



ANNE IRENE CUNHA VAZ

**INOVAÇÃO RESPONSÁVEL EM PROJETOS DE
MOBILIDADE INTELIGENTE:
ESTUDO DE CASOS NO POLO DE INOVAÇÃO IFMG**

**LAVRAS – MG
2024**

ANNE IRENE CUNHA VAZ

**INOVAÇÃO RESPONSÁVEL EM PROJETOS DE MOBILIDADE INTELIGENTE:
ESTUDO DE CASOS NO POLO DE INOVAÇÃO IFMG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras – UFLA, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGA, na linha de pesquisa em Gestão Estratégica, Marketing e Inovação, na área de concentração em Administração para a obtenção do título de Mestra.

**Prof. Dr. André Grützmann
Orientador**

**LAVRAS – MG
2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Vaz, Anne Irene Cunha.

Inovação Responsável em Projetos de Mobilidade Inteligente:
Estudo de Casos no Polo de Inovação IFMG / Anne Irene Cunha
Vaz. - 2024.

99 p.: il.

Orientador(a): André Grützmann.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Inovação Responsável. 2. Ecossistema de Inovação. 3.
Mobilidade Inteligente. I. Grützmann, André. II. Título.

ANNE IRENE CUNHA VAZ

**INOVAÇÃO RESPONSÁVEL EM PROJETOS DE MOBILIDADE INTELIGENTE:
ESTUDO DE CASOS NO POLO DE INOVAÇÃO IFMG
RESPONSIBLE INNOVATION IN SMART MOBILITY PROJECTS:
CASE STUDIES AT IFMG INNOVATION HUB**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras – UFLA, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGA, na linha de pesquisa em Gestão Estratégica, Marketing e Inovação, na área de concentração em Administração para a obtenção do título de Mestra.

APROVADA em 09 de fevereiro de 2024
Prof. Dr. Cleber Carvalho de Castro – UFLA
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva – UNIFEI

Prof. Dr. André Grützmann
Orientador

**LAVRAS – MG
2024**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão às pessoas que desempenharam papéis fundamentais no desenvolvimento e conclusão do mestrado. Suas contribuições e apoio foram inestimáveis, e sou profundamente grata por tê-los ao meu lado durante esta jornada. Primeiramente, quero agradecer ao professor Dr. André Grützmán pela sua orientação, paciência e dedicação ao longo deste processo. Agradeço sinceramente por sua mentoria. À minha querida mãe, Janice Cunha, agradeço por seu apoio e amor incondicional. Sua sabedoria e incentivo foram a força motriz por trás de cada passo que dei nesta jornada. Seu apoio foi fundamental para que eu me mantivesse determinada.

Ao meu padrasto Dolor Alvarenga e meu irmão Paulo Vaz Netto, agradeço por todo apoio. Sempre serei grata também ao meu pai, Paulo Vaz, mesmo que em memória. Onde quer que esteja, sei que está muito orgulhoso da minha trajetória. Aos meus amigos de toda uma vida em Formiga – Tayná, Ana Paula, Ana Flávia, Cris e Gabriel – cuja amizade trouxe luz e equilíbrio à minha jornada. Agradeço também aos meus amigos em Lavras por serem uma fonte constante de apoio e alegria. Este trabalho não teria sido possível sem o apoio e contribuições de todos vocês. Cada um desempenhou um papel fundamental, e sou profundamente grata por tê-los em minha vida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) por meio do Projeto APQ-00831-21 do Edital Universal nº01/2021. O suporte financeiro proporcionado pelas agências de fomento desempenhou um papel importante no desenvolvimento e na conclusão deste estudo. Além disso, estendo meus agradecimentos a todos os membros do DAE e do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA) e a Universidade Federal de Lavras (UFLA). A colaboração e o apoio dessas equipes foram importantes ao longo do processo de pesquisa. Agradeço pelo ambiente acadêmico, pelas discussões produtivas e pelo suporte contínuo que recebi durante minha jornada acadêmica.

Muito obrigada!

RESUMO

A pesquisa se concentra na temática da inovação responsável (IR) no contexto da mobilidade inteligente, explorando três projetos específicos desenvolvidos em parceria com o polo EMBRAPPII localizado no Instituto Federal de Minas Gerais e com empresas privadas, sendo eles: escalonador inteligente, semáforo inteligente e um sistema de ponto eletrônico. Ao destacar as dimensões da IR – antecipação, reflexividade, inclusão e responsividade – o estudo busca compreender se esses princípios são aplicados nos projetos. A colaboração entre os atores envolvidos nos projetos também é estudada, resultando na análise de um ecossistema de inovação, evidenciando o desenvolvimento compartilhado de soluções inovadoras. A abordagem metodológica adotada nesta pesquisa é qualitativa, utilizando uma combinação de entrevistas semiestruturadas, análise documental e questionários disponibilizados por meio do Google Forms. Para orientar a coleta e análise de dados, optou-se pelo método Eisenhardt, reconhecido por sua aplicação em pesquisas qualitativas em ciências sociais, sobretudo em estudos de caso. Os resultados evidenciam que o escalonador inteligente buscava otimizar a coordenação de caminhões em diferentes atividades, mas enfrentou desafios comerciais e de mercado que impediram sua comercialização. O segundo projeto, semáforo inteligente, tinha como objetivo aprimorar a mobilidade urbana, ressaltando a importância de parcerias para sua efetivação. O terceiro projeto, sistema inteligente de ponto eletrônico, concentrou-se na gestão de pontos eletrônicos em ambientes remotos, concluindo com sucesso e evidenciando a colaboração estratégica entre empresas e instituições de ensino. Foi destacada também a colaboração com a EMBRAPPII como elemento relevante para o desenvolvimento inovador.

Palavras-chave: inovação responsável; ecossistemas de inovação; mobilidade inteligente.

ABSTRACT

The research focuses on the theme of Responsible Innovation in the context of smart mobility, exploring three specific projects developed in partnership with the EMBRAPII hub located at the Federal Institute of Minas Gerais and private companies. These projects include the Smart Scheduler, Smart Traffic Light, and an Intelligent Time and Attendance System. By emphasizing the dimensions of Responsible Innovation – anticipation, reflexivity, inclusion, and responsiveness – the study seeks to understand whether these principles are applied in the projects. Collaboration among the actors involved in the projects is also examined, resulting in the analysis of an innovation ecosystem, highlighting the shared development of innovative solutions. The adopted methodological approach in this research is qualitative, employing a combination of semi-structured interviews, documentary analysis, and questionnaires administered through Google Forms. To guide data collection and analysis, the Eisenhardt method was chosen, recognized for its application in qualitative research in social sciences, particularly in case studies. The results reveal that the Smart Scheduler aimed to optimize the coordination of trucks in various activities but faced commercial and market challenges that hindered its commercialization. The second project, Smart Traffic Light, aimed to improve urban mobility, emphasizing the importance of partnerships for its implementation. The third project, Intelligent Time and Attendance System, focused on managing timekeeping in remote environments, concluding successfully and highlighting the strategic collaboration between companies and educational institutions. Collaboration with EMBRAPII was also emphasized as an element for innovative development.

Keywords: responsible innovation; innovation ecosystems; intelligent mobility.

IMPACTOS SOCIAIS, TECNOLÓGICOS, ECONÔMICOS E CULTURAIS

Os desafios da inovação envolvem incertezas que devem ser gerenciadas com responsabilidade. A dissertação foca na inovação no contexto da mobilidade inteligente, ressaltando a importância da inovação responsável (IR) e dos ecossistemas de inovação (EI). A IR busca soluções inovadoras que considerem questões éticas, sociais e ambientais, baseadas nos princípios de antecipação, reflexividade, inclusão e responsividade. A área de EI representa a união de esforços em prol de objetivos comuns. A colaboração entre governos, empresas privadas e instituições acadêmicas é significativa para desenvolver soluções inovadoras. Nesse contexto, o objeto de estudo na área de mobilidade inteligente busca oferecer melhorias para a sociedade, tanto socioeconômicas quanto ambientais, ao demandar soluções sustentáveis e eficientes para solucionar problemas. O estudo analisou três projetos de mobilidade inteligente desenvolvidos no Polo de Inovação do IFMG. A pesquisa com as temáticas de IR e EI, focada em mobilidade inteligente e conduzida no Polo de Inovação do IFMG, gera impactos potenciais nos âmbitos social, tecnológico, econômico e cultural oferecendo benefícios para a sociedade. No âmbito social, a pesquisa se aprofundou em práticas inovadoras alinhadas com valores éticos e necessidades sociais. Em relação aos impactos tecnológicos, o estudo analisou projetos de mobilidade inteligente que contribuíram para o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes. O enfoque em IR busca assegurar que as soluções considerem questões éticas, sociais e ambientais, baseadas nos princípios de antecipação, reflexividade, inclusão e responsividade. Nos impactos econômicos, as soluções de mobilidade eficiente e sustentável melhoram a economia ao otimizar o transporte urbano. Em termos de impactos culturais, a pesquisa contribui para o tema de governança ao incentivar a colaboração entre governos, empresas privadas e instituições acadêmicas. Essa união de esforços promove a comunicação e o envolvimento da comunidade na busca de soluções para a mobilidade inteligente. A pesquisa está alinhada com 3 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, incluindo ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura e ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima. O trabalho não tem caráter extensionista, porém analisou ações que podem ser englobadas como sendo da terceira missão universitária. As iniciativas com foco na aplicação prática do conhecimento em mobilidade inteligente visam resolver problemas reais, promover o desenvolvimento local e regional e contribuir para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Essas ações podem incluir projetos de pesquisa aplicada, desenvolvimento de tecnologias inovadoras para o transporte, e parcerias com governos e empresas para implementar soluções que atendam necessidades.

SOCIAL, TECHNOLOGICAL, ECONOMIC AND CULTURAL IMPACTS

The challenges of innovation involve uncertainties that must be managed responsibly. The thesis focuses on innovation within the context of smart mobility, highlighting the importance of responsible innovation (RI) and innovation ecosystems (IE). RI seeks innovative solutions that address ethical, social, and environmental issues, based on the principles of anticipation, reflexivity, inclusion, and responsiveness. The IE area represents the collective effort towards common goals. Collaboration between governments, private companies, and academic institutions is crucial for developing innovative solutions. In this context, the study in the field of smart mobility aims to offer improvements for society, both socioeconomically and environmentally, by demanding sustainable and efficient solutions to solve problems. The study analyzed three smart mobility projects developed at the IFMG Innovation Hub. Research on RI and IE, focused on smart mobility and conducted at the IFMG Innovation Hub, has potential impacts in the social, technological, economic, and cultural realms, offering benefits to society. In terms of social impact, the research delved into innovative practices aligned with ethical values and social needs. Regarding technological impacts, the study examined smart mobility projects that contributed to the development of more efficient technologies. The focus on RI aims to ensure that solutions consider ethical, social, and environmental issues based on the principles of anticipation, reflexivity, inclusion, and responsiveness. Economically, efficient and sustainable mobility solutions enhance the economy by optimizing urban transport. Culturally, the research contributes to the theme of governance by encouraging collaboration between governments, private companies, and academic institutions. This collective effort promotes communication and community engagement in seeking solutions for smart mobility. The research aligns with 3 of the UN Sustainable Development Goals (SDGs), including SDG 11 – Sustainable Cities and Communities; SDG 9 – Industry, Innovation, and Infrastructure; and SDG 13 – Climate Action. The work is not extension-focused but analyzed actions that could be categorized as part of the third university mission. Initiatives focusing on the practical application of knowledge in smart mobility aim to solve real problems, promote local and regional development, and contribute to improving people's quality of life. These actions may include applied research projects, development of innovative transportation technologies, and partnerships with governments and businesses to implement solutions that meet needs.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Contextualização do tema	10
1.2 Problema de pesquisa	15
1.3 Objetivo geral	17
1.3.1 Objetivos específicos	18
1.4 Justificativas de pesquisa	18
1.5 Estrutura do projeto	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Inovação Responsável (IR)	21
2.1.1 Dimensões da Inovação Responsável	23
2.2 Abordagem ecossistêmica	25
2.2.1 Ecossistemas de Inovação (EI)	27
2.2.2 Desenvolvimento do Ecossistema de Inovação	28
2.3 Mobilidade inteligente	29
2.3.1 Mobilidade inteligente urbana	31
3 METODOLOGIA	35
3.1 Tipo de pesquisa	35
3.2 Método de pesquisa	36
3.3 Objeto de estudo	38
3.4 Procedimentos e técnicas de coletas de dados	40
3.5 Análise e interpretação dos dados	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1 Local de estudo: Polo de Inovação IFMG/EMBRAPII – Objetos de estudo: mobilidade e sistemas inteligentes.	45
4.2 Escalonador inteligente para veículos e ativos móveis	46
4.2 Semáforo Inteligente para controle de fluxo mediante detecção de presença	55
4.3 Sistema inteligente de ponto eletrônico e produção integrado a veículo automotor para ambientes de baixa conectividade	64
4.4 Análise comparativa: Escalonador, Semáforo e Ponto Eletrônico	74
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS	88
ANEXO A – INOVAÇÃO RESPONSÁVEL EM PROJETOS DE MOBILIDADE INTELIGENTE: ESTUDO DE CASOS NO POLO DE INOVAÇÃO IFMG	98

1 INTRODUÇÃO

O trabalho aborda desafios enfrentados na inovação, ressaltando a crescente importância da busca por práticas inovadoras responsáveis. Nesse contexto, surgiu a área de estudos em ciência, tecnologia e sociedade voltada para a inovação responsável, que busca abordar questões éticas, sociais e ambientais na criação de soluções inovadoras. Essa abordagem se fundamenta em quatro princípios: Antecipação, Reflexividade, Inclusão e Responsividade. Para promover soluções responsáveis, é essencial fomentar um ambiente propício à inovação, promovendo a colaboração entre diversos agentes. O trabalho concentra-se na temática da mobilidade inteligente, visando o desenvolvimento de soluções mais eficientes. Para alcançar uma solução eficaz, é fundamental estabelecer parcerias entre os atores interessados em determinada inovação. A colaboração entre diferentes atores, como governos, empresas e instituições acadêmicas, desempenha um papel essencial na integração de novas tecnologias em diversos setores. Os projetos abordados na pesquisa realizada foram desenvolvidos em parceria com empresas privadas e o Instituto Federal de Minas Gerais. Esta seção introdutória contextualiza o tema da dissertação, apresentando a questão de pesquisa, objetivos principais e específicos, justificativa e a estrutura do trabalho.

1.1 Contextualização do tema

A inovação traz consigo a capacidade de enfrentar os desafios éticos, sociais, ambientais e políticos que surgem de maneiras incertas e imprevisíveis. Por ser um processo complexo e com impactos futuros incertos, a inovação acarreta desafios éticos, sociais, ambientais e políticos. Sendo assim, os atores da inovação devem reconhecer a complexidade envolvida e lidar com suas responsabilidades na construção de conhecimento (Owen *et al.*, 2021). Por esse motivo, diante do crescente indício de preocupação com o futuro do planeta, alguns indivíduos e organizações estão buscando implementar inovações com um maior grau de responsabilidade (Chistov; Aramburu; Carrillo-Hermosilla, 2021). Sendo assim, a área de estudos em ciência, tecnologia e sociedade direcionada para a inovação responsável surgiu para lidar com diversos aspectos relacionados a propósitos, motivações, constituições sociais (Vaz *et al.*, 2023) políticas, trajetórias e novas direções da inovação, refletindo essa crescente preocupação em torno das novas tecnologias (Savastano, 2023).

A preocupação com as implicações das novas tecnologias recebe a denominação de Inovação Responsável (IR) (Owen *et al.*, 2021). Neste sentido, três pontos são considerados:

(i) importância contínua da IR como espaço para o debate, contestação e negociação sobre ciência, tecnologia, inovação, sociedade e responsabilidade; (ii) reflexão dos inovadores e pesquisadores na aplicação e ampliação da responsabilidade social por meio da IR; (iii) IR como um ponto político para discutir o envolvimento direto e indireto com ciência, tecnologia e inovação. Esses pontos destacam a necessidade contínua de reflexão sobre como as inovações e o futuro da sociedade são percebidos (Owen; Schomberg; Magnathen, 2021). Aspectos como ética, participação e engajamento do público com a ciência são apontados por Loureiro e Conceição (2019) como centrais nas discussões sobre inovação responsável. Além disso, é importante ressaltar que a temática da inovação responsável tem ganhado destaque, o que evidencia um crescente interesse e envolvimento com esse conceito (Loureiro; Conceição, 2019).

A inovação responsável engloba a ética e a transparência na criação e implementação de soluções inovadoras, levando em consideração as implicações sociais, ambientais e econômicas. Seguir esses princípios é fundamental para garantir que as inovações contribuam para o bem-estar da sociedade. Nesse sentido, a inovação responsável deve abordar implicações em todas as fases do processo, desde a concepção até o descarte, a fim de evitar danos às pessoas e às gerações futuras (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013, 2020). Portanto, pesquisadores e gestores devem estar preparados para antecipar possíveis consequências das tecnologias que desenvolvem (Vaz *et al.*, 2023). Devem refletir sobre suas responsabilidades e envolver as partes interessadas no processo de inovação, além de responder aos valores e mudanças constantes na sociedade (Von Schomberg, 2021).

A abordagem de Inovação Responsável visa equilibrar o progresso científico com ética e impacto social, fundamentando-se em quatro princípios, a saber. Primeiramente, a “Antecipação” pressupõe a capacidade de prever os possíveis impactos das inovações na sociedade, tanto negativas quanto positivas, a longo prazo. Em seguida, a “Reflexividade” implica na análise e adaptação contínuas da inovação com base em feedbacks e experiências reais. O princípio da “Inclusão” envolve partes interessadas relevantes, como comunidades, empresas e governos, garantindo que a inovação beneficie a sociedade como um todo. Por fim, a “Responsividade” abrange a capacidade de resposta, ou seja, a habilidade de se adaptar de maneira flexível aos novos conhecimentos, perspectivas e normas emergentes. Esses princípios formam a base da abordagem de IR assegurando uma inovação que não apenas avança, mas também respeita valores éticos e contribui para o bem-estar social (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013, 2020).

Para desenvolver soluções inovadoras responsáveis que atendam às necessidades da sociedade, é fundamental estabelecer um ambiente propício à inovação. Esse processo dinâmico surge da interação entre diversos agentes econômicos, incluindo clientes, empresas e instituições de desenvolvimento e tecnologia, tanto no âmbito público quanto privado (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2020). Essa interação pode ser impulsionada pela colaboração entre universidades, empresas, incubadoras, aceleradoras, investidores, políticas públicas e sociedade, que desempenham um papel fundamental no estímulo à inovação, resultando em avanços significativos em determinadas regiões ou setores (Sumrin, 2021). Nesse contexto, pode emergir um ecossistema, proporcionando recursos essenciais para que empresas e empreendedores desenvolvam soluções alinhadas às necessidades sociais (Granstrand; Holgersson, 2020).

Em um ambiente dinâmico de inovação, diversos atores, incluindo empresas, instituições acadêmicas, governos e empreendedores, colaboram e interagem para impulsionar o desenvolvimento de soluções inovadoras, identificado como um potencial ecossistema de inovação (Granstrand; Holgersson, 2020). O sucesso dos ecossistemas de inovação está ligado à sua origem em ambientes de negócios, apresentando vantagens sociais e regionais distintas (Cruz; Ferreira; Kraus, 2021). Nesse contexto, a colaboração em pesquisa e o acesso a conhecimentos externos surgem como fatores cruciais para impulsionar a inovação responsável, direcionada à sociedade (Chistov; Aramburu; Carrillo-Hermosilla, 2021). Ressalta-se que a responsabilidade nas ações dos participantes desempenha um papel fundamental, estando vinculada ao êxito de um ecossistema de inovação (Cruz; Ferreira; Kraus, 2021). É importante ressaltar que as responsabilidades ligadas às inovações não são de natureza individual, mas sim compreendidas de forma coletiva, como enfatizado por Chatfield *et al.* (2017).

A tentativa de construção de um ecossistema de inovação que aproxima indivíduos e instituições é uma estratégia adotada por organizações que buscam aumentar o desenvolvimento inteligente de produtos e serviços, gerando confiança perante a sociedade (Costa; Freire; Reis, 2021). A interação de diferentes participantes em ecossistemas de inovação, conforme destacado por Granstrand e Holgersson (2020), propicia o desenvolvimento de soluções impactantes para a sociedade, exemplificadas pela mobilidade inteligente, conforme abordado por Komarov (2021). Na mobilidade inteligente, busca-se criar um ambiente propício à inovação, promovendo o desenvolvimento de soluções eficazes e sustentáveis para as necessidades em constante evolução na mobilidade. Ao mesmo tempo, visa-se maximizar o valor público gerado por essas iniciativas (Docherty; Marsden; Anable, 2018). A mobilidade inteligente visa a construção de ambientes mais seguros e adaptados e têm

surgido como uma solução promissora para aprimorar diversos aspectos socioeconômicos e ambientais, como economia, governança, meio ambiente e qualidade de vida (Giffinger, 2007).

É relevante analisar situações relacionadas à mobilidade de pessoas, bens e informações para uma compreensão abrangente dos desafios e oportunidades presentes nesse cenário dinâmico. A verificação contínua dessas questões é imperativa, pois permite a implementação mais eficaz de mudanças benéficas no funcionamento dos sistemas, promovendo uma mobilidade mais inteligente e eficiente (Orlowski; Romanowska, 2019). Na área urbana, além de garantir maior conectividade e segurança aos pedestres, a mobilidade inteligente desempenha um papel fundamental na redução do congestionamento do tráfego, um dos principais desafios da mobilidade urbana (Vaz *et al.*, 2023). Para enfrentar esse problema, é essencial compreender e implementar iniciativas que melhorem o desenvolvimento urbano (Savastano, 2023).

O desenvolvimento urbano reconhece cada vez mais a importância das tecnologias na promoção da competitividade econômica e na melhoria da qualidade de vida da população. Nesse contexto, é essencial estudar e analisar as decisões e estratégias que têm obtido mais sucesso (Savastano, 2023). Identificar empresas e iniciativas que estejam impulsionando a transformação por meio de tecnologias inovadoras é fundamental. Uma cidade tecnológica e intensiva busca conectar pessoas, informações e elementos por meio de novas tecnologias, visando criar um ambiente inovador. Essas abordagens voltadas para a mobilidade inteligente e a inovação tecnológica são fundamentais para impulsionar o desenvolvimento urbano e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos (Bakici; Almirall; Wareham, 2013; Appio; Lima; Paroutis, 2019).

Com o objetivo de promover o benefício da sociedade, governos, empresas e instituições acadêmicas buscam integrar novos sistemas tecnológicos em diferentes setores (Holroyd, 2022). Tanto os institutos federais quanto as universidades, juntamente com o suporte financeiro do governo destinado à pesquisa e as alocações regionais, emergem como elementos cruciais que moldam a eficiência da colaboração. Ao compreender a influência tanto da instituição acadêmica quanto do apoio governamental, considerando também a relevância da indústria, é possível conduzir uma avaliação mais abrangente dos fatores que desempenham um papel importante no sucesso dessa colaboração (Hou; Hong; Shi, 2021). Desta forma, compreende-se que, no contexto do sistema de inovação de uma sociedade, é essencial contar com a participação de diversos atores (Holroyd, 2022).

No ano de 2013 foi criada a Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial – EMBRAPPII, qualificada como uma Organização Social pelo Poder Público Federal gerida pelo

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e que possui o Ministério da Educação (MEC) como instituição interveniente. A organização tem como missão contribuir para o desenvolvimento da inovação na indústria brasileira por meio do fortalecimento de sua colaboração com institutos de pesquisas e universidades. Para tanto, a EMBRAPII credencia unidades, em todo país, a atuarem em setores industriais específicos, visando fomentar e fortalecer a parceria entre as indústrias, as universidades, Institutos Federais de Educação e Institutos de Pesquisa (EMBRAPII, 2021).

Durante a investigação sobre as atividades da EMBRAPII, uma série de projetos relacionados à mobilidade inteligente foi identificada no Polo de Inovação do Instituto Federal de Minas Gerais, situado na cidade de Formiga, Minas Gerais. Esses projetos representam uma iniciativa significativa no desenvolvimento de soluções inovadoras para os desafios da mobilidade inteligente. Dentre os projetos desenvolvidos neste polo, quatro se destacaram por sua relevância e impacto potencial na área da mobilidade inteligente. Desses quatro projetos, três foram selecionados para análise devido à sua abordagem inovadora e potencial para promover avanços significativos na mobilidade. No entanto, vale ressaltar que o projeto denominado “Carro Verde” foi excluído do escopo da análise devido à inviabilidade de realizar entrevistas tanto com a empresa parceira quanto com os responsáveis no IFMG *campus* Formiga. Portanto, este estudo, concentra-se na análise de três projetos realizados em colaboração com empresas privadas no setor de mobilidade inteligente. Esses projetos representam uma parceria entre o setor acadêmico, indústria, e EMBRAPII, visando desenvolver soluções inovadoras que atendam às demandas crescentes por mobilidade eficiente.

Portanto, para o estudo, foram analisados três projetos realizados em colaboração com empresas privadas no setor de mobilidade inteligente:

- (i) Escalonador Inteligente para Veículos e Ativos Móveis. Desenvolvimento de um escalonador de tarefas inteligentes para processos operacionais genéricos. Empresa: Aiko *Logic*.
- (ii) Semáforo Inteligente para Controle de Fluxo Mediante Detecção de Presença. Desenvolvido um sistema inteligente para controle semaforístico, para que na inexistência de veículos em rota de colisão, o controle de fluxo seja otimizado e sejam evitadas esperas desnecessárias e acidentes. Empresa: Sema Sistemas Eletro Eletrônicos, Mecânicos e Automação.
- (iii) Sistema Inteligente de Ponto Eletrônico e Produção Integrado a Veículo. Desenvolvido um sistema inteligente que viabiliza o registro de ponto eletrônico

em ambientes com conectividade limitada, atendendo especialmente a empresa Prumo Engenharia, empresa de mobilidade urbana que desloca seus trabalhadores para locais remotos desprovidos de conectividade. Empresa Idealizadora: Célula Web. Empresa Usuária: Prumo Engenharia.

1.2 Problema de pesquisa

Ao explorar o papel da ciência e o impacto de suas pesquisas, a Inovação Responsável (IR) propõe uma reflexão sobre a colaboração social na criação de soluções inovadoras (Owen; Macnaghten; Stilgoe, 2021). Direcionando seus esforços para o desenvolvimento de soluções que atendam às necessidades da sociedade e minimizem efeitos adversos, a IR pode ser efetivamente promovida (Bacq; Aguilera, 2022). No entanto, a inovação, em sua natureza intrínseca, carrega o potencial de produzir riscos e complicações éticas, sociais, ambientais e políticas de maneiras incertas e imprevisíveis (Owen *et al.*, 2021).

Com uma abordagem voltada para a responsabilidade futura, almeja-se não apenas explorar novos horizontes, mas também compreender e influenciar ativamente os processos de inovação, moldando-os em direção aos futuros desejados (Owen *et al.*, 2021). Por isso, há a necessidade de estudos aprofundados para compreender e antecipar essas dinâmicas, garantindo que os benefícios sejam maximizados e os riscos mitigados de maneira eficaz (Pansera; Genovese; Ripa, 2021). Os autores Pansera, Genovese e Ripa (2021) ainda ressaltam que à medida que as discussões ganham destaque na área de inovação responsável, essa abordagem pode demandar avanços tecnológicos significativos em diversos setores. Desta forma, enfatizam a importância de pesquisas contínuas para avançar nesses setores e garantir que as inovações sejam conduzidas de forma responsável e eficaz.

A inovação responsável desempenha um papel fundamental na restauração da legitimidade e da confiança na ciência. No entanto, seu impacto vai além disso, englobando a prevenção de futuras controvérsias, a democratização da pesquisa e a promoção de políticas e resultados de pesquisa e inovação socialmente sólidos. Ademais, ela possui o potencial de fomentar uma cultura e prática científicas mais reflexivas (Owen *et al.*, 2021). Outro aspecto fundamental a se ponderar na responsabilidade da ciência, tecnologia e inovação é a definição de quem está encarregado das decisões, como estas são tomadas em relação aos diversos direcionamentos tecnológicos e como esse processo pode ser conduzido de forma responsável (Pansera; Genovese; Ripa, 2021). Por essa razão, torna-se essencial apoiar políticas voltadas para promover de maneira abrangente a integração da inovação responsável nas práticas organizacionais. Isso envolve estabelecer normas, procedimentos e estruturas formais que

solidifiquem essa abordagem em todos os aspectos e níveis da organização. Isso implica incorporar a inovação responsável como parte integral da cultura e das operações, tornando-a uma prática reconhecida e integrada consistentemente (Owen *et al.*, 2021).

Há uma crescente demanda por uma compreensão mais aprofundada sobre a inovação responsável. Sustenta-se que, embora a disposição para assumir riscos possa contribuir para o desempenho, essa contribuição está relacionada ao nível de inovação e proatividade. Portanto, enfatiza-se ainda mais a relevância da inovação responsável nesse contexto, pois ela é essencial para garantir que os riscos assumidos sejam bem direcionados e gerem resultados positivos (Gojny-Zbierowska; Zbierowski, 2021). Por esse motivo, torna-se importante realizar análises da interação entre todas as partes interessadas no contexto da inovação, permitindo, dessa forma, compreender o impacto das ações inovadoras considerando diferentes perspectivas e atores envolvidos (Bacq; Aguilera, 2022).

É fundamental conduzir pesquisas sobre como as organizações se relacionam em diferentes aspectos, especialmente ao considerar os princípios da inovação responsável (Gojny-Zbierowska; Zbierowski, 2021). Sendo assim, com o apoio de todas as partes interessadas relevantes, é possível avançar significativamente (Tijndik, 2021), principalmente ao envolver diversos atores no processo (Guston, 2014). A colaboração entre esses diversos atores em busca de soluções inovadoras, pode ser caracterizada como ecossistemas de inovação (Granstrand; Holgersson, 2020),

A importância de um ecossistema de inovação reside na criação de um ambiente colaborativo e socialmente orientado (Granstrand; Holgersson, 2020). Nesse contexto, a abordagem da Inovação Responsável (IR) emerge como um elemento essencial para tornar os ecossistemas mais inclusivos e éticos, coordenando políticas, práticas e teorias para impulsionar um progresso contínuo (Srinivas, 2022). A força desses ecossistemas está em sua capacidade de gerar soluções que atendam às necessidades da sociedade, fortalecendo a inovação para o benefício geral. Portanto, uma análise detalhada dessas questões é importante para orientar políticas e práticas, incentivando o desenvolvimento de ecossistemas inovadores (Komarov, 2021).

De acordo com Paiva (2021), uma temática abrangendo sustentabilidade, economia e qualidade de vida, com reflexos diretos tanto na comunidade como nas instituições governamentais, é a mobilidade inteligente, que parece estar em constante evolução e cada vez mais alinhada com o desenvolvimento da sociedade. A mobilidade inteligente visa oferecer contribuições que se destacam como soluções diferenciadas e inovadoras. Este conceito prioriza a sustentabilidade das soluções desenvolvidas, incentiva o transporte ativo, promove a adoção

de combustíveis ecologicamente amigáveis e valoriza a participação efetiva dos cidadãos. Dessa forma, espera-se que esses aspectos integrem cada vez mais a mobilidade inteligente nos próximos anos (Paiva, 2021).

Com o objetivo de aprimorar aspectos na economia, governança, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida dos cidadãos, a abordagem da mobilidade inteligente busca entender os desafios e oportunidades para efetuar mudanças benéficas. Essa compreensão profunda é essencial para promover uma mobilidade mais eficiente e segura, contribuindo assim para o bem-estar e progresso da sociedade (Orlowski; Romanowska, 2019; Paiva, 2021). No entanto, para superar desafios relacionados à mobilidade inteligente, torna-se importante entender o desenvolvimento de iniciativas que impulsionam o avanço tecnológico de maneira eficiente. Além de promover uma conexão mais eficiente e segura entre as pessoas, a mobilidade inteligente desempenha um papel significativo na mitigação do congestionamento do tráfego, um desafio presente na atual dinâmica da mobilidade urbana (Savastano, 2023).

Diante dos avanços tecnológicos acelerados, a mobilidade inteligente assume caráter imperativo, buscando a identificação e avaliação das principais inovações com foco na sociedade (Butler; Yigitcanlar; Paz, 2020). Segundo Paiva (2021), nos próximos anos, é previsto que ocorram mudanças significativas na interligação entre o conceito de mobilidade, o planejamento urbano e a logística de transporte de mercadorias e pessoas. Assim, surge a necessidade de conduzir pesquisas aprofundadas relacionadas a essa temática. O crescimento demográfico segue uma trajetória exponencial, com cerca de 6 bilhões de pessoas registradas em 1999, aproximadamente 7,7 bilhões em 2020 e uma estimativa de aproximadamente 9 bilhões esperada para 2040. Este aumento observado nas cidades ao redor do mundo inevitavelmente demandará novos algoritmos para otimizar rotas de veículos e pessoas, estratégias de gestão de tráfego para mitigar congestionamentos e uma maior otimização nos processos logísticos, entre outros desafios (Paiva, 2021).

Dessa maneira, procurou-se responder a seguinte pergunta: Os projetos de mobilidade inteligente desenvolvidos em ecossistemas de inovação, têm levado a inovação responsável em consideração?

1.3 Objetivo geral

A partir da questão de pesquisa que orientou o desenvolvimento da dissertação, este trabalho teve como principal objetivo analisar como a inovação responsável é considerada nos projetos de mobilidade inteligente desenvolvidos em ecossistemas de inovação. A intenção foi compreender como empresas e o polo EMBRAPPI lidam com os processos de inovação ao

desenvolver projetos relacionados com a mobilidade inteligente, além de avaliar o papel dos ecossistemas de inovação na promoção de soluções para cidades, empresas e sociedade.

1.3.1 Objetivos específicos

Para responder o objetivo principal, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- (i) Investigar os projetos de mobilidade inteligente à luz da inovação responsável.
- (ii) Investigar as práticas adotadas pelas empresas e polo EMBRAPPII em relação à inovação responsável no desenvolvimento de tecnologias de mobilidade inteligente, desde sua idealização até o produto final ou descarte.
- (iii) Investigar o papel do ecossistema de inovação na promoção da inovação responsável em relação ao desenvolvimento de novas tecnologias.

1.4 Justificativas de pesquisa

Ecossistemas de inovação podem ser influenciados pelos princípios éticos e expectativas sociais, desempenhando um papel prático nesse contexto. Torna-se fundamental assegurar que os processos e produtos resultantes das atividades inovadoras atendam aos critérios de serem desejáveis e aceitáveis. Essa prática, possibilita um alinhamento dos ecossistemas de inovação com as necessidades da sociedade, integrando considerações éticas e responsáveis no desenvolvimento de novas soluções. Dessa maneira, não apenas orienta melhor aos valores e demandas sociais, mas também contribui para um impacto positivo em geral (Stahl, 2022).

Para contribuir de forma positiva para a sociedade, é essencial realizar estudos sobre as abordagens de Inovação Responsável (IR) adotadas por diferentes organizações e entender o envolvimento das partes interessadas. Essas investigações são fundamentais para organizações que enfrentam desafios, pois ampliam o conhecimento sobre as melhores práticas para alcançar a inovação responsável. Isso, por sua vez, auxilia no desenvolvimento de estratégias e práticas com impacto benéfico para a sociedade (Bacq; Aguilera, 2022). Nesse contexto, a pesquisa se justifica pela necessidade de analisar o papel das empresas privadas, do IFMG e da EMBRAPPII na promoção da inovação responsável, especialmente no desenvolvimento de soluções inteligentes para as cidades. Dada a crescente demanda por inovação na área de mobilidade inteligente (Oksanen; Hautamäki, 2015; Cebrián, 2012), é significativo compreender como esses atores podem contribuir para impulsionar soluções mais eficientes. Além disso, há interesse em investigar os ecossistemas de inovação como possíveis catalisadores desse processo.

A justificativa social desta pesquisa é evidenciada pela análise do envolvimento de empresas privadas, do Polo de Inovação do IFMG e da EMBRAPPII na promoção da inovação responsável em projetos de soluções inteligentes. Com a crescente demanda por mobilidade inteligente, torna-se relevante compreender como esses atores contribuem para soluções mais eficientes, visando aprimorar a qualidade de vida dos cidadãos. Ao alinhar os ecossistemas de inovação com as necessidades da sociedade e integrar considerações éticas e responsáveis em suas atividades, espera-se o desenvolvimento de soluções inovadoras benéficas para a população e as cidades.

A justificativa teórica deste trabalho decorre da análise da Inovação Responsável (IR) e dos ecossistemas de inovação compostos por organizações voltadas para a mobilidade inteligente. Ao aprofundar o entendimento das melhores práticas para alcançar a inovação responsável, a pesquisa oferece novas descobertas teóricas valiosas para pesquisadores, acadêmicos e profissionais interessados em questões relacionadas à inovação responsável. A justificativa gerencial fornece informações valiosas para empresas e instituições envolvidas em projetos de mobilidade inteligente. Ao compreender o envolvimento das partes interessadas e o impacto de um possível ecossistema de inovação no desenvolvimento de soluções, a pesquisa oferece dados para decisões mais informadas (Stahl; 2022; Bacq; Aguilera, 2022; Oksanen; Hautamäki, 2015; Cebrián, 2012).

1.5 Estrutura do projeto

Este tópico tem como objetivo apresentar a estrutura do trabalho. A introdução destacou a importância da mobilidade como objeto de estudo deste trabalho, relacionando-a com a preocupação da sociedade em relação aos impactos e ao futuro das inovações e tecnologias. O encerramento da primeira sessão incluiu a apresentação do problema de pesquisa, objetivo geral, objetivos específicos e justificativa da pesquisa. A segunda sessão é dedicada ao referencial teórico, onde serão apresentados conceitos e teorias sobre inovação responsável, ecossistemas de inovação e mobilidade inteligente. A terceira seção descreve os procedimentos metodológicos que foram utilizados para atender aos objetivos da pesquisa, com ênfase nas metodologias qualitativas, ferramentas e técnicas de coleta e análise de dados.

A quarta seção aborda os Resultados e Discussão, onde foram apresentados os achados da pesquisa e a análise dos dados coletados em relação aos objetivos propostos. Por fim, na sexta seção é apresentada as considerações finais do trabalho, destacando a relevância da inovação responsável para soluções inteligentes na mobilidade. Ao finalizar a pesquisa, espera-se que os resultados e conclusões contribuam para promover a conscientização sobre a

importância da inovação responsável no desenvolvimento de soluções inteligentes com enfoque em beneficiar a sociedade. Por fim, serão apresentadas as Referências e Bibliografia, citando as fontes utilizadas para embasar o trabalho, garantindo a integridade e credibilidade das informações apresentadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, os tópicos apresentam as bases conceituais fundamentais para a pesquisa proposta, relacionada aos temas da Inovação Responsável (IR); Ecossistema de Inovação e Mobilidade Inteligente. A IR oferece um base teórica para compreender como abordar questões éticas e sociais no contexto do avanço tecnológico. A avaliação dos processos de inovação, além dos resultados finais, juntamente com as dimensões como antecipação, reflexividade, inclusão e responsividade, são conceitos relevantes a serem explorados na pesquisa. Além disso, a discussão sobre o ambiente propício para a inovação, como o ecossistema de inovação, destaca a importância de investigar como a colaboração entre diferentes atores pode influenciar o desenvolvimento de soluções inovadoras. A mobilidade inteligente também é considerada uma temática de interesse para a pesquisa, especialmente ao considerar a criação de sistemas mais eficientes e inclusivos.

2.1 Inovação Responsável (IR)

As discussões iniciais sobre inovação responsável surgiram na Comissão Europeia (CE) em 2010, com o intuito de abordar questões de responsabilidade relacionadas à ciência. Em 2011, um workshop realizado em Bruxelas foi dedicado à temática da pesquisa e inovação responsável, explorando a interação entre ciência e sociedade, com ênfase na gestão de riscos. À medida que as discussões avançaram, o conceito de inovação responsável ganhou destaque, refletindo sobre a ciência, seu impacto por meio de pesquisas e a importância da colaboração social na promoção da inovação (Owen; Macnaghten; Stilgoe, 2012). Dessa forma, a IR surgiu como uma abordagem que visa compreender as dimensões éticas e busca lidar com os potenciais impactos das inovações tecnológicas na sociedade, especialmente no que diz respeito aos possíveis danos decorrentes desses avanços (Loureiro; Conceição, 2019).

A inovação responsável busca assegurar que os impactos e efeitos da pesquisa e inovação sejam conduzidos de maneira ética, promovendo discussões positivas e benéficas para a sociedade (Genus; Stirling, 2018). Contudo, com o avanço da tecnologia, tornou-se cada vez mais evidente que, junto aos benefícios, a inovação também pode acarretar danos. Por isso, ressalta-se a importância da participação da sociedade, permitindo o monitoramento dos eventuais prejuízos. Nesse contexto, os debates sobre responsabilidade na inovação têm se expandido, reconhecendo que a ciência e a tecnologia não se limitam apenas a técnicas, mas também possuem uma dimensão social e política (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2020). E por essa razão, a discussão sobre pesquisa em inovação responsável tem ganhado destaque na

última década, proporcionando orientações para o futuro e uma estrutura para avaliar o impacto social da pesquisa e inovação (Jakobsen; Floysand; Overton, 2019).

Nesse contexto, torna-se importante que os atores sociais envolvidos em pesquisas relacionadas à inovação responsável adotem uma postura transparente e responsável mutuamente, considerando a ética e a aceitabilidade social no processo de inovação. Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013) ressaltam que cuidar do futuro por meio da gestão coletiva da ciência e da inovação é uma característica da IR. Já Stahl (2013) enfatiza que a IR é uma responsabilidade de nível superior que busca moldar, manter, desenvolver, alinhar pesquisas, processos, atores e responsabilidades relacionados à inovação, visando garantir resultados de pesquisa desejáveis e aceitáveis. Por sua vez, Spruit, Hoople e Rolfe (2015) destacam que a IR representa uma mudança na avaliação dos processos de inovação, ao passo que não se limita apenas à avaliação dos resultados finais dos produtos, como ocorre em tribunais sob a lei de responsabilidade, mas sim avaliar as qualidades do próprio processo de inovação.

O termo “inovação responsável” reflete a importância de considerar o impacto social das pesquisas científicas (Owen; Macnaghten; Stilgoe, 2012), possibilitando a incorporação adequada dos avanços científicos e tecnológicos na sociedade para atender às necessidades e desejos da população de maneira responsável (Schomberg, 2011). Em suma, essa abordagem visa cuidar do propósito da ciência e da inovação, estimulando discussões sobre as normas que regem a pesquisa e o desenvolvimento e incentivando práticas éticas, inclusivas e democráticas (Owen; Macnaghten; Stilgoe, 2012). Entende-se, portanto, que a inovação responsável vai além da gestão presente, representando um compromisso com o cuidado do futuro por meio da gestão coletiva da ciência e da inovação. Essa abordagem analisa integralmente o processo de inovação, levando em consideração a responsabilidade dos atores sociais e suas interações, com o objetivo de assegurar o desenvolvimento responsável das inovações (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013).

Ao direcionar o foco para as instituições presentes no cenário da inovação, torna-se significativo estabelecer o bem-estar da sociedade como um princípio fundamental (Oksanen; Hautamäki, 2015). Isso implica em realizar uma análise cuidadosa dos riscos e benefícios associados às novas tecnologias, levando em consideração a aceitabilidade, ética e conveniência tanto do processo de inovação quanto de seus produtos (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2020). Além disso, destaca-se a importância do envolvimento público no desenvolvimento de novas tecnologias (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013), juntamente com a compreensão das necessidades das partes interessadas envolvidas no processo de inovação, alinhando-o aos valores e prioridades da sociedade (Owen; Macnaghten; Stilgoe, 2012). Para garantir a

incorporação adequada das novas tecnologias em prol da sociedade, Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013) acrescentaram quatro dimensões essenciais: antecipação, reflexão, inclusão e responsividade.

2.1.1 Dimensões da Inovação Responsável

Para que os avanços científicos e tecnológicos possam beneficiar a sociedade, é necessário garantir sua incorporação adequada (Loureiro; Conceição, 2019). Para alcançar resultados sociais positivos, Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013) buscaram ampliar a compreensão conceitual da inovação responsável ao propor quatro dimensões fundamentais: antecipação, reflexividade, inclusão e responsividade. Essas dimensões são essenciais para orientar a prática da inovação responsável, permitindo uma abordagem proativa, reflexiva, inclusiva e adaptativa, que considere os impactos das novas tecnologias.

A antecipação é um dos princípios fundamentais da inovação responsável, envolvendo a consideração dos impactos potenciais das pesquisas e inovações. Os pesquisadores devem estar atentos aos riscos e benefícios das novas tecnologias, buscando soluções preventivas para mitigar os efeitos negativos. Isso inclui questionar o que é conhecido, provável, plausível e possível. A antecipação auxilia na formação de agendas para lidar com futuros riscos, permitindo uma gestão mais eficaz dos efeitos da inovação. A antecipação na pesquisa abre novas oportunidades de inovação alinhadas com preocupações éticas, políticas ambientais e sociais, evitando os aspectos negativos da inovação que muitas vezes são percebidos tarde demais para serem revertidos (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013, 2020).

Guston (2014) destaca a necessidade de antecipar os riscos das inovações, envolvendo os interessados e gerenciando as possíveis consequências das novas tecnologias. A governança antecipatória assegura que a inovação seja realizada de maneira responsável, sem ser vista como um obstáculo ao processo inovador. Brey (2012) propõe um modelo de avaliação ética antecipatória que considera as interferências e riscos no processo de inovação. O modelo envolve três etapas: (i) antecipação das possíveis consequências e impactos da tecnologia; (ii) avaliação dos valores e princípios éticos envolvidos; (iii) ações para garantir que a tecnologia seja desenvolvida e usada de forma ética e responsável. A ética antecipatória envolve antecipar os impactos da tecnologia, avaliar valores éticos e tomar medidas para garantir o desenvolvimento ético da inovação, promovendo confiança pública e aceitação social (Brey, 2012).

A reflexividade é uma habilidade essencial dos atores envolvidos na pesquisa e inovação, permitindo que reflitam sobre seus interesses e necessidades, assim como os de

outros, garantindo uma abordagem ética e responsável. Ela atua como um espelho crítico das atividades e pressupostos da organização, possibilitando correções de curso quando necessário. A reflexividade assegura que a pesquisa e inovação sejam conduzidas de forma responsável e que as soluções desenvolvidas sejam benéficas para a sociedade. Além disso, pode-se afirmar que ela inclui a capacidade de aprender com experiências passadas, reconhecendo falhas e ajustando a abordagem para evitar repeti-las (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013; Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2020). Essa abordagem enfoca a necessidade de reflexão e avaliação ética no processo de inovação, abordando a necessidade de reflexão e avaliação ética no processo de inovação tecnológica, especialmente no caso de tecnologias emergentes (Brey, 2012).

A inclusão na pesquisa e inovação responsável é essencial para garantir a participação de comunidades locais, organizações da sociedade civil, trabalhadores e consumidores. Isso envolve parcerias multissetoriais, fóruns e a inclusão de membros em comitês científicos, visando diversificar as contribuições, promover uma governança mais inclusiva e fomentar o desenvolvimento de novas políticas. A inclusão deve ser um processo contínuo, com as partes interessadas envolvidas desde o início e em todas as fases subsequentes da inovação, garantindo o atendimento de seus interesses e necessidades. Além de impulsionar soluções mais eficazes e sustentáveis, a inclusão na inovação responsável constrói confiança na sociedade, demonstrando que a inovação ocorre de forma ética e responsável (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013; Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2020).

A inclusão na inovação responsável é fundamental para assegurar que todas as partes interessadas tenham voz e sejam consideradas no processo de inovação. O envolvimento de diversos atores ajuda a garantir uma distribuição justa e equitativa dos riscos e benefícios da tecnologia. Assim, destaca-se a importância desse envolvimento para uma governança inclusiva (Guston, 2014). Além disso, Brey (2012) ressalta que a colaboração e o diálogo entre engenheiros, formuladores de políticas, organizações da sociedade civil e o público em geral são essenciais para identificar e considerar os valores e princípios éticos relevantes no processo de avaliação.

A responsividade na inovação responsável refere-se à capacidade de adaptar-se e reagir aos novos conhecimentos que surgem, bem como às perspectivas, pontos de vista e normas. Para ser responsivo, é necessário que os processos de inovação responsável possam fornecer respostas adequadas e plausíveis diante de situações específicas, exigindo abordagens flexíveis e adaptáveis. A capacidade de resposta é essencial para garantir que as soluções inovadoras sejam desenvolvidas de maneira oportuna e eficaz, a fim de atender às necessidades da sociedade de forma adequada (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013; Stilgoe; Owen; Macnaghten,

2020). Portanto, cada uma das dimensões propostas destaca aspectos relevantes no contexto da inovação responsável. É importante ressaltar que essas dimensões devem ser consideradas como elementos interconectados que se fortalecem mutuamente. Ao abordar a antecipação, reflexividade, inclusão e responsividade de maneira integrada, é possível promover uma abordagem abrangente e holística da inovação responsável, levando em consideração as implicações éticas, sociais e ambientais das novas tecnologias. As dimensões são elementos essenciais que buscam a participação ativa de atores e instituições (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013; Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2020). Tendo como objetivo melhorar o impacto social, formulando e implementando estratégias eficazes em ciência e tecnologia para atender às necessidades da sociedade de forma mais efetiva (Loureiro; Conceição, 2019).

A pesquisa em inovação responsável, além de envolver a transparência e a participação de atores e pesquisadores (Von Schomberg, 2011), também impulsiona práticas mais eficientes e um mercado competitivo (Juárez, Vergara, 2020). Entretanto, a inovação responsável não deve ser vista como um obstáculo, mas como uma maneira de promover a ética e a confiança na tecnologia (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013). A reflexão sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade atual e futura é de suma importância para promover o incentivo contínuo em relação à inovação responsável. É essencial aprofundar essa reflexão, a fim de garantir que as inovações sejam éticas, sustentáveis e atendam às necessidades da sociedade, conforme apontado por Owen, Von Schomberg e Macnaghten (2021). Porém, para que a inovação responsável ocorra de maneira efetiva, é essencial contar com um ambiente propício que a apoie, como o ecossistema de inovação. Esse ambiente reúne uma variedade de atores, incluindo empresas, instituições de pesquisa, startups, governos e comunidades, que interagem e colaboram para fomentar o desenvolvimento de soluções inovadoras que atendam às necessidades da sociedade de maneira ética (Granstrand; Holgersson, 2020; Costa; Freire; Reis, 2021).

2.2 Abordagem ecossistêmica

A origem da abordagem ecossistêmica está relacionada ao conceito de ecossistema de negócios (Granstrand; Holgersson, 2020; Suominen; Seppänen; Dedehayir, 2019). Ecossistemas de negócio envolvem a captura de valor, com o público-alvo já definido (Vasconcelos Gomes *et al.*, 2018). No âmbito das pesquisas sobre ecossistemas, destaca-se a contribuição de Dedehayir, Mäkinen e Ortt (2018) e Suominen, Seppänen e Dedehayir (2019), os quais trabalham com termos relacionados a “ecossistemas de negócios”. Essa terminologia foi concebida para caracterizar uma rede interconectada de atores econômicos que não apenas

coevoluem em conjunto, mas também desempenham um papel vital na geração de valor para as organizações. Nesse contexto, os ecossistemas de negócios emergem como elementos-chave de estratégias competitivas, alavancando as interações entre os participantes para impulsionar a inovação e a excelência empresarial. A concepção de ecossistemas de negócios abrange, portanto, as comunidades de atores econômicos que coevoluem e contribuem essencialmente para a criação de valor nas organizações, sendo abraçada como uma notável estratégia competitiva (Dedehayir; Mäkinen; Ortt, 2018; Suominen; Sepänen; Dedehayir, 2019).

Um ecossistema possibilita que os participantes gerem valor de maneira inalcançável para qualquer entidade isolada no sistema. Essa adicionalidade surge da complementaridade entre os participantes (Suominen; Sepänen; Dedehayir, 2019). Assim, estabelece-se uma dinâmica colaborativa em torno desses ecossistemas, com o objetivo de impulsionar de forma efetiva o desenvolvimento inovador e o sucesso sustentado das organizações (Dedehayir; Mäkinen; Ortt, 2018; Suominen; Sepänen; Dedehayir, 2019). Esses ecossistemas operam por meio de uma variedade de atores, atividades, recursos e estruturas institucionais (Granstrand; Holgersson, 2020) com o propósito de fomentar a interconexão dentro desse contexto ecossistêmico (Donlagic; Ajanovic; Martić, 2023).

Tais atores, ao se conectarem, colaboram para produzir um sistema tecnológico integrado e interdependente (Silva; Brito; Grützmänn, 2021). Dessa forma, a inovação se desenvolve em um ambiente colaborativo e integrado que proporciona um avanço tecnológico ágil e contínuo (Costa; Matias, 2020). Para promover esse processo inovador, é essencial criar um ambiente que estimule a criatividade, a colaboração e a busca constante por novas ideias. Nessa perspectiva, os ecossistemas de inovação emergem como exemplos práticos nos quais a abordagem de governança adaptativa e colaborativa pode desempenhar um papel transformador no cenário da inovação e do desenvolvimento econômico (Stahl, 2022).

Para abordar o processo de criação conjunta de valor, pesquisadores propuseram e desenvolveram o conceito de ecossistema de inovação (EI), o qual focaliza a criação de valor. Esse conceito, está cada vez mais sendo destacado na literatura sobre estratégia, inovação e empreendedorismo (Vasconcelos Gomes *et al.*, 2018). Dessa forma, EI têm despertado um interesse crescente entre pesquisadores, formuladores de políticas e profissionais, ganhando ainda mais destaque, especialmente nos domínios de negócios e estratégia. Composto por uma evolução dinâmica de atores, atividades, artefatos, instituições e relações, o ecossistema de inovação desempenha um papel significativo na capacidade inovadora de indivíduos e comunidades. A ênfase na colaboração entre participantes sublinha um esforço conjunto e contínuo em direção à inovação (Granstrand; Holgersson, 2020). Nessa perspectiva, Adner

(2006) ressalta a importância sobre a gestão da inovação ao explorar as interações complexas entre uma diversidade de atores, desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento dos Ecossistemas de Inovação.

2.2.1 Ecossistemas de Inovação (EI)

O termo “Ecossistemas de Inovação” refere-se à colaboração entre diversos atores na busca por soluções inovadoras (Granstrand; Holgersson, 2020). O compartilhamento de recursos e a troca de informações entre os participantes do ecossistema desempenham um papel significativo no impulso à inovação, não apenas aprimorando os negócios das empresas, mas também atribuindo valor para os consumidores e estabelecendo uma vantagem competitiva (Feng; Lu; Wang, 2021). A dinâmica inovadora está presente em um ecossistema que envolve a troca de recursos, conectando consumidores, provedores de serviços, fornecedores e o ambiente operacional. As conexões entre os diferentes elementos do ecossistema mostram como a inovação busca por valor, tanto em termos de ideias e conceitos mais amplos quanto em casos práticos (Sawatani; Nakamura; Sakakibara, 2017). Desse modo, EI se configura como um construto que sublinha a interdependência dos diversos atores que colaboram para alcançar um objetivo compartilhado, atribuindo e aproveitando valor a partir de oportunidades identificadas (Ikenami; Garnica; Ringer, 2016).

Dentro desse cenário, os Ecossistemas de Inovação (EI) dedicam-se ao compartilhamento de conhecimento, visando à evolução coletiva dos diferentes atores presentes no ecossistema (Foguesatto *et al.*, 2021). Eles são percebidos como um sistema composto por organizações e ambientes orientados para a inovação, onde há um constante fluxo de material e informações, ocorrendo dentro de contextos específicos de tempo e espaço (Guo, 2009). São reconhecidos como sistemas complexos e dinâmicos, atuam e evoluem em conjunto no mesmo ambiente (Gobble, 2014). Sendo assim, ao contar com a participação de diversos interessados no processo de inovação (Guston, 2014), os EI's conseguem impulsionar de forma mais eficaz o desenvolvimento e elevar os padrões dos resultados obtidos (Costa; Matias, 2020). Em conjunto, os atores colaboram no desenvolvimento de capacidades relacionadas à inovação e desempenham papéis vitais na dinâmica do ecossistema, combinando tanto a competição quanto a cooperação em busca de sobrevivência e domínio (Silva; Grützmann, 2022).

Os EI's são formados por uma variedade de atores, como cidadãos, empresas, governos, universidades, fundações, organismos científicos e econômicos que buscam desempenhar um papel fundamental como catalisador proativo de inovação, transformando as cidades em agentes de mudança (Komninos; Pallot; Schaffers, 2013; Wang, 2010). Os autores Ojaghi,

Mohammadi e Yazdani (2019) enfatizam o papel vital das universidades no Ecosistema de Inovação, sendo fundamentais na geração e difusão de tecnologias para impulsionar a inovação em diversas indústrias. Destaca-se sua função essencial como fontes de conhecimento e facilitadoras da colaboração entre setores público e privado (Boni; Gunn, 2021), sendo cruciais para o desenvolvimento do ecossistema.

2.2.2 Desenvolvimento do Ecosistema de Inovação

À medida que os Ecosistemas de Inovação ganham destaque, surgem questões essenciais sobre sua formação e existência (Dedehayir; Mäkinen; Ortt, 2018). Esses ecossistemas englobam uma variedade de atores como cidadãos, empresas, governos, universidades, fundações e organismos científicos e econômicos, desempenham um papel fundamental como catalisadores proativos de inovação, transformando cidades em agentes de mudança (Komninos; Pallot; Schaffers, 2013; Wang, 2010). Ojaghi, Mohammadi e Yazdani (2019) destacam as universidades como principais atores na articulação e desenvolvimento do Ecosistema de Inovação, seguidas por empresas e fornecedores financeiros. As universidades, enquanto fontes de tecnologias impulsionadoras da inovação em diversas indústrias, desempenham um papel importante como fornecedoras de conhecimento e articuladoras da colaboração entre setores público e privado (Boni; Gunn, 2021). O papel das universidades no desenvolvimento do ecossistema é baseado em conhecimento, sendo uma questão relevante tanto na academia quanto nos negócios, gerando prosperidade e comercialização por meio de pesquisas e desenvolvimentos (Heaton; Siegel; Teece, 2019).

Wang (2010) ressalta a importância da colaboração entre universidades e indústrias no âmbito do ecossistema de inovação, considerando-a fundamental para impulsionar o avanço econômico e tecnológico. A interdependência entre a indústria e as instituições acadêmicas forma um elo no contexto do Ecosistema de Inovação (EI), proporcionando vantagens mútuas, incluindo acesso à tecnologia de ponta, recursos de mão de obra qualificada e o compartilhamento de dados de pesquisa para resolver desafios enfrentados pelas indústrias (Boni; Gunn, 2021). Destaca-se também a importância do governo em fortalecer os ecossistemas de inovação, promovendo não apenas a geração de empregos, mas também o crescimento inclusivo e a resiliência da sociedade (Costa; Freire; Reis, 2021). Portanto, ao contar com a participação de diversos interessados no processo de inovação (Guston, 2014), os EI conseguem impulsionar de forma mais eficaz o desenvolvimento e elevar os padrões dos resultados obtidos (Costa; Matias; Co, 2020). Juntos, os atores colaboram no desenvolvimento de capacidades relacionadas à inovação e desempenham papéis vitais na dinâmica do

ecossistema, combinando tanto a competição quanto a cooperação em busca de sobrevivência e domínio (Silva; Grützmann, 2022).

Os Ecossistemas de Inovação, segundo Yaghmaie e Vanhaverbeke (2019), buscam criar valor por meio da reconfiguração dos papéis dos atores e de suas interconexões. Dedehayir, Mäkinen e Ortt (2018) analisaram os papéis no Ecossistema de Inovação (EI), destacando a importância das funções de liderança para a governança coesa e direcionada. A liderança eficaz coordena atividades, estabelece metas e orienta decisões estratégicas. As funções de criação de valor no ecossistema, envolvendo a geração de inovações e avanço econômico, são desempenhadas pelos atores que concebem, desenvolvem e executam novas ideias, tecnologias e produtos. Funções de apoio à criação de valor, executadas por facilitadores, conectam recursos, conhecimento e oportunidades, fornecendo infraestrutura, programas de capacitação e promovendo a colaboração. Portanto, destacam-se os papéis do ecossistema, impulsionando a inovação, conectando talentos, recursos e criando um ambiente propício para novos empreendimentos e iniciativas inovadoras (Dedehayir; Mäkinen; Ortt, 2018).

Dedehayir, Mäkinen e Ortt (2018) destacam que, diante da dinâmica interconectada, a complexidade e interdependência dos papéis em um ecossistema de inovação são cruciais para construir uma rede eficaz. Essa visão se alinha à ênfase de Stahl (2022) na importância do equilíbrio na gestão, capacitando os ecossistemas para assumirem responsabilidades de forma mais efetiva. A compreensão de que as posições e circunstâncias individuais influenciam a evolução do processo de inovação, conforme destacado por Wang (2010) e Costa, Freire, Reis (2021), conecta-se à abordagem dos Ecossistemas de Inovação (EI) de Foguesatto *et al.* (2021), que reconhecem o compromisso com o compartilhamento de conhecimento para a evolução coletiva dos atores, percebendo o EI como um sistema dinâmico e complexo (Guo, 2009). Nesse contexto, emerge a necessidade de recompensar de forma justa todos os participantes pelas suas contribuições à dinâmica do ecossistema. Essa consideração ganha ainda mais relevância ao enfrentar as crescentes demandas da mobilidade inteligente, um fenômeno impulsionado pelo aumento populacional (Aletà; Alonso; Ruiz, 2017).

2.3 Mobilidade inteligente

A mobilidade inteligente busca contribuir para uma sociedade mais inclusiva e equitativa, onde a acessibilidade e eficiência nos sistemas de mobilidade se convertem em alicerces fundamentais para a promoção da igualdade de oportunidades, melhorando significativamente a qualidade de vida de todos os cidadãos (Lopes; Oliveira, 2017). Nesse contexto, a área de mobilidade inteligente se destaca de maneira notável na perspectiva dos

residentes e visitantes, evidenciando-se especialmente diante dos desafios associados ao transporte eficiente de pessoas, mercadorias e informações (Orlowski; Romanowska, 2019). Além disso, para conferir ao conceito de mobilidade a designação de “inteligente”, torna-se imperativo transcender os comportamentos individuais. A Mobilidade Inteligente, enquanto conglomerado de iniciativas multifacetadas, apresenta a capacidade de adotar diversos patamares de utilização das tecnologias da informação e comunicação (Benevolo; Dameri; D’Auria, 2016).

A base para a mobilidade inteligente é a tecnologia da informação e comunicação, desempenhando um papel central na conexão de recursos urbanos, pessoas, bens e informações, essenciais para o desenvolvimento de uma cidade (Orlowski; Romanowska, 2019). A integração proporcionada pelas tecnologias é importante nesse contexto, abrangendo diversas tecnologias capazes de manipular e transmitir informações, como internet, serviços móveis, telefonia fixa, redes sem fio e televisão. Quando combinadas com a infraestrutura necessária, como computadores, unidades portáteis e servidores, estas tecnologias formam a base para coleta, análise e transmissão de dados, elementos cruciais para o avanço da mobilidade inteligente. Além disso, a aplicação de tecnologias de informação e comunicação desempenha um papel essencial, impulsionando a criação de soluções inteligentes que respondam dinamicamente às necessidades sociais, contribuindo para um futuro mais sustentável e adaptado aos desafios contemporâneos (Lopes; Oliveira, 2017).

Para superar desafios, é essencial realizar análises comparativas de situações em diversos contextos, desempenhando um papel essencial que contribui para a evolução constante e o aprimoramento das estratégias de mobilidade. Nesse cenário, a mobilidade inteligente surge como uma abordagem abrangente, indo além do transporte convencional de pessoas e mercadorias. Ela incorpora também a disseminação de informações por meio digital, assumindo, assim, um papel central e imprescindível nesse panorama dinâmico (Orlowski; Romanowska, 2019). Sendo assim, surgem opções de mobilidade, informações geradas e centradas, baseando-se em dados de *crowdsourcing* e em tempo real, integram-se de maneira fundamental no contexto da evolução do sistema de mobilidade inteligente (Docherty; Marsden; Anable, 2018).

Considerando a mobilidade como um sistema, surgem futuros potenciais para a mobilidade inteligente, à medida que se desenvolvem inovações tecnológicas (Docherty; Marsden; Anable, 2018). Mas, independentemente do estágio de desenvolvimento tecnológico da mobilidade inteligente, todas as iniciativas relacionadas à mobilidade devem se empenhar na realização de, pelo menos, um requisito chave. Benevolo, Dameri e D’Auria (2016)

delineiam objetivos fundamentais que devem guiar a concretização de soluções de mobilidade inteligente, tais como a redução dos custos de mobilidade, a mitigação da poluição atmosférica e sonora, a diminuição do congestionamento do tráfego, o aumento da segurança e a melhoria da velocidade da mobilidade. Esses parâmetros representam não apenas metas tangíveis, mas também princípios norteadores que visam não só a eficiência operacional, mas também o benefício coletivo e a sustentabilidade ambiental (Benevolo; Dameri; D'Auria, 2016). Portanto, à medida que o sistema de mobilidade inteligente evolui, novas oportunidades de mobilidade que ele proporciona conduzirão a resultados diversos, podendo abranger áreas diversas (Docherty; Marsden; Anable, 2018).

Sendo assim, compreende-se que a busca por sistemas de mobilidade mais eficientes e integrados, destacada por Lopes e Oliveira (2017), está diretamente ligada à melhoria da qualidade de vida na sociedade. Isso implica não apenas na adoção de tecnologias eficientes no desenvolvimento de veículos, mas também na criação de oportunidades inovadoras para a mobilidade coletiva (Lopes, Oliveira, 2017). Nesse contexto, a mobilidade inteligente, como discutida por Docherty, Marsden e Anable (2018), representa não apenas uma evolução, mas também o potencial de crescimento do mercado de mobilidade. Essa abordagem promete atender de maneira mais eficaz a necessidades significativas de estilo de vida ainda não atendidas, como a busca por opções de transporte sustentáveis, soluções mais rápidas e eficientes para deslocamentos urbanos, e uma maior conectividade entre os modos de transporte (Docherty; Marsden; Anable, 2018).

2.3.1 Mobilidade inteligente urbana

O aumento da população urbana global tem intensificado a necessidade de abordar as questões ligadas à mobilidade nas cidades (Aletà; Alonso; Ruiz, 2017). Segundo o relatório *World Urbanization Prospects* das Nações Unidas, a proporção de pessoas vivendo em áreas urbanas atingiu 54% no século XXI, com a estimativa de alcançar aproximadamente 68% até 2050. Esse movimento de urbanização se torna mais evidente quando consideramos o crescimento populacional global, projetado para atingir 11 bilhões de pessoas até 2100, conforme indicado pelo relatório da ONU (2019). Esses dados reforçam a importância de compreender e enfrentar os desafios relacionados ao crescimento urbano e ao planejamento eficiente das cidades. No contexto urbano, essas questões têm um impacto significativo na vida da população, tornando-se assuntos cruciais tanto para os residentes quanto para os governos locais (Aletà; Alonso; Ruiz, 2017).

No cenário desafiador do sistema de transportes, a mobilidade inteligente emerge como uma proposta abrangente e promissora, abordando aspectos físicos, econômicos, espaciais, temporais, psicológicos, informacionais e institucionais (Butler; Yigitcanlar; Paz, 2020). Ou seja, a mobilidade inteligente surge como uma solução para enfrentar o desafio do congestionamento do tráfego. Ao combinar tecnologias avançadas com abordagens eficazes, a mobilidade inteligente busca criar um sistema de transporte mais eficiente, acessível e amigável ao meio ambiente. Essa abordagem visa atender às necessidades da sociedade, proporcionando soluções de mobilidade que sejam seguras e capazes de melhorar a qualidade de vida nas cidades (Paiva, 2021).

A mobilidade inteligente visa superar desafios ao abordar elementos essenciais como integração, segurança, acessibilidade, eficiência e flexibilidade. Dentro dessas dimensões, destacam-se pontos críticos, incluindo a facilitação do acesso a diversos modos de transporte, a garantia da segurança, bem como considerações geográficas e regulatórias. Ao incorporar tecnologias avançadas, inovações em sistemas de informação e estratégias de planejamento inteligente, busca-se aprimorar a qualidade dos sistemas de transporte, oferecendo soluções mais eficazes e adaptáveis às necessidades dos usuários e comunidades (Butler; Yigitcanlar; Paz, 2020).

Na gestão do tráfego, a mobilidade inteligente busca otimizar a eficiência ao oferecer rotas alternativas em situações de congestionamento ou emergência. Além disso, direciona rotas e navegação específicas para serviços essenciais, como ambulâncias e veículos governamentais (Paiva, 2021). Nos serviços de mobilidade inteligente, destacam-se iniciativas como compartilhamento de veículos, gestão de estacionamento, locação de bicicletas, controle de tráfego, gerenciamento de meios de transporte, pontos públicos de carga elétrica, controle de frotas e logística. Essas soluções de transporte mais ágeis e eficientes estão impulsionando o desenvolvimento das cidades (Colado *et al.*, 2014).

O propósito da mobilidade inteligente é facilitar a locomoção dos habitantes pela cidade (Cebrián *et al.*, 2012). Quando o tráfego é gerenciado de maneira mais eficiente e eficaz, a cidade se torna mais agradável para a população, o que pode resultar em um aumento na qualidade de vida geral (Colado *et al.*, 2014). Para alcançar esse objetivo, é essencial adotar estratégias adequadas que assegurem o desenvolvimento das áreas urbanas, promovendo uma melhor qualidade de vida para os habitantes e contribuindo para a construção de cidades mais resilientes e equitativas. O investimento em mobilidade urbana pode trazer benefícios significativos para a população, incluindo uma experiência de viagem mais agradável, redução

no tempo de deslocamento, diminuição do congestionamento do tráfego e da poluição ambiental e sonora (Colado *et al.*, 2014).

Estradas deterioradas geram má mobilidade, congestionamentos, emissões de CO₂ e danos econômicos para as cidades e seus cidadãos. Para evitar esses problemas, é importante realizar uma manutenção contínua, com base em um monitoramento regular da rede viária. A manutenção preventiva e corretiva, aliada a um planejamento adequado, contribui para a segurança dos usuários, a eficiência do tráfego e a redução dos custos. É essencial que as autoridades invistam em sistemas de monitoramento e programas de manutenção eficazes, visando garantir a qualidade e durabilidade das estradas, proporcionando uma melhor experiência de deslocamento e impulsionando o desenvolvimento das cidades (Giudici; Mocialov; Myklatun, 2023). Solucionar os problemas de desenvolvimento urbano está diretamente ligado à criação de áreas urbanas mais atrativas para os residentes, promovendo um ambiente de vida mais saudável (Savastano; 2023).

Nesse contexto, aprimorar a segurança e a manutenção através da integração de sistemas de infraestrutura e transporte destaca-se como uma das principais características da mobilidade inteligente (Colado *et al.*, 2014). Conforme destacado por Albino, Berardi e Dangelico (2015, p. 11), a mobilidade inteligente refere-se à aplicação de tecnologias modernas de informação e comunicação no transporte, com o propósito de aprimorar o tráfego urbano. No entanto, a abrangência da mobilidade inteligente vai além do simples uso de tecnologias modernas no transporte, envolvendo também conceitos como planejamento, suporte tecnológico, monitoramento e compartilhamento do sistema de transporte. Essas abordagens têm como meta assegurar padrões de segurança e funcionalidade no âmbito da mobilidade urbana.

Na mobilidade inteligente, o investimento em capital humano, social, infraestrutura, comunicação e transporte promove não apenas o crescimento econômico, mas também uma elevada qualidade de vida, acompanhada por uma gestão eficiente dos recursos. O objetivo central é identificar soluções que aprimorem a qualidade dos serviços prestados aos cidadãos (Caragliu; Del Bo; Nijkamp, 2009). A integração da tecnologia no ambiente urbano permite a obtenção de informações sobre o comportamento coletivo. Essa integração criativa entre tecnologia e design resulta no desenvolvimento de soluções que impactam positivamente a qualidade de vida da população (Ratti, 2021).

Para que esse progresso ocorra, Komninos, Pallot e Schaffers (2013) destacam a importância da participação e cooperação de diferentes atores na melhoria da mobilidade inteligente, impulsionando a inovação em benefício da sociedade como um todo. A mobilidade inteligente está transformando as empresas de transporte tradicionais em organizações mais

flexíveis e integradas a outras soluções (Savastano, 2023). Essa abordagem, que combina infraestruturas físicas e tecnológicas de informação e comunicação de maneira inovadora, possibilita o acesso à informação em tempo real, melhorando significativamente os serviços de transporte (Caragliu; Del Bo; Nijkamp, 2009).

3 METODOLOGIA

Esta seção busca descrever o tipo de pesquisa e apresentar os objetos de estudo, os procedimentos e técnicas de coleta de dados, bem como a análise e interpretação dos resultados. A metodologia adotada para este estudo é predominantemente exploratória-descritiva, visando aprofundar a compreensão do tema. Utilizando uma abordagem qualitativa, emprega-se o método Eisenhardt para análise de caso, reconhecendo a importância da pesquisa em contextos complexos. Este método possibilita análises detalhadas e contextualizadas, permitindo uma compreensão dinâmica de ambientes inovadores. O estudo concentra-se na mobilidade inteligente e seus impactos, selecionando três projetos de mobilidade inteligente relevantes desenvolvidos em ecossistemas de inovação. A coleta de dados é realizada por meio de diversas fontes, incluindo entrevistas, análise documental e questionários, adaptando-se a cada projeto específico. A análise e interpretação dos dados são conduzidas utilizando técnicas como análise de conteúdo e codificação, garantindo a validade e confiabilidade por meio de uma abordagem comparativa. O rigor metodológico da análise de conteúdo é destacado, seguindo etapas como pré-análise, exploração, tratamento dos resultados, inferências e interpretação.

3.1 Tipo de pesquisa

O trabalho visa descrever, analisar e verificar fatos, caracterizando-se, portanto, como um estudo descritivo. Além disso, a pesquisa pode ser classificada como exploratória-descritiva, uma vez que busca revelar as situações observadas durante todo o trabalho de campo por meio da descrição e análise dos dados coletados (Denzin; Lincoln, 2011). A pesquisa em questão foi conduzida sob uma abordagem qualitativa, visando uma compreensão mais profunda do tema em análise, sem se restringir a dados estatísticos (Richardson, 2017). Nesse contexto, a opção metodológica recai sobre o método Eisenhardt, uma abordagem específica para pesquisa qualitativa em ciência social, notadamente aplicada em estudos de caso (Eisenhardt, 2021). A escolha metodológica proporcionará uma análise mais detalhada e contextualizada do fenômeno em estudo, enriquecendo a pesquisa por meio da participação ativa dos atores envolvidos (Creswell; Creswell, 2018).

A abordagem qualitativa, destacando-se em situações complexas ou de escassa compreensão de um fenômeno, oferece descobertas nas experiências e perspectivas dos participantes da pesquisa (Richardson, 1999, Merriam; Tisdell, 2015). Este destaque justifica a aplicação do Método de Eisenhardt em estudos exploratórios qualitativos, direcionando o foco para a compreensão de processos complexos, tomada de decisões, estratégias organizacionais

e dinâmicas em organizações. Ao adotar Eisenhardt, a pesquisa concentrou-se em cenários singulares, priorizando a análise do processo e a evolução dos fenômenos ao longo do tempo (Eisenhardt, 2021). Essa abordagem desempenha um papel crucial na compreensão dinâmica de ambientes inovadores, explorando subjetividades, perspectivas e interações para oferecer uma visão detalhada dos processos, desafios e oportunidades. A sua relevância é ainda mais evidente em ambientes inovadores, onde a pesquisa qualitativa, intrinsecamente ligada aos dados qualitativos, desempenha um papel central na obtenção de uma compreensão holística e complexa dos fenômenos estudados (Denzin; Lincoln, 1995).

A pesquisa qualitativa, ao buscar a compreensão de fenômenos no contexto, explora diversas perspectivas por meio de dados não estruturados, como entrevistas e observações. Essa abordagem destaca a importância da abertura do pesquisador para descobertas inesperadas, incentivando novas compreensões sobre o tema estudado (Merriam; Tisdell, 2015). O pesquisador, ao adotar uma perspectiva qualitativa, observa os fenômenos de maneira abrangente, considerando momentos específicos e incorporando sua interpretação pessoal (Creswell; Creswell, 2018). Portanto, a pesquisa qualitativa busca não apenas uma compreensão superficial, mas um aprofundamento e entendimento significativo do caso em estudo (Richardson, 2017). No mesmo contexto, o método Eisenhardt destaca a importância do envolvimento ativo do pesquisador no processo de pesquisa. Isso inclui interação direta no campo de estudo e colaboração estreita com os participantes, visando obter uma compreensão mais aprofundada do fenômeno em questão (Eisenhardt, 2021).

3.2 Método de pesquisa

Estudos de caso são um tipo de abordagem de pesquisa qualitativa que buscam analisar em profundidade um fenômeno específico em seu contexto natural. Essa metodologia visa compreender detalhadamente o fenômeno, explorando suas características e interações. É uma investigação empírica focada em casos específicos para abordar questões relacionadas ao fenômeno, podendo ter propósitos como explorar novos fenômenos, descrever situações complexas ou interpretar perspectivas diversas dos participantes envolvidos (Godoy, 2010). No âmbito da inovação, a utilização do estudo de caso busca aprofundar a compreensão dos processos e interações subjacentes, abrangendo a identificação de influências contextuais, dinâmicas sociais e perspectivas dos participantes. Nesse contexto, no presente trabalho, o método Eisenhardt é adotado como base. Ele refere-se a uma abordagem para a pesquisa qualitativa em ciência social, particularmente utilizada em estudos de caso (Eisenhardt, 2021).

O método envolve a coleta e análise de dados de múltiplos estudos de caso, permitindo uma comparação mais rica e uma compreensão mais profunda dos fenômenos em estudo. O modelo de Eisenhardt incorpora também a prática da avaliação contínua, um princípio significativo que destaca a necessidade de ajustar e aprimorar constantemente o modelo teórico com base nas descobertas emergentes da pesquisa. Essa abordagem dinâmica e flexível reconhece a natureza fluida e em constante evolução dos fenômenos estudados, possibilitando uma compreensão mais detalhada e adaptativa ao longo do tempo (Eisenhardt, 2021).

A pesquisa qualitativa, ao buscar uma descrição aprofundada de fenômenos específicos por meio dos estudos de caso (Merriam, 1998), destaca sua importância como instrumento indispensável para uma compreensão holística. De acordo com Godoy (2010), os estudos de caso proporcionam uma análise minuciosa da interação entre indivíduos e estruturas organizacionais, assim como suas respostas a mudanças internas e externas. Essa abordagem não apenas viabiliza a investigação detalhada de processos internos, influências externas e inter-relações, mas também evidencia a integralidade e a riqueza que os estudos de caso oferecem à pesquisa qualitativa. Por esse motivo, é utilizado o Método Eisenhardt, cujo objetivo principal é a construção de teoria, especialmente quando aplicado a múltiplos casos e lógica teórica. Suas características distintivas, como a abordagem de questões de pesquisa sem respostas óbvias, a seleção criteriosa de casos e a construção precisa de relações, refletem esse propósito. O método busca superar a dicotomia entre abordagens indutivas e dedutivas, integrando eficientemente ambos os métodos para otimizar a sinergia e promover uma visão mais unificada e abrangente. Essa abordagem evidencia o equilíbrio entre uma descrição abrangente e o desenvolvimento teórico (Eisenhardt, 2021).

O “Método Eisenhardt”, ao se destacar na geração de teoria a partir de casos múltiplos, contribui de forma significativa para a elaboração teórica a partir de diversos casos, abordando questões de pesquisa carentes ou controversas. O método enfatiza a amostragem teórica, uma seleção cuidadosa de casos propensos a manifestar o fenômeno central, essencial para a construção eficaz de teorias multicase. Em um estudo sobre colaborações de pesquisa e desenvolvimento (P&D), casos aparentemente semelhantes revelaram diferenças significativas em processos e/ou resultados, apesar de compartilharem características iniciais. Ao selecionar casos com características antecedentes semelhantes, o pesquisador estabelece uma base para comparações entre processos e resultados, tornando-se uma ferramenta valiosa para analisar minuciosamente fenômenos complexos em organizações. Essa abordagem, empregada em estudos de caso qualitativos na área de inovação, justifica-se pela análise detalhada de processos complexos que proporcionam uma compreensão profunda dos fenômenos. Ao identificar

influências contextuais, explorar percepções dos atores e analisar implementações organizacionais, contribuem de maneira significativa para o desenvolvimento teórico em estudos organizacionais (Eisenhardt, 2021).

3.3 Objeto de estudo

Para a sociedade, os benefícios proporcionados pela mobilidade inteligente são notáveis (Docherty; Marsden; Anable, 2018). Com a introdução de novas tecnologias, o cenário da mobilidade evoluiu para um campo permeado por relações de poder, onde o conceito de mobilidade inteligente está ligado a interações entre objetos, internet e pessoas. Este avanço está ligado à conectividade, internet, aplicativos, plataformas e bancos de dados, ressaltando a importância de codificar e identificar os fluxos móveis de pessoas e trânsito, tanto no mundo virtual quanto no físico. A perspectiva que se delineia é que a mobilidade inteligente proporciona sistemas mais rápidos, adaptáveis e híbridos, onde a informação e o poder se tornam elementos comuns (Simão; Firmino, 2019).

Nesse contexto, o trabalho se alinha ao objeto de estudo na temática da mobilidade inteligente. Durante a análise, realizou-se um levantamento completo, o qual conduziu à identificação de alguns projetos de interesse. Dentre todos os projetos de foram considerados de relevância para o estudo, apenas três mostraram concordância em colaborar com a pesquisa. Sendo assim, a pesquisa concentra-se na análise de três projetos, visando compreender como esses projetos foram idealizados, desenvolvidos e finalizados, com a avaliação de sua contribuição para a melhoria da mobilidade inteligente. Além disso, investiga-se a presença de práticas responsáveis em cada etapa do ciclo de vida dos projetos. O contexto dos ecossistemas de inovação é central nessa análise, buscando identificar as interações entre os diversos agentes envolvidos nos referidos projetos.

Segundo o site da EMBRAPPII, as Unidades podem atender desafios tecnológicos em diversas áreas tecnológicas como biocombustíveis, manufatura avançada, Internet das Coisas (IoT), conectividade, ferramentaria, novas tecnologias de propulsão, novos materiais, TICs, entre outras. A EMBRAPPII é coordenadora do Programa Prioritário “P&D para Mobilidade e Logística” do Rota 2030. Com o objetivo de fortalecer as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) nas empresas, o programa EMBRAPPII oferece apoio técnico e financeiro para a cadeia de fornecedores do setor automotivo e outros setores. A diversidade de áreas de pesquisa pode ser observada nas várias unidades EMBRAPPII espalhadas pelo Brasil, como o CTNano/UFMG, LACTEC, AGROTEC/UFMS, ATL NTICO, CCM/ITA, CEAR/UFPB, POLI/USP POWERTRAIN, ZETTA/UFLA, IF FLUMINENSE, IF GOIANO,

IF SUL DE MINAS, IFAM, IFBA, IFCE, IFG, IFMG, IFPB, IFRN, IFSC, IFSC/USP-SC, IFSP, IFTM, entre outras. A unidade EMBRAPII localizada no Polo de Inovação do IFMG campus Formiga foi escolhida para a pesquisa, destacando-se pelo seu papel significativo no fortalecimento do ecossistema de inovação regional. Essa unidade, assim como as demais, demonstra a importância e a abrangência do programa EMBRAPII em promover o desenvolvimento tecnológico em todo o país.

A EMBRAPII está impulsionando a inovação com uma série de projetos disruptivos, incluindo: Bioestimulantes vegetais, Consultório odontológico portátil, Estação meteorológica de baixo custo, Ferramentaria 4.0, *Flatfish*, *Gateway IoT* para luminária pública, Monitoramento de sinais vitais, Pesquisa e desenvolvimento de SHM em estruturas aeronáuticas (*SmartFasteners*), Satélite, Simplifica – Tecnologia social para o terceiro setor, *Smart City Manager*, *Software* inteligente para drone, *Start Stop*, Tintas ricas em zinco, VAI, *Virtual Operational Center* – VOC e Contrato de gestão. Esses projetos exemplificam o compromisso da EMBRAPII em promover avanços tecnológicos e impulsionar o desenvolvimento em diversas áreas.

Tendo em vista o contexto de interesse do trabalho, a EMBRAPII foi considerada por fomentar ou estar presente em ecossistemas de inovação, inclusive polos relacionados à mobilidade urbana/inteligente. O polo de Formiga foi escolhido pela conveniência e facilidade de acesso presencial. Os projetos de mobilidade inteligente foram identificados no polo da EMBRAPII, que opera em parceria com o Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG – Campus Formiga. A EMBRAPII é uma instituição dedicada ao fomento de iniciativas inovadoras, desempenhando um papel essencial no desenvolvimento de projetos tecnológicos de relevância. A EMBRAPII, localizada no Polo de Inovação do IFMG campus Formiga, destaca-se por desenvolver uma diversificada gama de projetos inovadores, entre os quais quatro foram especialmente identificados e destacados no âmbito da mobilidade inteligente. Desses quatro projetos, três foram selecionados para análise, representando iniciativas estratégicas no campo da mobilidade inteligente. O projeto excluído, denominado “Carro Verde”, foi retirado devido à ausência de retorno por parte dos envolvidos, tanto na instituição de ensino quanto na iniciativa privada.

Portanto, o presente estudo abordou três projetos de mobilidade inteligente que foram desenvolvidos em ecossistemas de inovação. Os três projetos selecionados são os seguintes: (i) Semáforo Inteligente para Controle de Fluxo Mediante Detecção de Presença, (ii) Escalonador Inteligente para Veículos e Ativos Móveis e (iii) Sistema Inteligente de Ponto Eletrônico e Produção Integrado a Veículo. Essas iniciativas foram desenvolvidas em parceria com

empresas privadas, além do polo EMBRAPPII sediado no Instituto Federal de Minas Gerais, localizado na cidade de Formiga.

3.4 Procedimentos e técnicas de coletas de dados

A pesquisa adotou uma abordagem abrangente na coleta de informações, utilizando múltiplas fontes de dados, incluindo entrevistas estruturadas realizadas por *Google Meet*, análise documental de relatório de entrega e questionários estruturados disponíveis pelo *Google Forms*. Conforme observado por Denzin (1978), a combinação de diferentes métodos e fontes de informação pode aprimorar significativamente a qualidade dos dados coletados. Patton (1990) ressalta a importância desse enfoque, enfatizando que a utilização de múltiplas fontes de coleta de dados proporciona uma compreensão mais completa e precisa do fenômeno estudado. Além disso, essa estratégia possibilita uma análise mais profunda e rica dos dados, representando uma abordagem valiosa para aprimorar a validade e a qualidade, especialmente em estudos qualitativos (Denzin, 1978; Patton, 1990).

O método de coleta de dados adotado para cada projeto específico destaca-se pela abordagem diversificada. Para o “Escalonador”, a principal fonte foi uma entrevista realizada diretamente com a empresa SEMASEG, responsável pelo projeto. No caso do “Ponto Eletrônica” a pesquisa foi conduzida por meio de um questionário estruturado, respondido por um professor do IFMG que participou diretamente no projeto, além de uma entrevista com a empresa Célula *Web* que concebeu a ideia. Já para o “Semáforo Inteligente”, a coleta foi conduzida por meio de uma análise documental, complementada por um questionário respondido por um colaborador do IFMG que estava envolvido no projeto. Essa abordagem múltipla visa obter uma compreensão abrangente e aprofundada de cada projeto, incorporando diferentes perspectivas e fontes de informação. O foco da participação das pessoas recai sobre as atribuições profissionais no exercício de seus cargos, sendo que todos concordaram em participar, havendo o consentimento da instituição.

Ressalta-se que antes de iniciar com as entrevistas, realizou-se múltiplas visitas ao polo de inovação do IFMG campus Formiga. Durante estas visitas, ocorreu conversas com o diretor encarregado na época, visando obter uma compreensão inicial do cenário. Durante tais interações, foram coletadas informações preliminares sobre os projetos, indivíduos e empresas envolvidas, com o objetivo de estabelecer um contexto apropriado para o estudo em questão. Ao adquirir tais informações presencialmente, foi capaz de estabelecer uma base para as investigações, garantindo, assim, uma análise mais precisa e abrangente ao longo do processo de pesquisa subsequente.

A seleção dos participantes para a pesquisa foi realizada levando em conta a disponibilidade de cada indivíduo na área para participar do estudo. O objetivo é garantir a participação daqueles que possuam experiência relevante e possam contribuir de maneira significativa para o estudo. Esta abordagem, alinhada com as recomendações de Creswell e Creswell (2018), visa assegurar uma coleta de dados precisa e enriquecedora, uma vez que os participantes têm envolvimento direto com o tema abordado. Além disso, foi observado rigor ético em todos os processos da pesquisa.

As entrevistas foram conduzidas de forma online através da plataforma *Google Meet*, utilizando perguntas abertas para proporcionar ao entrevistado um ambiente confortável para falar sobre o assunto. Cada uma das duas entrevistas realizadas teve uma duração aproximada de 30 a 40 minutos, sendo registradas por meio de gravação e posteriormente transcritas. O contato para a realização das entrevistas foi intermediado pelo diretor do campus do IFMG Formiga, simplificando o processo de coordenação e participação. A entrevista é um método essencial em pesquisas qualitativas, proporcionando informações detalhadas sobre as experiências e perspectivas dos participantes. A condução cuidadosa da entrevista requer o estabelecimento de confiança, um ambiente confortável e o planejamento meticuloso de questões. Essa técnica possibilita uma compreensão aprofundada e rica dos participantes, sendo significativo para a pesquisa qualitativa. A qualidade dos dados coletados é assegurada quando os entrevistados possuem conhecimento substancial sobre o tema (Bogdan; Biklen, 1994; Ortiz; Greene, 2007).

A análise documental consistiu na avaliação de um relatório de projeto fornecido pela equipe do IFMG. A análise documental permite acessar informações não disponíveis por outros meios, identificando tendências e padrões ao longo do tempo. Além disso, a análise de documentos é útil em diferentes fases do processo de pesquisa, possibilitando contextualizar dados coletados por outros métodos (Patton, 1990). Um formulário no *Google Forms* foi preparado, contendo as perguntas presentes no Anexo A. Essa abordagem foi adotada com o propósito de simplificar o processo e proporcionar um ambiente mais acessível e confortável para que os participantes pudessem responder. A escolha por essa plataforma visa facilitar a interação, permitindo que as respostas sejam registradas de maneira eficiente e, ao mesmo tempo, oferecendo conveniência aos respondentes, que podem preencher o formulário de forma tranquila.

As questões do roteiro das entrevistas e do questionário foram fundamentadas no referencial teórico, com ênfase nas dimensões da Inovação Responsável, Ecossistema de Inovação e Mobilidade Inteligente. Desde a idealização do projeto, passando pelo estágio de

desenvolvimento até sua conclusão, a abordagem metodológica contemplou esses elementos fundamentais. Este enfoque visa não apenas compreender as práticas inovadoras adotadas, mas também contextualizá-las dentro do quadro mais amplo da responsabilidade, do ecossistema de inovação e das implicações na mobilidade inteligente. O Anexo A detalha as questões formuladas, proporcionando visão abrangente do alinhamento teórico e da aplicação prática desses conceitos ao longo das diferentes fases do projeto. Por fim, destaca-se que todos os participantes envolvidos na pesquisa contribuíram de maneira profissional, fornecendo informações pertinentes relacionadas à sua experiência e conhecimento na área. Essa colaboração foi essencial para as análises realizadas, demonstrando o comprometimento e a contribuição de cada indivíduo para este estudo.

3.5 Análise e interpretação dos dados

Como análise e interpretação dos dados, o presente estudo tem como base o método de análise de conteúdo. De acordo com Minayo (2000), a análise de conteúdo nas ciências sociais passou a ser o método mais utilizado no tratamento de dados de pesquisas qualitativas devido à sua capacidade de fornecer descobertas profundos e abrangentes sobre os fenômenos estudados. A escolha pela análise temática e categorial como técnica de análise decorre de sua eficácia em organizar o texto em categorias, possibilitando uma compreensão mais clara e aprofundada dos dados coletados. Essa abordagem permite não apenas identificar os principais temas abordados, mas também compreender a frequência e a distribuição dos dados, facilitando comparações e análises mais detalhadas (Minayo, 2000). Durante a exploração dos dados, foi realizado um procedimento de codificação para facilitar a identificação e organização das categorias temáticas, conforme proposto por Cappelle, Melo e Gonçalves (2003, p. 6). A codificação dos dados é uma etapa fundamental que visa tornar o processo de análise mais sistemático e rigoroso, garantindo uma interpretação consistente e confiável dos resultados. Este procedimento permitirá uma abordagem mais estruturada na identificação de padrões e tendências nos dados, contribuindo para uma análise mais robusta e fundamentada (Cappelle; Melo; Gonçalves, 2003).

Técnicas como análise de conteúdo e codificação desempenham um papel importante na pesquisa qualitativa, fornecendo ferramentas robustas para explorar e compreender os dados coletados de maneira aprofundada. A análise de conteúdo permite uma imersão detalhada nos dados, buscando identificar padrões, temas e significados subjacentes (Cavalcante; Calixto; Pinheiro, 2014). Por meio dessa abordagem, os pesquisadores conseguem ir além da superfície dos dados, desvendando descobertas valiosas e nuances que podem passar despercebidas em

uma análise superficial. Ao utilizar as técnicas de análise de conteúdo, como categorização, segmentação e codificação, os pesquisadores são capazes de estruturar e organizar os dados, facilitando sua interpretação e análise. Essa técnica não apenas ajuda a identificar padrões recorrentes, mas também permite uma compreensão mais profunda das percepções e experiências dos participantes da pesquisa (Mozzato; Grzybovski, 2011).

Além disso, ao eliminar incertezas e ambiguidades, a análise de conteúdo proporciona uma clareza de contexto para a interpretação dos resultados (Cavalcante; Calixto; Pinheiro, 2014). Isso é especialmente importante em estudos qualitativos, nos quais a compreensão do contexto e das nuances é essencial para extrair descobertas significativas. Assim, ao adotar técnicas como análise de conteúdo e codificação, os pesquisadores podem não apenas compreender melhor os dados coletados, mas também enriquecer suas análises, proporcionando uma base sólida para a construção do conhecimento e o avanço da pesquisa em diversas áreas do conhecimento (Mozzato; Grzybovski, 2011).

No presente estudo, técnicas como análise de conteúdo e codificação são empregadas para uma compreensão e interpretação aprofundadas dos dados coletados, destacando-se como abordagens frequentemente qualitativas. Juntamente com essas práticas, utiliza-se o método de Eisenhardt, reconhecido por suas diretrizes abrangentes que incluem a seleção meticulosa de casos, coleta e análise de dados. A ênfase na amostragem teórica equilibra a riqueza descritiva com o desenvolvimento teórico, fortalecendo a robustez e aplicabilidade do método. Foi realizado também, a análise, através da comparação constante, replicação e análise de casos cruzados, aprimorando assim, a validade e confiabilidade, resultando em teorias pertinentes, caracterizadas pela precisão e generalização (Eisenhardt, 2021).

Como ressaltado, após a coleta dos dados essenciais, procedeu-se à análise e interpretação utilizando a técnica de análise de conteúdo, com especial atenção à codificação. As observações presenciais ofereceram uma compreensão profunda do polo de inovação situado no IFMG em Formiga, evidenciando-o como um ambiente bem equipado e receptivo. Para identificar os projetos de interesse, realizaram-se análises dos materiais disponíveis tanto online quanto presencialmente, envolvendo diálogos com os responsáveis na instituição. As entrevistas foram transcritas separadamente e de forma manual, enquanto os formulários do *Google Forms* foram submetidos a uma análise detalhada. O cruzamento dos dados compreendeu o agrupamento das informações de cada caso, seguido pela integração de dados provenientes de diferentes fontes. Ademais, para enriquecer a análise, procedeu-se ao cruzamento de dados com documentos oficiais e conteúdos disponíveis na *web*.

Ressalta-se que as etapas da análise de conteúdo oferecem uma estrutura metodológica para uma análise sistemática e rigorosa. A análise de conteúdo envolveu diversas etapas: a pré-análise, a exploração do material, o tratamento dos resultados, inferências e interpretações. Na pré-análise, ocorre a preparação, com a leitura inicial e o estabelecimento de categorias preliminares. Na exploração, aprofundou-se identificando padrões e informações relevantes. A terceira etapa trata os resultados, organizando e codificando dados. Na etapa de inferências, busca-se extrair significados e fazer conexões entre os dados. Finalmente, na interpretação, realiza-se uma análise mais ampla, relacionando os resultados com a teoria e os objetivos da pesquisa, elaborando conclusões ou descobertas relevantes. Essas etapas oferecem uma estrutura metodológica para uma análise de conteúdo sistemática e rigorosa (Bauer; Gaskell, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Local de estudo: Polo de Inovação IFMG/EMBRAPII – Objetos de estudo: mobilidade e sistemas inteligentes.

O Polo de Inovação IFMG, inicialmente credenciado como Unidade EMBRAPII para projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em Sistemas Automotivos Inteligentes, consolidou-se como um centro de excelência no campo da inovação tecnológica. No final de 2018, demonstrando um compromisso contínuo com o avanço tecnológico, o Polo propôs uma ampliação estratégica de sua área de atuação para abranger “Mobilidade e Sistemas Inteligentes”, estendendo suas competências para as sublinhas de “Sistemas Automotivos e Transportes” e “Otimização de Processos e Ativos Móveis”. O objetivo central da expansão foi facilitar a participação ativa de microempresas, startups e indústrias regionais em setores diversos, tais como *soft houses*, transportadoras, agronegócio, mineração, entre outros. Esta abordagem ampliada permitiu ao Polo IFMG explorar áreas emergentes, como sensores inteligentes, eletrônica embarcada, IoT, inteligência computacional, computação móvel, logística, análise de dados, otimização e computação móvel, de acordo com as informações fornecidas extraídas do site do Polo de Inovação IFMG.

Segundo o site do Polo de Inovação IFMG, a ênfase na pesquisa e desenvolvimento de sistemas inteligentes e mobilidade reflete o comprometimento da instituição em impulsionar a inovação tecnológica na região. No contexto da inovação, projetos que enfrentam desafios e buscam aprimorar processos têm se mostrado cruciais. Entre essas iniciativas, destacam-se três projetos de mobilidade inteligente: “Escalonador Inteligente para Veículos e Ativos Móveis”, “Semáforo Inteligente para Controle de Fluxo Mediante Detecção de Presença” e “Sistema Inteligente de Ponto Eletrônico e Produção Integrado a Veículo Automotor para Ambientes de Baixa Conectividade”.

O projeto Escalonador Inteligente para Veículos e Ativos Móveis desenvolve um protótipo em ambiente relevante de um escalonador de tarefas inteligente para otimizar o gerenciamento de veículos e ativos móveis, promovendo maior eficiência operacional. Financiado pela EMBRAPII, Polo de Inovação e uma empresa parceira, o projeto visa melhorar os processos de logística e transporte. O projeto Semáforo Inteligente para Controle de Fluxo mediante Detecção de Presença, buscou desenvolver um semáforo automatizado, inicialmente financiado pela Setec/Via TED e depois migrado para o modelo EMBRAPII. O projeto forneceu uma solução inovadora de software e hardware, contando com módulos como central

semafórica, controladora inteligente (*Raspberry Pi*), botoeiras, e sensores de laço de indução. Parcerias com empresas e apoio financeiro da EMBRAPPII e IFMG foram essenciais para o sucesso do projeto. O projeto Sistema Inteligente de Ponto Eletrônico e Produção Integrado a Veículo Automotor para Ambientes de Baixa Conectividade desenvolveu um protótipo de um sistema inteligente de ponto eletrônico e produção integrado a um veículo automotor para ambientes com baixa conectividade. Financiado pelo Projeto EMBRAPPII, resultou em uma solução de software para *web* e *mobile*, além de atividades de prospecção para novas parcerias, expandindo a rede de colaboradores e impulsionando a inovação tecnológica na região (Plano de Desenvolvimento, 2019-2023, p. 147-148).

Cada um desses projetos se propunha a resolver desafios específicos, abrangendo desde a otimização logística e mobilidade urbana até a eficiente gestão de pontos eletrônicos em ambientes complexos. Ao analisar essas trajetórias, depara-se com um cenário diversificado da inovação, onde a superação de desafios é abordada com colaboração e adaptabilidade. Esses projetos não apenas evidenciam avanços tecnológicos, mas também sublinham a importância da reflexividade, responsabilidade ética e engajamento colaborativo como fundamentos essenciais na jornada de cada projeto.

4.2 Escalonador inteligente para veículos e ativos móveis

O projeto do escalonador foi realizado em parceria entre a EMBRAPPII, o IFMG e a empresa privada Aiko *Logic* Brasil Tecnologia e Sistemas Ltda. De acordo com o site da Aiko, a empresa tem como missão impulsionar a eficiência, produtividade e sustentabilidade em processos industriais por meio do monitoramento e otimização da frota de equipamentos. Desde sua fundação, a empresa se destacou como referência em inovação nos mercados em que atua, deixando uma marca significativa. Buscando impactar a indústria, introduz a transformação digital e inovação em mercados carentes de tecnologia, mas com enorme potencial de crescimento. Ao longo de sua trajetória, não apenas cresceu, mas também consolidou sua posição como líder em inovação nos segmentos em que opera.

A Aiko concentra esforços em proporcionar agilidade, personalização, economia e comunicação em suas soluções. Com um sistema intuitivo e fácil treinamento, busca potencializar o desempenho diário das operações industriais. A alta customização dos serviços permite resolver desafios específicos em diversos mercados, com acesso ilimitado às informações. O compromisso da Aiko é continuar inovando, criando soluções que se adaptam à realidade dos mercados em que atua, oferecendo produtos robustos e em constante evolução

para atender às necessidades dinâmicas de seus clientes, conforme informações do site da empresa Aiko.

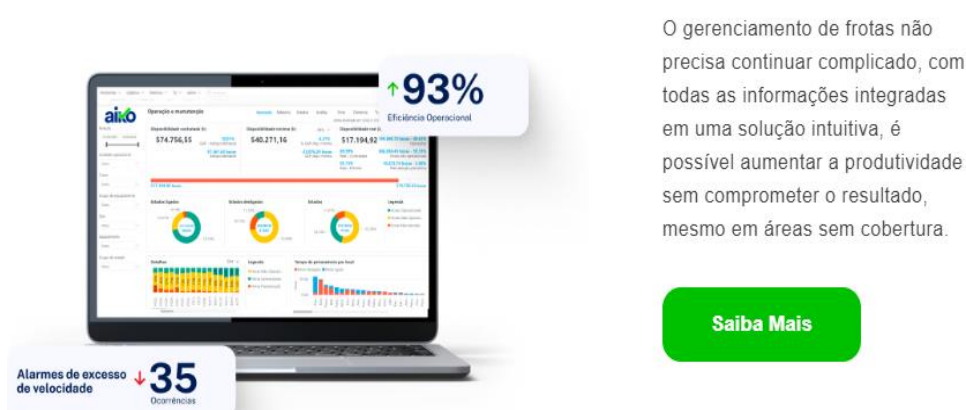
Conforme ilustrado na Figura 1, a empresa Aiko se destaca por otimizar a gestão operacional empresarial. Da mesma forma, a Figura 2 demonstra que o gerenciamento de frotas não precisa ser complexo: com uma solução intuitiva que integra todas as informações, é possível aumentar a produtividade sem comprometer os resultados, mesmo em áreas com pouca ou nenhuma cobertura. Portanto, a Aiko ressalta seu compromisso em oferecer soluções inovadoras e eficientes, facilitando o trabalho das empresas e promovendo uma gestão mais sustentável e eficaz de seus recursos. A abordagem da empresa não apenas simplifica processos complexos, mas também contribui para a melhoria contínua das operações, reforçando sua posição como líder em inovação no setor.

Figura 1 – Site corporativo da empresa Aiko



Fonte: Simplifique (2024).

Figura 2 – Website da Aiko



Fonte: A sua operação (2024).

De acordo com o Portal de Notícias do IFMG, como ilustrado na Figura 3, o escalonador inteligente é um protótipo de sistema inteligente para a tomada de decisão, utilizado para alocar veículos e equipamentos conforme a demanda do ambiente produtivo. O projeto foi desenvolvido ao longo de 15 meses, com destaque para a participação de um aluno do IFMG, que ao final do projeto foi contratado pela empresa. O coordenador de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) enfatizou que “é importante destacar que todos os projetos do Polo de Inovação IFMG devem obrigatoriamente contar com a participação de alunos do IFMG, uma das premissas do credenciamento EMBRAPII”.

Figura 3 – Informações sobre o Escalonador Inteligente

Inovação

O "escalonador inteligente para veículos e ativos móveis" foi desenvolvido pelo Polo de Inovação IFMG, via modelo de negócio EMBRAPII, para atender à demanda da empresa Aiko Logic, em busca de otimizar o processo produtivo em Mineradoras. É um protótipo de sistema inteligente para a tomada de decisão para alocar veículos e equipamentos conforme a demanda do ambiente produtivo. "Mesmo sendo desenvolvido com o objetivo de atuar no processo de escalonamento em Mineradoras, já se imaginava que tal sistema pudesse ser evoluído pela empresa e aplicado a diferentes segmentos, sendo hoje também utilizado em processos de reflorestamento", conta o coordenador de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) do Polo, Gustavo Lobato. O desenvolvimento do projeto aconteceu em 15 meses, destacando presença de aluno do IFMG que ao final foi contratado pela empresa. "Importante pontuar que todo projeto do Polo de Inovação IFMG deve obrigatoriamente contar com a participação de alunos do IFMG, sendo esta uma das premissas do credenciamento EMBRAPII", lembra Gustavo.



Fonte: Polo (2021).

O planejamento eficiente das atividades logísticas é essencial para a operação fluida de uma empresa (Jafari; Eslami; Paulraf, 2022). Esse imperativo é evidenciado no contexto abordado neste estudo, no qual a empresa Aiko Logic coordena em torno 30 caminhões designados para realizar 10 atividades distintas em vários pontos, conforme exemplificado pelo sócio-proprietário da Aiko. De acordo com a entrevista realizada com o sócio, denominado entrevistado A, a complexidade reside na tomada de decisões estratégicas, como a determinação da melhor ordem de envio para cada caminhão. Isso requer considerações de otimização de rotas, alocação eficiente de recursos, gestão de restrições e minimização de conflitos operacionais.

O projeto teve como propósito enfrentar desafios inerentes a um ambiente operacional dinâmico, agindo proativamente para otimizar o planejamento e a execução das atividades. Dessa forma, promove a mobilidade inteligente e contribui para a eficiência e eficácia da gestão e monitoramento de ativos móveis da empresa. Entende-se que a eficiência no planejamento de

rotas é fundamental para otimizar a operação, reduzindo tempos de viagem e maximizando a produtividade (Jafari; Eslami; Paulraf, 2022). O entrevistado A destaca que a alocação eficiente de recursos, determinando qual caminhão enviar para cada ponto, não apenas otimiza o tempo, mas também reduz custos operacionais. A gestão proativa de restrições, como capacidade de carga e requisitos específicos, evita atrasos e garante conformidade com requisitos operacionais. Ao planejar a ordem de envio para os pontos designados, busca-se minimizar conflitos, congestionamentos internos e otimizar o fluxo de trabalho.

As informações do entrevistado A corroboram as descobertas de Jafari, Eslami e Paulraf (2022), que destacam que a otimização logística minimiza atrasos por meio da integração eficaz das operações. Isso permite uma resposta mais rápida. A flexibilidade é essencial para o desempenho superior em situações de incerteza, mediando entre o adiamento das atividades e o desempenho (Jafari; Eslami; Paulraf, 2022). Portanto, o escalonador destaca-se como a solução estratégica para enfrentar desafios logísticos, atuando como ferramenta importante na tomada de decisões sobre a ordem de envio dos caminhões, visando uma operação mais eficiente e otimizada no contexto complexo do planejamento logístico, promovendo assim a mobilidade inteligente. O estudo da mobilidade é essencial em diversas áreas, abrangendo desde a estimativa de fluxos migratórios até estratégias empresariais (Barbosa, 2018). A mobilidade inteligente, definida como a habilidade precisa e eficiente de mover pessoas, objetos, informações ou recursos, destaca-se pela facilidade e flexibilidade na transferência eficiente de elementos específicos. Em resumo, a mobilidade, em suas várias dimensões, desempenha um papel significativo em diferentes contextos, especialmente para empresas que lidam com logística.

O Escalonador não se tornou comerciável. A não concretização do projeto como um produto, foi atribuída à falta de realização de diversos fatores. O respondente A menciona a importância da existência de um mercado, especialmente no setor de máquinas de mineração, e reconhece que o problema muitas vezes reside na baixa maturidade do mercado em que atuavam. A dificuldade em encontrar clientes que compartilhassem a visão do projeto também foi destacada, indicando uma falta de aderência inicial.

Questão essa que pode ser observada nas falas do respondente A:

Não teve aderência por parte dos clientes. Não consegui uma aderência inicial por parte dos clientes e tive que virar o foco mais para o desenvolvimento de ponta específico no setor florestal, que é o que estamos trabalhando hoje. Não foi para o mercado, mas veio como uma mudança de foco. Para evoluir algo precisamos de alguém que acredite, não é porque achamos que é legal que

alguém vai querer pagar. Para ter algo precisamos resolver o problema de alguém (Respondente A).

[...] mas acho que teve uma falha conceitual em achar que algo que era muito importante no mercado ia ser importante para outros mercados, ou seja, ou um engano meu ali [...] (Respondente A).

Diante desse cenário, a empresa teve que ajustar seu foco, concentrando-se no desenvolvimento específico para o setor florestal, onde encontraram maior receptividade. A mudança de direção representou uma adaptação estratégica em resposta à falta de aderência inicial. O entrevistado A enfatiza a necessidade de encontrar apoio e reconhecimento no mercado para que um projeto evolua, destacando que apenas achar algo interessante não garante que alguém esteja disposto a investir: “[...] e os clientes e as pessoas a quem ofereci essa nova funcionalidade dizem: não, agora não é o momento”. O entrevistado A ressaltou que o desenvolvimento bem-sucedido requer a resolução efetiva dos problemas percebidos pelos clientes. Entretanto, diante desse contexto de realinhamento estratégico, conforme reportagem do Portal de Notícias do IFMG, o coordenador de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) destacou que “mesmo sendo desenvolvido com o objetivo de atuar no processo de escalonamento em Mineradoras, já se imaginava que tal sistema pudesse ser evoluído pela empresa e aplicado a diferentes segmentos, sendo hoje também utilizado em processos de reflorestamento” (IFMG, 2021).

A mudança de direção também representa responsividade, caracterizada como a capacidade de reagir de maneira ágil, adaptativa e eficaz a estímulos, mudanças ou necessidades externas após a recepção do projeto desenvolvido. A responsividade na inovação responsável refere-se à capacidade de adaptar-se e reagir às novas perspectivas que surgem (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013, 2020). O entrevistado A ressaltou que uma parte desse projeto foi integrada como suporte em algumas funcionalidades padrões dentro do sistema, enquanto outra porção permanece sem utilização efetiva até o momento. Segundo o entrevistado A, “atualmente, um cliente em potencial expressa interesse, o que pode exigir uma revisão do código na seção de inteligência do escalonador”. Essa abordagem evidencia a natureza dinâmica e adaptativa do processo de desenvolvimento, indicando a prontidão para ajustes contínuos em resposta a requisitos emergentes e demandas do contexto operacional. Quando questionado sobre se houve algum aprendizado significativo, ele destaca que aprendeu com experiências passadas:

Acho que o primeiro de todos é ter esse foco mais de envolver cliente e a rede toda para validar esse equipamento. Hoje eu fiz um outro projeto onde já tenho um pré contato com o cliente, então assim, não que vai dar certo ou não, mas já tem ali a vontade, o desejo de alguém pagar por algo que você está

desenvolvendo. É ter um pouco desse lado nesse sentido né, acho que isso norteou para algumas decisões [...] (Respondente A).

A reflexividade neste projeto destaca a capacidade dos participantes de analisar e compreender os interesses das pessoas envolvidas. Essa habilidade é importante para os atores envolvidos em pesquisa e inovação, permitindo que reflitam sobre seus próprios interesses e necessidades, bem como os dos outros, assegurando uma abordagem ética e responsável (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2020). Nesse contexto, os envolvidos no projeto conseguem refletir sobre suas próprias ações e interesses, buscando uma compreensão mais profunda das motivações por trás de suas decisões. No desenvolvimento do escalonador, o entrevistado A destacou que os interesses das pessoas envolvidas se mantiveram constantes ao longo do projeto. Ele enfatizou que os principais objetivos eram centrados no desenvolvimento de tecnologia nacional de ponta.

O projeto envolveu uma empresa de tecnologia e um dos focos era criar oportunidades, especialmente para os alunos da faculdade. A iniciativa visava suprir a carência de empresas de tecnologia na região, estabelecendo uma aproximação para proporcionar mais oportunidades aos estudantes. No contexto específico da empresa, o interesse estava vinculado ao crescimento e à evolução, sendo impulsionado por uma perspectiva de geração de oportunidades e contribuição para o crescimento econômico, como ressaltado nas falas:

[...] a faculdade queria gerar mais oportunidades para os alunos. Não tem tanta empresa de tecnologia, então era uma aproximação para gerar mais oportunidades para o aluno. No nosso caso era o crescer, evoluir. Foi um viés de geração de oportunidade, crescimento econômico (Respondente A).

[...] Duas pessoas muito boas da equipe que ajudaram a gente durante muito tempo, foram alunos que vieram desse projeto. Absorvemos profissionais. Assim, teve vários ganhos diretos, tanto no lado financeiro de conseguir uma linha de crédito para a área de inovação, como de pessoas, de mão de obra especializada em tecnologia (Respondente A).

A inclusão na inovação responsável visa criar um ambiente em que a tecnologia e a inovação contribuam para o bem-estar geral (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013, 2020). Quando o entrevistado A foi questionado sobre a participação ou aproximação da comunidade ao longo do desenvolvimento do projeto, respondeu: “não, eu tive aproximação dos clientes, no viés mais comercial. Mas no viés mais geral de aproximação de outras pessoas não, mais é consulta de amigo, tenho amigos que trabalharam no setor, trocamos ideias mais informais”. Mas quando questionado sobre quais benefícios eram esperados para a sociedade com a disponibilização do produto, e se efetivamente ele ia gerar algo para a sociedade, o entrevistado A ressaltou:

[...] A ideia era trabalhar de forma mais sustentável. Porque se você planejar melhor seus ativos, planejar melhor seus equipamentos e usa ele melhor, você vai ter uma pegada de carbono baixa, baixa emissões de CO2, a gente trabalha muito na linha da eficiência, não acredito que vai ter nenhuma tecnologia super disruptiva que vai mudar o mundo, acho que pequenos passos que vão gerar uma mudança. Continuamos seguindo, mas em outra linha (Respondente A).

A antecipação na inovação envolve a cuidadosa avaliação dos impactos potenciais decorrentes de pesquisas e inovações, demandando dos pesquisadores uma constante vigilância sobre os riscos e benefícios associados às novas tecnologias (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013; 2020). Ao discutir sobre o projeto, o entrevistado ressalta a importância de entender possíveis desafios e complicações. Ele destacou a necessidade de compreender se o equipamento proposto seria eficaz e observou que algumas questões mais fundamentais consumiam mais tempo do que o necessário. Nesse sentido, sublinhou a importância de adotar uma abordagem pragmática para equilibrar a busca pelo ideal e o pragmatismo necessário, garantindo assim uma trajetória eficaz no desenvolvimento do projeto.

Adicionalmente, ao abordar a complexidade do planejamento de atividades, o entrevistado reconheceu as dificuldades associadas à determinação da melhor ordem de execução, considerando restrições e variáveis. Nesse contexto, introduziu a ideia do escalonador como uma ferramenta adicional no sistema da empresa, destinada a aprimorar a gestão e monitoramento, auxiliando na definição de um planejamento ideal para as atividades a serem executadas pelos equipamentos. Em essência, o escalonador surgiu como uma resposta a esses desafios específicos. Mas, não houve uma consideração prévia sobre o aspecto específico de mercado. Isso indica que não foram antecipadamente ponderadas as nuances que poderiam surgir, levando a uma compreensão posterior da importância relativa desse elemento no mercado e sua aplicabilidade em outros contextos. Essa falta de previsão ressalta a importância da antecipação na análise das possíveis ramificações e demandas do mercado, evitando equívocos conceituais.

A ideia inicial para o escalonador originou-se dos proprietários da empresa, onde o entrevistado foi responsável pela área de vendas e o sócio encarregado da parte tecnológica. No decorrer do projeto, realizaram uma parceria com a EMBRAPPII. Sobre essa colaboração, o entrevistado A ressaltou que ocorreu sem contratempos significativos, seguindo os prazos previstos. Após a conclusão da fase programada, a empresa experimentou um crescimento, demandando foco na expansão da plataforma e em áreas fundamentais do sistema para abordar novas perspectivas. A participação ativa com a EMBRAPPII incluiu entregas e contribuições, gerando uma experiência positiva. A empresa contratou bolsistas e alunos do projeto,

evidenciando a eficácia da parceria. A obtenção de empréstimo via linha de subsídio foi essencial para o desenvolvimento do projeto, fornecendo suporte financeiro. A colaboração entre a empresa privada, a EMBRAPPII e os estudantes do IFMG representa uma dinâmica colaborativa, buscando inovação. Essa iniciativa pode-se alinhar com a proposta de impulsionar efetivamente o desenvolvimento inovador e o sucesso organizacional por meio da dinâmica colaborativa em torno de ecossistemas, conforme destacado por Dedehayir, Mäkinen e Ortt (2018) e Suominen, Sepänen e Dedehayir (2019).

Assim sendo, um possível ecossistema de inovação, caracterizado pela colaboração entre diversos atores em busca de soluções inovadoras (Granstrand; Holgersson, 2020), pode ter surgido com a aproximação com a EMBRAPPII por meio do contato estabelecido com um professor no instituto. A equipe da EMBRAPPII facilitou o processo de aproximação, apresentando o polo da EMBRAPPII e estabelecendo a conexão com a faculdade. O professor mencionado desempenhou papel significativo nessa introdução. Em relação ao tempo para atingir etapas, o entrevistado destacou que as comunicações eram eficientes, mas as etapas eram longas, envolvendo professores e bolsistas, demandando tempo naturalmente. Mas ressaltou que para eles eram um certo desafio aguardar o tempo previsto: “teve desafios de time de projetos porque empresa de tecnologias a gente quer tudo para ontem e ali para o projeto ficar pronto leva alguns meses”.

Para concluir, o entrevistado expressou satisfação com a colaboração com a EMBRAPPII, destacando os benefícios de trabalhar com uma instituição de ensino que contribui para a formação de capital humano. O projeto representou um marco importante em aprendizado e maturidade, sendo o primeiro em grande escala com gestão abrangente. Embora não tenha sido finalizado, proporcionou um aprendizado significativo.

O projeto do escalonador destaca-se pela importância do planejamento eficiente das atividades logísticas. Apesar do potencial, ele não se tornou um produto comercializável devido a desafios iniciais de adesão de mercado, resultando em uma mudança estratégica. A colaboração com a EMBRAPPII foi positiva, proporcionando crescimento à empresa. O projeto trouxe reflexões sobre adaptabilidade, visão de mercado e colaboração eficaz na inovação, destacando a importância de antecipar demandas de mercado. O impacto na comunidade, especialmente para estudantes, também foi mencionado como benefício. Ou seja, o projeto oferece descobertas valiosas sobre as complexidades da inovação e a necessidade de ajustes estratégicos.

Em conclusão, o projeto do escalonador inteligente para veículos e ativos móveis representou um notável processo de inovação, marcado pela colaboração efetiva entre a

EMBRAPII, o IFMG e a empresa privada Aiko *Logic* Brasil Tecnologia e Sistemas Ltda. Ao buscar desenvolver um sistema inteligente para a tomada de decisão na alocação de veículos e equipamentos, o projeto demonstrou comprometimento com a eficiência da gestão e monitoramento de ativos móveis da Aiko. A promoção da mobilidade inteligente foi pensada por meio da otimização do planejamento e execução das atividades logísticas, coordenando uma frota de diversos caminhões em diferentes atividades e pontos.

A análise à luz das dimensões da Inovação Responsável revela que o projeto incorporou elementos de responsabilidade ambiental, especialmente ao abordar questões de sustentabilidade. A preocupação em reduzir a pegada de carbono e emissões de CO₂ reflete o compromisso da Aiko *Logic* com práticas inovadoras e sustentáveis. Além disso, a busca por soluções adaptáveis à realidade dos mercados demonstra uma abordagem responsável no contexto da inovação. Quanto ao ecossistema de inovação, a colaboração entre a EMBRAPII, o IFMG e a Aiko *Logic* demonstrou uma possível formação de um ambiente propício para a inovação. Essa parceria facilitada pela EMBRAPII promoveu a aproximação entre diferentes atores, como academia, indústria e estudantes, resultando em benefícios, como o crescimento da empresa e a contratação de bolsistas e alunos. Assim, os dados coletados durante o projeto respaldam a interpretação de que a colaboração entre esses atores contribuiu para a formação de um ecossistema de inovação dinâmico e colaborativo.

As evidências encontradas no projeto indicam a necessidade dos envolvidos compreenderem as responsabilidades em ciência, tecnologia e inovação, visando a maximização de benefícios e a mitigação de riscos. Nesse contexto, a crítica destaca com ênfase a necessidade de responsabilidade ao longo de todo o processo, conforme apontado pelos autores Pansera, Genovese e Ripa (2021). O apoio de todas as partes interessadas relevantes também é algo fundamental para avanços significativos, especialmente ao envolver múltiplos interessados no processo, como destacado pelos autores Tjldink (2021) e Guston (2014). Quanto à mobilidade inteligente, o projeto destaca-se como uma solução diferenciada, a qual necessita maior aprimoramento na definição da proposta de valor. O foco na sustentabilidade das soluções, a adoção de combustíveis ecologicamente amigáveis e a integração da mobilidade inteligente nos próximos anos são aspectos fundamentais. Essa evolução impactará diversas dimensões, abrangendo sustentabilidade, economia e qualidade de vida, com reflexos tanto na comunidade quanto nas instituições governamentais, de acordo com Paiva (2021).

O papel do IFMG na oferta de apoio técnico e infraestrutura, como acesso a laboratórios ou financiamento para a montagem, foi relevante para o projeto. No entanto, ao analisar o projeto sob a ótica da Inovação Responsável, surgem questões importantes a serem

consideradas. Apesar dos esforços para incorporar responsabilidade ambiental e buscar soluções adaptáveis aos mercados, é necessário aprimorar essas práticas e o comprometimento da Aiko *Logic*. A EMBRAPPII ofereceu apoio financeiro não reembolsável, mas a ausência de exigência de pagamento ou retorno pode ter influenciado o comprometimento dos envolvidos. É fundamental que o uso de verbas públicas seja pautado pela prudência e responsabilidade para garantir que os projetos não apenas introduzam inovação, mas também tragam benefícios tangíveis para a sociedade a longo prazo. Portanto, a inovação deve ser vista como uma oportunidade para gerar conhecimento útil e duradouro. Portanto, qualquer projeto deve visar a esse objetivo. Assim, é essencial avaliar todos os projetos e o trabalho como um todo sob a ótica da responsabilidade e do impacto positivo na sociedade.

4.2 Semáforo Inteligente para controle de fluxo mediante detecção de presença

De acordo com as informações do site Polo de Inovação do IFMG, em setembro de 2018, o Polo IFMG concluiu o projeto “Semáforo Inteligente para Controle de Fluxo Mediante Detecção de Presença” em parceria com a empresa de semáforos SEMASEG. Iniciado em agosto de 2017, o projeto tinha como objetivo geral incorporar o conceito de Sistema de Transporte Inteligente (STI, *Intelligent Transportation System*), visando agregar inteligência à gestão do transporte viário para promover maior segurança pública e eficiência no fluxo de veículos. A SEMASEG., especializada em sinalização semafórica, desenvolve diversos produtos, incluindo controladores de tráfego, placas, suportes, grupos focais e sinalização horizontal. O projeto “Semáforo Inteligente” representou o primeiro contrato do Polo de Inovação IFMG com o setor privado, evidenciando a competência dos pesquisadores do IFMG em concorrer de maneira igualitária com as principais instituições de PD&I do país. O desenvolvimento do projeto, baseado no conceito de ITS, buscou melhorar a gestão do transporte viário, proporcionando benefícios significativos para a segurança pública e a economia, com aprimoramento do fluxo de veículos, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Parceria entre EMBRAPII e IFMG no Semáforo



Fonte: Polo (2018).

A parceria seguiu o modelo EMBRAPII, em que a composição de custos envolve um terço de financiamento não reembolsável pela EMBRAPII, enquanto os outros dois terços são compartilhados entre o Polo de Inovação e a empresa parceira. Durante a conclusão do projeto, dirigentes da SEMASEG, representantes do Polo de Inovação IFMG e membros da equipe reuniram-se para destacar os resultados alcançados. A SEMASEG enfatizou a importância da parceria, mencionando que a aproximação entre pesquisadores e indústria impulsiona o desenvolvimento de projetos de ponta e oferece capital intelectual especializado. O projeto busca implementar semáforos inteligentes em Formiga, contribuindo para a modernização e eficiência do sistema de controle de tráfego na cidade.

À medida que a tecnologia avança, diversas inovações surgem para enfrentar os desafios contemporâneos da mobilidade urbana (Savastano, 2023). Nesse contexto, a evolução dos semáforos emerge como resposta, não apenas modernizando os sistemas de controle de tráfego, mas também representando um passo significativo em direção a uma abordagem mais eficiente, adaptativa e ambientalmente responsável para as complexidades do fluxo de veículos nas cidades. Aprimorar a integração de sistemas de infraestrutura e transporte destaca-se como uma das principais características da mobilidade inteligente (Colado *et al.*, 2014). Para obter dados e informações essenciais, conduziu-se um questionário estruturado pelo *Google Forms*, com a participação ativa de um professor do IFMG, aqui identificado como respondente B.

Relatos de semáforos inteligentes em Campina Grande precedem este presente projeto. Em 10 de junho de 2019, a Prefeitura de Campina Grande, por intermédio da Superintendência de Trânsito e Transportes Públicos (STTP), iniciou testes com a implantação do primeiro semáforo inteligente da cidade. O dispositivo foi instalado na Avenida Brasília, no cruzamento com a Rua Raimundo Nonato, e empregava algoritmos de inteligência artificial para otimizar o fluxo de tráfego. O semáforo ajustava automaticamente os intervalos de sinalização com base

em dados de tráfego em tempo real, incluindo a densidade e velocidade dos veículos. Desenvolvido por uma empresa de tecnologia do Paraná, o semáforo inteligente também priorizava a passagem de veículos de emergência e emite alertas aos motoristas sobre pedestres na via, contribuindo para uma maior eficiência e segurança viária, de acordo com Roberto (2019).

Ao idealizar esse projeto, destaca-se a inadequação dos semáforos convencionais, propondo uma abordagem dinâmica que se adapta instantaneamente ao fluxo de veículos. Sua visão transcende a mera eficiência no tráfego, abraçando a redução do tempo de espera, dos custos operacionais e, fundamentalmente, da emissão de gases nocivos. Nesse contexto, a introdução de semáforos inteligentes não apenas promete transformar a mobilidade urbana, mas também se alinha a uma perspectiva sustentável, equilibrando tecnologia e responsabilidade ambiental, como ressalta o respondente B:

Considerando o avanço tecnológico mundial, não parece razoável semáforos com tempo determinado. Um semáforo deve observar o fluxo de veículos, ou ainda a ausência deste. A atualização instantânea de alteração dos fluxos de um cruzamento implica diretamente na redução do tempo de espera, custo operacional com combustível e o principal: reduz a emissão de gases nocivos ao planeta e à saúde humana [...] Melhoramento da mobilidade urbana, redução de poluição e custo operacional de deslocamento (Respondente B).

Essa constatação encontra respaldo também na análise documental realizada no relatório do projeto. Na seção de “Análise Documental” destaca-se a descrição fundamental do projeto, onde o objetivo central é delineado. Este consiste no desenvolvimento de um controlador inteligente capaz de detectar a aproximação de veículos em cruzamentos. O propósito é dinamizar o fluxo de maneira eficiente, aumentando a fluidez do tráfego por meio de um controle inteligente que vai além da consideração convencional de temporizadores, especialmente quando não há rota de colisão detectada. Este enfoque, evidenciado tanto na resposta do respondente B quanto na análise documental, reforça a relevância do projeto na busca por soluções inovadoras e adaptativas para os desafios da mobilidade urbana. A afirmação está descrita da seguinte forma no documento:

O objetivo deste projeto é o desenvolvimento de um controlador inteligente, que detecta veículos em aproximação de cruzamentos, permitindo, na inexistência de rota de colisão, dinamizar o fluxo aumentando sua fluidez por meio de um controle inteligente que não considere apenas temporizadores (Respondente B).

Com base na análise documental realizada no relatório do projeto, observa-se que a iniciativa abrange a implementação de semáforos com configurações de dois tempos. Isso

implica na liberação do tráfego para duas vias, enquanto outras ficam paralisadas, oferecendo um método dinâmico de controle de fluxo. O sistema é composto por diversos módulos. No que diz respeito ao funcionamento básico do sistema, destaca-se a detecção de veículos por sensores de laço de indução ou acionamento de botoeiras por pedestres. Esses sinais são encaminhados para a central (*Raspberry*), que os processa, cria processos a serem executados e os organiza em uma fila, agindo de acordo com planos semafóricos previamente configurados. A tecnologia *Raspberry* se refere a um computador de placa única de baixo custo que se tornou popular por sua versatilidade e potencial de aplicação em diversos projetos tecnológicos. O *Raspberry Pi* foi desenvolvido pela *Raspberry Pi Foundation* para promover o ensino de ciência da computação em escolas e incentivar a aprendizagem de programação e eletrônica.

Além disso, o projeto apresenta possibilidades futuras promissoras, como a determinação de prioridade para vias de veículos com base em sua identificação. O relatório sugere a utilização da tecnologia RFID para este propósito, destacando a identificação de veículos a uma distância considerável. No entanto, ressalta-se que há muitas questões a serem exploradas antes de definir o uso efetivo dessa tecnologia. Com base nos dados coletados, o relatório conclui que o software não gera significativo gasto para execução, apresentando custo de memória estática pequeno, bem como custo de processamento com pouca variação durante o tempo de execução.

No entanto, o relatório destaca a necessidade de verificações adicionais em casos reais, especialmente quanto à tolerância do sistema a diferentes temperaturas. Também menciona uma função adicional, chamada “Detecta Carros” que monitora a ausência de acionamentos nas vias e nas botoeiras, além de uma funcionalidade para receber informações e permitir alterações em tempo real nas variáveis do sistema. O software foi desenvolvido seguindo o Modelo Interacionista, facilitando a comunicação entre programa e usuário, significativo para sistemas que exigem essa dinâmica. O sistema opera corretamente e sem sobrecarga significativa, evitando interferências entre suas funções e garantindo a integridade dos dados processados. A abordagem interacionista assegura eficiência e integridade operacional.

Em relação ao estado atual do projeto, com base nas respostas do respondente B, foi mencionado que estão em processo de busca por uma parceria com a SEMASEG/Prefeitura de Formiga para a implantação de uma unidade do semáforo na cidade. Quanto ao tempo decorrido desde a conclusão da parte da EMBRAPPII até a atual fase de produção e venda, o respondente destaca que o projeto teve a duração de um ano. No entanto, devido à falta de monitoramento, não é possível fornecer informações detalhadas sobre o status atual da produção e venda do

produto final. O respondente destaca a importância de verificar esses pontos para obter uma compreensão mais precisa da situação atual do projeto.

Ao associar inovações à mobilidade inteligente urbana, percebe-se que a implementação de semáforos inteligentes não apenas melhora a fluidez do tráfego, mas também contribuiria para a construção de cidades mais sustentáveis e conectadas (Giudici; Mocialov; Myklatun, 2023). A capacidade desses semáforos de se adaptarem instantaneamente ao fluxo de veículos, conforme observado na resposta do respondente B, representa um avanço significativo na otimização do deslocamento urbano. Ao considerar a proposta de priorizar veículos oficiais e a potencial integração com tecnologias como o RFID, o projeto evidencia um compromisso com a eficiência, segurança e sustentabilidade no cenário da mobilidade urbana. Dessa forma, a introdução de semáforos inteligentes não apenas reconfigura a forma como as cidades gerenciam o tráfego, mas também reforça a importância de soluções inovadoras para transformar nossas áreas urbanas em espaços mais inteligentes, eficientes e ambientalmente conscientes. Essa abordagem não apenas otimizaria a mobilidade, mas também estabeleceria um paradigma para a criação de ambientes urbanos integrados, onde a tecnologia é empregada para promover uma convivência mais harmoniosa entre os cidadãos, o tráfego e o meio ambiente.

Antecipar riscos e benefícios na inovação é essencial. Pesquisadores devem prever impactos, sugerindo soluções preventivas. Isso orienta agendas para gerenciar riscos sociais futuros, permitindo uma gestão eficaz. Na pesquisa, a antecipação cria oportunidades alinhadas a ética, políticas ambientais e sociais, evitando aspectos negativos tardios (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013, 2020). Nesse sentido, ao analisar as respostas do respondente B, possivelmente houve uma antecipação no processo de idealização do projeto de semáforo inteligente. De início, houve uma conscientização prévia em relação aos benefícios que essa inovação traria para a sociedade, especialmente em termos de melhoria do trânsito e qualidade de vida para os cidadãos. A consideração cuidadosa sobre a redução do tempo de espera, os custos operacionais relacionados ao combustível e, sobretudo, a diminuição das emissões de gases nocivos ao planeta e à saúde humana, demonstra um compromisso prévio com as implicações positivas que o projeto poderia ter. No entanto, ao observar a atual situação, em que estão buscando parcerias com a SEMASEG/Prefeitura de Formiga para a implantação do semáforo na cidade, surge a reflexão sobre a necessidade de uma antecipação semelhante nas fases subsequentes do processo. Deveriam ter considerado essas parcerias desde o início do desenvolvimento, destacando a importância de integrar a visão inovadora do projeto com ações planejadas e colaborativas para garantir uma implementação bem-sucedida e abrangente.

Ao analisar as respostas que impulsionaram a participação no projeto, os envolvidos, incluindo a comunidade acadêmica, evidenciaram um interesse contínuo ao longo do seu desenvolvimento. Segundo o respondente B, essa persistência foi motivada pela proposta do projeto em oferecer uma solução clara para um problema de amplo alcance social, proporcionando uma visão distinta sobre a abordagem de questões impactantes. Os motivos de interesse abrangem não apenas aspectos científicos, mas também sociais, refletindo um entendimento compartilhado da relevância e da necessidade de buscar inovações para desafios em larga escala. Essa análise corrobora com a reflexividade. Dentro de uma abordagem reflexiva, é importante considerar que a introdução dessa inovação impactaria a mobilidade urbana em sua totalidade. Por exemplo, os veículos de transporte público e de emergência, como ambulâncias, bombeiros e viaturas policiais, deveriam ter prioridade sobre os demais veículos, o que contribuiria para uma circulação mais eficiente e segura. Dessa forma, ressalta-se a questão da conscientização da população, já mencionada anteriormente, pois sua colaboração é fundamental para garantir que tais mudanças sejam bem-sucedidas e tragam benefícios para todos. A reflexividade é necessária na pesquisa e inovação, permitindo que os envolvidos ponderem sobre seus interesses e necessidades, assegurando uma abordagem ética e responsável (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013; Stilgoe; 2020). Esta abordagem, centrada na reflexão e avaliação ética, destaca-se no contexto da inovação tecnológica, especialmente em relação às tecnologias emergentes (Brey, 2012). A interconexão desses elementos revela a importância contínua da reflexão ética durante todo o ciclo de desenvolvimento do projeto, sustentando um compromisso sólido com abordagens responsáveis e inovadoras.

Na trajetória da inovação, manter um processo contínuo de inclusão é essencial para garantir que todas as partes interessadas estejam envolvidas desde os estágios iniciais até os estágios subsequentes de desenvolvimento e implementação. Isso inclui organizações governamentais, empresas privadas, comunidades locais, especialistas em transporte e outros atores-chave. Priorizar o transporte público e de emergência é uma estratégia fundamental para promover a acessibilidade, a segurança e a eficiência nas cidades modernas. Ao focar nesses setores, é possível melhorar a mobilidade urbana, reduzir congestionamentos e garantir que as pessoas tenham acesso a opções de transporte confiáveis e rápidas. Além disso, a priorização do transporte público e de emergência pode impulsionar a inclusão social e econômica, permitindo que mais pessoas tenham acesso a serviços e oportunidades. Isso também pode resultar em benefícios ambientais, com a redução das emissões de gases de efeito estufa e da poluição do ar.

A inclusão, ao garantir que os interesses e necessidades da sociedade sejam plenamente considerados, não apenas impulsiona a criação de soluções mais eficazes e sustentáveis, mas também desempenha um papel relevante na edificação da confiança. Esta confiança é consolidada ao evidenciar que a inovação ocorre de maneira ética e responsável, como destacam Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013, 2020). Ao ser questionado sobre a participação ou aproximação da comunidade durante o desenvolvimento do projeto, o respondente B destacou que estudantes do IFMG desempenharam um papel ativo na execução do projeto, contribuindo significativamente para a formação de futuros profissionais. O projeto também busca estreitar laços com a comunidade, evidenciado pelo esforço contínuo em estabelecer uma parceria com a SEMASEG/Prefeitura de Formiga para a aplicação de uma unidade do semáforo na cidade. Essa abordagem prática reforça o comprometimento do projeto com uma inclusão efetiva, não apenas no desenvolvimento técnico, mas também na integração e parceria com a comunidade local, como afirmado na resposta seguinte:

Estudantes do IFMG participaram na execução do projeto. Isso contribuiu e muito com a formação dos futuros profissionais. Estamos ainda tentando uma parceria SEMASEG/Prefeitura de Formiga para a implantação de uma unidade do semáforo na cidade (Respondente B).

A responsividade na inovação envolve a habilidade de se adaptar a novas perspectivas. Essa característica requer que os processos de inovação responsável sejam capazes de oferecer respostas adequadas e plausíveis em situações específicas, demandando abordagens flexíveis e adaptáveis. Nesse sentido, segundo o respondente B, durante a execução do projeto (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013, 2020), foram necessários ajustes tecnológicos para integrar as diferentes tecnologias envolvidas. Essas adaptações foram pequenas e naturais, relacionadas ao uso das tecnologias específicas empregadas. O desenvolvimento do projeto seguiu um cronograma preestabelecido, permitindo pequenas alterações ao longo do caminho. Um dos principais desafios enfrentados envolveu a integração de tecnologias, especialmente ao lidar com uma central semafórica já existente na empresa.

O projeto precisou ser ajustado para se alinhar a uma infraestrutura preexistente, destacando a complexidade de combinar tecnologias diversas. A adaptação foi uma abordagem estratégica, aproveitando as milhares de centrais já instaladas e incorporando “inteligência” ao seu funcionamento. No entanto, a possibilidade de desenvolver um novo projeto do zero permanece em aberto. Apesar dos desafios, o aprendizado foi significativo, marcando o primeiro projeto do Polo de Inovação em ação com empresas. Esse aprendizado abrangeu não apenas as tecnologias aplicadas, mas também as implicações práticas e estratégicas envolvidas,

contribuindo para o desenvolvimento de conhecimento valioso, mesmo que o projeto não tenha ainda um resultado em um produto comercial.

Ressalta-se que a responsabilidade precisa permear todas as fases do projeto, desde seu início até o encerramento (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2020). No início, houve um comprometimento com a viabilização de melhorias contínuas, estabelecendo as bases para um desenvolvimento robusto e inovador. No decorrer do processo, as tecnologias envolvidas foram minuciosamente testadas, alcançando um elevado nível de maturidade e confiabilidade. O software resultante foi disponibilizado à empresa, evidenciando a responsabilidade na entrega e, adicionalmente, foi registrado no INPI, assegurando a proteção e reconhecimento legal da propriedade intelectual associada ao projeto. Essa abordagem responsável estende-se até o presente, onde o suporte permanece constantemente disponível, reforçando o compromisso contínuo com a excelência e a sustentabilidade ao longo da existência do projeto.

A pesquisa em inovação, ao incorporar transparência e participação de atores e pesquisadores (Von Schomberg, 2011), não apenas impulsiona práticas eficientes, mas também fortalece a competitividade no mercado (Juárez; Vergara, 2020). Essa abordagem visa criar uma dinâmica colaborativa nos ecossistemas, promovendo de maneira efetiva o desenvolvimento inovador e o sucesso sustentado das organizações (Dedehayir; Mäkinen; Ortt, 2018; Suominen; Sepänen; Dedehayir, 2019). Ecossistemas de inovação, caracterizados pela diversidade de atores, atividades, recursos e estruturas institucionais (Granstrand; Holgersson, 2020), operam para estimular a interconexão dentro desse contexto inovador (Donlagic; Ajanovic; Martić, 2023). Nesse contexto, quando questionado como foi trabalhar com diferentes atores, entre instituto federal – professores e alunos – o respondente B ressaltou que trabalhar com o Polo EMBRAPPII foi uma experiência fundamental para o desenvolvimento do projeto. A parceria entre a Empresa Semaseg, IFMG e EMBRAPPII desempenhou um papel relevante, proporcionando não apenas financiamento, mas também monitoramento eficaz por parte da EMBRAPPII.

A parceria foi firmada entre a Empresa SEMASEG, IFMG e EMBRAPPII. A EMBRAPPII foi fundamental na realização do projeto. Inclusive, o monitoramento por parte da empresa acrescentou muito. Além, claro, do financiamento, viabilizando a parceria (Respondente B).

Segundo o respondente B, a criação do Polo de Inovação do IFMG, como unidade EMBRAPPII, é reconhecida como uma conquista significativa para o país, possibilitando a subsídio de novas soluções comerciais e impulsionando o Brasil na vanguarda da geração de tecnologias emergentes. O respondente enfatizou a importância da parceria para o

aprimoramento da pesquisa e das atividades comerciais, destacando os resultados fundamentais obtidos. Além disso, a capacitação técnica dos pesquisadores, aliada à busca por operações externas com o mercado, contribuiu para a instituição ao trazer novos conhecimentos, impactando diretamente no ensino-aprendizagem dos estudantes. A análise documental evidencia que a proposta foi prospectada e contratada no modelo EMBRAPII, com início das atividades de PD&I em setembro de 2017. Todos os documentos, incluindo códigos-fonte e relatórios para cada macro entrega, foram disponibilizados digitalmente à empresa contratante e ao Polo IFMG/EMBRAPII. O encerramento ocorreu conforme as etapas previstas no projeto, entregando todos os atributos necessários em conformidade com o nível de maturidade estabelecido.

Portanto, entende-se que ocorreu uma aplicação de processos inovadores no projeto em destaque. O foco principal recai sobre a concepção do “Semáforo Inteligente para Controle de Fluxo Mediante Detecção de Presença”, uma ideia que contou com a colaboração entre o Polo de Inovação do IFMG, a empresa SEMASEG, e a EMBRAPII para o desenvolvimento do projeto. As inovações incorporaram as diversas dimensões da Inovação Responsável (IR), conforme expresso no texto. Ao longo do desenvolvimento, foram ponderados os benefícios do projeto, refletindo uma abordagem ética e responsiva. A reflexão ética, a agilidade na resposta à inovação e a responsabilidade contínua foram identificadas como elementos cruciais nas fases do projeto. As descobertas se alinham com as pesquisas e contribuições de Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013, 2020), destacando a importância da antecipação e reflexividade nas atividades de inovação.

O semáforo demonstrou um alinhamento com a temática da Mobilidade Inteligente. Este tem como propósito aprimorar a gestão do transporte viário, fomentar a segurança pública e potencializar a eficiência no fluxo de veículos. A capacidade de adaptação instantânea ao fluxo de veículos é ressaltada como uma característica relevante para otimizar o deslocamento urbano. Dessa forma, as descobertas evidenciam a teoria apresentada, indicando que a mobilidade inteligente surge como uma solução para enfrentar o desafio do congestionamento do tráfego. Ao combinar tecnologias avançadas com abordagens eficazes, busca-se criar um sistema de transporte mais eficiente para a sociedade (Paiva, 2021).

Quanto ao possível ecossistema de inovação, o texto aponta para a criação de um ambiente sinérgico por meio da parceria entre a Empresa SEMASEG, IFMG e EMBRAPII. A EMBRAPII desempenhou um papel importante, não apenas ao fornecer financiamento, mas também ao monitorar eficientemente o progresso do projeto. No entanto, essa parceria poderia ser melhor aproveitada, uma vez que o projeto ainda não está de fato funcionando plenamente.

É necessário aprimorar a integração entre as partes envolvidas e a coordenação das atividades para alcançar o potencial máximo do ecossistema de inovação.

Essa colaboração é enfatizada como sendo fundamental para aprimorar a pesquisa, impulsionar atividades comerciais e posicionar o Brasil na geração de tecnologias emergentes. A descoberta corrobora com o autor Wang (2010), que destaca a importância da colaboração entre universidades e empresas privadas, considerando-a fundamental para impulsionar o avanço econômico e tecnológico. De acordo com Boni e Gunn (2021), as empresas e as instituições acadêmicas formam um elo relevante no contexto do Ecossistema de Inovação (EI), proporcionando vantagens mútuas, incluindo acesso à tecnologia de ponta, recursos de mão de obra qualificada e o compartilhamento de dados de pesquisa para resolver desafios enfrentados.

4.3 Sistema inteligente de ponto eletrônico e produção integrado a veículo automotor para ambientes de baixa conectividade

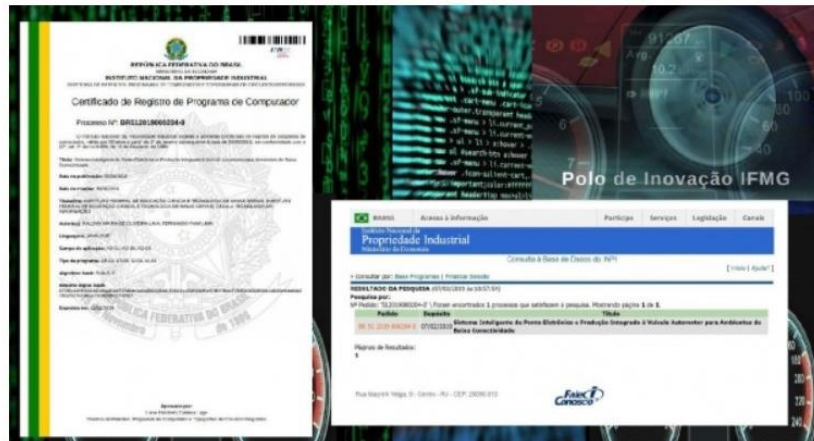
O projeto do Ponto Eletrônico foi realizado em parceria entre EMBRAPPII, IFMG, a empresa idealizadora *Celula Web* e a empresa compradora Prumo Engenharia. Segundo informações do site da *Celula Web*, a empresa foi fundada em 2006 e está sediada em Formiga. A *Celula Web* é especializada no desenvolvimento de soluções de software personalizadas e Marketing Digital. Seu objetivo é proporcionar melhores resultados e maior competitividade aos clientes, promovendo cooperação, comunicação e troca de experiências, além de valorizar as pessoas e o convívio. A missão da *Celula Web* é ser reconhecida como a maior fábrica de *software* e serviços de *marketing* digital de Formiga e região. A empresa fundamenta-se em valores como responsabilidade, compromisso, ética, empatia, simplicidade e valorização das pessoas. Destaca-se pelo atendimento personalizado, contando com uma equipe especializada. A *Celula Web* oferece soluções digitais completas, desde a criação de marcas até o desenvolvimento de sites e o gerenciamento de redes sociais, sempre em busca de inovação e dos melhores resultados para seus clientes.

De acordo com o *site* da Prumo Engenharia (Quem, [2024]), a empresa é especializada em construção e manutenção ferroviária, destacando-se por sua equipe capacitada. Referência nacional nesse setor, a Prumo realiza obras em todo o país, abrangendo construção civil, infraestrutura, superestrutura e para clientes públicos e privados. O fortalecimento da marca e sua posição como um dos principais players do segmento são resultados do investimento na capacitação dos recursos humanos, foco na competitividade comercial e busca contínua por aumento da produtividade. A empresa participa ativamente de projetos de infraestrutura nacional. A Prumo não apenas executa obras, mas também preza por valores morais e éticos

em suas relações com clientes, funcionários, fornecedores e sociedade. Comprometida com a qualidade, destaca-se pela competência técnica da equipe na solução de desafios do mercado. Sua produtividade é impulsionada pela busca incessante por eficiência, investindo em treinamento e mecanização. A responsabilidade com as pessoas também é destacada com significativos recursos destinados ao treinamento e aperfeiçoamento dos colaboradores. Esse investimento resulta no aumento das habilidades comportamentais, capacidade de superação de metas e criatividade, mantendo a empresa competitiva. A gestão da Prumo é fundamentada em conceitos como autonomia, delegação e gerência participativa, promovendo um ambiente corporativo flexível e competente.

De acordo com as informações obtidas no site do Polo de Inovação IFMG, o projeto Sistema Inteligente de Ponto Eletrônico e Produção Integrado a Veículo Automotor para Ambientes de Baixa Conectividade, foi assinado pelo Polo de Inovação em novembro de 2017 e concluído em dezembro de 2018. O objetivo central do projeto era desenvolver um protótipo de sistema inteligente adaptado para ambientes de baixa conectividade. Ambientes de baixa conectividade são contextos onde a comunicação e a troca de informações são limitadas devido a condições inadequadas para estabelecer conexões. Esses ambientes podem dificultar a colaboração, a transferência de dados e a eficiência operacional, exigindo soluções para superar essas limitações e promover a inclusão digital.

Figura 5 – Imagem obtida do portal do IFMG para confirmar projeto
Software criado no projeto Célula WEB ganha registro no INPI



Registro de software está disponível para consulta no INPI

No final de 2018, foi finalizado o projeto “Sistema Inteligente de Ponto Eletrônico e Produção Integrado a Veículo Automotor para Ambientes de Baixa Conectividade”, desenvolvido por pesquisadores do Polo de Inovação IFMG em parceria com a empresa Célula Tecnologia da Informação (Célula WEB). Logo em seguida, foi iniciado o processo de registro de software pelo Núcleo de Inovação Tecnológica do IFMG (NIT) junto ao Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Com isso, os pesquisadores/inventores cederam o direito de uso e comercialização para a empresa Célula WEB e o IFMG.

O objetivo do projeto foi desenvolver um protótipo em ambiente operacional de um sistema inteligente de ponto eletrônico e produção integrado a veículo automotor para ambientes de baixa conectividade, ou seja, sem sinal de rede móvel ou com grande variação na disponibilidade do serviço. O desenvolvimento do software foi coordenado pela professora Paloma Maira de Oliveira, que dirigiu a equipe composta pelo professor Fernando Paim Lima e pelos alunos Iago Brayam Cunha Santos e Túlio Parreira Cunha.

Fonte: Polo (2019b).

O sistema resultante possui duas principais funcionalidades: (i) um mecanismo inteligente para o ponto eletrônico, utilizando a distância percorrida e a localização georreferenciada do veículo automotor quando disponível; (ii) um módulo para o lançamento da produção dos funcionários após sua jornada de trabalho. A integração do sistema de ponto ao sistema de produção torna o processo gerencial mais transparente e ágil. O sistema possui aplicações em diversas áreas, incluindo administração, administração de empresas, administração da produção, sendo classificado como aplicativo, controle de processos, gerenciador de informações e inteligência artificial.

Na pesquisa sobre o ponto eletrônico, as empresas Célula Web e Prumo Engenharia desempenharam papéis importantes. O projeto em questão, denominado “Sistema Inteligente de Ponto Eletrônico e Produção Integrado a Veículo”, destacou-se por desenvolver uma solução capaz de registrar pontos eletrônicos em ambientes com conectividade limitada. Essa inovação foi especialmente projetada para atender às necessidades de uma empresa de mobilidade

urbana, que frequentemente desloca seus colaboradores para locais remotos desprovidos de conectividade. A coleta de dados para essa pesquisa envolveu a seguinte abordagem: Inicialmente, uma entrevista semiestruturada foi conduzida com o proprietário da *Célula Web*, idealizador do projeto. Ressalta-se que posteriormente, o projeto foi vendido à empresa para a Prumo Engenharia. Além disso, um questionário elaborado no *Google Forms* foi aplicado a um professor do IFMG que desempenhou um papel significativo no desenvolvimento do projeto. Essa abordagem permitiu melhor compreensão do contexto, das motivações para a inovação e das implicações do sistema inteligente de ponto eletrônico.

O ponto eletrônico surgiu em um cenário em que a necessidade de projetos inovadores era importante para a EMBRAPPII, no IFMG *campus* Formiga, o idealizador e proprietário da *Célula Web* (respondente C) assumiu um papel proativo. Ao identificar as dificuldades comerciais enfrentadas pela equipe da EMBRAPPII e do polo de inovação na prospecção de projetos, o mesmo relatou ter decidido participar do projeto. Com base em sua experiência no mercado e em suas conexões estratégicas, o indivíduo estabeleceu um diálogo com a empresa Prumo Engenharia, cujo presidente mantinha uma relação pessoal com ele. Esse diálogo, que teve início por meio de uma conversa informal sobre os desafios enfrentados pela Prumo Engenharia, evoluiu para a concepção do projeto relacionado ao ponto eletrônico. A ideia surgiu do respondente C, proprietário da *Célula Web* e essa solução foi vendida para a empresa Prumo. Durante a idealização do projeto, diversas figuras desempenharam papéis fundamentais, incluindo o presidente da Prumo, e uma professora pesquisadora do IFMG. O desenvolvimento do projeto contou também com a contribuição de outro professor que ficou responsável pelo desenvolvimento de parte da solução. Outros profissionais da Prumo também estavam envolvidos no projeto. As afirmações acima constam na fala do respondente C:

[...] quando o polo de inovação veio para Formiga, ele precisava de projetos e é um coisa muito boa que a EMBRAPPII fez para conectar a empresa com instituições de ensino. Mas, a equipe da EMBRAPPII e do polo de inovação de formiga tinha uma dificuldade comercial, de prospectar a entrada de projetos. E aí, eles fecharam dois projetos e estava chegando no final do ano e eles fazem a contagem da meta, ou seja, bateu meta ou não bateu? Então corria o risco de prejudicar o polo que tinha que fechar naquele ano 3 projetos aí eu fui e peguei essa “dor” e eu conheço muita gente né? Então falei: vou resolver isso aqui! Conversei com alguns amigos, algumas pessoas que tem empresa e nós fechamos uma conversa com a Prumo. O presidente da Prumo, é meu amigo pessoal, e em um desses momentos que a gente tava participando de um outro tema que não tem nada a ver, nós chegamos a viajar junto e eu conversando com ele, olha “qual [sic] suas dores que você tem lá na Prumo?” Aí, nós fomos conversando e tal e eu disse “vou resolver isso aí para você”. Vamos criar um projeto assim e aí eu fui e falei do Polo de Inovação para ele e chamei uma amiga que é professora e pesquisadora lá, então aí construímos

isso juntos. Construímos uma proposta para uma dor da Prumo, que é exatamente o que foi executado, só que eu fiz pela minha empresa (*Célula Web*) aí, depois eu repassei isso para a Prumo (Respondente C).

Por outro lado, o professor (respondente D) forneceu uma perspectiva mais técnica sobre a evolução do projeto. Ele explicou que a ideia não surgiu espontaneamente, mas sim a partir de uma demanda de uma empresa. Ao longo do processo, a solução foi aprimorada, enfrentando desafios como a execução em ambientes de baixa conectividade e as limitações de hardware de baixo custo, como destaca o respondente D:

A ideia não surgiu, foi inicialmente elaborada a partir de uma pequena demanda de uma empresa, em seguida foi edificada no início dos trabalhos do projeto, e no decorrer do projeto foi aprimorada junto ao desenvolvimento. Inicialmente o desafio identificado foi a necessidade de parte da solução ser executada em ambientes de baixa conectividade, mas no decorrer do projeto diversos outros desafios surgiram, como por exemplo as limitações que hardware de baixo custo da época tinham quanto armazenamento, mas com a equipe qualificada este e outros desafios que surgiram foram completamente sanados para a entrega da solução em nível de maturidade acordada com a empresa (Respondente D).

No que diz respeito à disponibilização para o mercado, o respondente D não tinha informações precisas sobre o prazo, mas mencionou que a empresa contratante foi responsável pela implantação da solução na empresa final. Quanto ao feedback, tanto a empresa final quanto a contratante relatam que forneceram diversas informações. Além disso, destacou que todo o processo de pesquisa aplicada e inovação enriqueceu o conhecimento dos pesquisadores, contribuindo significativamente para outros projetos e atividades acadêmicas. Essa colaboração entre *Célula Web* e Prumo Engenharia demonstra como parcerias estratégicas podem impulsionar projetos inovadores, atendendo às demandas do mercado e gerando aprendizado valioso.

Com o intuito de solucionar desafios de mobilidade em ambientes remotos, o projeto do ponto eletrônico buscou antecipadamente compreender os benefícios que traria para a empresa. Nesse contexto, a antecipação surge como um componente essencial da inovação, demandando uma análise por parte dos pesquisadores sobre os impactos de suas investigações. Tal análise engloba a consideração não apenas dos benefícios, mas também dos riscos que são associados às novas tecnologias, buscando assim por soluções preventivas. A prática de questionar paradigmas estabelecidos e antecipar os possíveis desdobramentos contribui substancialmente para uma gestão eficaz dos riscos sociais futuros, conforme delineado por Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013, 2020). Guston (2014) enfatiza, de modo fundamental, a necessidade

premente de antecipar os riscos inerentes às inovações, promovendo o envolvimento das partes interessadas e a gestão proativa das possíveis implicações associadas às novas tecnologias.

Ao ser questionado sobre o projeto com o idealizador, o respondente C, evidencia-se uma compreensão das necessidades da empresa Prumo. A resolução do problema foi pautada na perspectiva de fornecer uma solução evoluída, sem considerar a avaliação de possíveis aspectos adversos, como comprova na fala do mesmo: “[...] qual suas dores lá na Prumo? Aí nós fomos conversando e eu falei, “vou resolver isso aí pra você” [...] eu tinha certeza que a solução seria evoluída, porque nós pegamos uma dor, uma específica dor da empresa”.

O processo de desenvolvimento foi caracterizado pela colaboração ativa do respondente D, o qual desempenhou uma função de responsabilidade ao acompanhar integralmente o projeto. Esse acompanhamento técnico, a troca colaborativa de informações e a supervisão gestora da EMBRAPPII, aliados a auditorias subsequentes, evidenciam o comprometimento e a responsabilidade ao longo do ciclo do projeto. Quando os respondentes C e D foram questionados sobre os interesses no projeto, o respondente C expressou que o foco estava na resolução de um problema significativo. Ele dividiu os interesses em três partes: o polo tinha interesse em cumprir as metas de contratos assinados, a empresa (representada por ele) visava entregar uma solução útil e atender às necessidades do cliente, e a EMBRAPPII buscava garantir que o projeto estivesse alinhado com os objetivos de inovação. O respondente D complementou destacando os interesses das empresas em buscar uma solução inovadora no ambiente acadêmico, dos pesquisadores em colocar teorias em prática e validar aprendizados, e dos alunos em adquirir experiência em projetos inovadores.

O engajamento foi presente em todos os aspectos, gerenciado profissionalmente mesmo diante de divergências de ideias, devido à adoção de metodologias ágeis. Ao questionar se houve situações de conduta inadequada ou falta de engajamento, os respondentes indicaram que não houve, pois todos estavam altamente engajados, compreendendo suas responsabilidades e garantindo que as necessidades fossem prontamente atendidas, sem atrasos em nenhuma etapa do projeto. Nesse contexto de eficaz engajamento, a reflexividade na pesquisa e inovação emerge como uma ferramenta relevante para garantir uma abordagem ética. Tal abordagem permite ajustes quando necessário, assegurando um desenvolvimento responsável do projeto, conforme preconizado por Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013; 2020) e conforme foi aplicado no projeto em questão. A importância da reflexão e avaliação ética é especialmente destacada em inovações tecnológicas emergentes, como apontado por Brey (2012). A ética da Inovação Responsável exige uma abordagem holística e proativa para garantir que as inovações tragam benefícios para a sociedade, minimizando possíveis riscos ou

danos. Isso ressalta a necessidade contínua de considerar aspectos éticos para garantir que o progresso tecnológico seja responsável. Essa abordagem ética se alinha com a dinâmica de engajamento observada no decorrer do projeto, evidenciando a sinergia entre práticas éticas e eficiência operacional. Tais afirmações podem ser comprovadas nas falas dos respondentes C e D:

O interesse era realmente a solução, para resolver um grande problema que eles tinham. Então acho que a gente pode dividir, em três partes: interesse do polo em cumprir a meta de contratos assinados, eles tinham que fazer suas macro entregas, sempre manteve, nunca tivemos problemas com isso. Do lado da empresa que no caso sou eu, o interesse é de entregar a solução para um terceiro, para quem eu vendi, para quem eu disponibilizei e aquilo ser realmente útil e atender as necessidades do meu cliente. Ou seja, a premissa pra gente conseguir resolver. E da EMBRAPPII, eu respondi várias pesquisas da EMBRAPPII... É vê se o projeto tá funcionando, vê se realmente está atendendo e tá de acordo com aquilo que foi proposto né? Que é de inovação... Dos prazos cumpridos e com relação ao nosso projeto em si nos tivemos nenhum ponto negativo assim que para falar assim “ah não deixou a desejar em algum ponto nos três pilares ali, seja na instituição de ensino, na EMBRAPPII ou na empresa” Não! Deu tudo certo! (Respondente C).

Bem, quanto às empresas, buscaram uma solução inovadora em ambiente acadêmico. Quanto aos pesquisadores, a vontade de colocar em prática diversas teorias, validar as mesmas, bem como o próprio aprendizado que se tira de todo projeto de pesquisa aplicada. E no caso dos alunos, a possibilidade de adquirir experiência no desenvolvimento de um projeto de cunho inovador.

Engajamento houve em todos os aspectos, divergências de ideias sempre ocorrem, mas como a equipe adotou metodologias ágeis e profissionais para o desenvolvimento, as soluções também eram tratadas de forma profissional [...] todo mundo estava muito engajado, todo mundo sabia o que precisava ser feito dentro do seu papel, ou seja, as suas responsabilidades (Respondente C).

Outro quesito na inovação é a inclusão. A inclusão desempenha um papel relevante na inovação responsável, visando criar um ambiente em que a tecnologia contribua para a sociedade em geral (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013). A inclusão garante a participação de comunidades locais, organizações da sociedade civil, trabalhadores e consumidores. Isso envolve parcerias multissetoriais, fóruns e a inclusão de membros em comitês científicos para diversificar contribuições, promover governança inclusiva e desenvolver políticas. A inclusão deve ser contínua, com as partes interessadas envolvidas desde o início. Além de impulsionar soluções eficazes e sustentáveis, a inclusão na inovação responsável constrói confiança na sociedade, demonstrando uma abordagem ética e responsável (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2020) sendo fundamental para assegurar que todas as partes interessadas tenham voz e sejam consideradas no processo de inovação (Guston, 2014). No decorrer do projeto, o respondente C afirmou que a inclusão não ocorreu, justificando que:

Então isso também não tem muita participação, pelo menos no nosso projeto aqui. Porque era uma coisa muito direcionada, então a gente fez um projeto específico para uma empresa em um determinado segmento. Então, a única coisa que eu fazia era falar do projeto com outras empresas. Até hoje a gente fala e as pessoas me perguntam disso aí. Então é mais nessa questão de divulgação mesmo, de falar como funciona e tal. Mas não teve nenhuma participação no contexto do projeto (Respondente C).

Olha, para a sociedade não era o objetivo, porque era um projeto para atender a necessidade do meio privado, ou seja, para criar uma solução mesmo. E essa solução não era utilizada pela sociedade. Era para resolver uma dor de um segmento e de um único cliente. Então eu não tenho essa informação porque não era o objetivo do projeto (Respondente C).

Como o projeto era muito focado na solução específica para empresas do segmento, e a existência do sigilo acordado em contrato com a empresa, não cabia o envolvimento externo da comunidade (Respondente C).

No contexto do projeto, a inclusão requer a participação ativa das pessoas diretamente impactadas pelas mudanças propostas. Nesse caso, os funcionários da empresa e seus supervisores deveriam ser consultados para compartilhar suas perspectivas e experiências relacionadas ao projeto em desenvolvimento. Essa abordagem colaborativa poderia fornecer insights valiosos sobre a dinâmica do trabalho, processos operacionais, e desafios enfrentados no dia a dia da empresa. Além disso, ao envolver esses indivíduos diretamente afetados, seria possível detectar nuances e detalhes específicos que poderiam passar despercebidos por aqueles que não estão envolvidos nas atividades cotidianas. Por exemplo, os trabalhadores podem oferecer informações sobre possíveis obstáculos ou oportunidades que só se tornam aparentes com o conhecimento prático da rotina de trabalho. A inclusão também ajudaria a promover um senso de pertencimento e engajamento entre os funcionários, pois eles se sentem valorizados e ouvidos no processo de tomada de decisão. Isso pode levar a uma implementação mais eficaz e bem-sucedida das mudanças propostas, além de reduzir a resistência ao novo projeto.

No entanto, a abordagem adotada no projeto parece ter seguido uma estrutura hierárquica, onde as decisões foram tomadas de cima para baixo, sem uma consulta adequada aos trabalhadores diretamente afetados pela inovação. Essa falta de envolvimento dos funcionários pode resultar em um distanciamento entre as expectativas da direção e as realidades do “chão de fábrica”, o que pode gerar insatisfação ou resistência às mudanças. Ou seja, para que um projeto de inovação seja inclusivo, é fundamental incorporar as vozes daqueles que serão impactados diretamente, garantindo que suas preocupações, sugestões e necessidades sejam consideradas ao longo do processo.

Sobre a vida útil do produto, o respondente D destacou a necessidade de modernização devido à natureza de alta tecnologia. Dado o constante avanço das tecnologias utilizadas,

frequentemente atualizadas pelas empresas detentoras de seus direitos, a empresa optou por manter a solução em constante atualização desde o término do projeto até os dias atuais:

Por se tratar de um produto de alta tecnologia, com o tempo, o produto deve ser modernizado, pois as tecnologias utilizadas têm um apelo muito grande, frequentemente atualizadas pelas empresas detentoras de seus direitos. Por isso ao final do projeto, estas questões foram expostas e a empresa mantém a solução em constante atualização até os dias de hoje (Respondente D).

Quando questionado sobre os desafios enfrentados, o respondente C destacou a complexidade da parte de inovação no projeto. Especificamente, mencionou a necessidade de compreender o processo dentro dos recursos disponíveis, como o dispositivo que fazia leitura na caixa de fusíveis do veículo. A comunicação com um tablet via Bluetooth para interpretar essas informações e criar uma solução foi apontada como a parte mais difícil e desafiadora. Além disso, a coleta de dados em relação ao negócio do cliente foi destacada como uma tarefa trabalhosa.

O principal desafio era a parte de inovação, nós tínhamos que entender o processo dentro dos recursos que estavam disponíveis, então nós tínhamos um aparelho que a gente colocava na caixa de fusível do veículo que fazia a leitura e eu comunicava através do dispositivo de um tablet via *bluetooth* para poder entender e interpretar aquelas informações e fazer uma solução com essas informações, então o que eu vejo o que é mais difícil, mais desafiador do projeto foi exatamente essa parte de inteligência em si pra gente conseguir. Outra parte que é realmente difícil, difícil não... mais trabalhosa... é a coleta de dados em relação ao negócio, então, ou seja, ir lá entender o processo do cliente, saber o que realmente é bom e funciona, foi uma parte que chamou atenção nossa né, nesse caso em específico (Respondente C).

Quando perguntado sobre a necessidade de se adaptar ao longo do projeto, o respondente C respondeu afirmativamente, destacando vários ajustes realizados. Ele compartilhou um exemplo específico relacionado à inovação no projeto, mencionando um sistema de ponto eletrônico inteligente instalado em uma van ou micro-ônibus para medir a produção. Enfrentando desafios com a rota devido a mudanças na comercialização da biblioteca do Google, o respondente explicou como adaptaram a rota, reduzindo consultas e mantendo a eficácia, mesmo diante de alterações externas nos recursos utilizados. Essas mudanças foram continuamente observadas e ajustadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Sendo assim, as respostas do respondente C entram em acordo com a literatura. Na literatura, a responsividade na inovação envolve a capacidade de adaptar-se e reagir a novos conhecimentos, perspectivas e normas. Processos responsivos exigem abordagens flexíveis, essenciais para desenvolver soluções inovadoras de maneira oportuna e eficaz (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013, 2020). Afirmação essa que pode ser encontrada na fala do respondente D:

[...] desafios surgiram, como por exemplo as limitações que hardware de baixo custo da época tinham quanto armazenamento, mas com a equipe qualificada este e outros desafios que surgiram foram completamente sanados para a entrega da solução em nível de maturidade acordada com a empresa (Respondente D).

Em relação ao trabalho com diversos participantes, incluindo empresa privada, alunos e professores do IFMG e EMBRAPPII, o desafio de colaboração foi evidenciado pelo Respondente C. Ele destacou a necessidade de adaptação entre a visão acadêmica do IFMG e a metodologia de desenvolvimento de software da empresa, enfrentando desafios na codificação e metodologia. A colaboração com a EMBRAPPII foi reconhecida como relevante, embora tenham sido necessários esforços para compreender a lógica e ajustar-se a diferentes padrões de codificação. Quanto à aproximação da EMBRAPPII no projeto, o respondente expressou confiança no papel prático desempenhado pela EMBRAPPII ao conectar empresas e instituições de ensino, destacando a importância de projetos práticos com aplicabilidade no mercado. O respondente C acredita no valor do projeto e em sua viabilidade a longo prazo.

Para finalizar, ao ser questionado sobre o projeto de inovação em colaboração com a EMBRAPPII, o respondente C compartilhou sua confiança no potencial da EMBRAPPII para facilitar a inovação ao conectar o acadêmico ao mercado de trabalho. Ele enfatizou uma comunicação aberta e eficiente entre as partes envolvidas – a instituição de ensino, a empresa e a EMBRAPPII –destacando a importância de soluções práticas para problemas reais no ambiente de mercado. O respondente D descreveu a experiência como fantástica, fascinante, excitante e motivadora para o desempenho de demais atividades acadêmicas: “Experiência fantástica, fascinante, excitante e motivadora para o desempenho de demais atividades acadêmicas”.

Portanto, compreende-se que no presente projeto, foi observada a execução de um processo de inovação bem definido e bem-sucedido como produto final. Desde a concepção até a conclusão, as diferentes fases foram delineadas, e a colaboração entre atores distintos foi fundamental. A EMBRAPPII, o IFMG, e empresas privadas como *Celula Web* e Prumo Engenharia desempenharam papéis importantes nesse processo, indicando uma abordagem abrangente que envolveu financiamento e monitoramento ao longo de todo o desenvolvimento. Além disso, as inovações apresentadas demonstraram aderência em alguns pontos das dimensões da Inovação Responsável, considerando alguns aspectos éticos nas etapas do desenvolvimento. Isso envolveu a ênfase na reflexão ética, responsividade na inovação e a integração contínua da responsabilidade em todas as fases do projeto. A ética abordada no projeto reflete na teoria abordada por Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013, 2020) e Brey (2012).

A relevância ética assume um papel importante, especialmente em inovações tecnológicas. Este enfoque destaca a importância contínua de incorporar considerações éticas para assegurar que o avanço tecnológico ocorra de maneira responsável.

O projeto na área de mobilidade inteligente ao desenvolver um mecanismo inteligente para o ponto eletrônico. Isso é importante, pois utiliza avançadas tecnologias, como a distância percorrida e localização georreferenciada, para melhorar a gestão dos deslocamentos. Além disso, a inclusão de um módulo para lançamento da produção dos funcionários após a jornada de trabalho alinha-se aos princípios da mobilidade inteligente, promovendo uma abordagem integrada na gestão de recursos humanos. Em conjunto, esses elementos contribuem para uma mobilidade mais eficiente e inteligente no âmbito do projeto. Descobertas essas que corroboram com Paiva (2021), Orłowski e Romanowska (2019), que enfatizam que a mobilidade inteligente busca contribuir com soluções inovadoras, promovendo uma mobilidade mais eficiente e segura, contribuindo assim para seu progresso.

Quanto ao fomentar o possível ecossistema de inovação, os relatos indicam que a EMBRAPPII desempenhou seu papel no contexto estudado. As parcerias estabelecidas entre a EMBRAPPII Formiga, o IFMG, empresas privadas como *Celula Web* e Prumo Engenharia, evidenciam a interconexão de diversos atores nesse ecossistema. A EMBRAPPII, ao fornecer financiamento, a *Celula Web*, com monitoramento eficaz, e os alunos e professores, com conhecimento, contribuíram significativamente para a resolução de um problema enfrentado pela Prumo. Isso destaca a colaboração efetiva entre instituições de ensino, empresas e entidades de pesquisa, contribuindo para a formação desse ecossistema de inovação. Destaca-se, portanto, a importância de permitir o monitoramento da tecnologia, incluindo o planejamento e o suporte tecnológico. Ressalta-se a necessidade de todos os atores trabalharem em conjunto, uma vez que, diante dessa dinâmica interconectada, a percepção de Dedehayir, Mäkinen e Ortt (2018) sobre a interdependência em um ecossistema de inovação é essencial para construir uma rede eficaz. Nesse contexto, compreende-se que, em conjunto, os atores colaboram no desenvolvimento de capacidades relacionadas à inovação e desempenham papéis vitais na dinâmica do ecossistema, como destacam os autores Silva e Grützmann (2022).

4.4 Análise comparativa: Escalonador, Semáforo e Ponto Eletrônico

Um conjunto de conceitos, definições e proposições inter-relacionadas oferece uma visão sistemática de eventos ou situações, especificando as relações entre variáveis observadas com o objetivo de explicar eventos ou situações. É relevante compreendê-lo como um sistema que representa a realidade, capaz de gerar proposições a partir de premissas iniciais, sendo

elaborado quando há a necessidade de estabelecer relações entre a teoria e os dados, considerado a essência do trabalho científico (Souza Filho; Struchiner, 2021). Na presente pesquisa, a abordagem foi pautada no método Eisenhardt, o qual envolve análise de dados por meio de comparação constante, replicação e análise de casos cruzados. O método utiliza técnicas como análise de conteúdo e codificação para obter uma compreensão profunda dos dados coletados. Essa abordagem aprimora a validade e confiabilidade, culminando em teorias pertinentes caracterizadas pela precisão. Esse método, frequentemente empregado em estudos de caso nas ciências sociais, destaca-se por sua capacidade de construir teoria, especialmente ao lidar com múltiplos casos (Eisenhardt, 2021).

Os conceitos-chave que norteiam a análise são: “Inovação Responsável”, “Ecossistemas de Inovação” e “Mobilidade Inteligente”. Estes conceitos fundamentais forneceram a base necessária para explorar a interseção entre práticas inovadoras, responsabilidade e o desenvolvimento de soluções tecnológicas para a mobilidade. Ao identificar as variáveis que foram examinadas neste estudo, concentrou-se em elementos cruciais, tais como as empresas e atores envolvidos, os projetos de mobilidade inteligente em andamento, os princípios norteadores da inovação responsável e os diversos elementos que compõem os ecossistemas de inovação. Esta abordagem buscou proporcionar uma compreensão das dinâmicas envolvidas na inovação responsável e nos ecossistemas de inovação no contexto da mobilidade inteligente.

A questão que orientou as Figuras 6, 7 e 8 apresentadas foi: os princípios da inovação responsável estão presentes nas práticas de inovação relacionadas à mobilidade inteligente, especialmente aquelas integradas em ecossistemas de inovação? A pergunta chave busca nortear sobre a integração dos princípios da inovação responsável – Antecipação, Reflexividade, Inclusão e Responsividade – impacta as práticas de inovação em projetos de mobilidade inteligente desenvolvidos em ecossistemas de inovação. Essa abordagem visa aprofundar a compreensão sobre como a inovação responsável é efetivamente integrada nas práticas de inovação em um contexto específico, oferecendo descobertas sobre a interação dinâmica entre os princípios orientadores e a execução prática dos projetos de mobilidade inteligente que foram desenvolvidos dentro do ecossistema de inovação.

Seguindo a metodologia de Eisenhardt (2021) o modelo de comparação é habilmente empregado em suas análises e pesquisas. A primeira categorização foi realizada por meio do projeto de mobilidade inteligente, identificando qual problema desencadeou a ideia e qual é a situação atual do mesmo. Desta forma, o primeiro projeto abordado é o Escalonador da Aiko Logic, que visa coordenar ativos móveis, como caminhões, para diversas atividades em diferentes locais. O desafio central é a tomada de decisões estratégicas na ordem otimizada de

envio, otimização de rotas e alocação eficiente de recursos. Apesar dos esforços, o Escalonador não se tornou um produto comercializável devido à falta de aderência dos clientes e dificuldades em encontrar um mercado maduro.

O segundo projeto é o Semáforo Inteligente da SemaSeg, com o objetivo de aprimorar a mobilidade urbana. Destaca-se por sua abordagem dinâmica, ajustando-se ao fluxo de veículos, priorizando a detecção de veículos em cruzamentos sem rota de colisão. Embora ainda não esteja disponível para venda, ressalta a importância de parcerias para a realização na cidade de Formiga, contribuindo para possíveis cidades mais sustentáveis.

No projeto do ponto eletrônico, as empresas *Célula Web* e Prumo Engenharia desenvolveram uma solução para registrar pontos eletrônicos em ambientes com conectividade limitada. Surgiu da identificação de dificuldades comerciais na prospecção de projetos para o polo de inovação EMBRAPPII. O projeto foi concluído com sucesso, evidenciando a colaboração estratégica entre empresas e instituições de ensino na busca por soluções eficientes.

O Escalonador, Semáforo Inteligente e o Ponto Eletrônico compartilham a proposta de aprimorar a eficiência e adaptabilidade em diferentes contextos, demonstrando uma convergência no objetivo de contribuir para soluções inovadoras na mobilidade. No que diz respeito à coordenação de ativos móveis, tanto o Escalonador quanto o Semáforo Inteligente buscam otimizar processos. O escalonador se propõe melhorar a gestão de caminhões em atividades diversas, enquanto o Semáforo Inteligente visa aprimorar o controle de tráfego, evidenciando uma preocupação com a eficiência na mobilidade. Ambos enfrentam desafios estratégicos, destacando a importância da tomada de decisões otimizadas.

O Escalonador lida com a ordem de envio de caminhões, considerando otimização de rotas e alocação de recursos, enquanto o Semáforo Inteligente prioriza a detecção de veículos em cruzamentos, adaptando-se dinamicamente ao fluxo de veículos. Já o Ponto Eletrônico, apresenta um cenário distinto, focando na gestão de pontos eletrônicos em ambientes com conectividade limitada. Enquanto os outros dois projetos abordam a mobilidade física, o Ponto Eletrônico concentra-se na mobilidade da mão de obra, oferecendo uma solução inovadora para ambientes remotos.

Em termos de abordagem técnica, cada projeto segue uma trajetória única. O Escalonador destaca-se pela busca de eficiência na coordenação de ativos, o Semáforo Inteligente prioriza a adaptabilidade ao fluxo de tráfego, e o Ponto Eletrônico enfoca a conectividade em ambientes remotos. Por fim, enquanto o Escalonador enfrentou desafios comerciais e de mercado que impediram sua comercialização, o Semáforo Inteligente ressalta

a importância de parcerias para sua concretização efetiva, e o Ponto Eletrônico concluiu com sucesso, evidenciando diferentes desfechos em suas trajetórias.

A mobilidade inteligente, conforme Lopes e Oliveira (2017), almeja contribuir para uma sociedade mais inclusiva e eficiente. A estratégia preconizada na teoria destaca a importância da tomada de decisões otimizadas no âmbito da mobilidade inteligente, evidenciando os desafios estratégicos enfrentados pelos projetos específicos, como o Escalonador e o Semáforo Inteligente. A convergência de objetivos entre a teoria e os projetos apresentados é notável, enfatizando a busca comum por aprimorar a eficiência e adaptabilidade em diferentes contextos de mobilidade (Butler; Yigitcanlar; Paz, 2020).

Os desfechos variados dos projetos realçam a complexidade do cenário, onde o Escalonador enfrentou desafios comerciais e de mercado, o Semáforo Inteligente destacou a importância de parcerias, e o Ponto Eletrônico obteve êxito. Esses desdobramentos podem ser conectados à discussão teórica sobre os diversos resultados que a mobilidade inteligente pode proporcionar, vinculando-se à importância discutida na teoria sobre a contribuição desse campo para uma sociedade mais justa e sustentável (Lopes; Oliveira, 2017). Ressalta-se, ainda, como os projetos se empenham em aprimorar a qualidade de vida dos usuários das tecnologias citadas, alinhando-se de maneira coerente com os princípios discutidos na teoria (Paiva, 2021).

A segunda categorização é centrada na inovação responsável e seus princípios: antecipação, reflexividade, inclusão e responsividade. Os projetos do escalonador, do semáforo inteligente e do ponto eletrônico proporcionam um panorama abrangente das diferentes abordagens das inovações. O projeto do escalonador, ao se relacionar com a inovação responsável, mostra uma falha conceitual que revela a importância crítica de considerações de mercado desde o início, destacando a necessidade de uma visão holística na antecipação de desafios. Por outro lado, o projeto do semáforo inteligente demonstra uma antecipação significativa no processo de idealização, enfatizando os benefícios sociais. Porém, a reflexão posterior sobre parcerias com a Prefeitura destaca a importância de uma antecipação contínua nas fases subsequentes. Esse projeto destaca a interconexão entre inovação, consciência social e colaboração planejada para garantir uma execução eficaz.

Contrastando, o projeto do ponto eletrônico revela uma abordagem mais centrada na empresa, priorizando benefícios internos sem considerar as implicações sociais. A falta de antecipação em relação a aspectos adversos e a ausência de uma visão mais ampla ressaltam a importância de equilibrar as necessidades corporativas com uma abordagem mais abrangente e socialmente consciente. Dessa forma, com ênfase na importância de considerar os impactos sociais, refletir sobre possíveis desdobramentos e adotar soluções preventivas se alinha de

forma significativa com os princípios apresentados pelos autores Stilgoe, Owen, Macnaghten (2013, 2020), bem como com as ideias de Guston (2014) e Brey (2012). Os autores destacam a necessidade de antecipar riscos e benefícios na inovação, orientando agendas para uma gestão eficaz dos riscos sociais futuros. Ressaltam a importância de explorar criticamente o conhecido, provável, plausível e possível, o que se alinha à sua abordagem de equilibrar a busca pelo ideal com o essencial nos projetos mencionados.

No contexto da reflexividade, o projeto do escalonador revela a capacidade dos participantes de analisar e compreender os interesses envolvidos, destacando a constância dos objetivos ao longo do desenvolvimento. Stilgoe, Owen e Macnaghten (2020) ressaltam que essa habilidade é importante para assegurar uma abordagem ética e responsável. Os participantes conseguiram refletir sobre suas ações e interesses, buscando uma compreensão mais profunda das motivações por trás de suas decisões. O projeto do semáforo inteligente evidencia os princípios da reflexividade. Os motivos de interesse, compartilhados pela comunidade acadêmica, refletiram uma compreensão da relevância e da necessidade de buscar inovações para desafios sociais em larga escala. A reflexividade, crucial na pesquisa e inovação, permitiu que os envolvidos ponderassem sobre seus interesses e necessidades, assegurando uma abordagem ética e responsável (Stilgoe; Owen; Macnaghten, 2013, 2020).

A reflexão contínua sobre parcerias destaca a importância da antecipação nas fases subsequentes. No projeto do ponto eletrônico, a colaboração ativa e a responsabilidade ao longo do ciclo do projeto são evidentes, refletindo engajamento e reflexividade. Destacam o acompanhamento técnico, a troca colaborativa de informações e a supervisão gestora como elementos-chave. Os interesses envolvem a resolução de um problema significativo, com foco na entrega de uma solução útil e no alinhamento com os objetivos de inovação.

Na perspectiva da inclusão, os projetos do escalonador, do semáforo inteligente e do ponto eletrônico revelam diferentes abordagens em relação à participação da comunidade. O projeto do escalonador demonstra uma aproximação mais comercial do que uma inclusão geral, com uma participação consultiva e informal da comunidade, limitando-se à troca de ideias com amigos do setor. Apesar do foco em tecnologia sustentável, a falta de uma abordagem mais aberta sugere uma oportunidade de melhoria na consideração dos impactos sociais desde o início. No contexto do semáforo inteligente, a inclusão é destacada como essencial na inovação responsável, buscando envolver partes interessadas desde as fases iniciais até os estágios subsequentes. O projeto demonstra participação ativa de estudantes do IFMG, contribuindo para a formação de profissionais, e procura parcerias com a Prefeitura de Formiga para execução nas ruas, reforçando o comprometimento com uma inclusão efetiva na comunidade.

Já o projeto do ponto eletrônico revela uma abordagem mais direcionada e limitada na participação da comunidade, justificada pela natureza específica do projeto voltado para atender a uma necessidade no meio privado. A falta de participação externa da comunidade sugere uma oportunidade de considerar formas de envolver diferentes partes interessadas, mesmo em projetos direcionados. Em consonância com as ideias dos autores Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013, 2020), a trajetória da inovação destaca a importância contínua da inclusão, não apenas para impulsionar soluções eficazes e sustentáveis, mas também para construir confiança, evidenciando uma abordagem ética e responsável ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento do projeto.

Os projetos estudados evidenciam a capacidade adaptativa diante de desafios distintos. No escalonador, a empresa ágil redirecionou seu foco para o setor florestal, destacando a importância do apoio do mercado. O semáforo demonstrou responsividade por meio de ajustes tecnológicos e superação de desafios na integração de tecnologias. O ponto eletrônico, reconhecendo a necessidade de modernização constante, enfrentou desafios na compreensão do processo e adaptação contínua. Em todos os projetos, a integração do *feedback* do mercado, a disposição para ajustes e o aprendizado constante foram fundamentais. A análise comparativa destaca a adaptabilidade como importante para o sucesso, respaldada por conceitos de Stilgoe, Owen e Macnaghten sobre responsividade na inovação responsável. Esses elementos convergentes sublinham a importância da flexibilidade e do aprendizado contínuo na evolução de projetos inovadores em diversos setores.

A terceira categorização refere-se ao possível ecossistema de inovação, os quais desempenham um papel fundamental como catalisadores e impulsionadores do processo inovador, evidenciando a dinâmica e a interação entre diversos atores. Nesse contexto, os ecossistemas não apenas fornecem um ambiente propício para o desenvolvimento de novas ideias, mas também promovem uma rede de colaborações entre entidades distintas, como empresas, instituições de pesquisa e órgãos governamentais. O projeto do escalonador, iniciado pela empresa com a colaboração da EMBRAPPII, revelou uma trajetória marcada por adaptação estratégica e aprendizado contínuo. Inicialmente concebido pelos proprietários da empresa, a parceria com a EMBRAPPII proporcionou um ambiente propício para o desenvolvimento, envolvendo ativamente estudantes do IFMG. A obtenção de financiamento via linha de subsídio foi essencial, destacando a colaboração como um elemento importante, conforme preconizado por Dedehayir, Mäkinen e Ortt (2018). O projeto trouxe reflexões sobre adaptação de mercado e colaboração eficaz, evidenciando a importância de antecipar demandas e estabelecer parcerias sólidas.

No projeto do semáforo, a abordagem colaborativa entre SEMASEG, professores e alunos do IFMG e EMBRAPPII representou uma iniciativa significativa para impulsionar o desenvolvimento inovador. A parceria, reconhecida como fundamental contribuiu não apenas financeiramente, mas também fortaleceu a pesquisa e as atividades comerciais. A criação do Polo de Inovação do IFMG, como unidade EMBRAPPII, exemplifica a eficácia dos ecossistemas de inovação, promovendo a interconexão e gerando resultados fundamentais, conforme destacado por Granstrand e Holgersson (2020). No projeto do ponto eletrônico, a colaboração entre empresa privada, alunos e professores do IFMG e EMBRAPPII enfrentou desafios de adaptação, especialmente entre a visão acadêmica e as práticas de desenvolvimento de software da empresa. Reconheceram a importância da EMBRAPPII na conexão entre academia e mercado, ressaltando a necessidade de comunicação aberta. Essa experiência colaborativa, descrita como “fantástica, fascinante, excitante e motivadora”, destaca a contribuição da EMBRAPPII para a inovação prática e a preparação dos alunos para o mercado de trabalho.

Em comparação, os três projetos compartilham a importância da colaboração com a EMBRAPPII, destacando-a como um elemento essencial para o desenvolvimento inovador. As parcerias envolvem não apenas financiamento, mas também contribuições significativas para a pesquisa, aprendizado e adaptação estratégica. A comunicação eficiente entre os diferentes atores e a busca por soluções práticas para desafios reais foram pontos-chave em todos os projetos, ressaltando a importância dos ecossistemas de inovação, conforme ressaltado pelos autores Suominen, Sepänen e Dedeheyir (2019). Essa abordagem colaborativa não apenas impulsionou as práticas eficientes, mas também fortaleceu a competitividade no mercado, alinhando-se às perspectivas de Juárez e Vergara (2020).

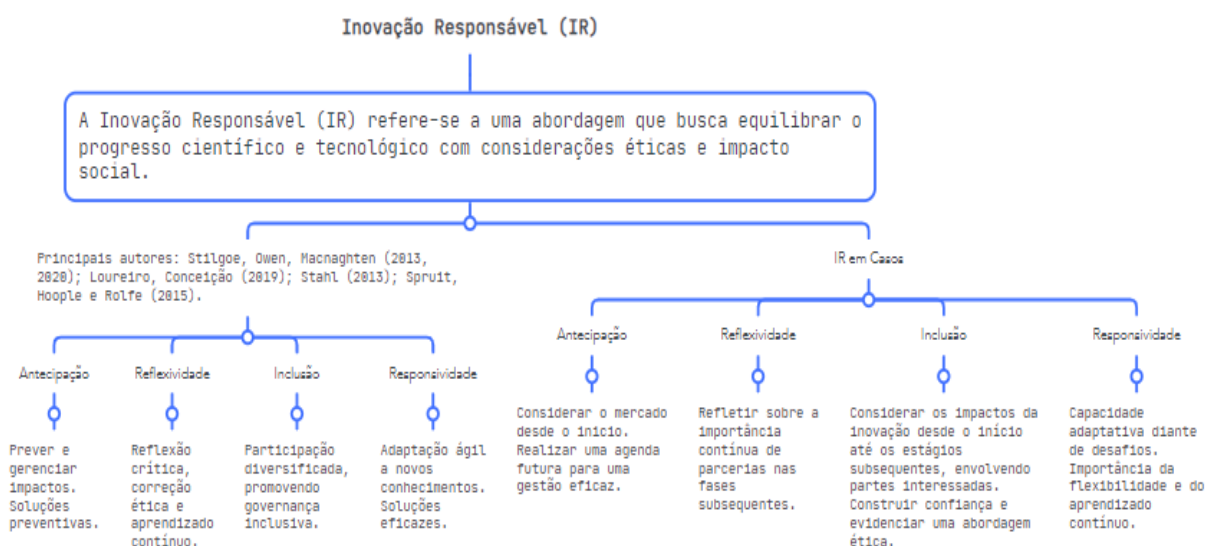
Portanto, a questão central baseada na metodologia em Eisenhardt apresentada a seguir foi: Os princípios da inovação responsável estão presentes nas práticas de inovação relacionadas à mobilidade inteligente, especialmente aquelas integradas em ecossistemas de inovação? Ao abordar essa indagação central, torna-se evidente que o aprendizado contínuo e a colaboração são aspectos fundamentais para fomentar a inovação responsável. Mesmo diante de desafios, a adaptabilidade se configura como ponto importante para o sucesso, respaldada por conceitos de responsividade na inovação responsável. Adicionalmente, identificou-se que o trabalho colaborativo com outros atores é um elemento essencial para o desenvolvimento inovador, destacando, assim, a importância dos ecossistemas de inovação na busca por soluções mais eficientes.

Na temática da inovação responsável, a representação da figura seis representa a conciliação entre os avanços científicos e tecnológicos com princípios éticos e uma avaliação

dos impactos resultantes desses avanços. A representação da Inovação Responsável delinea as diversas dimensões fundamentais dessa abordagem, tais como antecipação, reflexividade, inclusão e responsividade. Estas dimensões, tal como discutidas pelos pesquisadores referenciados na figura seis, convergem para uma perspectiva da inovação, na qual não se limita ao avanço, mas também inclui a capacidade de antecipar e gerenciar impactos, promovendo soluções preventivas. No contexto do estudo em questão, as conclusões corroboram os princípios teóricos, enfatizando a importância de antecipar as demandas do mercado desde os estágios iniciais de desenvolvimento. Essa previsão, exemplificada pelo caso do escalonador, pode ser determinante para o êxito ou insucesso de um projeto, ao possibilitar a identificação de necessidades reais a serem atendidas.

A reflexividade, tanto na teoria quanto na prática, emerge como um componente essencial, fomentando uma cultura de reflexão crítica, ética e aprendizado contínuo. No contexto do projeto do semáforo inteligente, a reflexividade se evidencia na importância da parceria contínua em fases subsequentes, evidenciando a necessidade de revisão e adaptação constante. A inclusão, conforme conceituada na literatura, visa garantir que todos os envolvidos sejam considerados e beneficiados pela tecnologia, promovendo a equidade de oportunidades. Entretanto, no contexto do estudo, tornou-se claro que a inclusão não se efetivou de forma eficaz, revelando lacunas que carecem de abordagem para uma inclusão verdadeiramente efetiva. Por fim, a responsividade destaca a capacidade de adaptação rápida a novos conhecimentos e circunstâncias, buscando soluções eficazes diante dos desafios emergentes. Nos projetos analisados, observou-se uma habilidade adaptativa apreciável, demonstrando a resiliência e agilidade requeridas para enfrentar os desafios da inovação responsável.

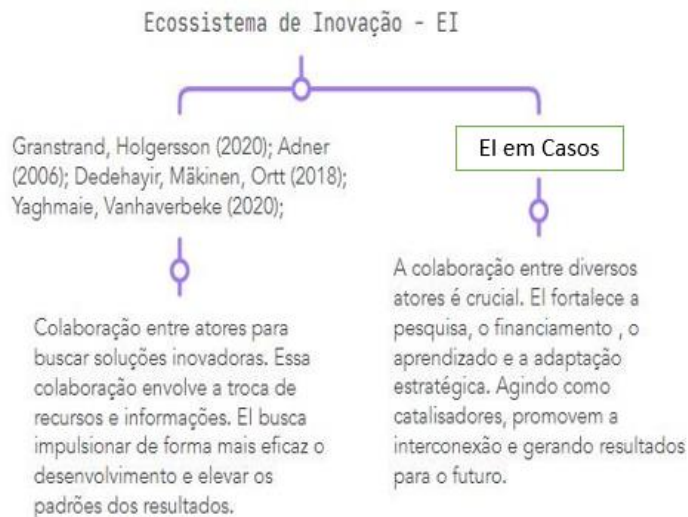
Figura 6 – Análise comparativa Inovação Responsável



Fonte: Vaz (2024).

Na representação do ecossistema de inovação na Figura 7, destaca-se a colaboração entre diversos atores que buscam desenvolver soluções inovadoras. Essa colaboração não se limita apenas à interação entre diferentes organizações, mas também envolve a cooperação entre todos os participantes dentro dos projetos em si. Essas parcerias se revelaram importantes, visto que as empresas privadas envolvidas nos projetos provavelmente não teriam conseguido desenvolver tais soluções isoladamente. Isso ressalta a importância de trabalhar em conjunto com uma variedade de atores, incluindo empresas, instituições de pesquisa, governos e comunidades, para promover um ambiente de inovação eficaz e sustentável. Essa colaboração permite uma troca de conhecimentos, recursos e perspectivas que impulsiona o processo de inovação, resultando em soluções mais abrangentes e impactantes.

Figura 7 – Análise comparativa Ecossistema de Inovação.



Fonte: Vaz (2024).

Na temática da mobilidade inteligente, a teoria ressalta sobre uma sociedade mais inclusiva e eficiente, onde a mobilidade é acessível a todos e funciona de maneira otimizada. Entretanto, ao observar o trabalho prático nessa área, é notável que a mobilidade inteligente está impulsionada principalmente pela capacidade de se adaptar, aprender e colaborar. As iniciativas buscam criar soluções que sejam não apenas eficazes em termos de desempenho, mas também sustentáveis em termos de impacto ambiental e social. É importante notar que, embora algumas tentativas possam falhar, o foco persiste na busca por soluções inovadoras e viáveis para os desafios da mobilidade inteligente.

Figura 8 – Análise comparativa Mobilidade Inteligente

Mobilidade Inteligente

Lopes, Oliveira (2017); Orłowski, Romanowska (2019); Benevolo, Dameri, D'Auria (2016); Docherty, Marsden, Anable (2018); Butler, Yigitcanlar, Paz (2020); Suominen, Sepänen e Dedehayir (2019).

Sociedade mais inclusiva e eficiente. Melhoria da qualidade de vida ao abordar desafios no transporte de pessoas, mercadorias e informações.

Mobilidade Inteligente nos Estudos de Caso

Em constante evolução, a mobilidade inteligente é impulsionada por sua capacidade de adaptação, aprendizado e colaboração. No dinâmico processo que se ajusta aos desafios do mercado, ela visa criar soluções eficazes e sustentáveis.

Fonte: Vaz (2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo investigar se houve a incorporação do princípio da inovação responsável nos projetos de mobilidade inteligente desenvolvidos em ambientes de ecossistemas de inovação. A problemática central abordou a indagação sobre a consideração efetiva desse princípio em tais iniciativas. Os resultados obtidos na investigação revelaram a existência de elementos que indicam a atenção à inovação responsável nesse contexto específico. Desta forma, a pesquisa abordou e forneceu uma resposta à questão proposta. Os três projetos inovadores – Escalonador Inteligente, Semáforo Inteligente e Ponto Eletrônico – surgem como soluções especializadas, cada qual com desafios distintos em seus respectivos domínios. A característica que permeia esses projetos é a sua concepção voltada para atender a demandas em ambientes específicos, onde buscam otimizar processos de escalonamento, gerenciar o tráfego urbano de maneira inteligente e registrar pontos eletrônicos em locais remotos.

Os três projetos inovadores desenvolvidos em colaboração com diferentes instituições têm características, desafios e parcerias distintas. O Escalonador Inteligente, criado pela *Aiko Logic*, buscava lidar com otimização de rotas e gestão eficiente de recursos, tendo dificuldades para se tornar comercializável. A mudança para o setor florestal permitiu sua continuidade, destacando o envolvimento acadêmico e a eficiência computacional. O Semáforo Inteligente busca otimizar o fluxo de veículos em cruzamentos com semáforos adaptativos, enfrentando desafios externos e dependendo da liberação da prefeitura municipal para ser comercializado. O Ponto Eletrônico, idealizado pela *Célula Web* e vendido para a Prumo Engenharia, visa registrar pontos em ambientes com conectividade limitada. Esse projeto é fruto de uma colaboração entre instituições, com ajustes constantes para lidar com desafios técnicos e ambientes adversos, sendo finalizado com um resultado positivo e aplicado à empresa. Todos os projetos ressaltam a importância da colaboração entre profissionais de diversas áreas para impulsionar a inovação, além de destacar a inclusão e o impacto social de suas propostas.

Ao investigar projetos de mobilidade à luz da inovação responsável, foi possível identificar a diversidade de abordagens em relação à mobilidade inteligente, que pode ser entendida de formas distintas nos três projetos analisados. No entanto, a análise dos casos estudados demonstrou que a aplicação das dimensões da inovação responsável nessas iniciativas ainda é limitada. Embora os projetos analisados envolvam avanços tecnológicos significativos e visem melhorias na eficiência e sustentabilidade dos sistemas de transporte,

constatou-se uma lacuna em relação à integração de práticas que consideram aspectos éticos, sociais, ambientais e de governança em todas as etapas de desenvolvimento.

Foi explorado as práticas adotadas por empresas e pelo Polo IFMG durante o processo de desenvolvimento de tecnologias de mobilidade inteligente, desde a fase de concepção até a produção final ou descarte dos produtos. No entanto, os projetos não seguiram um formato de processo de inovação estruturado, o que poderia facilitar a identificação de padrões e práticas consistentes. Isso indica a necessidade de uma abordagem mais sistematizada e consciente para incorporar princípios de inovação responsável em projetos de mobilidade, garantindo que os benefícios tecnológicos sejam equilibrados com considerações sociais e ambientais mais amplas. Também foi investigado o papel do ecossistema de inovação na promoção da inovação responsável no desenvolvimento de novas tecnologias. No entanto, a pesquisa não encontrou evidências de que o ecossistema esteja totalmente estruturado ou que promova orientações claras em relação aos aspectos de inovação responsável. Embora alguns elementos observados sugiram preocupações com a inovação responsável, como a busca por práticas mais sustentáveis ou a consideração de impactos sociais, não há indicações de uma política institucional concreta ou diretrizes estabelecidas que promovam ativamente esses princípios.

A ausência de um ecossistema de inovação robusto que integre práticas de inovação responsável pode limitar a eficácia das iniciativas voltadas para o desenvolvimento sustentável e socialmente consciente de novas tecnologias. Há uma oportunidade para instituições, empresas e governos estabelecerem políticas e estruturas mais claras para orientar os esforços de inovação em direção a objetivos que equilibrem o progresso tecnológico com as necessidades ambientais, éticas e sociais. Portanto, a pesquisa destaca a importância de fortalecer a estrutura do ecossistema de inovação para garantir a inclusão de práticas de inovação responsável em futuros projetos e iniciativas.

O objetivo da pesquisa foi compreender como empresas e o Polo IFMG lidam com os processos de inovação ao desenvolver projetos relacionados à mobilidade inteligente, além de avaliar o papel dos ecossistemas de inovação na promoção de soluções para cidades, empresas e sociedade. Esse objetivo se entrelaça com o objetivo específico de identificar se as práticas de inovação responsável são consideradas nesses processos de desenvolvimento. Tanto o Polo IFMG quanto a EMBRAPPII são formações recentes, o que sugere uma certa incerteza quanto à implementação de práticas estabelecidas. Ao analisar informações disponíveis no site da EMBRAPPII, foi possível observar referências a inovação responsável, mas a forma como esses princípios são aplicados nos polos ainda não é clara. A visão da sede não se traduz de forma íntegra nas práticas locais, e não há uma conversão consistente de diretrizes em ações concretas.

Os projetos de mobilidade inteligente desenvolvidos nos ecossistemas de inovação apresentam algumas características de inovação responsável, indicando uma consciência em relação aos aspectos éticos, sociais e ambientais. No entanto, não foi possível encontrar indícios de que essas práticas sejam fomentadas diretamente pelo Polo IFMG ou pela EMBRAPPII de forma significativa. A visão de ecossistema ainda é tênue, com pouca integração de práticas padronizadas de inovação responsável, o que sugere uma oportunidade para um maior alinhamento entre os polos e a sede da EMBRAPPII a fim de fortalecer a incorporação de princípios de inovação responsável nos futuros projetos.

Em conclusão, os projetos apresentados, embora compartilhem elementos comuns, como desafios tecnológicos e colaboração entre atores, se destacam por suas abordagens únicas na resolução de problemas específicos. É notável que, para alcançar o sucesso nessas iniciativas, é importante estabelecer responsabilidade em todas as fases do processo de inovação, desde a idealização até a conclusão. Nesse contexto, os envolvidos devem refletir sobre suas responsabilidades e engajar as partes interessadas no processo inovador, respondendo aos valores e às mudanças constantes (Von Schomberg, 2021). Além disso, a criação de um ambiente propício à inovação é imperativa, conforme destacado por Docherty, Marsden e Anable (2018), promovendo o desenvolvimento de soluções eficazes para as necessidades em constante evolução na mobilidade.

As limitações da presente pesquisa são características dos estudos de caso, incluindo dificuldades no acesso a pessoas-chave relacionadas aos projetos investigados. Houve mudanças na diretoria da instituição durante o período de pesquisa, o que contribuiu para a dificuldade de acesso a informações essenciais. Além disso, algumas pessoas se recusaram a participar da pesquisa sem fornecer justificativas, o que prejudicou a coleta de dados mais abrangente. O fato de o Polo IFMG e os projetos serem considerados incipientes também complicou a compreensão do fenômeno observado, uma vez que os processos de inovação ainda estão em estágio inicial. As teorias de ecossistemas de inovação e de inovação responsável são relativamente recentes e estão em processo de desenvolvimento, o que adiciona complexidade à pesquisa sobre esses temas. Esse cenário contribui para um grau maior de incerteza na análise e interpretação dos dados.

Quanto a futuras pesquisas, existem diversas possibilidades para explorar o contexto de inovação responsável em ecossistemas de inovação. Uma abordagem promissora é conduzir pesquisas em unidades da EMBRAPPII mais consolidadas, sem delimitar o escopo apenas à mobilidade inteligente. Isso permitiria uma visão mais ampla das práticas de inovação responsável em diferentes setores e contextos de pesquisa e desenvolvimento. Além disso, uma

investigação com diretores da EMBRAPPII e de suas unidades poderia fornecer descobertas mais valiosas sobre o entendimento e a aplicação de princípios de inovação responsável em suas operações. Entrevistar líderes e tomadores de decisão permitiria identificar possíveis lacunas entre a visão institucional e as práticas locais, além de destacar áreas de oportunidade para maior alinhamento e implementação de políticas mais robustas de inovação responsável.

Outras possibilidades de pesquisa incluem a análise comparativa entre diferentes ecossistemas de inovação para identificar melhores práticas e abordagens de sucesso em inovação responsável. Também seria interessante examinar a influência de fatores culturais, econômicos e regulatórios na adoção de práticas de inovação responsável nos ecossistemas de inovação. Por fim, pesquisas futuras poderiam explorar a colaboração entre a EMBRAPPII e outras instituições, como universidades, centros de pesquisa e empresas, para avaliar como parcerias estratégicas podem fortalecer os ecossistemas de inovação e promover a inovação responsável.

REFERÊNCIAS

A SUA OPERAÇÃO mais eficiente e inovadora com a solução da Aiko. **Aiko**, [s. l.], [2023]. Disponível em: <https://aiko.digital/gestao-de-frota/>. Acesso em: 12 out. 2023.

ADNER, R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. **Harvard Business Review**, Brighton, Massachusetts, v. 84, n. 4, p. 98-107, 2006.

ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of Urban Technology**. [s. l.], v. 22, n. 1, p. 3-21, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>. Acesso em: 12 out. 2023.

ALETÀ, N. B.; ALONSO, C. M.; RUIZ, R. M. Arce. Smart mobility and smart environment in the Spanish cities. **Transportation research procedia**, [s. l.], v. 24, p. 163-170, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.084>. Acesso em: 12 out. 2023.

APPIO, F. P.; LIMA, M.; PAROUTIS, S. Understanding smart cities: innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges. **Technological Forecasting and Social Change**, [s. l.], v. 142, p. 1-14, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.018>. Acesso em: 12 out. 2023.

BACQ, S.; AGUILERA, R. V. Stakeholder governance for responsible innovation: A theory of value creation, appropriation, and distribution. **Journal of management studies**, [s. l.], v. 59, n. 1, p. 29-60, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/joms.12746>. Acesso em: 12 out. 2023.

BAKICI, T.; ALMIRALL, E.; WAREHAM, J. A smart city initiative: the case of Barcelona. **Journal of the Knowledge Economy**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 135-148, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0084-9>. Acesso em: 12 out. 2023.

BARBOSA, Hugo *et al.* Human mobility: Models and applications. **Physics Reports**, [s. l.], v. 734, p. 1-74, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2018.01.001>. Acesso em: 12 out. 2023.

BAUER, M.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 2. Reimp. da 13. ed. de 2015. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

BENEVOLO, C.; DAMERI, R. P.; D'AURIA, B. Smart mobility in smart city: action taxonomy, ICT intensity and public benefits. *In*: TORRE, T.; BRACCINI, A. M.; SPINELLI, R. **Empowering organizations: enabling platforms and artefacts**. [S. l.]: Springer International Publishing, 2016. p. 13-28.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 2. ed. Porto: Porto Editora, 1994. p. 48-52.

BOONS, F.; LÜDEKE-FREUND, F. Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 45, p. 9-19, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.007>. Acesso em: 12 out. 2023.

BONI, A. A.; GUNN, M. Building and leveraging the innovation ecosystem and clusters: universities, startups, accelerators, alliances, and partnerships. **Journal of Commercial Biotechnology**, London, v. 26, n. 1, p. 13-20, 2021.

BREY, P. A. E. Anticipatory ethics for emerging technologies. **NanoEthics**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 1-13, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11569-012-0141-7>. Acesso em: 12 out. 2023.

BUTLER, L.; YIGITCANLAR, T.; PAZ, A. How can smart mobility innovations alleviate transportation disadvantage? assembling a conceptual framework through a systematic review. **Applied Sciences**, [s. l.], v. 10, n. 18, p. 6306, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app10186306>. Acesso em: 12 out. 2023.

CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. Smart cities in Europe. *In*: Central European Conference in Regional Science – CERS, 3., 2009. **Proceedings [...]**. [S. l.]: CERS, 2009. p. 45-59.

CAPPELLE, M. C. A.; MELO, M. C. O. L.; GONÇALVES, C. A. Análise de conteúdo e análise de discurso nas ciências sociais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 5, n. 1, 15 p., 2003.

CAVALCANTE, R. B.; CALIXTO, P.; PINHEIRO, M. M. K. Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método. **Informação & sociedade: estudos**, João Pessoa, v. 24, n. 1, p. 13-18, 2014.

CEBRIÁN, I.; INGELM, R.; MARTÍNEZ, F.; PASTOR, T.; PLASENCIA, C.; SERNA, S.; VALERO, L. **Libro blanco de las smart cities**. España: Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012.

MISSÃO, visão e valores. **Célula Web**, Formiga, MG, 2024. Disponível em: <https://celulaweb.com.br/sobre-nos/missao-visao-e-valores/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

CHATFIELD, K.; IATRIDIS, K.; STAHL, B.; PASPALLIS, N. Innovating responsibly in ICT for ageing: drivers, obstacles and implementation. **Sustainability**, [s. l.], v. 9, p. 971, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su9060971>. Acesso em: 12 out. 2023.

CHISTOV, V.; ARAMBURU, N.; CARRILLO-HERMOSILLA, J. Open eco-innovation: A bibliometric review of emerging research. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 311, p. 127627, ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127627>. Acesso em: 12 out. 2023.

COSTA, J.; MATIAS, J. C. Open innovation 4.0 as an enhancer of sustainable innovation ecosystems. **Sustainability**, [s. l.], v. 12, n. 19, p. 8112, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12198112>. Acesso em: 12 out. 2023.

COSTA, J.; FREIRE, P.; REIS, J. Open innovation and user-community as enhancers of sustainable innovation ecosystems. *In*: International Joint conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2021. **Proceedings [...]**. Springer, Cham, 2021. p. 65-77.

COLADO, S.; GUTIÉRREZ, A.; VIVES, C. J.; VALENCIA, E. **Smart city**: hacia la gestión inteligente. Barcelona: Marcombo, 2014.

COHEN, B. The smart city wheel. Disponível em: <https://www.smart-circle.org/smartcity/blog/boyd-cohen-the-smart-city-wheel/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Research design**: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 5th. ed. Los Angeles: Sage Publications, 2018.

CRUZ, M.; FERREIRA, J. M.; KRAUS, S. Entrepreneurial orientation at higher education institutions: State-of-the-art and future directions. **The International Journal of Management Education**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 1-15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100502>. Acesso em: 12 out. 2023.

DENZIN, N. K. **The research act**: a theoretical introduction to sociological methods. Nova York: McGraw Hill, 1978.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **The Sage handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2011.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Transforming qualitative research methods: is it a revolution? **Journal of Contemporary Ethnography**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 349-358, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/089124195024003006>. Acesso em: 12 out. 2023.

DEDEHAYIR, O.; MÄKINEN, S. J.; ORTT, J. Roland. Roles during innovation ecosystem genesis: A literature review. **Technological Forecasting and Social Change**, [s. l.], v. 136, p. 18-29, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.028>. Acesso em: 12 out. 2023.

DONLAGIĆ ALIBEGOVIĆ, S.; AJANOVIC, V.; MARTIĆ, R. Science and technology parks as part of innovation ecosystem: the case of Bosnia and Herzegovina. *In*: International Conference on Sustainable Development, 2023. **Proceedings** [...]. Cham: Springer, 2023. p. 49-57.

DOCHERTY, I.; MARSDEN, G.; ANABLE, J. The governance of smart mobility. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 115, p. 114-125, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.09.012>. Acesso em: 12 out. 2023.

EISENHARDT, K. M. What is the Eisenhardt Method, really? **Strategic Organization**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 147-160, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1476127020982866>. Acesso em: 12 out. 2023.

EMBRAPII. **EMBRAPII**: 6 anos de incentivo à pesquisa e inovação brasileira. São Paulo: Pridea Comunicação, 2021.

EMBRAPII. Mobilidade e Logística - Rota 2030. **EMBRAPII**, Brasília, 2023a. Disponível em: <https://EMBRAPII.org.br/programas-EMBRAPII/mobilidade-e-logistica-rota-2030/>. Acesso em: 19 mar. 2024.

EMBRAPII. Unidade EMBRAPII de mobilidade e sistemas inteligentes | IFMG – Instituto Federal De Minas Gerais (Formiga). Unidades EMBRAPII – IFMG. **EMBRAPII**, Brasília, 2023b. Disponível em: <https://EMBRAPII.org.br/unidades/unidade-EMBRAPII-de-mobilidade-e-sistemas-inteligentes-ifmg-instituto-federal-de-minas-gerais-formiga/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

FENG, L. J.; LU, J. R.; WANG, J. F. A Systematic Review of Enterprise Innovation Ecosystems. **Sustainability**, [s. l.], v. 13, n. 10, p. 26, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13105742>. Acesso em: 12 out. 2023.

FRANCINI, M.; CHIEFFALLO, L.; PALERMO, A.; VIAPIANA, M. F. Systematic literature review on smart mobility: a framework for future “quantitative” developments. **Journal of Planning Literature**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 283-296, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0885412221994246>. Acesso em: 12 out. 2023.

FOGUESATTO, C. R. *et al.* What is going on recently in the innovation ecosystem field? A bibliometric and content-based analysis. **International Journal of Innovation Management**, [s. l.], v. 25, n. 7, p. 1-39, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1142/S1363919621300014>. Acesso em: 12 out. 2023.

GENUS, A.; STIRLING, A. Collingridge and the dilemma of control: Towards responsible and accountable innovation. **Policy and Society**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 231-241, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.012>. Acesso em: 12 out. 2023.

GIFFINGER, R. **Smart cities**: ranking of european medium-sized cities. Vienna, Austria: Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology, 2007.

GIUDICI, H.; MOCIALOV, B.; MYKLATUN, A. Towards sustainable smart cities: the use of the viapps as road monitoring system. *In*: DE CARLO, F.; MESQUITA, A.; MURTA, A. (ed.). **Sustainable Smart Cities**. Springer, Cham, 2023. p. 135-153.

GOBBLE, M. M. Mapping the Innovation Ecosystem. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 3, p. 55-59, 2014.

GOJNY-ZBIEROWSKA, M.; ZBIEROWSKI, P. Improvisation as responsible innovation in organizations. **Sustainability**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 1597, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13041597>. Acesso em: 12 out. 2023.

GONZÁLEZ JUÁREZ, N.; RÍOS VERGARA, V. J. Mesa 4. Ciudadanía en crisis.-Dos pequeñas locuras sobre filosofía y política. *In*: Congreso de Filosofía Joven: Filosofía y crisis a comienzos del s. XXI, xlvii., 17 jul. 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10201/94955>. Acesso em: 12 out. 2023.

GRANSTRAND, O.; HOLGERSSON, M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. **Technovation**, [s. l.], v. 90-91, n. 0166-4972, p. 102098, fev. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>. Acesso em: 12 out. 2023.

GUO, W. Research on innovation ecosystem in IT industry. *In*: International conference on Chinese control and decision conference, 21., Guilin, 2009. **Proceedings** [...]. [S. l.]: IEEE, 2009. p. 6004-6007.

GUSTON, D. H. Understanding “anticipatory governance”. **Social studies of science**, [s. l.], v. 44, n. 2, p. 218-242, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0306312713508669>. Acesso em: 12 out. 2023.

HARRISON, C.; DONNELLY, I. A. A Theory of Smart Cities. *In*: Annual Meeting of the ISSS, 55., 2011. **Annals [...]**. [S. l.]: ISSS, 2011.

HEATON, S.; SIEGEL, D.; TEECE, D. Universities and innovation ecosystems: A dynamic capabilities perspective. **Industrial and Corporate Change**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 921-939, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/icc/dtz038>. Acesso em: 12 out. 2023.

HOLROYD, C. Technological innovation and building a “super smart” society: Japan’s vision of society 5.0. **Journal of Asian Public Policy**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 18-31, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17516234.2020.1749340>. Acesso em: 12 out. 2023.

HOU, B.; HONG, J.; SHI, X. Efficiency of university-industry collaboration and its determinants: Evidence from Chinese leading universities. **Industry and Innovation**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 456-485, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13662716.2019.1706455>. Acesso em: 12 out. 2023.

IFMG. Colheita florestal sustentável: live apresenta projeto pioneiro. **IFMG**, Belo Horizonte, 8 nov. 2021. Disponível em: <https://www.ifmg.edu.br/portal/noticias/live-mostra-projeto-de-inovacao-em-colheita-florestal>. Acesso em: 26 fev. 2024.

IKENAMI, R. K.; GARNICA, L. A.; RINGER, N. J. Ecosistemas de inovação: abordagem analítica da perspectiva empresarial para formulação de estratégias de interação. **RACEF – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 162-174, 2016.

JAFARI, H.; ESLAMI, M. H.; PAULRAJ, A. Postponement and logistics flexibility in retailing: The moderating role of logistics integration and demand uncertainty. **International Journal of Production Economics**, [s. l.], v. 243, p. 108319, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108319>. Acesso em: 12 out. 2023.

JAKOBSEN, S.; FLOYSDAND, A.; OVERTON, J. Expanding the field of Responsible Research and Innovation (RRI) – from responsible research to8 responsible innovation. **European Planning Studies**, [s. l.], v. 27, n. 12, p. 2329-2343, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1667617>. Acesso em: 12 out. 2023.

KOMAROV, V. Strategies for Sustainable Urban Mobility: Analysis of Best Practices. **Economic Policy**, v. 1, p. 82-103, 2021.

KOMNINOS, N.; PALLOT, M.; SCHAFFERS, H. Special issue on smart cities and the future internet in Europe. **Journal of the Knowledge Economy**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 119-134, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0083-x>. Aceso em: 12 out. 2023.

LOUREIRO, P. M.; CONCEIÇÃO, C. P. Emerging patterns in the academic literature on responsible research and innovation. **Technology in Society**, [s. l.], v. 58, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101148>. Acesso em: 12 out. 2023.

LOPES, I. M.; OLIVEIRA, P. Can a small city be considered a smart city?. **Procedia computer science**, [s. l.], v. 121, p. 617-624, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.081>. Acesso em: 12 out. 2023.

MARTINUZZI, A. Responsible research and innovation in industry—Challenges, insights and perspectives. **Sustainability**, v. 10, n. 3, p. 702, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10030702>. Acesso em: 12 out. 2023.

MERRIAM, S. B.; GRENIER, R. S. **Qualitative research in practice**: examples for discussion and analysis. Nova Jersey: Jossey-Bass, 2002.

MERRIAM, S. B.; TISDELL, E. J. **Qualitative research**: a guide to design and implementation. San Francisco: Jossey-Bass, 2015.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 15, p. 731-747, 2011.

OKSANEN, K.; HAUTAMÄKI, A. Sustainable innovation: a competitive advantage for innovation ecosystems. **Technology Innovation Management Review**, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 24-30, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.22215/timreview/934>. Acesso em: 12 out. 2023.

OJAGHI, H.; MOHAMMADI, M.; YAZDANI, H. R. A synthesized framework for the formation of startups' innovation ecosystem: A systematic literature review. **Journal of Science and Technology Policy Management**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 1063-1097, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JSTPM-07-2018-0071>. Acesso em: 12 out. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. New York: United Nations, 2019.

ORLOWSKI, A.; ROMANOWSKA, P. Smart cities concept: Smart mobility indicator. **Cybernetics and Systems**, [s. l.], v. 50, n. 2, p. 118-131, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01969722.2019.1565120>. Acesso em: 12 out. 2024.

ORTIZ, D.; GREENE, J. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches [book review]. **Qualitative Research Journal**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 205, 2007. Disponível em: <https://link.gale.com/apps/doc/A179135593/AONE?>. Acesso em: 12 out. 2023.

OWEN, R.; MACNAGHTEN, P.; STILGOE, J. Responsible research and innovation: From science in society to science for society, with society. **Science and Public Policy**, [s. l.], v. 39, n. 6, p. 751-760, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/scipol/scs093>. Acesso em: 12 out. 2023.

OWEN, R., PANSERA, M., MACNAGHTEN, P., RANGLES, S. Organisational institutionalisation of responsible innovation. **Research Policy**, [s. l.], v. 50, n. 1, p. 104132, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104132>. Acesso em: 12 out. 2023.

OWEN, R.; VON SCHOMBERG, R.; MACNAGHTEN, P. An unfinished journey? Reflections on a decade of responsible research and innovation. **Journal of Responsible Innovation**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 217-233, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23299460.2021.1948789>. Acesso em: 12 out. 2023.

PAIVA, S. Enabling technologies for urban smart mobility: Recent trends, opportunities and challenges. **Sensors**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 2143, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s21062143>. Acesso em: 12 out. 2023.

PANSERA, M.; GENOVESE, A.; RIPA, M. Politicising Circular Economy: what can we learn from Responsible Innovation? **Journal of Responsible Innovation**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 471-477, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23299460.2021.1923315>. Acesso em: 12 out. 2023.

ROBERTO, P. Prefeitura instala “semáforo inteligente” em fase de testes na Avenida Brasília. **STTP**, Campina Grande, 2019. Disponível em: <https://sttp.campinagrande.pb.gov.br/prefeitura-instala-semaforo-inteligente-em-fase-de-testes-na-avenida-brasilia/>. Acesso em: 23 de abr. 2024.

PATTON, M. Q. **Qualitative evaluation and research methods**. Thousand Oaks, California: Sage, 1990.

POLO de Inovação conclui projeto “Semáforo Inteligente”. **IFMG**, Belo Horizonte 25 set. 2018. Disponível em: <https://www.ifmg.edu.br/portal/noticias/polo-de-inovacao-conclui-projeto-2018semaforo-inteligente2019>. Acesso em: 17 mar. 2023.

POLO. Inovação: projetos de PD&I são concluídos. **Polo de Inovação**, Formiga, 25 fev. 2019a. Disponível em: <https://www2.polodeinovacao.ifmg.edu.br/index.php/acao-a-informacao/noticias/item/147-polo-ifmg-conclui-projetos-de-pd-i/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

POLO. Inovação: projetos de PD&I são concluídos. **Polo de Inovação**, Formiga, 2022. Disponível em: <https://www2.polodeinovacao.ifmg.edu.br/index.php/acao-a-informacao/noticias/item/147-polo-ifmg-conclui-projetos-de-pd-i>. Acesso em: 26 fev. 2024.

POLO. Colheita florestal sustentável: live apresenta projeto pioneiro. **Polo de Inovação**, Formiga, 2021. Disponível em: <https://www.polodeinovacao.ifmg.edu.br/index.php/noticias-polo-de-inovacao/16-polo-de-inovacao-ifmg/24-colheita-florestal-sustentavel-live-apresenta-projeto-pioneiro>. Acesso em: 12 nov. 2023.

POLO. Polo de Inovação conclui projeto “Semáforo Inteligente” que visa melhorar fluxo no trânsito. **Polo de Inovação**, Formiga, 2018. Disponível em: <https://www2.polodeinovacao.ifmg.edu.br/index.php/acao-a-informacao/noticias/item/139-polo-de-inovacao-conclui-projeto-semaforo-inteligente-que-visa-melhorar-fluxo-no-transito>. Acesso em: 24 fev. 2024.

POLO. Software criado no projeto Célula WEB ganha registro no INPI. **Polo de Inovação**, Formiga, 2019b. Disponível em: <https://www2.polodeinovacao.ifmg.edu.br/index.php/acesso-a-informacao/noticias/item/149-software-criado-no-projeto-celula-web-ganha-registro-no-inpi>. Acesso em: 10 mar. 2024.

QUEM somos. **Prumo Engenharia**, Formiga, [2024]. Disponível em: <https://www.prumoengenharia.com.br/quem-somos>. Acesso em: 12 jul. 2024.

RATTI, C. Urban Datascape. **TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment**, Florença v. 2, p. 32-33, 2021.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas: métodos quantitativos e qualitativos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

SAVASTANO, M. How smart is mobility in smart cities? An analysis of citizens' value perceptions through ICT applications. **Cities**, v. 132, p. 104071, 2023.

SAWATANI, Y.; NAKAMURA, F.; SAKAKIBARA, A. Innovation Patterns. *In: IEEE International Conference on Services Computing*, Salt Lake City, USA, 2007. **Proceedings [...]**. [S. l.]: IEEE, 2007. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4278687/>. Acesso em: 12 out 2023.

SEMA – SEG. Sinalização Viária. **SEMA – SEG,, Três Corações**, 2013. Disponível em: <https://sema-seg.com.br/>. Acesso em: 12 abr. 2024.

SILVA, J. P. N., BRITO, M. J., & GRÜTZMANN, A. Inovação Disruptiva: Uma Revisão Integrativa da Criação de Mercados e Modelos de Negócios. **Revista FSA** (Centro Universitário Santo Agostinho), Teresina, v. 18, n. 10, p. 114-139, 2021.

SILVA, J. P. N; GRÜTZMANN, A. The evolution of the disruptive ecosystem: a framework integrating disruption, ecosystems, and business models. **European Journal of Innovation Management**, [s. l.], v. 26, n. 5, 2022, p. 1255-1270, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/EJIM-07-2021-0368>. Acesso em: 12 out. 2023.

SIMÃO, M. M. B.; FIRMINO, R. J. A construção social de um sistema de mobilidade inteligente: mapeando controvérsias no caso do Swisspass. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 21, p. 331-354, 2019.

SIMPLIFIQUE a gestão da operação na sua empresa. **Aiko - Gestão de frotas eficiente**, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://aiko.digital/>. Acesso em: 30 out. 2023.

SOUZA FILHO, B. A. B. de; STRUCHINER, C. J. Uma proposta teórico-metodológica para elaboração de modelos teóricos. **Cadernos Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 29, p. 86-97, 2021.

SPRUIT, S. L.; HOOPLE, G. D.; ROLFE, D. A. Just a Cog in the Machine? The Individual Responsibility of Researchers in Nanotechnology is a Duty to Collectivize. **Science and Engineering Ethics**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 871-887, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11948-015-9718-1>. Acesso em: 12 out. 2023.

SRINIVAS, K. R. Responsible research and innovation and india: a case for contextualization and mutual learning. *In*: O'MATHÚNA, D.; IPHOFEN, R. Ethics, integrity and policymaking: the value of the case study. Cham: Springer, 2022. p. 29-48.

STAHL, B. C. Responsible innovation ecosystems: Ethical implications of the application of the ecosystem concept to artificial intelligence. **International Journal of Information Management**, [s. l.], v. 62, p. 102441, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102441>. Acesso em: 12 out. 2023.

STAHL, B. C. Responsible research and innovation: The role of privacy in an emerging framework. **Science and Public Policy**, [s. l.], v. 40, n. 6, p. 708-716, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/scipol/sct067>. Acesso em: 12 out. 2023.

STILGOE, J.; OWEN, R.; MACNAGHTEN, P. Developing a framework for responsible innovation. **Research Policy**, [s. l.], v. 42, n. 9, p. 1568-1580, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.respol.2013.05.008>. Acesso em: 12 out. 2023.

STILGOE, J.; OWEN, R.; MACNAGHTEN, P. Developing a framework for responsible innovation. *In*: MAYNARD, A.; STILGOE, J. (ed.). **The ethics of nanotechnology, geoenvironment and clean energy**. New York: Routledge, 2020. p. 347-359.

SUOMINEN, A.; SEPPÄNEN, M.; DEDEHAYIR, O. A bibliometric review on innovation systems and ecosystems: a research agenda. **European Journal of Innovation Management**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 335-360, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2017-0188>. Acesso em: 12 out. 2023.

SUMRIN, S. Eco-innovation for environment and waste prevention. **Journal of business research**, [s. l.], v. 122, p. 627-639, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.001>. Acesso em: 12 out. 2023.

TIJDINK, J. K. Towards a research agenda for promoting responsible research practices. **Journal of Empirical Research on Human Research Ethics**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 450-460, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/15562646211018916>. Acesso em: 12 out. 2023.

TRINDADE, E. P. *et al.* Sustainable development of smart cities: A systematic review of the literature. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 1-14, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40852-017-0063-2>. Acesso em: 12 out. 2023.

VAN AUDENHOVE, F. J. The Future of Urban Mobility 2.0. [S. l.]: Arthur D. Little and UITP, 2013.

VASCONCELOS GOMES, L. A. *et al.* Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends. **Technological forecasting and social change**, [s. l.], v. 136, p. 30-48, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.009>. Acesso em: 12 out. 2024.

VAZ, G. J. *et al.* Inovação aberta na geração de tecnologias digitais que apoiam o agricultor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA (SBIAGRO), 14. , 2023, Natal/RN. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023 . p. 119-126. ISSN 2177-9724. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbiagro.2023.26549>

VAZ, A. I. C. *et al.* Inovação responsável em ecossistemas de mobilidade inteligente: revisão integrativa sobre soluções urbanas sustentáveis. In: SEMEAD (Seminários de Administração), 26., [USP]. **Anais [...]**. São Paulo, 2023.

VON SCHOMBERG, R. Towards Responsible Research and Innovation in the Information and Communication Technologies and Security Technologies Fields. **SSRN Electronic Journal**, [s. l.], p. 1-221, 2011. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2436399>. Acesso em: 12 out. 2023.

WANG, J. F. Framework for university-industry cooperation innovation ecosystem: Factors and countermeasure. In: International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering, Wuhan, 2010. **Proceedings [...]**. p. 303-306.

WORLDOMETER. **World Population Clock**. Disponível em: <https://www.worldometers.info/world-population/>. Acesso em: 24 mai. 2023.

YAGHMAIE, P.; VANHAVERBEKE, W. Identifying and describing constituents of innovation ecosystems. **EuroMed Journal of Business**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 283-314, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/EMJB-03-2019-0042>. Acesso em: 12 out. 2023.

ANEXO A – INOVAÇÃO RESPONSÁVEL EM PROJETOS DE MOBILIDADE INTELIGENTE: ESTUDO DE CASOS NO POLO DE INOVAÇÃO IFMG

O presente trabalho busca entender se os projetos de mobilidade inteligente, desenvolvidos em ecossistemas de inovação, realmente se responsabilizam pelas suas ações. A pesquisa aprofunda-se no processo de inovação, destacando como ele se encaixa nesse cenário, e visa proporcionar insights fundamentais para a construção de um futuro mais conectado e responsável. Destaca-se que esta pesquisa enfoca a perspectiva da pessoa no âmbito de seu trabalho e no desempenho de suas funções. Permitindo, portanto, a gravação, a transcrição e a divulgação dessa entrevista.

1 Concepção e Ideação:

1.1 Poderia compartilhar como surgiu a ideia para o projeto em que está envolvido? E quais desafios de mobilidade foram a motivação por trás da sua criação? Ao longo do trabalho, houve a necessidade de fazer ajustes?

1.2 Sabe quem foram as principais pessoas envolvidas nesse processo de idealização?

2 Desenvolvimento do Projeto:

2.1 Como o projeto evoluiu após a ideia inicial? Houve colaboração com outras empresas, instituições ou governos? Que tipo de parcerias foram estabelecidas? Como foi a dinâmica dessas parcerias? Foi fácil ou desafiador lidar com essas colaborações (destacar pontos positivos e negativos)? Qual foi o papel da EMBRAPPII nesse contexto? Como ocorreu a aproximação e participação da EMBRAPPII no projeto?

2.2 Houve participação ou aproximação da comunidade ao longo do desenvolvimento do projeto? Em algum / ou qual momento, considerou-se uma aproximação mais direta com a sociedade?

2.3 Por que você acha que as pessoas se envolveram nesse projeto? Quais você acha que eram os principais motivos de interesse das pessoas? (Aspectos científicos, sociais, financeiros, de sustentabilidade, tecnológico). Ao longo do projeto, os interesses das pessoas se mantiveram constantes ou houve mudanças significativas?

2.4 Houve casos em que alguém não teve uma conduta apropriada ou não demonstrou engajamento no projeto? Como foram tratadas situações em que havia comportamento instável ou divergência de interesses entre os participantes?

3 Disponibilização para o Mercado:

3.1 Em média, quanto tempo levou até atingir o ponto em que “a parte (da EMBRAPPII) foi feita e agora cabe à empresa dar o fechamento para começar a vender e disponibilizar isso no mercado”?

3.2 Receberam feedback sobre como o projeto estava sendo desenvolvido e indo (ou não) para o mercado após entregue? Havia retorno por parte dos clientes ou do mercado?

3.3 Quais foram os desafios enfrentados durante a execução do projeto, como foram superados, e houve adaptação de estratégias diante de situações inesperadas? Quais foram os principais impactos observados?

3.4 Se o projeto não se tornou um produto, o que você acredita que faltou para que isso acontecesse?

3.5 Houve algum aprendizado significativo? Quais benefícios permaneceram, mesmo que o projeto não tenha resultado em um produto comercial?

4 Benefícios Esperados para a Sociedade e Vida Útil do Produto:

4.1 Quais benefícios eram esperados para a sociedade com a disponibilização do produto? E efetivamente o que ele gerou para a sociedade?

4.2 Durante o desenvolvimento do produto, de que maneira a equipe planejava a sua vida útil ao longo de sua existência na sociedade? E, quando chegasse ao final, como foi planejado lidar com isso? Como se pensou em oferecer suporte durante o uso do produto?

4.3 Para finalizar: De maneira geral, poderia compartilhar informações sobre o projeto de inovação desenvolvido em colaboração com a EMBRAPPII? Como descreveria a relação entre as partes envolvidas e como esse projeto se integrava nas diferentes instituições?