Toast of the IoT: The 1990 Interop Internet Toaster. **IEEE Consumer Electronics Magazine**, v. 6, n. 1, p. 116-119, 2017.

ROSINI, Alessandro Marco; PALMISANO, Angelo. **Administração de Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento**. São Paulo: Thomson, 2003

ROWLAND, C.; GOODMAN, E.; CHARLIER, M.; LIGHT, A.; LUI, A. **Designing Connected Products: UX for the Consumer Internet of Things**. O'Reilly Media, Inc., 2015.

SALDANHA, Raphael de Freitas. **Ciência de dados e big data: o que isso significa para estudos populacionais e da saúde?**, 2021.

SANO, Hiro. Laboratórios de inovação no setor público: mapeamento e diagnóstico de experiências nacionais. Pesquisa apresentada ao Programa Cátedras Inovação do GNova. **Cadernos P**. 17 2020.

SANTOS, Nathália Assis. **Gestão da mobilidade urbana: uma proposta de inovação incremental no gerenciamento tarifário de transporte público urbano**, 2021.

SCHALEKAMP, H. Lessons from building paratransit operators' capacity to be partners in Cape Town's public transport reform process. **Transportation Research Part A**, v.104 p.58-66, 2017.

ŠEVROVIĆ, M.; BRČIĆ, D.; KOS, G. **Transportation costs and subsidy distribution model for urban and suburban public passenger transport**, 2015.

SIMMIE, J.; STRAMBACH, S. The contribution of KIBS to innovation in cities: an evolutionary and institutional perspective. **Journal of Knowledge Management**. vol. 10, n. 5, p. 26-37, 2006.

STEINER, João E.; CASSIM, Marisa Barbar; ROBAZZI, Antonio Carlos. **Parques Tecnológicos: Ambientes de Inovação**. São Paulo, SP, Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2008.

SUNDBO, J.; GALLOUJ, F. **Innovation in services**, Oslo, Noruega, 1998. Disponível em: 15 nov. 2009. Disponível em: <http://www.step.no/old/Projectarea/si4s/index.htm>.

TARAFDAR, M; GORDON, S. R. Systems competencies on process innovation: A resource-based view. **The Journal of Strategic Information Systems**. vol. 16, n. 4, p. 353-392, 2007.

TESLA, N. When Woman is Boss. Colliers, Edição de 30 de Janeiro, 1926. In: **An interview with Nikola Tesla by John B. Kennedy**. 21st Century Books, 2013. (<http://www.rawscience.tv/when-woman-is-boss-tesla-on-wifi-and-gender-equality/>)

TIDD, J., BESSANT, J., PAVITT, K. **Managing Innovation: Integrating technological, market and organizational change**, 3.ed., Wiley. 2005.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managing innovation: Integrating technological market and organizational change**. Chicester: Wiley, 2001.

TIDD, J; BESSANT, J; PAVITT, K. **Gestão da Inovação**. São Paulo: Artmed, 2008.

TIDD, Joe; THURIAUX-ALEMAN, ben. **Innovation management practices: cross-sectorial adoption, variation, and effectiveness**. 2016.

VALENTE, A. M.; PASSAGLIA, E.; NOVAES, A.G. **Qualidade e Produtividade nos Transportes**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

VAZ, A. V. **A gestão da inovação tecnológica em ferrovias brasileiras de carga**. 130 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

VULHERME, Julio. **O conceito de colaboração**. 2013. Disponível em: <http://www.voitel.com.br/ExtranetArquivosDownload/WhitePaperJulioVulherme.pdf>> Acesso em: 17 dez. 2023.

WELLSTEAD, M. Adam; GOFEN, Anat; CARTER, Angie. Policy innovation lab scholarship: past, present, and the future – Introduction to the special issue on policy innovation labs. **Policy design and practice**, v. 4, p. 193-211, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/25741292.2021.1940700>

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

CORAL, E.; OGLIARI, A.; ABREU, A. F. (orgs.). **Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Atlas, 2009.

DIENSTMANN, Julieta Scheidt *et al.* Gestão da inovação e avaliação de desempenho: processo estruturado de revisão da literatura. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 1, p. 2- 30, 2014.

ITO, Nobuiki Costa *et al.* **Valor e Vantagem Competitiva: Buscando Definições, Relações e Repercussões**, 2012.

MARCHESI, Roberta. **A contribuição do Transporte Metroferroviário para a cidade que queremos**. Disponível em <https://anprilhos.org.br/artigo-a-contribuicao-do-transporte-metroferroviario-para-a-cidade-que-queremos/>

SILVA, Gustavo Queiroz dos Santos *et al.* **Gestão da inovação: indicadores científicos a partir da análise da produção científica na web of science**, 2018.

TIDD, J., BESSANT, J., PAVITT, K. **Managing Innovation**. Integrating Technological, Market and Organizational Change. 1997.

## GLOSSÁRIO

**Ad hoc:** Termo formulado com o único objetivo de legitimar ou defender uma teoria, e não em decorrência de uma compreensão objetiva e isenta da realidade.

**Benchmarking:** Consiste em olhar para a concorrência e entender o que essas empresas estão fazendo para obter sucesso, para então replicar as estratégias que também fazem sentido para o seu negócio

**Business Model Portfólio:** Portfólio de Modelos de Negócios. Exemplifica, basicamente, o retorno da inovação vs o risco. As atividades realizadas são sempre em busca do aumento do retorno e redução do risco.

**Business Partner:** Parceiro de negócios. É um profissional estratégico para estreitar laços entre as áreas de Recursos Humanos e Negócios. Também chamado consultor interno, ele desempenha um papel essencial para o bom relacionamento entre os setores, resultando em maior eficiência na gestão de pessoas.

**Comunidade maker:** Filosofia em que indivíduos ou grupos de indivíduos criam artefatos que são recriados e montados com o auxílio de *softwares* e/ou objetos físicos.

**Data Science:** Ciência de dados. É o estudo dos dados para extrair *insights* significativos para os negócios.

**Deep learning:** Aprendizagem profunda. É um aprendizado de máquina que visa “ensinar” as máquinas a agirem e interpretarem dados de uma maneira mais natural.

**Driving forces:** força motriz.

**i-labs:** laboratórios de inovação.

**Insights:** é um termo que descreve a percepção súbita e profunda de uma verdade, uma compreensão intuitiva ou uma nova perspectiva sobre algo.

**Machine learning:** Aprendizado de máquina. É o subconjunto da inteligência artificial (IA) que se concentra na construção de sistemas que aprendem ou melhoram o desempenho, com base nos dados que consomem.

**Mindset:** Configuração da mente. Características da mente humana que vão determinar os nossos pensamentos, comportamentos e atitudes.

**Skills:** Habilidades ou capacidades. É um termo da língua inglesa usado para designar a capacidade de concretização de forma rápida e eficiente de um determinado objetivo.

**Visão Computacional:** É uma tecnologia que as máquinas usam para reconhecer imagens automaticamente e descrevê-las com precisão e eficiência.

## APÊNDICE A – Questionário aplicado nas empresas metroferroviárias

<b>1 -Quais são os principais desafios enfrentados pela empresa no que diz respeito à operação diária do sistema metroferroviário?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Metrô SP	<p>Obter informações em tempo e detalhes necessários para tomadas de decisões mais assertivas no tempo certo.</p> <p>Falta de força de trabalho para execução das atividades rotineiras. Ausência de automações dos sistemas metroferroviários, que são extensos e complexos por definição, isto por si só já é um desafio técnico que envolve a elaboração de processos para garantir o bom funcionamento do sistema. Outro desafio é relativo à quantidade de passageiros, principalmente em linhas com comportamento pendular, gerando um acúmulo de passageiros nos horários de pico e colocando o sistema sob elevado estresse, operando no limite da capacidade operacional.</p>
Metrô Rio	<p>As principais questões são a ausência de planejamento governamental, que acaba por gerar concorrência entre os diferentes modais, em vez de projetar corredores, pontos de conexão e melhor distribuição dos sistemas. Outro ponto fundamental é a gestão da tarifa, regulada pelo poder concedente, mas sem aplicação de nenhum tipo de incentivo, o que acarreta tarifas elevadas para compensar os custos de operação do sistema.</p>
Metrô Fortaleza	<p>Manter a regularidade e pontualidade nas viagens ofertadas aos usuários.</p>
<b>2 - Como a empresa lida com o gerenciamento da capacidade dos trens durante os horários de pico? Quais são os maiores obstáculos encontrados nesse processo?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Metrô SP	<p>Temos um programa de oferta de trens (POT), o qual busca regular a oferta/demanda. Nele, todas as viagens possuem uma programação que envolve previamente todos os tempos de parada nas estações e o nível de aceleração dos trens (curva de velocidade) dos trens. A dificuldade é que, como o sistema é programado pelo histórico dos dias anteriores, pode acontecer que em muitos momentos o programado seja muito diferente do real e o ATS não consiga regular a contento. O ideal é que a regulação fosse dinâmica, isto é, com base no carregamento em tempo real, medido pelas ocupações dos trens, plataforma, mezaninos, o sistema ajustasse em tempo real os tempos de parada e acelerações de forma autônoma preestabelecida. Esse foi um desafio particularmente complexo durante o período de pandemia, foi criado um processo para fazer a verificação da lotação dos trens em determinados locais do sistema, inserindo mais trens em caso de necessidade. Os maiores obstáculos são os próprios limites operacionais do sistema de sinalização, que nem sempre permite que sejam injetados mais trens; a falta de trens devido à reserva técnica elevada por características dos próprios trens também é um fator preocupante.</p>
Metrô Rio	<p>A distribuição da frota de trens é feita de acordo com a demanda de cada região, já que nossas linhas atendem a diferentes áreas da cidade, sendo dividida conforme estudos de demanda realizados pela área de planejamento de tráfego. A manutenção é distribuída de acordo com os manuais do fabricante, com períodos de pequenas, médias e grandes revisões. O principal desafio nesse aspecto é o planejamento de substituição, uma vez que a vida útil é longa, e os custos de aquisição e reforma são elevados, demandando contrapartida do poder concedente.</p>

**2 - Como a empresa lida com o gerenciamento da capacidade dos trens durante os horários de pico? Quais são os maiores obstáculos encontrados nesse processo?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Metrô Fortaleza	Atualmente estamos com sistemas e recursos para manter um <i>headway</i> constante durante toda a operação. Também em implantação sistemas de sinalização que permitirão a redução do <i>headway</i> e tratarão os horários de pico e de vale com atendimentos diferenciados. Os maiores obstáculos são os aumentos de tempos em embarques e desembarques nos horários de pico; perdas de usuários que mudam o modal por se sentirem desatendidos; portas travadas para que os usuários possam entrar e sair da composição, prejudicando a manutenção; reclamações constantes dos usuários, solicitando mais composições nos horários de pico.

**3- Quais são os principais gargalos no gerenciamento das estações, incluindo controle de acesso, fluxo de passageiros e segurança?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Metrô SP	Todas as atividades são executadas de forma manual, exemplo: ligar/desligar iluminação; abrir/fechar portões; as estações deveriam funcionar de forma autônoma: sistemas inteligentes monitoram todas as atividades e só geram alarmes para atuação humana quando algo sair das condições. Estações em determinados locais de elevada aglomeração de pessoas são mais difíceis de se administrar, notadamente no caso de terminais rodoviários, centros religiosos, ou aglomerações causadas por eventos pontuais, como jogos de futebol e shows.
Metrô Rio	Os principais gargalos ocorrem nos horários de maior fluxo, sendo que a capacidade dos trens e das estações influencia no planejamento e gestão. Para lidar com isso, reduzimos os intervalos entre as composições, aumentamos a oferta de lugares e reforçamos o efetivo de segurança e condutores. No entanto, qualquer interferência acarreta atrasos em todo o sistema, impactando diretamente a excelência operacional, o aumento dos custos de energia e mão de obra, além de afetar a experiência do cliente.
Metrô Fortaleza	A falta de mais empregados para “controlar” as atividades da estação; bilhetagem com filas para aquisição das passagens; falta de banheiro para os usuários.

**4- Como a empresa monitora e lida com questões relacionadas à manutenção preventiva e corretiva das linhas, trens e infraestrutura?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Metrô SP	Existe programação de atividades preventivas conforme a criticidade e tipos de equipamentos. A empresa está iniciando atividades de instrumentação dos equipamentos em busca de uma manutenção prescritiva, na qual, por meio dos dados dos equipamentos instrumentados (tensão, corrente, temperatura, vibração, etc.), modelos de <i>machine learning</i> conseguem prescrever futuras condições de falha de forma que a manutenção possa acontecer antes da falha. A empresa segue planos de manutenção estabelecidos pelos times de engenharia de manutenção, em alguns casos, os serviços são terceirizados, como é o caso da limpeza de trens e estações, manutenção corretiva e preventiva de elevadores, etc.
Metrô Rio	O planejamento de manutenção exige disciplina de gestão e logística, com integração das áreas de planejamento e operações para equilibrar as janelas de manutenção disponíveis com as demandas de atuação em manutenção. O centro de controle autoriza e controla todas as equipes envolvidas, garantindo a centralização da informação, o direcionamento das equipes e a segurança, eficiência e conclusão das atividades.

4- Como a empresa monitora e lida com questões relacionadas à manutenção preventiva e corretiva das linhas, trens e infraestrutura?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Metrô Fortaleza	As manutenções são terceirizadas e há fiscalizações permanentes quanto aos programas apresentados por cada uma das áreas. Há indicadores que são medidos, e os resultados apurados revelam as <i>performances</i> das manutenções preventivas. As manutenções corretivas também são medidas e há critérios de mensuração dos efeitos causados pelas avarias nos respectivos sistemas. Reuniões periódicas de fiscalização com a empresa de manutenção geram informações das necessidades e das atividades que precisam ser priorizadas para manter o atendimento programado para as viagens de cada sistema.
5- Quais são os desafios enfrentados na gestão do pessoal, incluindo recrutamento, treinamento e escalonamento de maquinistas, operadores e equipe de manutenção?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Metrô SP	A diversidade de equipamentos dificulta muito o processo de treinamento (muitas frotas de trens, muitos tipos de <i>feeders</i> , etc.), existem muitas pressões sindicais que tornam essa gestão um pouco mais difícil, o pagamento de adicionais também é uma questão delicada. No caso da manutenção também existe uma dificuldade na formação de pessoal, já que é preciso um treinamento adicional durante o trabalho para aprimorar as capacidades desses técnicos.
Metrô Rio	A gestão de pessoal é baseada nos valores e visões da companhia, com processos de recrutamento e seleção inicialmente realizados internamente para ampliar as chances de desenvolvimento e ascensão dos funcionários. O treinamento é conduzido internamente, uma vez que não há fornecedor de treinamento no mercado com todas as especificidades do sistema. As escalas são elaboradas de acordo com a necessidade das áreas e aprovadas pelo sindicato, que tem forte influência em algumas áreas da empresa.
Metrô Fortaleza	Gestão de pessoal com supervisores acompanhando as equipes operacionais. Cada equipe com 01 supervisor. Desempenhos técnicos. Gestão de pessoal com o RH para os casos médicos, faltas, ASO – Atestado de saúde Ocupacional, demais assuntos particulares. As escalas dos empregados operacionais são tratadas antecipadamente com as possíveis faltas programadas dos empregados, com trocas de escalas e demais acompanhamentos. Escala de férias ajustada para não interferir em “falta de empregados para os serviços”. Treinamentos estão prejudicados porque houve aumento de demandas, redução de pessoal e falta de contratações. Equipes de manutenções são terceirizadas, geridas pelos contratados.
6- Como a empresa aborda questões relacionadas à segurança dos passageiros e funcionários durante as operações diárias?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Metrô SP	A segurança dos passageiros é uma questão fundamental para a empresa. Todos os sistemas só entram em operação após rigorosos testes e ensaios.
Metrô Rio	A gestão da informação para os clientes é realizada por grupos multidisciplinares, que atuam desde a comunicação oficial até o acompanhamento das mídias sociais. Os desafios geralmente estão relacionados ao esclarecimento e orientação dos clientes para garantir a segurança e previsibilidade do sistema. O setor de SAC busca responder às questões dos clientes com linguagem menos técnica, sempre orientada pela área responsável pela queixa prestada, além de se posicionar sempre diante das situações com antecedência, informando possíveis indisponibilidades do sistema o mais breve possível para os clientes.

<b>6- Como a empresa aborda questões relacionadas à segurança dos passageiros e funcionários durante as operações diárias?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Metrô Fortaleza	Para a segurança dos passageiros há vigilantes dentro das composições que são vistos pelos usuários e atendem às pequenas necessidades nas viagens. Durante todo o dia há equipe especializada em segurança operacional apta a atender aos eventos que interfiram no sistema metroferroviário, além da ajuda imediata da polícia militar, bombeiros e Samu. Para os funcionários operacionais há contrato específico com empresa de aluguel de carros para transportá-los nos horários das 22h00 às 05h00, dando suporte ao transporte da empresa para a sua casa e vice-versa.
<b>7- Quais são os principais desafios na comunicação e interação com os passageiros, incluindo gestão de reclamações, informações em tempo real e <i>feedback</i>? Passageiros e funcionários durante as operações diárias?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Metrô SP	Os sistemas de comunicação (PA, SMM, etc. não possuem funcionalidade que ajudem a operação em situações de anormalidades. Ex.: sincronizar um PA pré-gravado com um trem que está chegando a uma plataforma, e os passageiros necessitam de uma informação.
Metrô Rio	As questões relacionadas à segurança são o pilar mais importante da companhia. Atuamos para informar, proteger e criar condições de segurança para todos, com regras rígidas e forte atuação do nosso time de segurança, segurança do trabalho e segurança operacional. Nos antecipamos, analisamos constantemente os riscos existentes e as barreiras de proteção, reforçando a comunicação com os clientes sobre os riscos em ultrapassar a faixa amarela, acessar a via ou obstruir as portas do trem.
Metrô Fortaleza	Há sistemas de comunicação interna dos trens com os passageiros. Também da estação com os passageiros. As falhas que esses sistemas apresentam são tratadas pela empresa terceirizada e cobradas para se manterem sempre ativas. A gestão de reclamações é tratada com a gerência dessa área e as manifestações, individualmente, são tratadas pelos responsáveis diretos do assunto reclamado. As manifestações apresentadas no sistema de ouvidoria são apresentadas e existem prazos padronizados para responder a elas. Temos tido resultados bem satisfatórios quanto ao “atendimento às manifestações e planos de ações para evitá-las”.
<b>8- Quais são os principais custos operacionais que a empresa enfrenta e como ela busca otimizar esses custos?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Metrô SP	Força de trabalho e energia elétrica.
Metrô Rio	Os principais custos estão relacionados ao pessoal, energia elétrica e segurança, que são quase totalmente custeados pelas receitas oriundas da tarifa. Como não temos políticas públicas de apoio ou subsídios tarifários, precisamos criar processos de gestão de custos altamente elaborados para garantir a saúde financeira da companhia. Atuamos também no desenvolvimento de parcerias e locações de espaços comerciais nas estações, gerando uma receita não tarifária que auxilia na gestão, porém não tem peso significativo diante dos compromissos exigidos pela operação do sistema.
Metrô Fortaleza	Custos de manutenção do material rodante, manutenção da via permanente, rede aérea e limpeza. Custos adicionais de limpeza das faixas de domínio que os moradores lindeiros sujam e não se responsabilizam pelas limpezas. Custos não operacionais que interferem nas movimentações dos trens. A otimização desses custos de limpeza está sendo tratada com as prefeituras das comunidades lindeiras.

**9- Que tecnologias ou sistemas a empresa utiliza atualmente para apoiar a operação do sistema metroferroviário e quais são os principais desafios na implementação e utilização dessas ferramentas?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Metrô SP	ATS, SCADA, SMM, SME, Rádio. Dificuldade de integração desses sistemas.
Metrô Rio	As tecnologias utilizadas são fundamentais e múltiplas, sendo as mais expressivas o sistema de controle de tráfego, que garante o espaçamento entre os trens, o controle do sistema elétrico, que garante a alimentação do sistema e monitora oscilações e provê substituições das fontes alimentadoras. Além disso, temos sistemas de bilhetagem que garantem o acesso ao cliente e controle das receitas, sistemas de gestão de estoques, financeiro, manutenção e outros. Os grandes desafios são a atualização dos sistemas, que têm custos muito elevados e precisam ser desenvolvidos sempre conectando diferentes subsistemas e informações de várias fontes, sem perdas que coloquem em risco a operação do sistema.
Metrô Fortaleza	As operações dos trens são licenciadas com utilização de rádios fixos e móveis, com registros operacionais em computadores, em planilhas específicas. Há gravações das conversas dos rádios para garantir as instruções recebidas. Em implantações há sistema de sinalização ACT – Automatic Train Control, que protege a composição quanto ao sinal de campo recebido, automaticamente. Também em implantação o sistema de sinalização “marcha à vista”, que permitirá o acompanhamento visual da composição em movimento. Os desafios dessas implantações são as conclusões dos sistemas, com os respectivos custos, e os treinamentos tecnológicos aos empregados operacionais. A utilização dessas ferramentas precisa de conhecimento técnico dos empregados, e os treinamentos precisam ser dedicados a todos os envolvidos (muitos).

**10- Como a empresa lida com questões relacionadas à pontualidade dos trens e à minimização de atrasos?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Metrô SP	POT
Metrô Rio	O planejamento operacional estabelece estratégias baseadas em análises das operações, estudos de demandas e inteligência de mercado para definir grades de operação que buscam atender a demandas e fluxos previstos, reduzindo intervalos, aumentando a oferta de lugares e controlando os indicadores de <i>performance</i> de cada trem, que precisa passar por pontos predefinidos em determinado momento, garantindo o tempo previsto de viagem e menos impacto nos passageiros. Porém, sempre que ocorre alguma mudança nos planos, incidentes ou interferência externa, entram em ação planos de contingência que atuam para reduzir as repercussões no tráfego, seja injetando mais trens, regulando os intervalos e ampliando ou reduzindo as velocidades dos trechos, para que a experiência do cliente seja menos afetada.
Metrô Fortaleza	Referente à pontualidade e regularidade, os acompanhamentos são “on-line”, e as ações para correções tratadas imediatamente para minimizar os efeitos dos atrasos. Equipes especializadas estão distribuídas em todos os sistemas para atuarem imediatamente em todas as falhas percebidas. Há indicadores que são tratados, e os responsáveis precisam apresentar Planos de Ações para as respectivas correções.

**11- Na visão dos passageiros, quais as suas principais dores?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Metrô SP	Lotação excessiva; ausência de informações em tempo certo.
Metrô Rio	Para os clientes, as principais dores são o custo da tarifa, as situações de lotação dos trens e a segurança do sistema, sendo esta última a parte mais bem avaliada, além da previsibilidade e confiança no sistema.

**12- Na visão dos passageiros, quais as suas principais dores?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
<p>Metrô Fortaleza</p>	<p>As principais reclamações deles são referentes às ofertas de composições. Precisam de mais composições para diminuir os <i>headway</i> dos sistemas. Congestionamentos nas estações nos horários de pico; perda de objetos; calor dentro das composições; falta de lugares para se sentar.</p>

**APÊNDICE B – Questionário aplicado nas empresas de transporte urbano de passageiros**

<b>1-Quais são os principais desafios enfrentados pela empresa no que diz respeito à operação diária do sistema?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Grupo Santa Zita	Manutenção da frota, gestão de horários, satisfação do cliente e funcionários.
Viação Serrana	Falta de infraestrutura viária (pista exclusiva para ônibus, sincronismo semafórico deficiente, falta de campanhas educativas para com o usuário, alto índice de estresse dos condutores,) falta de mão de obra qualificada etc.
Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida	Algumas das maiores dores são a falta de planejamento para atendimento da operação com relação à disponibilidade da frota. A manutenção e operação muitas vezes possuem apenas comunicação de demanda e não de envolvimento por planos de atendimentos prévios de possíveis demandas. Ou, ainda, a pouca ou inexistente comunicação quanto aos impactos de disponibilidade da frota por ocorrência de falha mecânica devido a uma dirigibilidade não adequada dos motoristas.
Viação Satélite	Precariedade das vias, custo com combustível.
<b>2- Como a empresa lida com a gestão da frota de veículos? Quais são os maiores obstáculos encontrados nesse processo?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Grupo Santa Zita	Sistema de rastreamento, manutenção preventiva, planejamento de rotas, planejamento de escalas e controle de estoque de peças. Obstáculos: custos operacionais elevados, manutenção não programada, desgaste da frota, gerenciamento de motoristas, planejamento de rotas eficiente, ineficiência no sistema de rastreamento.
Viação Serrana	A empresa possui um sistema de gestão integrada (ERP) sendo possível controlar toda a manutenção da frota, seja ela preventiva ou corretiva baseando-se na quilometragem produzida por veículo. Custo alto de peças e componentes. Falta de mão-de obra qualificada. Tempo curto para dar manutenção no veículo x liberação do veículo para operação.
Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida	Gestão de frota. A empresa em que trabalho é guiada pelo contrato de concessão do serviço, que estipula uma idade máxima de 10 anos de operação e ainda o percentual veículos de reservas, que deve ser menor que 10%. Obstáculos enfrentados são o constante acompanhamento da disponibilidade da frota na operação, através de um controle com meta estipulada de carros indisponíveis para operação.
Viação Satélite	Através de acompanhamento <i>softwares</i> de rastreamento, controle de abastecimento e manutenção, falta de mão de obra especializada.

**3- Quais são os principais gargalos no gerenciamento de horários e rotas dos veículos? Como esses desafios impactam a eficiência operacional?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Grupo Santa Zita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Congestionamento de tráfego: o tráfego intenso pode atrasar as rotas planejadas, levando a atrasos nos horários e desvios das rotas predeterminadas.</li> <li>• Alterações imprevistas: eventos imprevistos, como acidentes, obras públicas, manifestações ou condições climáticas adversas podem causar interrupções significativas nas rotas planejadas.</li> <li>• Flutuações na demanda: a demanda por transporte público pode variar ao longo do dia, da semana e até mesmo sazonalmente.</li> <li>• Pontualidade: manter os ônibus em horários regulares é fundamental para a satisfação dos passageiros. No entanto, atrasos acumulados ao longo do dia podem fazer com que seja difícil manter a pontualidade.</li> <li>• Coordenação de conexões: em sistemas de transporte público cujos passageiros dependem de conexões entre diferentes linhas, a coordenação dessas conexões é crucial. Um atraso em uma linha pode resultar na perda de conexões para os passageiros.</li> <li>• Eficiência das rotas: encontrar o equilíbrio entre rotas eficientes em termos de tempo e atendimento às demandas dos passageiros pode ser complicado. Rotas muito longas podem ser demoradas para os passageiros, mas muitas rotas curtas podem aumentar os custos operacionais.</li> <li>• Falta de dados em tempo real: sem dados precisos e em tempo real sobre o tráfego, as condições das ruas e a demanda dos passageiros, é difícil otimizar as rotas e horários.</li> </ul>
Viação Serrana	<p>O maior desafio é receber o quadro de horário predefinido pelo órgão gestor e operacionalizar dentro das normas da convenção coletiva e CLT. Podemos ter aumento do quadro de funcionários, impacto na folha de pagamento. Insatisfação dos motoristas em jornadas de trabalho longas, aumento de frota. A frota é monitorada via GPS. A empresa conta com fiscais nos pontos de controles (terminais de integração), e o fiscal tem autonomia de movimentar a frota de acordo com a necessidade.</p>
Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida	<p>Gargalos no gerenciamento de horários de rotas. O principal ponto crítico é o baixo poder de contingenciamento dos gestores no momento de impacto da pontualidade. Existem supervisores de operação e manutenção que estão empenhados na redução dos impactos de falta de disponibilidade de mão de obra ou veículos para a operação, porém o tratamento de contingência é analisado posteriormente pelos gestores para, assim, agirem em alguma falha no processo ou mau-dimensionamento por algum dos setores, seja operação ou manutenção.</p>
Viação Satélite	<p>Acidentes e engarrafamentos nas vias que geram atrasos e descumprimentos de horários</p>

**4- Quais são as principais dificuldades encontradas na manutenção preventiva e corretiva da frota de veículos ?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Grupo Santa Zita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo de inatividade: equilibrar a necessidade de manutenção com a necessidade de manter os veículos em operação.</li> <li>• Planejamento: agendar serviços, garantir que as peças de reposição estejam disponíveis e evitar a interrupção desnecessária da operação.</li> <li>• Complexidade da frota: diferentes tipos de veículos na frota, cada um pode ter requisitos de manutenção específicos.</li> <li>• Falhas não previstas: identificar e resolver essas falhas rapidamente para minimizar o tempo de inatividade.</li> <li>• Treinamento: falta treinamento da equipe de manutenção e atualização das últimas tecnologias e práticas de manutenção.</li> <li>• Histórico de manutenção: manter registros precisos de todas as manutenções realizadas em cada veículo ao longo do tempo.</li> </ul>
Viação Serrana	<p>Falta de mão de obra qualificada; logística ruim para entrega de peças; custo elevado de peças e componentes.</p> <p><b>Tempo longo para execução de serviços de terceiros; tempo curto para realizar as manutenções.</b></p>
Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida	Previsibilidade de falhas e, conseqüentemente, dimensionamento dos estoques para atender à atuação com as peças devidas.
Viação Satélite	Tempo para execução do serviço, mão de obra qualificada.

**5- Como a empresa lida com a gestão de pessoal, incluindo recrutamento, treinamento e escalonamento de motoristas e equipe de apoio?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Grupo Santa Zita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta rotatividade: horários irregulares, pressão de prazos e demandas do trabalho.</li> <li>• Escassez de motoristas qualificados: encontrar motoristas que atendam aos requisitos de licença, experiência e histórico de direção limpa.</li> <li>• Conformidade regulatória: cumprir regulamentações trabalhistas, como limites de horas de serviço e descanso, é fundamental e pode ser complexo.</li> <li>• Alta rotatividade: horários irregulares, pressão de prazos e demandas do trabalho.</li> <li>• Escassez de motoristas qualificados: encontrar motoristas que atendam aos requisitos de licença, experiência e histórico de direção limpa.</li> <li>• Conformidade regulatória: cumprir regulamentações trabalhistas, como limites de horas de serviço e descanso, é fundamental e pode ser complexo.</li> </ul>
Viação Serrana	<p>A empresa conta com o setor de Recursos Humanos, Planejamento Operacional e Instrutores operacionais. No caso do motorista é feita a seleção do perfil no RH junto ao Supervisor de tráfego, e assim que é contratado, ele é escalado pelo setor de planejamento da empresa, e o condutor passa a ser acompanhado pelos instrutores da empresa durante seu período de experiência e/ou sempre que necessário.</p>

<b>5- Como a empresa lida com a gestão de pessoal, incluindo recrutamento, treinamento e escalonamento de motoristas e equipe de apoio?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Ansál – Auto Nossa Senhora Aparecida	A empresa possui o setor de RH que acompanha o <i>turnover</i> e as demandas de operação extra para realizar processos de admissão. Quanto aos treinamentos, ainda são insuficientes, não há uma cobertura efetiva sobre a dirigibilidade dos motoristas nem tão pouco quando ocorre a renovação da frota, não é realizado uma cobertura de treinamento com as novas funcionalidades dos modelos com os motoristas de maneira efetiva, tendo em vista que atualmente a empresa possui mais de 1.000 colaboradores nesse cargo.
Viação Satélite	No ERP, são lançadas todas as ocorrências, treinamento em ambiente interno, controle das equipes com escalas de trabalho no ERP.
<b>6- Como a empresa aborda questões relacionadas à segurança dos passageiros e funcionários durante as operações diárias?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Grupo Santa Zita	As empresas passam por inspeções periódicas do órgão regulador para garantir a segurança dos passageiros, e a segurança dos funcionários é gerida pela equipe de segurança do trabalho.
Viação Serrana	Hoje a empresa recicla funcionários periodicamente, os instrutores sempre acompanham a operação <i>in loco</i> . Contamos com o apoio do SEST/SENAT, que oferece curso especializados para uma condução segura e dentro das normas e regras da empresa. A manutenção preventiva da frota contribui também para a segurança tanto dos passageiros como dos operadores.
Ansál – Auto Nossa Senhora Aparecida	Existe na nossa empresa a equipe de segurança de trabalho, que conta com mais de 10 colaboradores atuando em solicitações de estrutura física e em ocorrências externas no trânsito, prestando atendimento e acompanhando possíveis vítimas. Com relação à efetividade e retorno nessas frentes, é possível colocar como recente a equipe estar participando da mudança de cultura de segurança junto à equipe interna e externa às estruturas na empresa. As ações são iniciais, porém existe uma política de incentivo interna para permanecer desenvolvendo essa frente.
Viação Satélite	Solicitam reforço policial quando ocorrem ameaças no itinerário, a segurança dos passageiros fica a cargo da segurança pública
<b>7-Quais são os principais desafios na comunicação e interação com os passageiros, incluindo gestão de reclamações, informações em tempo real e <i>feedback</i>?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Grupo Santa Zita	Como fazemos parte de um consórcio, o nome da empresa não aparece, sendo assim, as reclamações são feitas ao órgão regulador, e eles repassam para que possamos apurar.
Viação Serrana	O desafio hoje é a quebra na informação repassada pelos usuários, uma vez que eles nem sempre conseguem informações corretas para a apuração dos fatos pela empresa. Quando recebemos a reclamação, apuramos, e as tratativas da empresa são respondidas via sistema disponibilizado pelo órgão gestor (CETURB). O retorno das reclamações para o usuário é feito via órgão gestor.

<b>7-Quais são os principais desafios na comunicação e interação com os passageiros, incluindo gestão de reclamações, informações em tempo real e <i>feedback</i>?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida	A central de ouvidoria realiza o levantamento de todas as reclamações efetivadas, muitas vezes o retorno em tempo hábil a essas reclamações pelos setores responsáveis, seja operação ou manutenção, é lento ou inexistente.
Viação Satélite	Não pode haver esse contato por restrição do órgão gestor, que centraliza e controla esse assunto.
<b>8- Quais são os principais custos operacionais que a empresa enfrenta e como ela busca otimizar esses custos?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Grupo Santa Zita	Custo com folha de pagamento, custo de combustível e custo do material rodante. Telemetria, escala, rotas.
Viação Serrana	Custo de pessoal.
Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida	Alto custo de horas extras na operação ainda é o grande ofensor. Os altos níveis de <i>turnover</i> e absenteísmo impactam diretamente o aumento de horas extras.
Viação Satélite	Gasto com combustível, treinamentos de condução econômica através de parcerias com Sest/Senat e treinamentos internos e acompanhamentos com instrutor.
<b>9- Que tecnologias ou sistemas a empresa utiliza atualmente para apoiar a operação do transporte urbano e quais são os principais desafios na implementação e utilização dessas ferramentas?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Grupo Santa Zita	Telemetria, videomonitoramento, bilhetagem.
Viação Serrana	Sistema de telemetria; sistema de gestão integrada; sistema de videomonitoramento; sistema de bilhetagem eletrônica; sistema de GPS. Atualmente todos os sistemas estão implementados. Podemos citar como desafios na implantação os custos altos para adquirir os sistemas, dificuldade de aceitação por parte dos operadores, falta de mão de obra qualificada para operar o sistema.
Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida	Telemetria; tarifação de passagens (bilhetagem); câmeras de vídeo; sistema de controle de tráfego (GPS); automação de abastecimento, sistema de controle de frota com planejamento e controle da automação, controle de estoque do setor de suprimentos, notas fiscais e pagamentos de fornecedores, além de controle de folha de pagamento de funcionários.
Viação Satélite	Globus, Geocontrol e CTAsmart (controle de abastecimento).
<b>10- Como a empresa monitora e lida com o tráfego urbano e outras condições adversas que podem afetar a pontualidade dos serviços?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Grupo Santa Zita	GPS
Viação Serrana	A frota é monitorada via GPS. A empresa conta com fiscais nos pontos de controles (terminais de integração), onde o fiscal tem autonomia de movimentar a frota de acordo com a necessidade.

**10- Como a empresa monitora e lida com o tráfego urbano e outras condições adversas que podem afetar a pontualidade dos serviços?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida	O acompanhamento da empresa quanto à pontualidade é realizada através de indicadores de pontualidade em um sistema chamado Cittati Tecnologia, que por meio de GPS acompanha horários e rotas de cada veículo nas linhas cadastradas nesse mesmo sistema. Existe um setor que faz parte da operação chamado Central de Controle de Operacional, que faz acompanhamento real das linhas e serve também como central de apoio aos motoristas para cumprirem as rotas.
Viação Satélite	Através do acompanhamento dos fiscais nos terminais, quando possível.

**11- Na visão dos passageiros, quais as suas principais dores?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Grupo Santa Zita	Atrasos, falta de infraestrutura (pontos de ônibus), falta de segurança.
Viação Serrana	As principais reclamações por parte dos usuários são; superlotação; descumprimento de horários; descumprimentos de itinerários; falta de frota climatizada; custo da tarifa; falta de segurança pública.
Ansal – Auto Nossa Senhora Aparecida	Pontualidade e falhas dos veículos devido a quebras mecânicas/elétricas ou sistema de controle de tráfego ou bilhetagem.
Viação Satélite	Tempo de espera do coletivo, descumprimentos de horários, mau-atendimento.

## APÊNDICE C – Questionário aplicado nos laboratórios

1- Qual é o principal objetivo da implantação do laboratório de inovação tecnológica?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	Criar soluções tecnológicas para segurança dos trabalhadores; soluções para problemas operacionais; soluções que tragam retorno financeiro.
LabOceano	Viabilizar um ambiente de interação multidisciplinar para solução de desafios tecnológicos na área oceânica, onde uma infraestrutura complexa e de alto custo de manutenção possa ser utilizada de forma eficiente e compartilhada por diversas células de excelência da Universidade e Indústria Naval/Offshore.
Fab Lab CPTM	Promover a cultura de inovação em ambiente colaborativo com tecnologia de ponta, elevando a valorização profissional, produção digital, experimentação e reposição de insumos.
IPT <i>Open</i>	O IPT <i>Open</i> foi apresentado como uma iniciativa estratégica do IPT, focada em estimular a inovação tecnológica por meio da facilitação do acesso a infraestruturas para <i>startups</i> , bem como pequenas, médias e grandes empresas. Foi explicado que o objetivo do IPT é transformar-se em um <i>hub</i> de tecnologia e inovação, alcançando o <i>status</i> de parque tecnológico.
2- Como a empresa espera que o laboratório de inovação contribua para sua estratégia geral de inovação e crescimento?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	<i>Business case</i> financeiro – criação de soluções que promovam a eficiência da operação, mitigando desperdícios, acidentes e fraudes contratuais.
LabOceano	A estratégia de Inovação da COPPE/UFRJ é extremamente relacionada com o emprego de laboratórios para que as pesquisas aplicadas possam ser realizadas em ambientes controlados, como é o caso do LabOceano. Sem infraestruturas como ele, não é possível captar e viabilizar novos projetos inovadores que tornam sustentável todo o aparato acadêmico que a universidade tem como base. Poder contar com um laboratório como o LabOceano é pensar em novos projetos inovadores que só podem ser executados com tais recursos que o laboratório oferece, como o tanque de provas e o sistema de correnteza, únicos no país para ensaios em águas ultraprofundas em escala.
Fab Lab CPTM	A criação do laboratório foi através de meta estratégica da companhia, vinculada a missão, visão e valores da empresa. O laboratório tem como uma de suas estratégias aglutinar pessoas de diferentes formações e habilidades para desenvolverem ideias, testarem projetos e transformá-los em produtos tangíveis.
IPT <i>Open</i>	Não se aplica
3- Quais recursos físicos e tecnológicos serão necessários para o funcionamento do laboratório?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	O laboratório de inteligência artificial da Vale não tem estrutura física. São em torno de 300 colaboradores entre funcionários e terceirizados trabalhando remotamente.
LabOceano	Para o funcionamento do LabOceano é necessário dispor de: oficina de eletrônica; oficina de metalurgia; tanque de provas; sistema de correnteza; sistema de geração de ondas; salas de projeto; salas de reunião; simuladores de manobras de navios; tanque auxiliar para ensaios com correnteza; dependências administrativas para funcionários; <i>cluster</i> de processamento paralelo de alto desempenho (CFD).

<b>3- Quais recursos físicos e tecnológicos serão necessários para o funcionamento do laboratório?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Fab Lab CPTM	Laboratório implantado, conta com espaço de aproximadamente 60m <sup>2</sup> , incluindo espaço para descompressão, equipamentos como impressora 3D, ferramentas fresadoras de precisão, plotter, scanner 3 d, cnc laser, cnc mecânico. No “inovação” são 40m <sup>2</sup> com servidores distribuídos em máquinas virtuais, notebooks, placas, sensores, <i>raspeberry</i> e conectores.
IPT Open	No Espaço <i>Maker 4.0 Hard</i> , observamos equipamentos como impressoras 3D para peças metálicas, a CNC (ROMI D600), uma dobradeira, além de ferramentas como o rugosímetro. Também foi apresentada a matéria-prima utilizada pela impressora 3D, especificamente o pó de inox. No Espaço <i>Maker 4.0 Soft</i> , observamos impressoras 3D de polímeros e resinas, scanner 3D, componentes de IoT (microcontroladores e componentes eletrônicos em geral) e fresadoras de circuito impresso, CNC Laser, além de ferramentas como paquímetro, micrômetro, anemômetro, entre outros. Durante a visita, assistimos a uma demonstração do scanner laser aplicado em um eixo de máquina agrícola.
<b>4- Como a empresa planeja adquirir e manter os recursos necessários para o laboratório de inovação?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Lab. IA Vale	Atualmente a Vale investe muito alto em tecnologia. Não existe um orçamento predefinido.
LabOceano	A estratégia da Universidade e da COPPE é empregar recursos de fomento público por entender que existe um apelo significativo e estratégico para o país de se investir nesse recurso laboratorial para alavancar a produção <i>offshore</i> e colocar o Brasil na vanguarda tecnológica de uma área de conhecimento que gera fatia significativa do PIB nacional. Recursos da FINEP e FAPERJ serão as principais fontes de financiamento, bem como investimentos em pesquisa para projetos de empresas petroleiras pela regra compulsória de investimento ANP.
Fab Lab CPTM	Os equipamentos adquiridos. Estuda-se no momento aquisição de novos equipamentos e sensores, e a aquisição ocorre sob a demanda de cada projeto para testes e validações.
IPT Open	Não se aplica.
<b>5- Que tipo de habilidades e conhecimentos são necessários para compor a equipe do laboratório de inovação?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Lab. IA Vale	Profissionais com formação em ciência de dados e <i>data analítics</i> .
LabOceano	É necessária uma equipe composta por: Engenheiros Navais (4); Engenheiro Eletrônico (1); Técnico em Instrumentação (3); Técnico em Mecânica/Metalurgia (4); Mergulhador (2); Engenheiro Mecânico (1); Técnico em Eletrônica (1).
Fab Lab CPTM	Conhecimento e prática em cultura <i>Maker</i> , configuração, manutenção e utilização de equipamentos como máquinas 3D, CNCs e <i>softwares</i> de vetorizações e desenvolvimento 3 D.
IPT Open	Não se aplica

6- Qual será o processo de recrutamento e desenvolvimento de talentos para a equipe do laboratório?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	A tendência é a terceirização, sendo assim, não há recrutamento e seleção. Quanto ao desenvolvimento, são feitos treinamentos de <i>advanced analytics</i> periodicamente.
LabOceano	A estratégia primária é realizar contratação inicial através de oferta de vagas no SENAI, captando talentos formados pelas escolas técnicas desse serviço para os cargos técnicos e oferta de vagas dentro da universidade para captação de engenheiros com origem e história relacionada com a UFRJ/COPPE. Será dada preferência para ex-alunos do departamento de Engenharia Naval e Oceânica da COPPE (Mestrado e Doutorado) por entender que essa relação acadêmica agrega bastante valor no trabalho a ser desempenhado pelo laboratório. Posteriormente, haverá gradualmente a inserção de estagiários nessas áreas que poderão vir a compor o quadro técnico e de engenharia dos novos projetos, de acordo com a demanda e fluxo de trabalho.
Fab Lab CPTM	Não houve recrutamento, profissional qualificado em banco de talentos, com experiência e conhecimento do tema.
IPT Open	Não se aplica.
7- Quais serão os principais processos e metodologias utilizados no laboratório de inovação para promover a criatividade e o desenvolvimento de novas tecnologias?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	Atualmente a Vale conta com um departamento de <i>Business Partner</i> que faz o mapeamento de todas as oportunidades de melhoria e direciona para a área.
LabOceano	A metodologia empregada para incentivo e promoção de novas tecnologias será pautada pela inserção do LabOceano em um ambiente criativo e de interação por natureza, o “Parque Tecnológico” da UFRJ. Esse local reunirá, em um ambiente colaborativo, diversas empresas interessadas em inovação, incluindo uma incubadora de empresas que estarão fisicamente próximas e relacionadas na troca de valores e conhecimentos, cada uma em sua área de excelência. Será montado um ambiente moderno e criativo para atrair jovens talentos com ideias inovadoras para dentro do Laboratório, com espaço (salas) dedicadas às equipes de grêmios estudantis, como a Minvera Náutica, que promove atividades extraclasse para os alunos de graduação e pós-graduação do Departamento de Eng. Naval e Oceânica focando em desafios tecnológicos e competições afins. Esses alunos poderão acessar as oficinas e dependências do laboratório para concretizar seus projetos, além de interagir com o time de técnicos e engenheiros do local para buscar soluções inovadoras e compartilhar experiências que estimulem a criação e pensamento disruptivo. Haverá ainda uma filosofia a ser implantada no nível gerencial de liberdade criativa para soluções disruptivas aos mais complexos desafios que serão apresentados pelos clientes, fomentando a experimentação de novos materiais e técnicas para se solucionar problemas tecnológicos da área naval/ <i>offshore</i> . Recursos como simuladores virtuais, realidade virtual e aumentada, prototipagem 3D e manufatura aditiva estarão dentro do pacote de facilidades de experimentação que o laboratório estará oferecendo para seus colaboradores.
Fab Lab CPTM	Ambos os espaços de inovação da empresa utilizam técnicas de <i>design thinking</i> , <i>brainstorming</i> , bem como imersões específicas.
IPT Open	Não se aplica.

<b>8- Como será feita a seleção e priorização de projetos de inovação dentro do laboratório?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Lab. IA Vale	A seleção e priorização ficam sob responsabilidade da área de <i>Business Partner</i> . A prioridade sempre vai ser o que envolve risco de pessoal.
LabOceano	Os projetos serão priorizados de acordo com a aderência à área de conhecimento “Tecnologias Oceânicas” com o qual o LabOceano tem ligação, sendo os projetos com maior potencial estratégico para gerar conhecimento e inovação e contribuição científica de pesquisa nessa área os mais bem pontuados para um critério de seleção.
Fab Lab CPTM	A seleção de ordem da produção e pela urgência da reposição em caso de ideias inovadoras por ordem de demanda.
<i>IPT Open</i>	Não se aplica.
<b>9- Como o laboratório de inovação tecnológica irá colaborar com outras áreas da empresa ou com parceiros externos?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Lab. IA Vale	<i>Business Partner</i> .
LabOceano	O LabOceano irá contribuir com os outros departamentos da UFRJ e empresas do Parque Tecnológico viabilizando a realização de experimentos complexos que requeiram as facilidades nele instaladas. Ainda que o projeto de pesquisa seja de outro departamento, poderão ser utilizados os recursos disponíveis para viabilizar os seus projetos. Parceiros externos como a Marinha do Brasil e Petrobras também terão oportunidade de explorar soluções tecnológicas para os seus desafios com parcerias e cooperações estratégicas junto ao laboratório.
Fab Lab CPTM	Os laboratórios são abertos a todas as áreas da empresa, inclusive o Centro de Inovação e Tecnologia abarca um representante de cada diretoria, formando um colegiado que toma decisões na temática, existindo um vínculo direto com o comitê. Parceiros externos sempre que há interesse, procuramos ou recebemos conhecimento, existindo, inclusive, possibilidade de treinamentos trocados entre os parceiros.
<i>IPT Open</i>	Não se aplica,
<b>10- Quais são as estratégias para promover a colaboração e o compartilhamento de conhecimento entre o laboratório e outras partes interessadas?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Lab. IA Vale	<i>Business Partner</i> .
LabOceano	Realização de fóruns de pesquisa como <i>workshops</i> e seminários abertos ao público interessado, além da divulgação nos canais de redes sociais do Laboratório, da COPPE e do próprio Parque Tecnológico para que os parceiros tomem conhecimento do rol de capacidades de pesquisa disponibilizados pelo LabOceano.
Fab Lab CPTM	Há divulgação dos desenvolvimentos, nas redes sociais da companhia, inclusive perfil do presidente, boletins internos (em processo de melhoria), programas de incentivo.

10- Quais são as estratégias para promover a colaboração e o compartilhamento de conhecimento entre o laboratório e outras partes interessadas?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
IPT Open	Modelos de parceria e convênio, destacando o acesso aos laboratórios e a oferta de consultoria. 1. Chamamento Público para o Centro de Inovação: esse tipo de acordo disponibiliza espaços dentro do IPT para entidades interessadas em se instalar no <i>campus</i> e desenvolver projetos lá. 2. Chamamento Público para o <i>Hub</i> de Inovação: nesse arranjo não são disponibilizados espaços dentro do IPT para instalação, mas se permite o acesso aos serviços do IPT, como os laboratórios. 3. <i>Membership</i> : o IPT está desenvolvendo um novo produto, ainda não divulgado oficialmente, chamado "IPT Membership". Esse produto, previsto para custar cerca de 84 mil reais, proporcionará 50% de <i>cashback</i> aos clientes, incentivando o uso dos laboratórios <i>makers</i> , consultorias e outros serviços gerais oferecidos pelo IPT. Flexíveis: o IPT mostra flexibilidade ao ajustar os pacotes de serviços de maneira negociável, caso a caso, além de oferecer pacotes específicos para incubação, aceleração de <i>startups</i> , acordos de cooperação.
11- Quais serão os indicadores-chave de desempenho (KPIs) utilizados para avaliar o sucesso do laboratório de inovação?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	<i>Business Partner</i> .
LabOceano	Os principais indicadores serão a quantidade de artigos científicos publicados anualmente em revistas classificadas como A e B Qualis e a quantidade de patentes e registros de <i>softwares</i> obtidos com resultados inovadores dos projetos.
Fab Lab CPTM	Através da catalogação, controlamos todos os projetos executados, tiragem, material utilizado e benefícios financeiros ou perceptíveis para a imagem da companhia.
IPT Open	Não se aplica.
12- Como a empresa planeja medir o impacto das inovações desenvolvidas no laboratório no negócio e na satisfação do cliente?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	Não se aplica.
LabOceano	Através de questionários de avaliação e satisfação do cliente, obtidos em entrevistas estruturadas junto aos mesmos durante e após a realização das fases do projeto.
Fab Lab CPTM	Quando há benefícios que interferem em outros indicadores, inclusive com a redução de <i>backlog</i> e comparativos financeiros, quando há substituição ou reposição de peças.
IPT Open	Não se aplica,
13- Como a empresa pretende promover uma cultura de inovação e experimentação dentro e fora do laboratório?	
EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	“Faz parte da missão da VALE melhorar a vida e transformar o futuro, servimos à sociedade ao gerar prosperidade para todos e cuidar do planeta. Estamos abertos ao contato da comunidade em busca de soluções, dúvidas e entrevistas como esta.”
LabOceano	Ver item 4.
Fab Lab CPTM	A CPTM possui um comitê de inovação atuando que incentiva a cultura de inovação e experimentação, com eventos para os profissionais e premiações. Também temos programas de aceleração interna.
IPT Open	Não se aplica.

<b>14- Quais são os principais desafios esperados na implementação do laboratório de inovação e como a empresa planeja superá-los?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Lab. IA Vale	Na Vale, a implementação do laboratório não foi um desafio. O maior desafio é relacionado a pôr em prática as soluções tecnológicas, devido à estrutura da operação, na maioria das vezes.
LabOceano	Os principais desafios estão relacionados à captação de mão de obra com perfil inovador, que será incentivada através da divulgação das atividades em redes sociais e palestras de divulgação institucional nas Universidades e Departamentos com foco nas áreas de conhecimento de interesse.
Fab Lab CPTM	Laboratório implantado.
IPT Open	Não se aplica.
<b>15- Quais são os principais riscos associados à implantação do laboratório de inovação tecnológica e como a empresa planeja mitigá-los?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Lab. IA Vale	A aderências das pessoas. Dar segurança aos colaboradores para que a tecnologia facilite a vida e o trabalho, o que não os substitui.
LabOceano	O principal risco é encontrado na captação de recursos para implementação do Projeto de Implantação e segurança orçamentária federal tendo em vista haver planejamento dependente de financiamento através de agências de fomento públicas que dependem do não contingenciamento de recursos na esfera do MCTI. Para mitigar esse risco, planejamos um faseamento do projeto em metas de curto e médio prazos de forma que elas possam ser atingidas de maneira sequencial com aportes semestrais sem comprometimento entre fases.
Fab Lab CPTM	Recursos destinados à aquisição de matéria-prima, flexibilidade para aquisição de insumos em baixas quantidades para testes de novos projetos. Justificativa e habilitação no estoque de itens de maior consumo e manter fornecedores disponíveis.
IPT Open	Não se aplica.
<b>16- Como será feita a gestão da segurança da informação e proteção dos dados no laboratório?</b>	
<b>EMPRESAS</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Lab. IA Vale	Existe outro setor responsável.
LabOceano	Está prevista uma infraestrutura de TI robusta para estabelecimento de uma intranet do laboratório em que os dados sensíveis estarão armazenados e com acesso restrito aos usuários cadastrados com nível de segurança respectivo. Os dados dos clientes (resultados de experimentos realizados nos projetos) estarão protegidos e criptografados com nível de acesso adequado. As estações de trabalho serão cadastradas por usuário com login e senha, e dispositivos de armazenamento (HD e pen drive) bloqueados para usuários em máquinas mais sensíveis, de forma a impedir o salvamento de material. reservado. O acesso pela nuvem ou via internet deverá ser implementado via VPN criptografada, a fim de restringir o acesso indevido à intranet do laboratório.
Fab Lab CPTM	Todas as áreas das empresas da empresa seguem as diretrizes e normas de gestão de risco, conformidade e segurança, sendo todos os profissionais obrigados a ler esse documento e confirmar o cumprimento. A empresa também promove treinamentos on-line sobre a temática. Portanto, os laboratórios estão contidos nesse processo.
IPT Open	Não se aplica.

**17- Quais são as expectativas de longo prazo para o laboratório de inovação tecnológica e como a empresa planeja sustentar e expandir suas operações ao longo do tempo?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	Não se aplica.
LabOceano	As expectativas são de expansão da carteira de projetos nos próximos 5 anos devido ao crescimento da economia e procura por maiores investimentos na área <i>offshore</i> , o que será considerado o nicho de mercado propulsor das atividades do laboratório. O dimensionamento das instalações e capacidades do laboratório foi feito em seu projeto para comportar um crescimento de 150% das atividades de manufatura de modelos em escala para experimentos e aumento de salas de projeto, bem como emprego de simuladores para pesquisa. Essa expansão se dará de acordo com o planejamento estratégico e fluxo financeiro decorrente dos projetos em execução nesse período, bem como editais de fomento FINEP/MCTI que visam à expansão do parque laboratorial de ICTs e universidades.
Fab Lab CPTM	Expandir seu uso, com programas específicos, adquirindo novos equipamentos e capacitações, abarcar mais programas sociais com patrocínio e parcerias com empresas externas.
IPT Open	Não se aplica.

**18- Como a empresa coleta *feedback* dos usuários e partes interessadas sobre as iniciativas do laboratório de inovação e usa essas informações para melhorias contínuas?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	<i>Business partner.</i>
LabOceano	Através de ouvidoria da COPPE e Parque Tecnológico, bem como nos relatórios de entrega de resultados ao cliente, onde existe um questionário de satisfação a ser devolvido para o setor de produção do LabOceano. Existe ainda possibilidade de canal aberto via redes sociais nas páginas do laboratório do Facebook e Instagram.
Fab Lab CPTM	Normalmente as áreas-fins documentam a melhoria ou mudanças e enviam esses registros por e-mail. O comitê faz pesquisas de percepção com os funcionários.
IPT Open	Não se aplica.

**19- Em qual nível de maturidade o laboratório de encontra?**

EMPRESAS	RESPOSTAS
Lab. IA Vale	Maturidade Nível 4
LabOceano	Maturidade Nível 5
Fab Lab CPTM	Maturidade Nível 3
IPT Open	Não se aplica.