

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOECONÔMICAS – ESAG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO

LUCIANO HENRIQUE SCHLÖSSER

PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO
COLABORATIVO DAS RODOVIAS CATARINENSES COMO SUPORTE AO
PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO: ESTUDO DE CASO NA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE DO ESTADO DE SANTA
CATARINA

FLORIANÓPOLIS

2024

LUCIANO HENRIQUE SCHLÖSSER

**PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO
COLABORATIVO DAS RODOVIAS CATARINENSES COMO SUPORTE AO
PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO: ESTUDO DE CASO NA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE DO ESTADO DE SANTA
CATARINA**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de mestre em
Administração pelo Programa de Pós-
Graduação em Administração do Centro de
Ciências da Administração e Socioeconômicas
- ESAG, da Universidade do Estado de Santa
Catarina - UDESC.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto De Rolt

FLORIANÓPOLIS

2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Universitária Udesc,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Schlösser, Luciano Henrique

Proposta de utilização de sistema de monitoramento colaborativo das rodovias catarinenses como suporte ao processo de planejamento de manutenção: : Estudo de caso na Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade do Estado de Santa Catarina / Luciano Henrique Schlösser. -- 2024.
99 p.

Orientador: Carlos Roberto De Rolt
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas - ESAG, Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração, Florianópolis, 2024.

1. Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade. 2. Rodovias. 3. Manutenção. 4. Videomonitoramento. 5. Escritório de projeto. I. Rolt, Carlos Roberto De . II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas - ESAG, Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração. III. Título.

LUCIANO HENRIQUE SCHLÖSSER

**PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO
COLABORATIVO DAS RODOVIAS CATARINENSES COMO SUPORTE AO
PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO: ESTUDO DE CASO NA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE DO ESTADO DE SANTA
CATARINA**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de mestre em
Administração pelo Programa de Pós-
Graduação em Administração do Centro de
Ciências da Administração e Socioeconômicas
– ESAG, da Universidade do Estado de Santa
Catarina - UDESC.

BANCA EXAMINADORA

Carlos Roberto De Rolt, Dr.

Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:

Júlio da Silva Dias, Dr.

Universidade do Estado de Santa Catarina

Fernando Zatt Schardosin, Dr.

Universidade Federal da Fronteira Sul

Florianópolis, 31 de janeiro de 2024

Dedico este trabalho ao Estado de Santa Catarina, mestres, amigos, colegas, e familiares, pela oportunidade de contribuírem na minha vida, pelo conhecimento compartilhado, atenção e carinho disponibilizados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, criador do universo, pelas bênçãos e graças alcançadas.

Ao meu orientador Dr. Carlos Roberto De Rolt, por aceitar orientar o trabalho de pesquisa e suporte disponibilizado.

Aos membros da banca Dr. Júlio da Silva Dias e Dr. Fernando Zatt Schardosin por disponibilizar seu tempo e conhecimento para avaliação.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Administração, pelo conhecimento e ensinamentos repassados no ambiente acadêmico e fora dele.

Aos meus pais exemplos de vida e alicerces do meu ser.

A minha nova família constituída que deu fruto mais importante da existência humana, a pequena Cecília que nasceu no percurso do mestrado.

Aos meus amigos e colegas que me acompanharam nos mais diferentes momentos.

A Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade por me receber de forma atenciosa e disponibilizar as informações para a realização do trabalho.

Ao Escritório de Projeto do Estado de Santa Catarina e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina por me acolher e dar oportunidade de realizar os estudos juntamente com o trabalho.

A Secretaria de Portos, Aeroportos e Ferrovias por permitir finalizar o mestrado mesmo havendo novas demandas surgindo.

Ao Estado de Santa Catarina o qual possuo admiração por seu povo, cultura e belezas naturais, pelas oportunidades que possibilitou de crescimento e de fazer parte do desenvolvimento da sua grandeza.

RESUMO

O Estado de Santa Catarina possui em seu território diferentes vias de deslocamento terrestre de veículos, sendo composto por rodovias Federais, Estaduais e Municipais, instituições que têm a responsabilidade de manter a sua conservação e condição de trafegabilidade. No Estado, essa responsabilidade fica sob a competência da Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade (SIE), que também atua na elaboração de projetos para construção de novas rodovias e melhoria no fluxo logístico catarinense, devido à malha extensa, aproximadamente 5 mil quilômetros, e os recursos limitados a condição das rodovias está deteriorada. Para melhorar essa situação buscou-se entender como realizar o monitoramento da condição das rodovias de forma rápida e contínua com emprego de novas tecnologias e com menor custo. Foi identificada a possibilidade de estabelecer parcerias com iniciativas privadas que adotam o videomonitoramento de seus veículos, mediante cessão das imagens das rodovias em uma relação de parceria para análise do Laboratório de Transporte e Logística (LabTrans) da Universidade Federal de Santa Catarina que é credenciado na metodologia iRAP de estradas mais seguras. Desta forma, a situação de uso da rodovia é realizada através da leitura das imagens e reportado à secretaria para checagem e planejamento da manutenção. O Escritório de Projetos do Estado (EPROJ) e o Núcleo de Projetos da Secretaria (NUPROJ) podem ser acionados no desenvolvimento do projeto e sua implantação, permitindo que por meio da adoção do videomonitoramento e metodologia iRAP ocorra a estruturação nova metodologia de trabalho gerando melhoria no planejamento de manutenção tornando as vias estaduais mais seguras.

Palavras-chave: Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade; Rodovias; Manutenção; Videomonitoramento; Escritório de Projeto.

ABSTRACT

The State of Santa Catarina has different land travel routes for vehicles in its territory, consisting of Federal, State and Municipal highways, institutions that are responsible for maintaining their conservation and trafficability condition. In the State, this responsibility falls under the responsibility of the Secretariat of Infrastructure and Mobility (SIE), which also works on preparing projects for the construction of new highways and improving the logistics flow in Santa Catarina, due to the extensive network, approximately 5 thousand kilometers, and limited resources. the condition of the highways is deteriorated. To improve this situation, we sought to understand how to monitor the condition of highways quickly and continuously using new technologies and at a lower cost. The possibility of establishing partnerships with private initiatives that adopt video monitoring of their vehicles was identified, through the transfer of highway images in a partnership relationship for analysis by the Transport and Logistics Laboratory (LabTrans) of the Federal University of Santa Catarina, which is accredited by the iRAP methodology for safer roads. In this way, the status of use of the highway is carried out by reading the images and reported to the secretary for checking and maintenance planning. The State Projects Office (EPROJ) and the Secretariat Projects Center (NUPROJ) can be involved in the development of the project and its implementation, allowing, through the adoption of video monitoring and iRAP methodology, the structuring of a new work methodology, generating better in maintenance planning, making state roads safer.

Keywords: Secretariat for Infrastructure and Mobility; Highways; Maintenance; Video Monitoring; Project Office.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Forma de manutenção.....	27
Figura 2 - Modelo de Big Data no ParticipACT Brasil.....	38
Figura 3- Sistema de telemetria geral.....	41
Figura 4- Organograma superintendência de infraestrutura da SIE.....	44
Figura 5 - Coordenadorias regionais.....	45
Figura 6 - Processo integrado do videomonitoramento.....	50
Figura 7 - Organograma SIE.....	69
Figura 8 - Processo mapeado do levantamento visual contínuo.....	71
Figura 9 - Apresentação levantamento visual contínuo.....	72
Figura 10 - Tela do levantamento visual contínuo.....	73
Figura 11 - Fluxo atual do levantamento visual contínuo da SIE.....	80
Figura 12 - Relação entre os parceiros.....	84
Figura 13 - Fluxo do projeto piloto.....	86
Figura 14 - Elaboração de plano de manutenção corretiva e execução.....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise das condições rodoviárias.....	19
Quadro 2 - Estimativa de custo do levantamento visual contínuo.....	20
Quadro 3 - Processos de manutenção.....	33
Quadro 4 - Fase da gestão da campanha.....	35
Quadro 5 - Levantamento de artigos.....	55
Quadro 6 - Levantamento artigos pelo Google Acadêmico.....	58
Quadro 7 - Evolução legal da organização administrativa da SIE.....	67
Quadro 8 - Evolução legal da organização administrativa do EPROJ.....	75
Quadro 9 - Evolução legal da organização administrativa do NUPROJ/SIE.....	76
Quadro 10 - Portfólio, projetos e valores.....	76
Quadro 11 - Empresas de videomonitoramento.....	81
Quadro 12 - Ferramenta 5W2H aplicada no desenvolvimento do videomonitoramento.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALESC	Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DETRAN	Departamento de Trânsito
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DIOP	Diretoria de Operações
EGP	Escritórios de Gerenciamento de Projetos
EPROJ	Escritório de Projetos
GEMAN	Gerência de Manutenção e Conservação Rodoviária
IA	Inteligência Artificial
LABGES	Laboratório de Tecnologias de Gestão
LABTRANS	Laboratório de Transporte da Universidade Federal de Santa Catarina
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Anual
LVC	Levantamento Visual Contínuo
NUPROJ	Núcleo de Gestão de Projetos
NUPROJ/SIE	Núcleo de Gestão de Projetos da Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade
PPA	Plano Plurianual
PE	Planejamento Estratégico
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PMO	<i>Project Management Office</i>
PMRV	Polícia Militar Rodoviária
PMSC	Polícia Militar de Santa Catarina
SIE	Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade
SIN	Superintendência de Infraestrutura

SOC	Superintendência de Obras Civas
SPG	Superintendência de Planejamento

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
R\$	Moeda Real

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	17
1.2	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	22
1.2.1.	Objetivo Geral.....	22
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	22
1.3	CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO.....	23
2	REFERENCIAL TEÓRICO EMPÍRICO.....	24
2.1	ESCRITÓRIO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....	24
2.1.1.	Características e Funções de Escritório de Projetos.....	25
2.2	MANUTENÇÃO.....	26
2.2.1.	Manutenção Corretiva.....	28
2.2.2.	Manutenção Preventiva.....	29
2.2.3.	Manutenção Preditiva.....	30
2.2.4.	Conceito de Manutenção Rodoviária e na Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade.....	31
2.3	CONCEITOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	33
2.3.1.	Crowdsensing.....	34
2.3.2.	Big Data.....	37
2.3.3.	Data Lake.....	39
2.3.4.	Telemetria.....	40
2.3.5.	Videomonitoramento.....	42
2.4	GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	43
2.4.1.	Gestão da Manutenção Aplicados em Projetos.....	44
2.4.2.	Processo de Manutenção.....	46
2.4.2.1.	<i>Métodos/Planejamento de Manutenção.....</i>	<i>46</i>
2.4.2.2.	<i>Orçamento Público.....</i>	<i>46</i>
2.4.3.	Metodologia iRAP – Programa Internacional de Avaliação de Vias.....	47

2.4.3.1.	<i>Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)</i>	49
2.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE O REFERENCIAL TEÓRICO.....	49
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	52
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	52
3.2	ETAPAS DA PESQUISA.....	53
3.2.1.	Elaboração do Referencial Teórico e Empírico	53
3.2.1.1.	<i>Estratégia de busca</i>	54
3.2.1.2.	<i>Consulta nas bases de dados</i>	54
3.2.1.3.	<i>Organização da Bibliografia</i>	55
3.2.1.4.	<i>Seleção dos documentos e Composição do Portfólio</i>	55
3.2.2.	Pesquisa Documental	62
3.2.3.	Instrumentos de Pesquisa	62
3.2.4.	Etapas metodológicas conduzidas junto a SIE	62
3.2.5.	Objeto e Sujeitos da Pesquisa	62
3.2.6.	Análise e organização de dados	63
4	RESULTADO DA REVISÃO SISTEMÁTICA	64
5	CARACTERIZAÇÃO, DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DA REALIDADE ESTUDADA	67
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO ESTUDADA.....	67
5.1.1.	Caracterização e histórico da Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade	67
5.1.2.	Mapeamento do processo de manutenção rodoviária	70
5.1.3.	Caracterização do EPROJ e NUPROJ/SIE	74
5.2	DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	77
5.2.1.	Diagnóstico da estrutura de manutenção de rodovias	77
6	PLANO DE INTERVENÇÃO	80
6.1	VIDEOMONITORAMENTO.....	80
6.2	CROWDSENSING APLICADO NA MANUTENÇÃO DE RODOVIAS.....	82
6.3	EMPRESAS PARCEIRAS.....	83
6.4	ESTRUTURAÇÃO LEGAL.....	84

6.5	ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO NA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE.....	85
6.6	ESTRATÉGIA E FLUXO DO PROCESSO DE INTERVENÇÃO.....	85
7	CONCLUSÕES.....	89
	REFERÊNCIAS.....	92

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de se deslocar é intrínseca ao ser humano que no início da sua origem atuava como nômade em busca dos recursos para sobrevivência, com a evolução passou a ter conhecimentos que permitiu que se estabelecesse em um local sem a necessidade de estar sempre em deslocamento. Com esse estabelecimento fixo notou que em seu lugar de abrigo existiam coisas que não existiam em outros lugares e da mesma forma ao contrário, essas coisas poderiam atender suas necessidades e as coisas que possuía a dos outros, surge assim de maneira primitiva o comércio que funciona no começo por meio das trocas de produtos, evoluindo para a época que surge a moeda estabelecendo uma unidade de valor que permite a troca de um item por diferentes produtos. Mesmo com os muitos anos que separam o início da civilização, continuamos necessitando realizar trocas de mercadorias para o desenvolvimento e evolução da sociedade. Essa troca de mercadorias normalmente ocorria por meio de expedições que aconteciam através do deslocamento a pé, que com o passar do tempo e domesticação dos animais passaram a contar com sua força, com a invenção da roda ganha-se uma escala maior de deslocamento e volume transportado por meio de carroças e carros de boi, com a evolução industrial surge a máquina a vapor que dispensa o uso da força animal e dá maior autonomia ao ser humano, chegando aos veículos modernos que permitem o transporte de carga e passageiros.

Existem diferentes modais de transporte os principais utilizados são: aeroviário, transporte realizado por meio de aeronaves, aquaviário por embarcações, dutoviário por meio de dutos, ferroviário por trens e rodoviários feitos por veículos. O meio aeroviário é utilizado principalmente para deslocamentos de cargas e passageiros que necessitam agilidade no que tange a tempo, mas com custo mais elevado. O aquaviário é uma forma de transportar maior volume de cargas principalmente a longa distância com valor mais acessível. Dutiário está principalmente relacionado a líquidos e gases que facilitam seu deslocamento, mas exige a instalação de uma infraestrutura complexa, normalmente para transporte de óleo (oleoduto), gás (gasoduto) e minério (mineroduto). Ferroviário permite o deslocamento de cargas e transporte de passageiros, principalmente utilizado para transporte de cargas, possui bom custo-benefício, mas exige elevado investimento em infraestrutura e pouca capilaridade, esse modal até recebeu atenção significativa no período de 1845 quando foi construída a primeira estrada de ferro do Brasil, estrada de ferro Mauá, tendo Dom Pedro II como um grande apoiador construído mais de 10 mil quilômetros de estradas (SANTOS, 2012).

O transporte rodoviário é utilizado para deslocamento de cargas e passageiros, tendo como seu principal atrativo a diversificação e facilidade de acesso por meio terrestre a diferentes lugares, meio que recebeu grandes incentivos do governo, principalmente o Brasileiro, nos governos de Washington Luís (1926-1930) que tinha como lema “governar é abrir estradas” adotando o modelo rodoviarista e Getúlio Vargas (1932-1945 e 1950-1954), durante a década de 50 Juscelino Kubitschek transferiu a capital para Brasília exigindo que novas infraestruturas fossem criadas como o Departamento Nacional de Rodagem (DNER), o Fundo Rodoviário Nacional (FRN) e o Plano Rodoviário Nacional (PRN) (CAVALETT *et al.* 2022).

Este modelo implica em utilização intensa das rodovias que devem receber constante manutenção garantindo sua trafegabilidade. Em Santa Catarina a Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade do Governo Estadual é responsável pelo planejamento e realização da manutenção de aproximadamente 5 mil km de rodovias pavimentadas, onde existe a oportunidade de melhoria do processo de planejamento da manutenção a partir de novas tecnologias e ação colaborativa dos usuários na avaliação da qualidade das rodovias. Abrir e construir estradas é importante, mas mantê-las em condição adequada de uso é fundamental, cabendo a esta secretaria planejar, destinar orçamento e os recursos adequados para que isso aconteça, na sequência na descrição da situação-problema são relatados os motivos.

1.1 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

No Brasil foi adotado o modelo rodoviarista no qual houve foco de investimento permitindo a expansão do número de rodovias, sendo esse modal o mais adotado e incentivado pelo governo até os dias atuais. Acontece que o incentivo a esse modal normalmente está relacionado a abertura de novas estradas ficando a manutenção e conservação em segundo plano o que leva a uma situação de precariedade das estradas existentes.

Segundo dados da Confederação Nacional do Transporte (2021) 61,1% de toda a carga transportada, ocorre por meio do modal rodoviário. A 24ª edição da Pesquisa CNT de Rodovias avaliou 109.103 km e encontrou problemas em mais da metade (61,8%) da extensão, rodovias que estão em estado regular, ruim ou péssimo. O tamanho da malha rodoviária brasileira é de 121.100,9 km, sendo pavimentadas 65.766,1 km, não pavimentadas 9.474,7 km e planejada 45.860,1. É importante lembrar que a malha rodoviária pode ser de

responsabilidade federal, estadual ou municipal cada um desses entes é responsável pela sua conservação (CNT, 2021).

A malha rodoviária do Estado de Santa Catarina localizado no Sul do Brasil, e que segundo o IBGE (2021) possui população estimada em 2021 de 7.338.473 pessoas e 5.786.199 veículos, composto por 295 municípios, possui 6.269,77 km de rodovias, sendo pavimentados 4.981,17 km e em leito natural 1.017,26 km (SIE, 2023).

No governo de Santa Catarina a administração pública passou por uma reforma administrativa no ano de 2019, na qual o Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina – DEINFRA e o Departamento de Transportes e Terminais – DETER foram extintos e transferidas as principais competências para a Secretaria de Estado da Infraestrutura que passou a ser denominada Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade – SIE por meio da Lei Complementar nº 741 de 12 de junho de 2019 e atua como órgão superior da Administração Pública Estadual Direta, que tem como principais competências planejar, formular e normatizar políticas, programas, projetos e ações; implementar políticas para a infraestrutura de transportes; definir padrões, normas, diretrizes e especificações técnicas; modernizar o sistema de transporte de passageiros sob sua jurisdição, entre outras.

Possui a missão de “Promover o bem-estar do cidadão e ser agente da modernização e transformação do Estado, pela atuação na área de infraestrutura de transportes e mobilidade e das obras hidráulicas e civis.” Com a visão de “Ser reconhecido por assegurar uma infraestrutura de transportes e mobilidade suficiente, adequada e de qualidade às necessidades da sociedade.” E como valores “Ética, Comprometimento, Excelência, Cooperação.” (SIE, 2022).

Os principais problemas e desafios da conservação das estradas referem-se ao custo logístico elevado pela perda de tempo nos deslocamentos e custos de manutenção dos veículos, devido às condições precárias das rodovias que normalmente recebem manutenção após os problemas serem detectados, gerando a intervenção nas estradas de forma reativa e inadequada, o que interfere na realização de planejamento com melhor gestão dos recursos financeiros com definição de prioridades e aumento da vida útil das rodovias, o que também impacta é o processo de contratação no setor público que deve respeitar o seu rito o que gera morosidade no momento no qual o problema está evidente e necessita resolução rápida (FIESC, 2023).

A principal causa é a falta de acompanhamento das condições atuais das rodovias, para resolver essa situação a SIE criou o sistema de Levantamento Visual Contínuo que é uma ferramenta/aplicativo que permite aos fiscais a realização do levantamento das condições das

rodovias. Esse levantamento é feito no local de forma visual pelo fiscal treinado, que ocorre por meio do deslocamento de um carro trafegando no acostamento a velocidade entre 20 e 40 km/h com dois integrantes, um sendo o motorista e outro o fiscal, ambos são servidores da secretaria que também desempenham outras atividades além do monitoramento. A metodologia baseada nas normas do DNIT: PRO 008/2003 que trata do levantamento visual contínuo para a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e PRO 005/2003 sobre defeitos nos pavimentos flexíveis (DNIT, 2003). Cabe ao fiscal realizar o levantamento visual e ir relatando a situação no aplicativo a cada 1 km da rodovia, o aplicativo possui estabelecido as categorias e critérios que devem ser observados, tendo alternativas objetivas a marcar. Os grupos de indicadores avaliados são pavimento, plataforma estradal e sinalização, os itens de levantamento tratam do acostamento, drenagem, estado do pavimento, roçada, sinalização horizontal, sinalização vertical, e os conceitos adotados são: ótimo, bom regular 6, regular 5, mau 4, mau 3, péssimo e inexistente. A nomenclatura e escala foram definidos conforme critérios técnicos adotados pela SIE, como o número de intercorrências (fissura, rachadura, aprofundamento entre outros) em um mesmo quilômetro gera um nível maior ou menor dentro da escala. A tecnologia implantada apresenta avanço, mas ainda existe espaço temporal elevado entre as vistorias realizadas principalmente devido ao número de quilômetros existentes e o quadro de fiscais disponíveis para essa atividade que demanda tempo, deslocamento dos profissionais e pode sofrer com desvios da variável humana devido a diferentes interpretações ou falhas operacionais nos registros.

Quadro 1 - Análise das condições rodoviárias

Grupo de Indicadores	Itens de levantamento	Conceitos
Pavimento	Estado do Pavimento	ótimo, bom regular 6, regular 5, mau 4, mau 3, péssimo e inexistente
Plataforma Estradal	Acostamento	ótimo, bom regular 6, regular 5, mau 4, mau 3, péssimo e inexistente
	Drenagem	ótimo, bom regular 6, regular 5, mau 4, mau 3, péssimo e inexistente
	Roçada	ótimo, bom regular 6, regular 5, mau 4, mau 3, péssimo e inexistente
Sinalização	Sinalização Horizontal	ótimo, bom regular 6, regular 5, mau 4, mau 3, péssimo e inexistente

	Sinalização Vertical	ótimo, bom regular 6, regular 5, mau 4, mau 3, péssimo e inexistente
--	----------------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O levantamento realizado pelos fiscais no aplicativo fica disponibilizado na área restrita do site da SIE no endereço eletrônico <https://mapa.sie.sc.gov.br/main/lvcmmap> para análise e acompanhamento, o levantamento utilizando essa ferramenta teve início em setembro de 2021.

Analisando que o estado possui aproximadamente 5 mil quilômetros de estradas pavimentadas, adotando como velocidade média 30km/h serão necessários 10 mil minutos ou aproximadamente 166 horas, com média de 15 km/l, são necessários 333,33 litros de combustível, tendo que cada litro custando 6 reais o total seria 2 mil reais. Estimando o custo hora de R\$ 125,00 por profissional, multiplicado por 2 profissionais, temos o custo hora de R\$ 250,00. Multiplicando o total de horas 166 por R\$ 250,00, o custo com recursos humanos é de R\$ 41.500,00. Somando o custo de mão de obra e combustível temos aproximadamente R\$ 43.500,00, ficando o custo de avaliação para cada quilômetro em R\$ 8,70. Como o levantamento é realizado a cada 3 meses temos o total de R\$ 174.000,00 gastos em um ano em monitoramento das estradas como pode ser acompanhado no quadro abaixo:

Quadro 2 - Estimativa de custo do levantamento visual contínuo

Rodovia Pavimentada (km)	Consumo tempo (30 km/h)	Custo mão de obra (R\$ 125/h)	Consumo combustível (15 km/l)	Custo combustível (R\$ 6/l)	Custo anual (4 avaliações ano)
5.000 km	166 h	R\$ 41.500,00	333,33 l	R\$ 2.000	R\$174.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Esse cálculo é ilustrativo abordando algumas variáveis de forma simplória, mas não todas que compõem o custo do levantamento, como exemplo depreciação, preparação, retrabalho, dados móveis, entre outros. Principalmente as oportunidades nas quais os fiscais poderiam estar realizando atividades mais nobres preventivas do que reativas.

Cabe lembrar que logo que finalizado o levantamento este encontra-se desatualizado e será necessário a realização de novo levantamento, pois as estradas estão em constante uso e sujeitas a diferentes intempéries.

Neste contexto, vislumbra-se a oportunidade de melhorar a metodologia para planejamento da manutenção das rodovias catarinenses utilizada atualmente. Ferramentas baseadas em tecnologia da informação que possibilitam um monitoramento contínuo e colaborativo da situação (*crowdsensing*) das rodovias e técnicas de análise de dados podem ser aplicadas para diminuir custos, aumentar a velocidade, aperfeiçoar o planejamento da manutenção corretiva e inserir processos de manutenção preventiva e preditiva.

A Administração Pública como as organizações privadas passa pelos cenários que enfrentam volatilidade, incertezas, complexidade e ambiguidade, cabendo a gestão pública um posicionamento resiliente na tomada de decisão. Como realizar mudanças, alterações e adoção de novas metodologias é complexo para auxiliar na construção desse caminho a surge a gestão de projetos que pode ser definida sobre a forma de pensar o uso dos recursos para o alcance dos objetivos através do planejamento, programação e controle de tarefas visando o alcance do que era desejado inicialmente (KERZNER, 2006b).

Visando aprimorar a gestão pública e o emprego dos recursos o governo de Santa Catarina buscou conhecimento no mercado e identificou como *benchmarking* o *Project Management Institute* - PMI (2017) organização global que é referência nessa área, possui como função a padronização dos processos, geração e o compartilhamento de conhecimento por meio do PMBOK serviu de inspiração para a criação do Escritório de Gestão de Projetos do Estado de Santa Catarina que é um mecanismo que direciona os diferentes níveis hierárquicos do estratégico ao operacional para execução dos projetos e decisões alinhadas às políticas de governo (PMI, 2017).

O Governo com a estruturação do Escritório de Gestão de Projetos de Santa Catarina (EPROJ-SC) buscou estabelecer e disseminar a cultura de projetos nos órgãos de governo, transferindo o conhecimento e experiência para outras instituições, visando o alcance das políticas públicas estipuladas (EPROJ, 2020). Também cria padrões e estrutura os projetos compartilhando recursos, metodologias, ferramentas e técnicas por meio de capacitações, treinamentos e suporte, em 2020 adotou a criação de Núcleos de Gestão de Projetos (NUPROJ) com a contratação de especialista em gestão de projetos para estarem inseridos nas principais secretarias de governo de estado compondo a Rede de Projetos de SC, atuando como um braço do EPROJ-SC em cada secretaria que aderiu e implantou seu núcleo (SANTA CATARINA, 2017).

Então o problema é monitorar a condição de conservação das rodovias estaduais que estão em constante mudança de forma a evitar que a intervenção de manutenção ocorra somente de maneira reativa quando sua condição esteja precária e impactando no

deslocamento do cidadão, com aumento da insegurança, impedindo ou atrasando o fluxo pela via, exigindo ações complexas que demandam tempo e recursos expressivos. O tema do presente trabalho busca como empregar novos recursos tecnológicos sem onerar o estado com a participação social para realizar o mapeamento e controle das condições das rodovias estaduais empregando o conhecimento de gestão de projetos do escritório de gestão projetos da Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade para levar da situação atual a desejada de estradas em condições adequadas de conservação, com planejamento efetivo da manutenção buscando antever aos problemas, aumentar a vida útil das rodovias e sua qualidade, permitindo a trafegabilidade com segurança dos usuários, visando alcançar esse cenário foram traçados o objetivo geral e específicos.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

A partir da introdução e contextualização da situação-problema do monitoramento do estado de conservação das rodovias catarinenses foco do tema de pesquisa, foram definidos os objetivos, geral e específicos.

1.2.1. Objetivo Geral

Propor a utilização de sistema de monitoramento colaborativo de rodovias catarinenses por tecnologia de vídeo.

1.2.2. Objetivos Específicos

De forma alcançar o objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Estudar e descrever a situação atual;
- b) Identificar as alternativas tecnológicas e sistemas;
- c) Estudar casos correlatos – Revisão Sistemática;
- d) Identificar parceria a coleta de dados colaborativa;
- e) Elaborar proposta de nova sistemática.

1.3 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

O Estado de Santa Catarina possui uma malha rodoviária extensa que é utilizada para a movimentação de pessoas e mercadorias, meio para o desenvolvimento e continuidade do crescimento econômico, que demanda cuidado e conservação. Somente nos meses iniciais do ano de 2022 o estado investiu em manutenção mais de 90 milhões de reais, essa cifra já é superior aos valores aproximados investidos nos anos de 2019 (R\$ 9 milhões) e 2020 (R\$ 51 milhões).

Quando realizada a conservação adequada aumenta-se a vida útil da rodovia, diminuindo a necessidade de intervenções mais onerosas como recuperação, restauração e reconstrução. Hoje para acompanhar as condições das estradas é necessário que os profissionais se desloquem na rodovia para identificar e atualizar a situação, com a sugestão proposta busca-se diminuir esse custo financeiro e de tempo, alocando os recursos humanos empregados atualmente na avaliação da condição de rodovias em atividades mais nobres de prevenção e planejamento que de levantamento operacional, buscando munir a secretaria de conhecimento ativo no lugar de reativo, alterando a lógica do primeiro esperar acontecer o problema e resolver para ótica preditiva de evitar que o problema aconteça.

Dessa forma o Laboratório de Tecnologias de Gestão (LabGES) foi o local identificado como propício e detentor de conhecimento na Universidade do Estado de Santa Catarina como suporte para que fosse desenvolvida a pesquisa e o trabalho de dissertação do mestrado, utilizando da sua área de atuação e do conhecimento dos especialistas que fazem parte do grupo para seu desenvolvimento.

O trabalho visa contribuir para o aperfeiçoamento da manutenção das rodovias catarinenses, melhorando o processo de identificação do estado de conservação das rodovias, auxiliando com insumos e informações para um planejamento mais efetivo na forma de resolução de problemas e estruturação das contratações das manutenções, aplicando recursos tecnológicos como o monitoramento por vídeo para facilitar a identificação de necessidades de melhorias de forma mais otimizada do que com a inspeção humana de todos os segmentos. Desse modo foi realizado o levantamento de fundamentos e conceitos importantes ao seu desenvolvimento através do referencial teórico empírico dando base e nivelamento do conhecimento ao desenvolvimento do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO EMPÍRICO

Neste capítulo serão apresentados os fundamentos teórico-conceituais que sustentam a pesquisa, necessários para o entendimento do trabalho, realizados por meio de uma revisão da literatura, a saber: Escritório de Gerenciamento de Projetos, Manutenção corretiva, preventiva e preditiva, *crowdsensing*, *big data*, *data lake*, telemetria, videomonitoramento, gestão da manutenção, processo de manutenção e metodologia iRAP.

Adiciona-se os resultados de uma revisão sistemática que busca conhecer, com base em publicações científicas recentes, outras experiências no tratamento do mesmo problema.

Na busca do estado da arte foram apreciados artigos que se destacaram em relação ao tema proposto apresentando conceitos diferentes, mas que se tornam complementares para a realização do trabalho.

2.1 ESCRITÓRIO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

A adoção da implantação de uma nova tecnologia, processo de trabalho ou metodologia demanda diferentes etapas, atividades e recursos desde a identificação do problema, proposição da solução e sua execução, nesse contexto o escritório de projetos da secretaria com a experiência e conhecimento podem dar suporte ao desenvolvimento e implantação do que está proposto. Sendo que a gestão de projetos nos últimos anos tornou se evidente como a construção do caminho para que as organizações alcancem seus objetivos, adotando suas boas práticas de gestão como modelo de metodologia por meio da adoção ou implementação dos Escritórios de Gerenciamento de Projetos - EGP ou Project Management Office – PMO (TREFF; BATTISTELLA, 2017).

O Escritório de Projetos pode ser entendido como “uma estrutura organizacional que padroniza os processos de governança relacionados a projetos e facilita o compartilhamento de recursos, metodologias, ferramentas e técnicas” (PMI, 2017, p.48). É o local central para conduzir, planejar, organizar e finalizar as atividades do projeto com um olhar global sua relação com outras atividades e projetos que compõem o portfólio do escritório em uma busca contínua pela melhoria no gerenciamento de projetos e suporte às demais áreas da organização (VARGAS, 2005).

Sua importância deve ser reconhecida e apoiada pela alta gestão com suporte por meio do patrocínio a sua instituição e recursos que permitam sua operação, tendo sua evolução no

decorrer do tempo e desenvolvimento de projetos, aumentando o nível de maturidade na organização, cabe ao escritório a construção e organização do portfólio de projetos a serem desenvolvidos dando o suporte para que sua realização se concretize (PRADO, 2000).

A estruturação e consolidação do escritório de projetos na secretaria é fundamental, atuando no desenvolvimento e implantação de novos projetos como no caso estudado de melhorar as condições das rodovias estaduais, com a definição, estabelecimento e execução do projeto, com o apoio e adoção das boas práticas de gestão de projeto do escritório pode se alterar a situação atual para o desejado com estradas em melhor condição de uso. De modo que isso aconteça é interessante saber as características e funções desempenhadas pelo escritório de projetos.

2.1.1. Características e Funções de Escritório de Projetos

O Escritório possui como principal atividade garantir que a gestão de projetos ocorra da melhor forma possível sendo eficiente e eficaz, alcançando os resultados desejados desde o início do seu processo (DINSMORE, 1999). Sua estruturação serve para apoiar o gerente de projetos na execução das suas funções (KERZNER, 2011).

No que tange a implantação do PMO deve ser realizado um diagnóstico visando conhecer a situação e realidade atual da organização, assim como a expectativa a ser atendida com a implantação, entendendo em qual nível está e para qual almeja alcançar, existem uma diversidade de modelos que podem ser adotados conforme Galante, Bergiante e Rodriguez (2013), uma das formas que elevam o nível de maturidade da organização na gestão de projetos é a formalização do PMO na sua estrutura (BARCAUI, 2012).

No decorrer do tempo e conhecimento estruturado as atividades e funções do PMO vão evoluindo e se aprimorando garantindo características próprias naquele ambiente e circunstância (VALERIANO, 2005). Entre as responsabilidades do PMO, Hobbs e Aubry (2007) elencam as seguintes:

- a) Desenvolver competências e metodologias de gerenciamento de projetos;
- b) Fomentar o aprendizado organizacional; executar tarefas específicas de projetos;
- c) Gerenciar grupos de entrega e *stakeholders*; e,
- d) Avaliar a atuação dos gerentes e equipes de projetos.
- e) Ainda, no tocante às responsabilidades do PMO, a literatura destaca sua função de

apoio aos gestores de projetos, incluindo as seguintes atribuições:

- Gerenciar os recursos compartilhados entre os projetos;
- Identificar e elaborar metodologias, práticas adequadas ao gerenciamento de projetos;
- Orientar e ministrar: coordenar as comunidades de práticas entre projetos;
- Elaboração de documentos e gerenciamento de padrões, políticas e compartilhamentos de documentos de projetos (PMI, 2017).

Saber as principais responsabilidades é o papel fundamental do PMO em manter a propriedade intelectual relativa a gestão do projeto (KERZNER, 2006a) permite que à estruturação do projeto do monitoramento das rodovias por videomonitoramento ocorra dentro das boas práticas adotadas pelos escritórios de projetos e com o suporte desse para seu desenvolvimento na Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade. Ao desenvolver o projeto deve se ter conhecimento das características e necessidades básicas da área demandante, por isso entender do que se trata manutenção permite o bom desenvolvimento do projeto.

2.2 MANUTENÇÃO

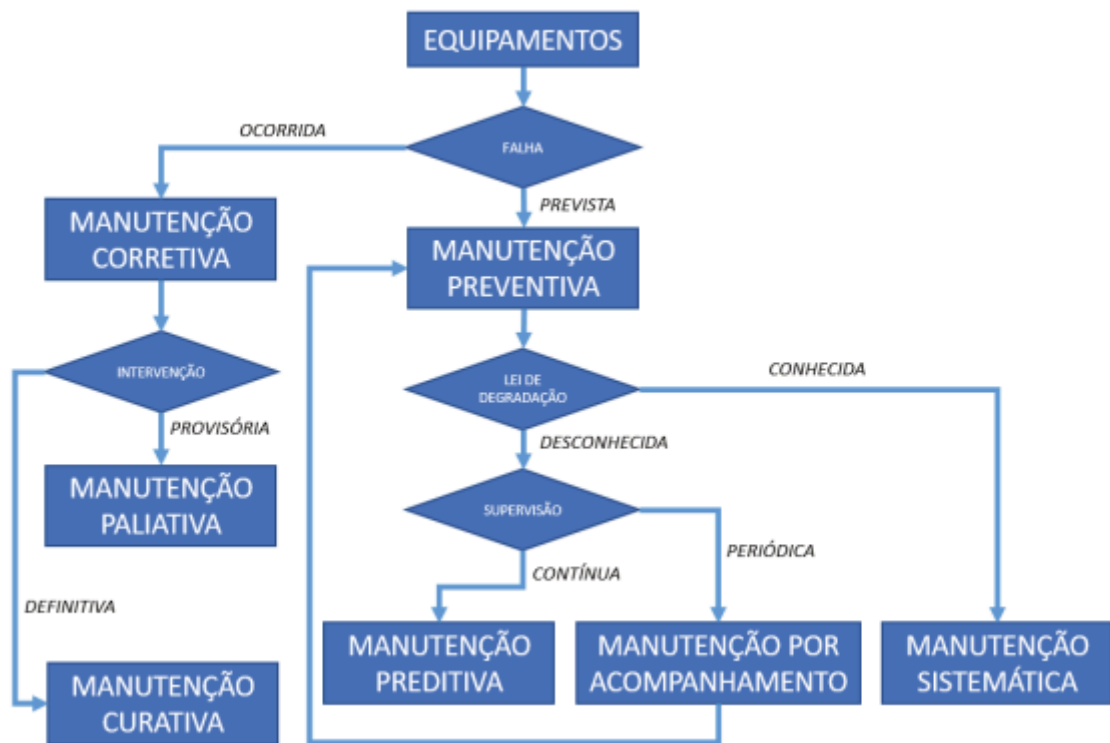
O uso de um bem ou objeto gera seu desgaste que com o passar do tempo e sua utilização mais intensa começa apresentar problemas, diminuindo sua condição ideal inicial até ao ponto extremo de perder sua finalidade, como no caso das rodovias conforme mais veículos passam pela via no seu uso diário, com interferência climáticas, chuva, sol, vento, calor, frio os materiais utilizados sofrem desgastes e desse modo a manutenção é o fator chave que garante a continuidade das operações e fluxo de veículos nas rodovias em condições adequadas de serviço. A associação Francesa de normatização adota que manutenção é o conjunto de ações que permite manter ou restabelecer um bem, dentro de um estado específico ou a medida para assegurar um serviço determinado (MONCHY, 1989 apud MEIRELLES, 2019).

A manutenção corretiva segundo o DNIT (2006) tem como finalidade reparar ou eliminar um defeito no pavimento, e melhorar o funcionamento dos elementos que compõem a rodovia com objetivo de gerar maior conforto e segurança aos usuários da via. Já a manutenção preventiva tem como finalidade impedir o aparecimento ou agravamento de

falhas na estrutura do pavimento, sendo essa intervenção realizada em períodos predeterminados de acordo com critérios técnicos.

Formas de manutenção segundo Monchy apud Meirelles (2019):

Figura 1 - Forma de manutenção



Fonte: Monchy apud Meirelles (2019).

Como pode ser visto a figura 1 descreve o esquema operacional da realização da manutenção em equipamentos, considerando os caminhos que devem ser aplicados a cada tipo de manutenção. Com relação à manutenção rodoviária será dado enfoque às 3 principais formas de manutenção: a corretiva, preventiva e preditiva. No processo descrito quando a falha ocorreu é realizada a manutenção corretiva, se a falha não ocorreu mas é prevista é realizada a manutenção preventiva, se a potencial origem da falha é desconhecida passa por uma supervisão contínua realizando a manutenção preventiva não permitindo que a falha aconteça.

Na sequência serão abordados os conceitos de manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva, descrevendo suas principais características e momentos de aplicações que devem ser adotadas.

2.2.1. Manutenção Corretiva

Pode ser entendida de forma visual a manutenção corretiva como quando é diagnosticado um buraco no pavimento da rodovia e é realizado o serviço de tapar o buraco consertando o problema. Ou seja, a manutenção corretiva é realizada quando o problema está aparente sendo necessária a intervenção imediata ou planejada quando identificado o problema e sua aplicação pode aguardar de forma a otimizar a utilização dos recursos. “Manutenção Corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado” (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 38). No caso do desempenho menor que esperado uma situação exemplo pode ser a diminuição da velocidade do fluxo dos veículos devido a necessidade de sinalização mais adequada da via durante o período noturno, devido as placas estarem desgastadas.

Segundo Meirelles (2019) manutenção corretiva pode ser entendidas como todo trabalho realizado após a falha do equipamento com intuito de restabelecer a função eliminando o problema, realizando um conjunto de procedimentos com a finalidade de prontamente restabelecer o funcionamento o mais rápido possível, normalmente ocorrendo sem planejamento prévio e de forma emergencial, ocasionando maiores custos de execução e dificilmente sua realização será eliminada completamente, pois sempre pode ocorrer algum defeito que não pode ser previsto. Também aborda a questão da manutenção corretiva paliativa na qual o defeito é corrigido provisoriamente permitindo o funcionamento do objeto por mais um período e a manutenção corretiva curativa a qual busca identificar e consertar a origem do problema de forma definitiva, evitando que a falha volte a ocorrer. Esse casos podem ser ilustrados como a manutenção paliativa de um buraco da pista com uma camada de areia/terra provisoriamente permitindo a passagem temporária de veículos, para na sequência realizar a manutenção corretiva fechando o buraco de forma correta com a recomposição do pavimento com o material adequado e empregando as técnicas adequadas de engenharia estabelecidas pelas normativas.

A manutenção corretiva ocorre visando garantir pelo menos as condições básicas de trafegabilidade da via, mensurando e atuando no problema posto, atuando na sua resolução ou mitigação no menor tempo previsto, de forma célere, com os recursos disponíveis no momento, trabalhando para ocasionar o menor impactando no fluxo de veículos. Já a manutenção preventiva busca se antecipar, evitando que o problema se torne latente e seja necessária a correção imediata pela manutenção corretiva.

2.2.2. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva consiste em realizar serviços ou correções antes que os problemas se tornem a parente, atuando preventivamente de modo a evitar intervenções mais profundas e com custos mais elevados. “Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo” (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 42).

Um exemplo de manutenção preventiva é quando uma lombada eletrônica é colocada na via exigindo que seja reduzida a velocidade dos veículos em determinado ponto específico do pavimento, essa redução que não estava inicialmente prevista no projeto acaba afetando o fluxo de veículos e criando um ponto de frenagem com redução de velocidade que acaba aportando maior peso no pavimento, principalmente devido aos veículos de carga, com um maior desgaste do pavimento naquele ponto específico da rodovia, sabendo dessa situação o setor de gestão da manutenção tem o conhecimento que neste local sua manutenção deve ser antecipada e com tratamento diferenciado dos demais trechos da rodovia que não sofrem com essa intervenção, agindo por meio da manutenção preventiva nesse ponto antes dos demais devido ao desgaste sobressalente nesse trecho. Ocorre de maneira planejada, prevendo paradas necessárias para trocas e melhorias com base em informações dos fornecedores, histórico de manutenção e avaliações rotineiras (MEIRELLES, 2019).

Realizar ações preventivas permite intervenções programadas com menor custo e impacto se comparada com a corretiva, pois sua execução é planejada, estruturando as ações necessárias de intervenção previamente, adquirindo e preparando os recursos materiais e humanos previamente, antecipando cenários e formas de atuação, sua execução permite a ampliação da vida útil, diminuindo os impactos negativos e melhorando a aplicação dos recursos, buscando garantir a circulação contínua dos veículos quando possível. Normalmente ocorre com base nos manuais técnicos disponibilizados pelas construtoras ou normas técnicas do desgaste de pavimentos, também conta com a experiência e histórico das rodovias buscando que com experiências passadas de manutenção corretivas sejam evitadas utilizando o tempo e os recursos a favor para realizar a manutenção preventiva. Pensando em aspectos de evolução da manutenção após a manutenção preventiva vem a preditiva, que trata de se antecipar a manutenção preventiva adotando diferentes variáveis para prever como as condições das rodovias se comportam e adotar a melhor estratégia de manutenção.

2.2.3. Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva ocorre com base em dados e informações qualitativas/quantitativas que permitem realizar uma análise de quando será necessária a intervenção em uma situação, realizando um acompanhamento contínuo, realizando projeções de quando será necessária a realização da manutenção, antevendo a geração do problema a ser sanado, “é a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática” (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 44).

São acompanhados diferentes parâmetros que servem de indicadores para o monitoramento da condição do equipamento, com tratamento científico, com resultado de maximizar os intervalos por quebras ou problemas, prevendo falhas e aumentando o processo de operação ou uso do bem (MEIRELLES, 2019).

São empregadas diferentes técnicas, dados e fontes de informação, o cenário futuro pode ser estimado gerando apontamentos para intervenção preditiva, possibilitando ações pontuais, planejadas, com menor custo e interferência, evitando que o problema projetado se torne uma realidade. Como caso prático para análise da manutenção preditiva pode ser usado os dados da construção da rodovia, a previsão de tempo com o índice pluviométrico, intensidade de radiação solar, temperatura média, histórico de manutenções, fluxo de veículos, capacidade de carga e projeção do crescimento da sua utilização, para projetar um cenário futuro da condição da rodovia identificando pontos que devem receber manutenções preventivas desde reforço na pavimentação como potenciais melhorias de ampliação de pista ou adequação do projeto geométrico.

A manutenção preditiva é um exercício de imaginar como o futuro pode ser com base em projeções de dados e informações existentes hoje. Servindo como instrumento que contribui para a estruturação do planejamento da manutenção, permitindo que os cenários projetados sejam avaliados e estratégias de intervenção sejam elaboradas, estudadas, validadas e adotadas, com a otimização dos recursos, adotando critérios técnicos de seleção de prioridades dos projetos de manutenção preventiva que devem ser desenvolvidos prioritariamente reduzindo os impactos negativos e aumentando as externalidades positivas da sua execução no desenvolvimento da cadeia logística catarinense permitindo o crescimento da economia.

2.2.4. Conceito de Manutenção Rodoviária e na Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade

O DNIT (2006) no manual de restauração e pavimentos asfálticos apresenta a diferenciação entre manutenção e conservação rodoviária. Conservação trata-se de apenas um grupo de intervenções realizadas por manutenção. E a manutenção compreende um processo sistemático que a rodovia deve receber buscando oferecer aos usuários conforto, economia e segurança, sendo realizada por meio de ações programadas. Podendo ser enquadradas em 4 grupos básicos: melhoramentos dos sistemas de drenagem e segurança, recuperação do pavimento por sua restauração, recuperação do pavimento por sua reabilitação, geralmente nessa ordem de criticidade (da menor para a maior). Quanto a conservação o manual apresenta a seguinte conceituação:

Conservação corretiva rotineira: é o conjunto de operações de conservação que tem como objetivo reparar ou sanar um defeito e restabelecer o funcionamento dos componentes da rodovia, proporcionando conforto e segurança aos usuários.

Conservação preventiva periódica: é o conjunto de operações de conservação realizadas periodicamente com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento dos defeitos. Trata-se de tarefas requeridas durante o ano, mas cuja frequência de execução depende do tráfego, da topografia, e de efeitos climáticos.

Conservação de emergência: é o conjunto de operações a serem eventualmente realizadas com o objetivo de recompor, reconstruir ou restaurar trechos que tenham sido seccionados, obstruídos ou danificados por um evento extraordinário ou catastrófico, colocando em flagrante risco o desenvolvimento do tráfego da rodovia ou ocasionando a sua interrupção.

O termo “Restauração do Pavimento”, quando referido a um trecho, deve ser entendido como a Recuperação de um Pavimento que se apresenta deteriorado, mas cujo grau de deterioração não compromete a sua habilitação (a sua recuperação ocorrendo tempestivamente, dentro ou próximo do final do seu ciclo de vida). Cumpre ressaltar, conforme já exposto, que nesse estágio de deterioração (que ainda não é qualificado como crítico) as medidas de conservação de caráter preventivo e/ou corretivo já se tornam praticamente ineficazes e/ou antieconômicas.

O termo “Reabilitação do Pavimento”, quando referido a um trecho, deve ser entendido como a Recuperação de um Pavimento que, como decorrência do alto grau de deterioração alcançado, perdeu a sua habilitação. O termo “Reabilitação do Pavimento”,

quando referido a um segmento homogêneo, deve guardar correspondência com as soluções que envolvem a Reconstrução do Pavimento. O termo “Restauração do Pavimento”, quando referido a um segmento homogêneo, deve guardar correspondência com as soluções que envolvem o Recapeamento do Pavimento.

A respeito da forma de contratação existem 2 principais formas de contratação, uma internamente na qual o próprio estado contrata os próprios profissionais e executa a manutenção e a outra por terceirização, a qual o estado subcontrata o serviço e aguarda a entrega final do produto contratado. Os países desenvolvidos como Estados Unidos, Canadá e Austrália adotam a primeira metodologia, já o Brasil prefere a contratação por terceirização para empresas privadas. O DNIT aplica a contratação por terceirização optando basicamente por duas modalidades, denominadas programas CREMA (Contrato de restauração e manutenção) e PATO (Plano Anual de Trabalho). O primeiro combina a restauração e a manutenção da rodovia, as empresas são contratadas para realizar primeiramente a restauração do corpo estradal e depois ficam responsáveis por manter a rodovia por um período de cinco anos. No segundo, a contratação das empresas ocorre por meio de um orçamento anual de referência elaborado pelo órgão de controle para um determinado segmento da rodovia e então realiza os serviços de conservação da rodovia (MEIRELLES, 2019).

A SIE através da instrução normativa nº 03/2020 estabelece os seguintes conceitos de manutenção e conservação:

I – Manutenção rodoviária: entendida como o trabalho para preservação das condições de tráfego nas rodovias, através da execução de reparos localizados, evitando agravar danos ao revestimento;

II – Conservação rodoviária: refere-se aos serviços rotineiros que devem ser executados periodicamente para garantir uma boa trafegabilidade nas rodovias, como por exemplo a roçada da vegetação presente nos bordos das pistas, manutenção e recomposição da sinalização rodoviária e limpeza dos dispositivos de drenagem.

A secretaria adota os seguintes conceitos na operação diária para manutenção das estradas: tapa buraco, recuperação e restauração. O primeiro conceito se refere a realização de atividade de manutenção pontuais para cobrir buracos que apareceram na via, o segundo para realizar a recuperação de alguns trechos que possui alguns danificados e o terceiro para ações que exigem maior complexidade sendo necessário realizar reparos mais profundos por meio da restauração.

O quadro 3 a seguir demonstra as diferentes categorizações dos processos de

manutenção empregados.

Quadro 3 - Processos de manutenção

Tipo	Nível de intervenção	Custo
Tapa Buraco	Baixo	Baixo
Recuperação	Médio	Médio
Restauração	Alto	Alto

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Dessa maneira visual e simples o quadro 3 acima busca identificar as principais diferenças entre as três formas de manutenção adotadas pela SIE. Quando comparadas com os conceitos de manutenção apresentados anteriormente identificamos que atualmente a secretaria acaba atuando praticamente na manutenção corretiva, quando o problema está evidenciado e apresenta transtornos ao usuário. Constata-se a preocupação em manter as vias operacionais, contudo agindo de forma reativa a condição de trafegabilidade e pressões externas da sociedade por melhorias. Como as intervenções acontecem quando o problema apresenta uma gravidade significativa a quantidade de recursos que demandam para sua resolução são maiores, na existindo ainda uma cultura clara, estruturada e comprometida com com a conservação das rodovias, não somente sobre a ótica da secretária, mas sim como política pública tanto do governo federal, estadual e municipal.

Para evoluir essa situação podem ser empregadas novas formas e sistemáticas de trabalho adotando a evolução das tecnologias da informação em prol do estado e de melhores serviços à população, inclusive com a participação da sociedade, sendo um ator participante da construção da solução agindo ativamente contribuído de forma consciente a resolução e melhorias ou passivamente fornecendo seus dados e informações de forma a serem utilizadas na construção e desenvolvimento de novas soluções.

2.3 CONCEITOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A tecnologia da informação permanece em constante atualização, surgindo a cada momento, novos conceitos e entendimentos antes não existentes ou reestruturados em uma outra forma ou denominação, na sequência serão apresentados os principais conceitos

utilizados para realização do trabalho e entendimento da lógica empregada. Os conceitos apresentados servem de fundamentação para que possibilite a adoção de novas sistemáticas de trabalho e execução das atividades.

2.3.1. Crowdsensing

A coleta de dados e informações é algo dispendioso que exige tempo e recurso significativos ao Estado de Santa Catarina visando otimizar a aplicação desse recursos vislumbra-se uma forma de reduzir custos e também engajar a sociedade na melhoria das condições das rodovias por meio do *Crowdsensing* que é o sensoriamento ativo pelo usuário de cunho participativo que disponibiliza a sua informação para o coletivo que pode ser utilizado para uma meta específica, experimento social ou técnico (NETO; ROLT; ALPERSTED, 2019). No caso específico, o *crowdsensing* pode ser utilizado de forma que os usuários do sistema possam relatar problemas nas rodovias, enviando informações, tipo localização, fotos, áudios e textos, para um banco de dados central. A coleta de dados pode ocorrer por meio de smartphones permitindo com base nas informações que sejam realizados estudos e identificação de padrões para o desenvolvimento de ações para resolução de problemas ou atendimento de necessidades latentes do coletivo, proporcionando às pessoas participar e agir coletivamente, aproximando o mundo virtual do físico. Sua atuação ocorre por meio de definição de campanhas que estabelecem seu foco de atuação, fluxo de informação, dados necessários e sensores utilizados. O pós-processamento permite sua análise e interpretação dos dados coletados (BELLAVISTA *et al.*, 2015).

O *crowdsensing* busca explorar o poder da inteligência coletiva ainda que imprecisa para organizar a colaboração espontânea e improvisada de grande grupo de pessoas permitindo uma governação com elevado grau de participação dos cidadãos (ROLT *et al.*, 2021).

O entendimento desse conceito é importante para compreender a participação dos diferentes atores no desenvolvimento da solução, nesse caso específico com base nos dados disponibilizado pelo usuário da rodovia permite que a administração pública transforme esses dados em informação e atue na melhoria da conservação. O *crowdsensing*, com participação popular dos usuários das rodovias, pode ser aplicado de forma associada com a coleta de imagens de atores cooperados que usam rotineiramente as rodovias.

Como caso prático de sua aplicação pode se mencionar a plataforma computacional Participact ação inicialmente desenvolvida na Universidade de Bolonha e depois transferida

para o LabGES, Laboratório de Tecnologias de Gestão da UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), com base em um acordo de cooperação internacional.

O LabGES é o laboratório de pesquisa ligado ao programa de Pós-graduação do centro de ciências da Administração e Socioeconômicas – ESAG, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, atua com pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico na área de organizações e tecnologias de gestão em organizações intensivas em TICs: utilização de abordagem multidisciplinar para aplicar TICs (*big data analytics*, *crowdsensing*, computação ubíqua, internet das coisas, *e-commerce*, *m-commerce*) na gestão das organizações modernas e em cidades inteligentes. E na competitividade de empreendimentos inovadores utilizando *big data* e coleta e análise de dados de forma cooperada e colaborativa para gestão (UDESC, 2023).

As fases para realização de uma campanha de *crowdsensing* foram divididas em gerenciamento de campanha na qual inicialmente foi definida uma campanha de forma a coordenar um grupo de pessoas para a coleta de dados estimulando a sua participação e garantindo a privacidade dos seus dados. Atuando em 4 dimensões, o que define as tarefas e os dados coletados, quando estabelece o prazo para realização e conclusão, onde estabelece a região que será realizada e por quem estabelece quem participa da atividade. A fase de detecção de dados de gerenciamento e processamento de dados necessárias para a coleta, sendo com sensoriamento passivo no qual não há necessidade de intervenção direta do usuário e ativo no qual exige a intervenção do participante. O pós-processamento de dados ocorre utilizando os dados levantados permitindo a construção de um perfil de usuário de forma que se estabeleça um engajamento maior na campanha conforme seu perfil. A gestão da campanha envolve o planejamento da campanha, a publicação, o sensoriamento e o pós-processamento conforme quadro abaixo.

Quadro 4 - Fase da gestão da campanha

Estágio	Atividade
Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> Definição das quatro características das tarefas: o quê, por quem, onde, quando; Simplificação das tarefas, para maiores chances de realização e conclusão.
Publicação	<ul style="list-style-type: none"> Atribuição de tarefas aos utilizadores com maior probabilidade de execução e

	conclusão; Permitir o direito de recusa de uma tarefa por parte dos participantes; • Garantir a privacidade dos dados do usuário.
Sensoriamento	• Gestão da coleta de dados, através de detecção sentindo, sem uma explícita atuação do usuário, e ativa, com intervenção; • Realização de inferências com os dados brutos coletados; • Ativação de tarefas sempre que disponível, de acordo com as especificações.
Pós-processamento	• Interpolação de dados: preenchimento dos dados faltantes através de inferências; • Integração de dados: correlacionando os dados complementares; • Construção de perfis de usuários, para posterior utilização na atribuição de tarefas.

Fonte: Adaptado ROLT *et al.* (2021)

O projeto Participact propõe uma nova classe de plataformas sociotécnicas para auxiliar os envolvidos de forma participativa, considerando o recurso humano e seu envolvimento, entendendo os usuários como consumidores e produtores de dados e serviços de cidades inteligentes. É formado por uma plataforma de código aberto, com uma aplicação móvel (*app*) e uma aplicação web (*servidor*) que controla o processo. O usuário realiza o download do aplicativo no celular interagindo através das tarefas e coleta de dados, participando ou não das campanhas estabelecidas. O Participact no laboratório da Universidade de Bolonha contou com a participação de 178 alunos e concluíram que foi possível identificar que com um número pequeno de voluntários é suficiente avaliar o comportamento e o valor do projeto para campanhas de *crowdsensing* e comunidades. Em 2018 o LabGes por meio da parceria desenvolveu o Participact Brasil que possui as mesmas funcionalidades e características técnicas do sistema italiano e foi idealizado com o intuito de desenvolver a participação cidadã e foi disponibilizado aos cidadãos de Florianópolis para

realizar testes de coleta de dados sobre problemas urbanos, foram realizados 2.000 downloads e 412 relatos de problemas urbanos.

O emprego da tecnologia da informação por meio do uso de smartphones aliados a participação colaborativa permite diminuir a distância entre o mundo físico e virtual, fomentando a construção de cidades inteligentes com a participação e interação dos atores sociais com demandas da sociedade com investimento relativamente baixo quando estabelecidos critérios claros de campanhas, armazenamento e utilização das informações (ALPERSTEDT, 2017).

Com a participação e interação da sociedade na coleta das informações das rodovias por meio de gravações de vídeos do estado de condição do pavimento, rapidamente são formados grandes conjuntos de dados e informações que devem ser armazenados e disponibilizados de forma adequada, sendo adotado para isso o emprego do *Big Data*.

2.3.2. Big Data

As imagens coletadas e as contribuições dos usuários que vão permitir análise da condição das rodovias representam um volume significativos de dados que irão compor um *Big data* que é um termo definido para uma grande quantidade de dados digitais não estruturados, coletados de diferentes fontes, utilizando um conjunto de tecnologias que atendam aos 5 V's, volume, velocidade, variedade, veracidade e valor. O processo de análise de dados é a forma que a informação vai ser obtida através das etapas de extração, filtragem e limpeza dos dados coletados (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Segundo Gantz (2011) pode ser conceituado como nova geração de tecnologias e arquiteturas, projetadas para, de forma economicamente eficiente, extrair valor de um grande volume de dados de ampla variedade possibilitando a captura, descoberta e análise de dados em alta velocidade (DAROLD, 2020).

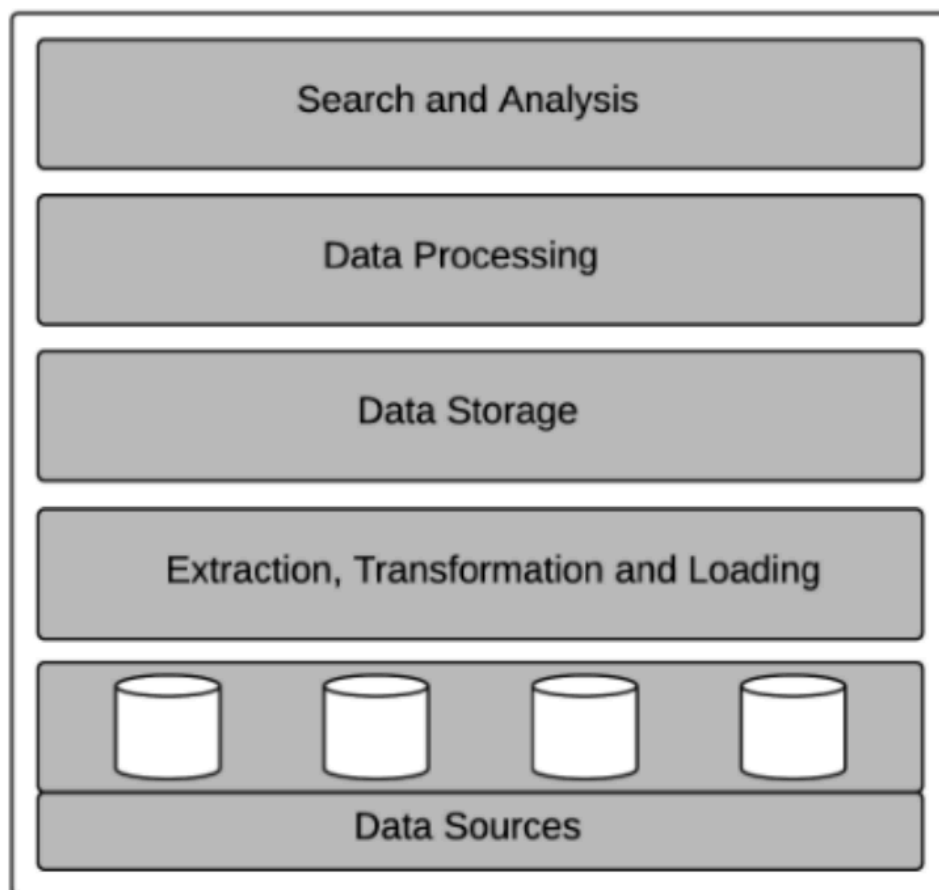
Ao longo dos anos outros V's foram sendo incorporados a descrição do Big Data (KHAN; UDDIN; GUPTA apud DAROLD, 2020):

1. Volume: refere-se ao tamanho dos dados sendo gerados a partir de várias fontes de dados;
2. Velocidade: refere-se a velocidade, cada vez mais alta, em que os dados são gerados e transmitidos para as soluções de armazenamento;
3. Variedade: refere-se aos diferentes tipos de dados, como texto, imagem, vídeo;
4. Veracidade: refere-se a confiabilidade do dado;

5. Validade: trata-se da correção e precisão do dado aliada com sua utilidade no contexto aplicado;
6. Volatilidade: refere-se a política de retenção dos dados, relacionado ao ciclo-de-vida;
7. Valor: refere-se ao resultado desejado, com objetivo de extrair o máximo valor do conjunto de dados explorados.

Com os dados gerados pelo usuário se faz necessário o local para armazená-los como o volume é crescente será necessário a utilização de *big data* de repositório permitindo que sejam acessados quando necessário. Gomes et al. apud Darold (2020) apresenta a figura abaixo sobre a estruturação do sistema empregado no Participact.

Figura 2 - Modelo de Big Data no ParticipACT Brasil



Fonte: Gomes *et al.* apud Darold (2020)

Como apresentado na figura 2 o processo inicia por pesquisa e análise dos dados, depois ocorre o processamento e na sequência o armazenamento. Após armazenados permite que sejam extraídos, transformados e carregados, e por fim se tornam fonte de dados. Uma

vez que os dados possuem padrões e origens diferentes seus conjuntos são cada vez mais um desafio complexo, começam com estruturas pequenas como *data puddles* (poças de dados), atendendo demandas pontuais e com uma base isolada da operação, com o aumento do volume de dados passa a ser *data ponds* (lagoas de dados) exigindo um maior processamento de dados e envolvendo desafios de armazenagem, possuindo três desafios, a falta de previsibilidade, agilidade e acesso aos dados não tratados. A fase posterior é denominada de *data lake* (lago de dados), compreende um avanço na complexidade da ferramentas utilizadas levando em conta três aspectos importantes, plataforma, interface e dados, sua correta escolha é um grande desafio envolvendo investimentos em infraestrutura, resultando no aumento da velocidade de geração de *insights* (GORELINK; SCHMARZO apud VALERIM, 2022)

Como visto *big data* serve de base para o armazenamento de dados o que acaba servindo à formação do conceito e aplicação de *Data Lake* estando entrelaçados, na sequência será tratado a respeito do *data lake* que tem por objetivo facilitar a forma de trabalhar com esse grande volume de dados.

2.3.3. Data Lake

Com um conjunto de dados elevados coletados pelos usuários das rodovias é necessário que estes sejam trabalhados e segmentados de forma a facilitar sua identificação e utilização, nesse contexto se encaixa a utilização do *Data Lake* que é um conceito relativamente novo, que trata do armazenamento e coleta de dados servindo de repositório para dados estruturados e não-estruturados. O princípio é a flexibilidade dos dados permitindo o seu acesso em uma única base de maneira mais fácil e com menor custo, garantindo a disponibilidade e agilidade. Tendo como principais características a coleta ampla, contendo dados crus até os dados processados em longa série de tempo, transversalidade permite diferentes usuários consumir e cruzar os dados conforme seu interesse, e acesso flexível com emprego de diferentes padrões de acesso a infraestrutura compartilhada, recebendo dados heterogêneos, imprevisíveis e processá-los em uma velocidade razoável. Um *data lake* pode ser visualizado na sua essência como como uma solução de *Big Data Analytics* que permite a ingestão de dados de diferentes formatos e fontes, processamento utilizando com emprego de distintos requisitos, com acesso a diferentes usuários e aplicando a governança de dados garantido a qualidade e integridade (DAROLD, 2020).

Na ingestão os dados são carregados sem tratamento prévio e armazenados em seu

formato original. A ingestão pode ser proveniente de arquivos em lote (Batch), tempo real/movimento (streaming) ou híbrido. Essa zona de recepção permite consultas posteriores aos dados no formato que foram ingeridos; no processamento os dados passam por tratamentos tanto de requisitos técnicos, quanto de negócios, sendo posteriormente armazenado em área intermediária; no acesso os dados ficam acessíveis para serem consumidos por aplicações de *Analytics*, *Machine Learning* e relatórios em geral; e a governança é aplicada em todas as zonas, sendo responsável pela segurança, qualidade, controle de ciclo de vida e gerenciamento dos metadados (DAROLD, 2020).

Os dados processados, trabalhados e limpos no *data lake* permitem que sua análise em conjunto gere informações importantes à administração pública que pode atuar de forma mais precisa e planejada nas intervenções de manutenção das rodovias. Como um caso análogo pode se comparar a indústria do petróleo, na qual um dado não refinado não pode ser utilizado como combustível, eles precisam ser refinados para terem algum sentido e aplicação prática e um valor agregado próprio, devido ao fato que os dados conseguem basear tomadas de decisões, estabelecimentos de estratégias e até mesmo novos modelos de negócios (VALERIM, 2022).

Na primeira etapa há a definição do problema que é a condição da rodovia, exemplo um buraco, na segunda se identifica as fontes de dados que serão empregadas como telemetria, imagens e vídeo para permitir a visualização do buraco, com os dados obtidos esses são organizados em um *data lake*, permitindo posteriormente a análise dos dados como o emprego de análise computacional das imagens, identificando as especificações (tamanho) do buraco, e na sequência a publicação dos resultados descrevendo a situação de todos os buracos na pista gerando as oportunidades de intervenção e melhoria nas rodovias.

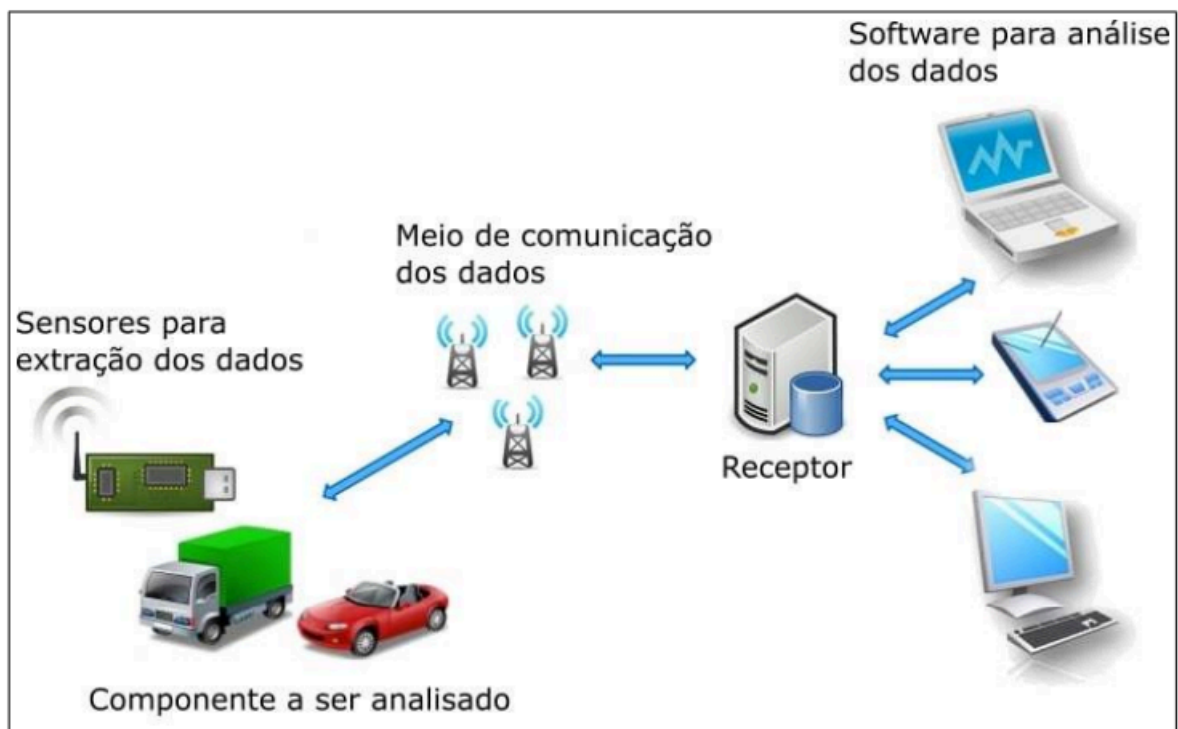
2.3.4. Telemetria

Para saber a necessidade da intervenção nas rodovias é preciso quantificar qual o tamanho do problema ou da situação evidenciada dessa forma a ciência de mensurar as coisas passa pela telemetria que permite realizar a mensuração dos dados gerando informações de monitoramento e controle da execução das atividades, podendo ocorrer de forma analógica como a simples identificação visual da medição da quantidade do óleo do carro ou de forma mais automática com o indicação de quantos quilômetros rodados por combustível consumido, evoluindo para internet das coisas e do mundo em rede fornecendo comunicação

sem fio, possibilitando o monitoramento remoto em tempo real como no caso de uma central de monitoramento que mesmo estando a distância do local do veículo consegue por meio de sensores saber suas condições, eficiência e necessidades de intervenções, dando insumos para que decisões sejam tomadas de maneira mais assertiva.

De acordo com Rymer e Rice (2022) apesar dos sistemas de telemetria industrial terem sido relacionados primeiramente a época de (1736-1819) a primeira ligação sem fio para transmissão foi utilizada aproximadamente em 1930 para transmitir medidas de balões climáticos para o solo na Alemanha, a necessidade de evolução da superioridade aérea e teste de voos demandada pela segunda guerra mundial e mensuração do comportamento das aeronaves deram início ao que foi chamada de telemetria de rádio durante a década de 1950. Para realização da telemetria se faz necessários os seguintes componentes: objeto a ser estudado, sensores, meio de comunicação/transmissão e software de telemetria. O objetivo da telemetria é obter as informações suficientes para a melhor tomada de decisão. A figura 3 ilustra o sistema de telemetria geral.

Figura 3- Sistema de telemetria geral



Fonte: Lino (2019)

Como demonstrado na figura 3 os dados coletados pelas câmeras filmadoras fixadas nos veículos como imagem e dados de localização são transmitidos por meio de dados de comunicação, sendo recebidos recebidos em um receptor que trata do armazenamento (*big*

data), os dados são filtrados e tratados (*data lake*), avaliados (análise de imagem) gerando não conformidades ou pontos de atenção, que vão ser analisados e validados pelo setor de manutenção.

Segundo Gomes (2022) para que sejam atendidas e melhoradas as condições de telemetria a condição de comunicação tende a melhorar com o passar do tempo e evolução da tecnologia, aumentando a precisão e a velocidade da troca de informações. Com adoção de informações geoespaciais como Sistema de Informação Geográfica (GIS), Sistema de Posicionamento Global (GPS) e aumento de precisão com a aplicação do Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS).

A telemetria é essencial para que possa ser realizada a mensuração da condição das rodovias catarinenses com emprego da tecnologia a favor da gestão pública otimizando o emprego de recursos físico e humanos, visando permitir acesso a grande volume de dados com maior precisão e recorrência, o que permite a adoção do videomonitoramento como uma das formas de telemetria.

2.3.5. Videomonitoramento

A utilização de câmeras para realizar o monitoramento de pessoas e lugares se torna comum a cada dia, com sua utilização em amplo crescimento e aplicada em diferentes atividades, desde a segurança das pessoas na rua ao conforto de poder acompanhar o filho na escola a distância.

O videomonitoramento acoplado aos veículos de transporte está sendo principalmente empregado para o monitoramento dos passageiros nos transportes de pessoas nas cidades, monitorando o fluxo de passageiros e a condução dos motoristas (NUNES, 2018). No transporte de cargas junto com a telemetria está sendo adotado para acompanhamento da forma de condução e aumento da eficiência dos veículos assim como monitorar a saúde e condição de condução com objetivo de evitar acidentes devido a fadiga e cansaço do motorista (QUEIROZ, 2011).

O videomonitoramento pode ser acompanhado de softwares de análise de imagens com emprego da linguagem neural e aprendizagem profunda (*deep learning*) capazes de compreender e traduzir a imagem capturada como os olhos do motorista ou sinais de trânsito (ANDRADE, 2017).

Segundo Levenhagen, Almeida e Vieira (2023) a União Europeia por meio do pacote chamado novas configurações de segurança no seu carro, passou a obrigar a partir de 2022

que todas as montadoras entreguem vans, carro, ônibus e caminhões com um sensor que detecta fadiga ou distrações dos motoristas. No Brasil a pesquisa da CNT (2021) levantou que 22,4% das empresas de transporte adotam videomonitoramento para acompanhar as viagens.

Em Santa Catarina a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) através do Laboratório de Transporte e Logística (LabTrans) desenvolveu pesquisas empregando o videomonitoramento com visão computacional para análise da sinalização de trânsito com objetivo de identificar como alguns trechos das rodovias localizadas no estado estão preparadas e aptas a implantação de veículos autônomos (FRANCESCHI, 2021).

Na manutenção de rodovias o videomonitoramento entra como ferramenta de captura de imagens por meio de câmeras acopladas aos veículos dos usuários filmando o deslocamento na rodovia permitindo que seja realizado seu armazenamento em *big data* e posteriormente em *data lake* com os dados tratados permitindo a leitura das imagens, detectando problemas de conservação da via e assim serem realizadas as intervenções, auxiliando no desenvolvimento da gestão da manutenção da secretaria.

2.4 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A gestão da manutenção trata-se de como estruturar os processos, pessoas e recursos no atendimento das condições de manter operacional e condição satisfatória a qualidade das rodovias. Gonçalves e Espíndola (2020) apresentam que a gerência de pavimentos é um processo que abrange todas as atividades envolvidas com o propósito de fornecer e manter pavimentos em um nível adequado de serviço, passando desde as etapas de elaboração, planejamento, acompanhamento e execução. Que visa obter o melhor retorno possível com os recursos investidos, melhorando sua condição, reduzindo o custo de manutenção e de operação dos veículos. Tendo como principais atividades diagnosticar os trechos que necessitam intervenção, selecionar os métodos mais adequados e priorizar as ações, buscando a relação custo-benefício mais vantajosa para o tomador da decisão.

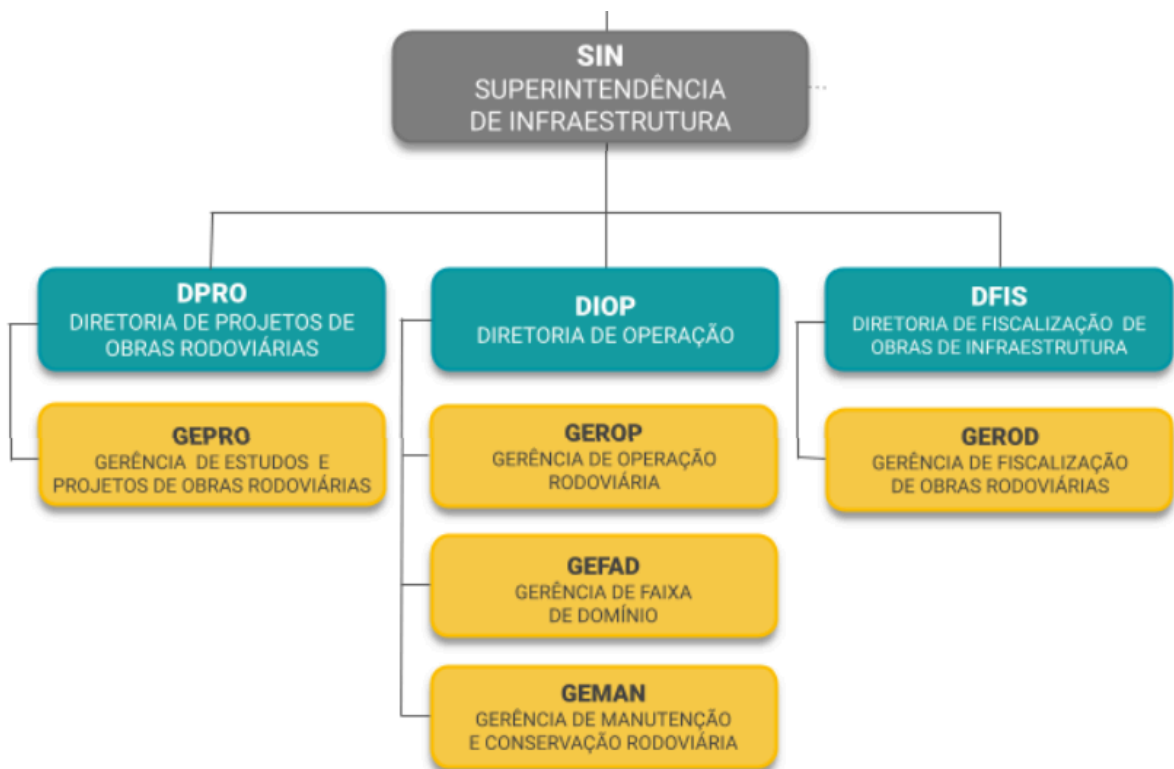
A gestão da manutenção na Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade - SIE é realizada por meio de contratos que abrangem regiões/rodovias com quantitativos disponíveis para serem executados nas melhorias solicitadas pelas coordenadorias regionais na conservação e manutenção, cabe aos coordenadores informar os quantitativos e valores empregados, assim como prioridade de intervenção em cada trecho elencado. A SIE também realiza a contratação por serviços específicos em cada rodovia, sendo esses adotados para

intervenções mais significativas como restauração, revitalização, aumento de capacidade e pavimentação.

2.4.1. Gestão da Manutenção Aplicados em Projetos

A manutenção ocorre por meio de contratos que são acompanhados por projetos na plataforma do governo “Projeta SC” contendo os valores investidos e o prazo de duração, a atuação da gestão de manutenção é responsabilidade da Gerência de Manutenção e Conservação Rodoviária (GEMAN) que fica alocada na Diretoria de Operações (DIOP) da Superintendência de Infraestrutura (SIN) da Secretaria conforme a figura 4.

Figura 4 - Organograma superintendência de infraestrutura da SIE



Fonte: Sie (2023)

O Estado é dividido em 8 coordenadorias regionais que são responsáveis pelas operações e monitoramento das ações com maior aproximação geográfica das atividades executadas. O Decreto nº 173/2023 estabelece a forma da estruturação das Coordenadorias Regionais conforme a figura 5.

Figura 5 - Coordenadorias regionais



Fonte: Sie (2023)

Como apresentado na figura 5 acima as coordenadorias regionais estão divididas de forma a atender todo o Estado, sendo uma unidade avançada da secretaria estando mais próxima da população e da realidade geográfica facilitando a fiscalização e acompanhamento das situações locais e regionais no que tange às atribuições e competências da secretaria. As coordenadorias exercem um papel fundamental no processo de manutenção como descrito a seguir.

2.4.2. Processo de Manutenção

As Coordenadorias Regionais são responsáveis por identificar as intervenções que são necessárias conforme sua limitação geográfica repassando os quantitativos à gerência que é responsável por realizar a estruturação, contratação, gestão dos contratos e liberação dos recursos financeiros de pagamento. As manutenções rotineiras também ocorrem por meio desse serviço contratado de conservação da sinalização, drenagem e roçada. Caso a intervenção seja pontual é utilizado o contrato estabelecido utilizando os quantitativos disponíveis. Havendo a necessidade de intervenção mais profunda em alguma rodovia passa ser estudado a elaboração de projeto de recuperação ou restauração do trecho.

2.4.2.1. Métodos/Planejamento de Manutenção

O planejamento de manutenção ocorre por meio da inspeção dos técnicos que utilizam o Levantamento Visual Contínuo para registrar o estado das rodovias conforme sua disponibilidade e capacidade de acompanhamento. Quando surgem ações pontuais de intervenções devido a acidentes, desastres naturais ou eventos inesperados, reportam à gerência para realizar a ação de intervenção mais adequada devido a situação identificada.

2.4.2.2. Orçamento Público

O orçamento público é um instrumento de planejamento, onde encontram-se contemplados os recursos a serem usados pelo governo, provenientes de impostos e taxas. Esses tributos são convertidos em obras e serviços que beneficiam a sociedade (ENAP, 2017, p. 11).

O Plano Plurianual (PPA) é elaborado com periodicidade de 4 anos, nele são

estabelecidas as principais ações e recursos disponibilizados pelo governo durante esse período. Sua elaboração sempre ocorre no primeiro ano de mandato eletivo e sua vigência se dá do segundo ano de mandato até o primeiro ano de mandato da próxima legislatura, lembrando que cada mandato eleitoral tem duração de 4 anos.

Já a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) estabelece as diretrizes para elaboração da Lei Orçamentária Anual (LOA). A LOA é elaborada pelo executivo que estabelece as receitas e despesas que serão realizadas no ano subsequente. A LDO e a LOA devem respeitar o que está estabelecido no PPA.

De modo a garantir a continuidade dos projetos ou evitar que os projetos sejam inexecutáveis a Administração Pública possui instrumentos de planejamento para alocação dos recursos públicos. De acordo com o Artigo 167, inciso primeiro da Constituição Federal de 1988, “é vedado o início de programas ou projetos não incluídos na lei orçamentária anual, um dos mecanismos de instrumento de planejamento” (BRASIL, 1988).

É importante saber a lógica da estruturação do trâmite financeiro da administração pública, pois através dele que os recursos para a manutenção das rodovias e novos projetos são estabelecidos, sabendo que a necessidade de recursos é maior que a capacidade de arrecadação, seu planejamento se torna fundamental nem que seja de modo a garantir os recursos básico não permitindo que as rodovias colapsem por falta de manutenção.

2.4.3. Metodologia iRAP – Programa Internacional de Avaliação de Vias

A metodologia referência internacional trata-se da *International Road Assessment Programme* (iRAP) com origem na Inglaterra busca desenvolver rodovias seguras na qual há o compartilhamento das responsabilidades entre os diferentes atores, incluindo o motorista, pedestre, operadores e projetistas do sistema viário. A metodologia entende que acidentes são passíveis de acontecer, mas busca mitigar que suas consequências sejam graves, visando proteger a vida dos usuários com rodovias mais seguras, os acidentes servem como entrada de informação para aprendizado e oportunidade de melhoria por meio das não conformidades levantadas (ESTEVES, 2022).

O Manual de Codificação iRAP (iRAP *apud*. ESTEVES, 2022) apresenta princípios que norteiam a metodologia:

- a) Enganos, erros de julgamento e más decisões de condução são intrínsecos aos seres humanos. O sistema viário precisa ser projetado levando em conta estes

aspectos;

- b) Seres humanos são frágeis, desprotegidos, não podemos sobreviver a impactos mesmo à velocidade moderada;
- c) Pessoas que se comportam de maneira criminosa com sua segurança e a de outros devem esperar forte fiscalização e duras penalidades;
- d) A segurança viária deve ser construída de forma compreensiva e sistemática, não focando apenas em problemas isolados;
- e) Os elementos de engenharia do sistema – veículos e estradas – podem ser projetados de modo a minimizarem os impactos aos humanos em caso de acidente. (IRAP, 2014a).

O levantamento das não conformidades ocorre por meio de inspeção no local, por meio da caracterização visual realizada pela captura de imagens geradas por câmera acoplada no veículo juntamente com os dados de geolocalização. Após a coleta das imagens elas são analisadas a cada 100 metros por 50 atributos que auxiliam na classificação de segurança da via. O iRAP utiliza esses atributos para gerar a classificação por estrelas da rodovia, que vai da escala de 1 a 5 estrelas, sendo 1 a rodovia com menor e 5 com maior segurança.

Finalizada a classificação são propostas intervenções por meio do Plano de Investimento de Rodovias Mais Seguras (PIVMS). Além de propor a intervenção, o plano apresenta o cálculo do custo-benefício da sua implementação a partir da projeção de vidas salvas e da redução dos números de feridos (IRAP, 2014a).

Após a codificação dos atributos são incluídos dados operacionais como o volume diário médio anual (VMDA), percentual de motocicletas, fluxo de pedestres e ciclistas, velocidade média e velocidade operacional dos veículos na via.

O iRAP propõem 94 contramedidas para tornar as rodovias mais seguras, elas apresentam diferentes estimativas de custos (ordem de grandeza dos investimentos), custos das melhorias (baseado no custo relativo de aquisição ou transformação do terreno e na complexidade associada ao trabalho neste terreno) e na sua faixa de efetividade (percentual que representa a redução de acidentes obtida pela implantação da contramedida), a metodologia também apresenta a efetividade de cada contramedida quando implementada.

Em Santa Catarina o credenciado para atuar com a metodologia é a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) por meio do Laboratório de Transporte e Logística (LABTRANS, 2023). Como abordado na análise comparativa de metodologias para

segmentos críticos por Pianezzer (2019) a metodologia iRAP atua de forma preditiva quando comparada com a metodologia adotada pelo Departamento Nacional de Trânsito (DNIT) que analisa o nível crítico da rodovia com relação aos acidentes ocorridos. O desenvolvimento de estradas mais seguras impacta em um dos objetivos do desenvolvimento sustentável estabelecido pela Organização das Nações Unidas.

2.4.3.1. *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)*

A Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, que é composta por 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS). O 3º objetivo trata-se assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades, o que inclui a meta: 3.6 – até 2020, reduzir pela metade as mortes e os ferimentos globais por acidentes em estradas (ONU, 2023).

Como mencionado, a meta de redução de mortos e feridos em acidentes de trânsito deveria ter sido alcançada em 2020 em conjunto com a primeira década da ação para segurança viária de 2011 a 2020, na qual o Brasil é um dos signatários. Como não foi alcançada, definiu-se a segunda década de ação para segurança viária 2021-2030 com o compromisso de reduzir o número de lesões e mortes no trânsito em 50% até 2030 (ESTEVES, 2022). Segundo o IBGE (2020) a mensuração é realizada por meio do indicador de taxa de mortalidade por acidente de trânsito, sendo a unidade de medida óbitos por 100 mil habitantes.

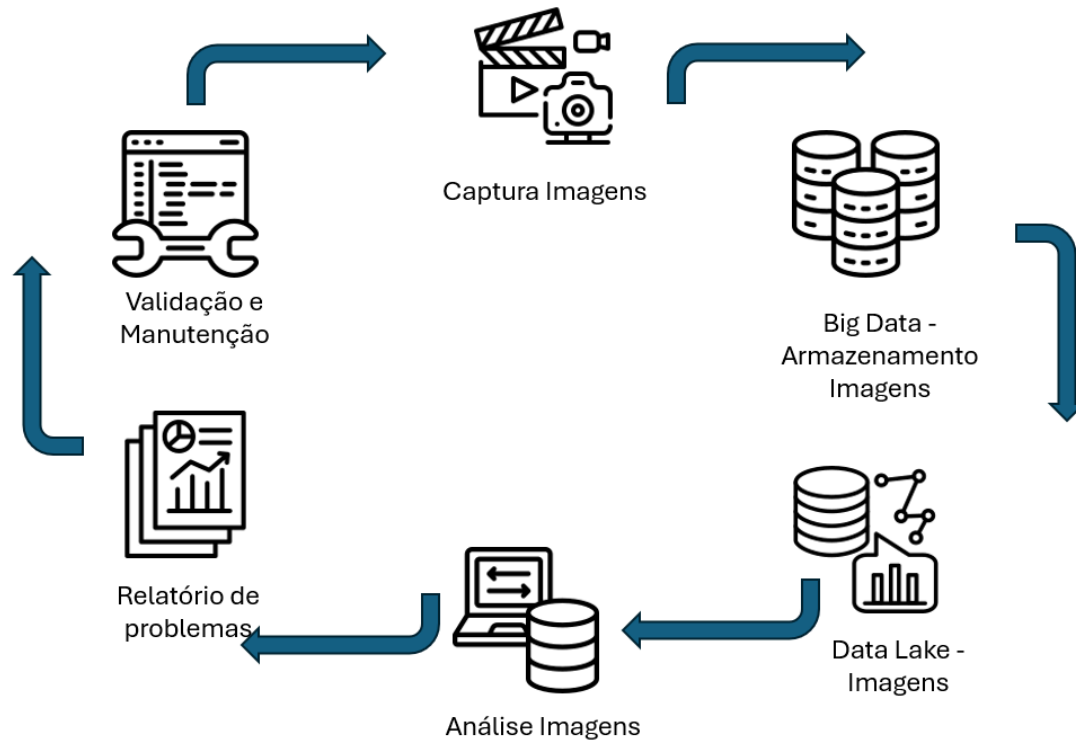
2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O REFERENCIAL TEÓRICO

Foram apresentados os conceitos de escritório de gestão de projeto, manutenção corretiva, preventiva e preditiva, tecnologia da informação, *crowdsensing*, *big data*, *data lake*, telemetria, videomonitoramento, gestão da manutenção, gestão da manutenção aplicado em projetos, processo de manutenção, planejamento de manutenção, orçamento público, metodologia iRAP e objetivos do desenvolvimento sustentável de forma que a identificação e caracterização individual permitiu a conexão entre os diferentes conceitos e atividades.

O levantamento do referencial teórico possibilitou a análise ampla do assunto tratado, por diferentes ângulos e com emprego de tecnologias diversas, auxiliando na construção da interconexão entre os conceitos estudados, resultando no estabelecimento de um processo

integrado, aplicando os diferentes conceitos estudados na resolução do problema identificado conforme ilustrado na figura 6.

Figura 6 - Processo integrado do videomonitoramento



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A gestão de projetos atua como ferramenta promotora da evolução de um cenário atual ao cenário desejado, criando estrutura a ser seguida por boas práticas para o alcance do objetivo final, com a identificação de recursos necessários e etapas a serem percorridas. O fluxo de entrada dos dados gerados pelos usuários ocorre por meio do *crowdsensig* com emprego de telemetria e videomonitoramento ilustrado (fig. 6) como captura de imagem, os dados coletados e disponibilizados pelas empresas parceiras são direcionados para um ambiente no qual ficarão armazenadas as imagens e os principais dados de telemetria coletados formando um grande volume de dados, constituindo assim um *big data*.

Tendo os dados armazenados, esses serão extraídos, filtrados, tratados, processados e organizados de modo a facilitar sua consulta, sendo estruturados em um *data lake*, o que permitirá o acesso rápido e facilitado à análise pela administração pública, que através do LabTrans realizará a leitura e interpretação das imagens e dados coletados, transformando esses dados em informação por meio de relatórios de problemas e não conformidades, possibilitando a interpretação e identificação da situação da malha viária atual de forma

atualizada com emprego da tecnologia da informação, e assim poder construir planos de intervenção de manutenção mais eficientes, adotando novas estratégias e políticas públicas adequadas de garantia da qualidade da malha viária, gerando insumo à tomada de decisão em prol da manutenção, estabelecendo um melhor planejamento no que tange a conservação das rodovias prevendo no orçamento público a quantidade de recursos mais adequada a sua efetiva realização.

No capítulo seguinte serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados com suas respectivas etapas realizadas para o desenvolvimento do estudo tanto na consulta das bases de dados e conhecimentos publicados, como internamente nos conhecimentos coletados e disponibilizados pela secretaria e seus colaboradores.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nessa etapa serão informados os procedimentos metodológicos necessários ao desenvolvimento da dissertação, no que tange a caracterização do estudo, as etapas da pesquisa, elaboração do referencial teórico e empírico, estratégia de busca, consulta nas bases de dados, organização da bibliografia, seleção dos documentos e composição do portfólio, pesquisa documental, instrumentos de pesquisa, etapas de pesquisa, etapas metodológicas conduzidas junto a SIE, objeto e sujeito da pesquisa, análise e organização de dados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Com base em Lakatos e Marconi (2017), nesta pesquisa foram utilizadas para o processo de coleta de dados ambas as documentações, indireta e direta. A documentação indireta se deu por meio da pesquisa documental (fontes primárias) e pesquisa bibliográfica (secundária). A documentação direta, por sua vez, ocorreu pelo uso de coleta de dados no próprio local da secretaria onde as técnicas utilizadas atualmente são realizadas, uma vez que a pesquisa de campo permite um contato maior com a realidade estudada.

Do ponto de vista da sua natureza, a pesquisa foi do tipo aplicada, uma vez que objetivou gerar conhecimentos para a aplicação prática e dirigida a melhoria do processo de planejamento da manutenção de rodovias.

A partir de Richardson (1999), Santos (2000) e Gil (2002), considerando os objetivos do presente trabalho e o enfoque do próprio mestrado profissional, que pressupõe e estimula a apresentação de propostas práticas e de intervenção nas organizações, buscou-se entender as características atuais do processo de planejamento da manutenção das rodovias catarinenses no âmbito da Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade do Governo do Estado de Santa Catarina, como também mapear tecnologias, avaliar o potencial de sua aplicação, identificar lacunas e desafios que subsidiem ações e novas práticas organizacionais por parte da entidade estudada. Uma revisão sistemática da literatura recente foi realizada com o objetivo de identificar casos correlatos, tecnologias e práticas aplicadas em outras organizações

A abordagem é qualitativa, uma vez que a presente pesquisa se caracteriza pela não utilização de instrumental estatístico como base principal do processo de análise do problema, mas sim complementar e auxiliar na interpretação dos fenômenos e atribuição de significados (RICHARDSON, 1999; SILVA; MENEZES, 2005).

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

No tocante aos procedimentos técnicos, também denominados de procedimentos para a coleta de dados, pode-se classificar a pesquisa de diferentes formas (GIL, 2002). A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso. De acordo com Godoy (1995, p. 26), “no estudo de caso, o pesquisador geralmente utiliza uma variedade de dados coletados em diferentes momentos, por meio de variadas fontes de informação”. São técnicas fundamentais da pesquisa: a observação, a entrevista e a análise de documentos (GODOY, 1995; BROWER; ABOLAFIA; CARR, 2000).

Assim sendo, levando em consideração a natureza do fenômeno investigado, foi realizado o método de estudo de caso. Além disso, o presente estudo utilizou da pesquisa bibliográfica e documental, com a emprego das técnicas da análise de conteúdo, considerando-se que tais técnicas são amplamente aceitas e utilizadas na análise e interpretação de conteúdos (e da expressão desses conteúdos) a fim de evidenciar os indicadores que permitem inferir sobre a realidade por trás da mensagem (BARDIN, 2011; GIL, 2002).

O método empregado foi o estudo de caso com pesquisador participante buscando entender a situação do planejamento e execução da manutenção das rodovias catarinenses na Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade do Governo do Estado de Santa Catarina. A coleta de dados aconteceu por meio de entrevista, análise documental, revisão sistemática e observação. Também foram analisadas e mapeadas tecnologias que estão disponíveis no mercado que servem de referência ou *benchmarking* para implementação da proposta de intervenção ou recomendação a ser formalizada neste trabalho.

3.2.1. Elaboração do Referencial Teórico e Empírico

Foi realizada a revisão sistemática que segundo Sampaio e Mancini (2007, p. 84) é “uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema”. Já Medeiros *et al.* (2015) discorrem sobre a importância da pesquisa bibliográfica para a geração de conhecimento, apontando o uso de técnicas de análise bibliométrica possibilitando diminuir a subjetividades das escolhas de publicações e gerar seleção mais adequada com imparcialidade e com critérios replicáveis.

A revisão sistemática também pode ser vista como “um método de investigação científica com um processo rigoroso e explícito para identificar, selecionar, coletar dados, analisar e descrever as contribuições relevantes à pesquisa” (FERENHOF; FERNANDES, 2016, p. 3).

Foram adotadas as fases adaptadas por Maier (2022) que se decompõem nas seguintes atividades: Estratégia de busca; Consulta em base de dados; Organização da Bibliografia; Seleção dos documentos e Composição do portfólio; Análise dos dados e Síntese dos resultados; Consolidação dos dados; e, Síntese e elaboração de relatórios.

Nas seguintes seções serão apresentadas as atividades realizadas nas etapas do procedimento adotadas na pesquisa.

3.2.1.1. *Estratégia de busca*

No início do trabalho foi realizada uma busca exploratória no assunto nas bases de dados visando identificar quais descritores deveriam ser empregados. Alcançando ao seguinte descritor como termo de pesquisa: (((("management" OR "data?driven*" OR "big data analytic?" OR "BDA") AND ("road*" OR "highway*")) AND ("framework" OR "roadmap" OR "predictive analysis*" OR "vehicle flow*" OR "congestion*" OR "asphalt*" OR "BIM" OR "construction*" OR “maintenance” OR “video monitoring” OR “data collect” OR “planning” OR “traffic management” OR “crowdsensing”)) AND ("case study*" OR "review*") AND ("adoption*" OR "implementation*" OR "empirical*")))).

3.2.1.2. *Consulta nas bases de dados*

O levantamento bibliográfico foi realizado na base de dados Scopus, a escolha ocorreu devido a abrangência e uso comum nas pesquisas. A base Scopus desde 1996 mostra ampla abrangência e detalhada por pesquisa de assunto e autor, indexa mais de 18 mil títulos de periódicos, proporcionando grande cobertura em revistas de tecnologia e ciência (COSTA *et al.*, 2012).

Em julho de 2022 foi realizada a pesquisa, resultando em 1786 documentos. Destes foi limitado com acesso aberto, período temporal a partir de 2019, subárea de estudo engenharia, negócios, gestão e contabilidade, ciência da computação, idioma inglês, espanhol e português, ficando 384 documentos.

3.2.1.3. Organização da Bibliografia

A organização da bibliografia se deu por meio da gestão em arquivo *Excel* no qual foi efetuado o registro das publicações mais relevantes e com aderência ao tema pesquisado. Após a realização por meio do descritor anteriormente mencionado, foram aplicados os filtros de anos, a partir de 2019, buscando acesso a material publicado mais recentemente, quanto o tipo de acesso foi optado pelo aberto de forma a ter acesso ao conteúdo, no filtro subárea de estudo foi selecionado engenharia, negócios, gestão e contabilidade, ciência da computação por terem relação próxima com o tema abordado, no que tange ao idioma foi optado por inglês, espanhol e português devido à maior facilidade de compreensão do pesquisador e a língua inglesa ser amplamente utilizada como referência na publicação de artigos.

Com a seleção inicial e os filtros aplicados foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos artigos identificando e selecionando os que possuíam maior aderência ao assunto foco da pesquisa, na próxima seção será apresentada a seleção dos documentos e composição do portfólio.

3.2.1.4. Seleção dos documentos e Composição do Portfólio

Como mencionado anteriormente os documentos foram filtrados adotando os critérios de ano, subárea e idioma, concluída essa etapa foi realizada a leitura do título e resumo, a qual permitiu realizar a seleção sob a ótica do autor o material que possuía maior relevância e aderência com o tema abordado, tendo em seu conteúdo correlação com o objeto de trabalho a respeito de rodovias, manutenção, tecnologias da informação, videomonitoramento, gestão da manutenção, *crowdsensing*, *big data*, *data lake*, os que não possuíam relação não foram utilizados. Os artigos considerados relevantes tratavam de assuntos correlacionados a dissertação e dessa forma foram selecionados e tabulados em planilha e apresentados na sequência conforme o quadro 5 contendo o título, autor, resumo e localização (link).

Quadro 5 - Levantamento de artigos

Título	Autor	Resumo	Link
A implementação da avaliação e monitoramento de estradas no sistema nas	DANIYATI <i>et al.</i> (2019)	Aborda a importância do histórico da rodovia e gestão de dados para uma correta manutenção.	DOI:10.1088/1757-899X/858/1/012001

condições das estradas da cidade,			
Método simplificado para prever a eficácia do tratamento de pavimentos: estudo de caso de Montreal Estrada Rede	MOHAMMADI <i>et al.</i> (2022),	Relata a importância de desenvolver um sistema de gestão de ativos (AMS) e de pavimentos (PMS) para melhorar a tomada de decisão de tratamentos preventivos de manutenção e reabilitação de estradas.	DOI:10.1061/JPEODX.0000359
Sistemas de mapeamento móvel em projetos de engenharia civil (estudos de caso),	OMAR AHMAD AL-BAYARI (2018)	Aplicação da metodologia de sistema de mapeamento móvel (MMS).	DOI:10.1007/s12518-018-0222-6
Programação dinâmica do problema da mochila 0/1 para sistema de gerenciamento de ativos de pavimento em nível de rede	ALBATAYNEH <i>et al.</i> (2021),	Algoritmo de otimização de selecionar o conjunto ideal de estradas que podem maximizar o desempenho geral do pavimento.	DOI:10.1139/cjce-2019-0368
Desenvolvimento de um Modelo de Classificação de Condição de Pavimento Flexível Usando a Teoria da Utilidade Multiatributo,	IMAN e SULEIMAN (2022)	Desenvolvimento do modelo de classificação da condição do pavimento utilizando a Teoria da Utilidade Multiatributos (MAUT).	DOI:10.1007/s42947-022-00183-w
Projeto e desenvolvimento de uma plataforma baseada em sig utilizando open source rede: o estudo de caso de chipre componentes para monitoramento, manutenção e gestão de via	CHRISTOU <i>et al.</i> (2021)	Objetivos da Estratégia Digital Europeia código aberto para dados de informações geográficas relacionadas à infraestrutura da rede rodoviária.	https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-4-W2-2021-37-2021
Análise de conteúdo da implantação da inspeção eletrônica em projetos de construção de infraestrutura rodoviária	MOHAMAED E TRAN (2022)	Inspeção digital ou e-inspeção de projetos de transporte.	DOI:10.1108/ECAM-08-2021-0699
Integração de Sensoriamento Remoto e Métodos Não Destrutivos Baseados em Terra na Infraestrutura de Transporte Monitoramento: Avanços, Desafios e Perspectivas	TOSTI E GANGLIARDI (2021)	Técnicas de sensoriamento remoto por satélite, como o método Multirradar Interferometric Synthetic Aperture Radar (MT-InSAR).	DOI: 10.1109/AGERS539.2021.9617280

Pavimento no local monitoramento: Revisão	BARREIRA <i>et al.</i> (2020)	Pavimentação e monitoramento por meio de tecnologias de detecção incorporadas têm atraído cada vez mais atenção.	https://doi.org/10.3390/infraststructures5020018
Gerenciamento de pavimentos utilizando o Mobile Crowd Sensing	TIAN <i>et al.</i> (2020)	Computação móvel e técnicas de detecção móvel, a inteligência do mobile crowd sensing (MCS) nova medida eficaz e simples para a gestão de pavimentos.	https://doi.org/10.1155/2020/4192602
Uma breve revisão sobre a aplicação do som no monitoramento de pavimentos e comparação de métodos de processamento de ruído de pneus/estradas para avaliação de macrotextura de pavimentos	GANJI <i>et al.</i> (2021)	Uso de microfones, como equipamento de baixo custo e precisão aceitável, para coleta de dados de macrotextura de pavimentos, que são uma entrada para o sistema de gerenciamento de pavimentos. O método proposto é baseado no ruído de interação pneu/estrada.	DOI:10.1007/s11831-020-09484-4
Rumo a uma avaliação de prontidão para tecnologias sem fio para construção de rodovias e gerenciamento de ativos de infraestrutura	TRIPATHI <i>et al.</i> (2022)	Revisão da literatura e uma pesquisa com o pessoal do Departamentos de Transporte (DOTs) implementação bem-sucedida dessas tecnologias para construção de rodovias e gestão de ativos de infraestrutura.	DOI:10.1061/9780784483961.014
Análise Preliminar de Tecnologias Emergentes de Visualização e Modelagem de Imagens para Inspeção de Construção Rodoviária	MOHAMED <i>et al.</i> (2021)	Tecnologias de visualização e modelagem de imagens realizada uma revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo de 29 artigos selecionados de 11 periódicos renomados em gerenciamento de construção publicados durante 2000-2021.	https://www.researchgate.net/publication/352101666_PRELIMINARY_ANALYSIS_OF_EMERGING_VISUALIZATION_AND_IMAGE_MODELING_TECHNOLOGIES_FOR_HIGHWAY_CONSTRUCTION_INSPECTION

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Também foi realizada pesquisa de artigos na plataforma do Google Acadêmico, dentro da qual foram encontrados artigos relacionados e abaixo registra-se os que apresentaram relação com o tema proposto após análise do título e resumo. Os documentos selecionados são apresentados no quadro 6.

Quadro 6 - Levantamento artigos pelo Google Acadêmico

Título	Autor	Resumo	Link
Um Método de Inspeção de Luz Dupla para Levantamentos Automáticos de Pavimento	YUNG-SHUN <i>et al.</i> (2013)	Permite que os engenheiros recuperem a profundidade (distância) informação das imagens e inspecionem o perigo do pavimento a distância.	https://www.researchgate.net/publication/265051860_A_Dual-Light_Inspection_Method_for_Automatic_Pavement_Surveys
Experimentação de imagens de pavimentos por 3D por através de estereovisão	KELVIN CP WANG (2007)	Construção de imagem de pavimento em 3D	https://www.researchgate.net/publication/268600368_Experimentation_of_3D_Pavement_Imaging_through_Stereovision
Mapeamento móvel com câmera estéreo para avaliação viária no quadro de gestão de rede viária	C. VAN GEEM e S. GAUTAMA (2012)	Abordagem de monitoramento de estradas usando um sistema de mapeamento móvel com câmera estéreo	https://www.researchgate.net/publication/255651331_MOBILE_MAPPING_WITH_A_STEREO-CAMERA_FOR_ROAD_ASSESSMENT_IN_THE_FRAME_OF_ROAD_NETWORK_MANAGEMENT
Desenvolvimento de Sistema de Mapeamento Móvel para Inventário 3D de Ativos Rodoviários	NIVEDITA SAIRAM <i>et al.</i> (2016)	Sistema de mapeamento móvel de baixo custo utilizando um scanner a laser e câmeras equipadas.	https://www.researchgate.net/publication/298332453_Development_of_Mobile_Mapping_System_for_3D_Road_Asset_Inventory
Uma arquitetura de crowdsourcing com privacidade aprimorada para mineração de informações rodoviárias usando smartphones	CHRISTIAN ROTH E DOGAN KESDOGAN (2018)	Coleta voluntária de dados de sistemas rodoviários e de tráfego de usuários de smartphones.	https://www.researchgate.net/publication/330126716_A_Privacy_Enhanced_Crowdsourcing_Architecture_for_Road_Information_Mining_Using_Smartphones
CrowdAbout: Usando veículos como sensores para melhorar os dados do mapa para ITS	CHRISTIAN ROTH <i>et al.</i> (2020).	Sistema para reconhecimento de objetos (rotatórias) e atualização das informações nos mapas abertos.	https://www.researchgate.net/publication/346675767_CrowdAbout_Using_Vehicles_as_Sensors_to_Improve_Map_Data_for_ITS
ROADR: Rumo à avaliação da rede rodoviária usando todos-como-sensor	CHRISTIAN ROTH (2021).	Aplicativo de smartphone para coletar dados de crowdsourcing e realizar aprendizado de máquina local, semáforos e rotatórias.	https://www.researchgate.net/publication/353037670_ROADR_Towards_Road_Network_Assessment_using_Everyone-as-a-Sensor

Detecção Inteligente de Buracos e Avaliação da Condição da Estrada	UMANG BHATT <i>et al.</i> (2017)	Detecção de buraco a partir de sensores de giroscópio e acelerômetro no telefone.	https://www.researchgate.net/publication/320296987_Intelligent_Pothole_Detection_and_Road_Condition_Assessment
Melhoria do modelo de rede neural convolucional leve baseado no algoritmo YOLO e sua pesquisa na detecção de defeitos de pavimento	FU-JUN DU E SHUANG-JIAN JIAO (2022)	Detecção automática de defeitos no pavimento.	https://www.researchgate.net/publication/360471961_Improvement_of_Lightweight_Convolutional_Neural_Network_Model_Based_on_YOLO_Algorithm_and_Its_Research_in_Pavement_Defect_Detection
ADAPD - Sensor Adaptativo de Tempo Real para Buracos em Rodovias Baseado em Vibração	JEFERSON MENEGAZZO E RODRIGO CURVÊLLO (2018)	Detecção de buracos por meio de sensor baseado em vibração.	https://www.researchgate.net/publication/323973428_ADAPD_-_Sensor_Adaptativo_de_Tempo_Real_para_Buracos_em_Rodovias_Baseado_em_Vibacao
Detecção de buracos em pavimento asfáltico com base em Processamento Digital de Imagens e Deep Learning,	BIANKA TALLITA PASSOS <i>et al.</i> (2021)	Detecção de buracos por digital de imagens e aprendizado de máquina.	https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/articled/view/17434
Detecção e quantificação automatizadas de trincas em pavimentos de rodovias	JORGE DESTRI JUNIOR <i>et al.</i> (2019)	Detecção automatizada de trincas em pavimentos.	https://www.anpet.org.br/anais/documentos/2019/Infraestrutura/Dimensionamento,%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20e%20Gest%C3%A3o%20de%20Pavimentos%20VII/2_77_AC.pdf
Técnicas de inteligência artificial utilizadas en el procesamiento de imágenes y su aplicación en el análisis de pavimentos.	OSCAR JAVIER REYES-ORTIZ (2019)	Aplicações de IA na análise de imagens.	http://www.scielo.org.co/pdf/eia/v16n31/1794-1237-eia-16-31-189.pdf
Processamento digital de imagens para detecção automática de fissuras em revestimentos cerâmicos de edifícios.	RAMIRO DANIEL BALLESTEROS RUIZ <i>et al.</i> (2019)	Aprendizado de máquina na análise de imagens geradas por veículos aéreos não tripulados.	https://www.scielo.br/j/ac/a/fkNKmmBtpzy9LsB7sg5fbBm/?lang=pt&format=pdf
Aplicação de Visão Computacional no Auxílio ao Levantamento de	MARCOS MEYER	Detecção de defeitos por imagens.	https://repositorio.ufsc.br

Defeitos em Pavimento Rodoviário	HOLLERWEGE R (2019)		/handle/123456789/197796
Sistema de Avaliação de Pavimentos Utilizando Visão Computacional,	NASCIMENTO E LOMBA (2020).	Detecção de defeitos em pavimentos a partir da manipulação de imagens.	https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/16833
Inspeção automática de problemas de fissuração do pavimento	YAXIONG HUANG BUGAO XU (2006)	Inspeção em alta velocidade e em tempo real de fissuras em pavimentos.	https://www.spiedigitallibrary.org/journals/journal-of-electronic-imaging/volume-15/issue-1/013017/Automatic-inspection-of-pavement-cracking-distribution/10.1117/1.2177650.short?SSO=1
DELTA - Detecção de rachaduras na imagem da superfície do asfalto usando análise de célula de grade aprimorada	SORNCHAREAN, PHIFOBMONG KOL (2008)	Detecção de trincas em imagens de iluminação não uniforme e textura forte.	https://www.lens.org/lens/scholar/article/114-043-454-665-853/main
Análise de Parâmetros Ótimos de Voo de Veículos Aéreos Não Tripulados (UAVs) para Detecção de Buracos em Pavimentos	ROMERO <i>et al.</i> (2020)	Veículos aéreos não tripulados (VANTs) parecem ser um substituto econômico em relação ao scanner a laser.	https://www.lens.org/lens/scholar/article/014-913-939-754-337/main
Automação e Inteligência Computacional para Manutenção e Gestão Rodoviária: Avanços e Aplicações	HAMZEH ZAKERI, FEREIDOON MOGHADAS NEJAD, AMIR H. GANDOMI (2022)	Artigos para utilização da tecnologia para manutenção rodoviária.	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119800675#
Comparação de modelos de desempenho de pavimentos para sistema de gestão de estradas urbanas.	IGORIS KRAVCOVAS, AUDRIUS VAITKUS, RITA KLEIZIENĖ (2020)	Modelos de desempenho de pavimentos.	https://www.lens.org/lens/scholar/article/132-757-387-286-374/main
Um algoritmo de processamento automático de imagens baseado na densidade de pixels de rachaduras para detecção e classificação de rachaduras em pavimentos.	SAFAEI <i>et al.</i> (2021)	Processamento de imagem baseado em ladrilhos.	https://www.lens.org/lens/scholar/article/153-728-378-956-304/main

Rede Neural Convolucional e LSTM Aplicados à Detecção de Comportamento Anormal de Filmagens de Rodovias	ANDRADE, SHIGUEMORI, SANTOS (2022)	Detecção de anomalias nas filmagens de rodovias.	https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/articloe/view/18726
Conjuntos de dados de imagens de pavimentos: um novo conjunto de dados de referência para classificar e densificar problemas de pavimentos	HAMED MAJIDIFARD <i>et al.</i> (2020)	Aprendizado profundo levaram a uma considerável atividade de pesquisa direcionada para melhorar a eficácia da identificação e classificação automatizadas de problemas em pavimentos.	https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0361198120907283
Métodos de aquisição de imagens de fissuras em pavimentos e algoritmos de extração de fissuras: uma revisão	WEIXING WANG <i>et al.</i> (2019)	Revisão dos métodos de aquisição de imagens de fissuras no pavimento e algoritmos de extração de fissuras 2D.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756419303010?via%3Dihub
Análise comparativa de metodologias para identificação de segmentos críticos em rodovias rurais.	TIAGO AUGUSTO PIANEZZER (2019)	Comparação de metodologias de análise de pavimentos críticos.	https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/215427
Método para Avaliação, baseada em Visão Computacional, da Interpretabilidade da Sinalização Viária Vertical e Horizontal para o Tráfego de Veículos Autônomos	LUCAS FRANCESCHI (2021)	Visão computacional para identificação de sinalização viária por imagem.	https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/231058/PTRA0092-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y
Contribuições para uso da metodologia irap em contratos de conservação rodoviária	ANDERSON BARBOSA ESTEVES (2022)	Aplicação da metodologia irap na conservação de rodovias.	https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/235589/PTRA0106-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y
Avaliando o sucesso da implementação de tecnologia para construção de rodovias e gestão de ativos	TRIPATHI <i>et al.</i> (2023)	Avaliação da implantação de tecnologia nos departamentos de transportes dos EUA.	https://doi.org/10.3390/s23073671

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Com os 41 artigos mapeados e tabelados permitiu que na sequência fosse realizada a análise e aprofundamento da leitura e do entendimento dos diferentes conceitos e aplicações apresentados e defendidos que serão aprofundados no capítulo de resultado da revisão sistemática.

3.2.2. Pesquisa Documental

O emprego da pesquisa documental se fez relevante como mencionado por Lakatos e Marconi (2017) permitindo o uso de documentos e leis como insumo para a elaboração do estudo, considerando a organização a fonte principal de informações que o pesquisador deve estudar, por se tratar de fonte primária de dados.

Por meio de pesquisa no canal oficial de comunicação do governo constata-se a situação atual do estado que possui recursos financeiros limitados, com implantação do Plano de Ajuste Fiscal de Santa Catarina - PAFISC (SECOM, 2023). Verifica-se maior possibilidade de aplicação de ações que busquem desonerar os recursos públicos, utilizando quando possível o capital da iniciativa privada, dessa forma identifica-se o emprego dos dados dos usuários da via como uma possibilidade de diminuir os custos do estado com o mapeamento e fiscalização das rodovias com a adoção do videomonitoramento compartilhado.

3.2.3. Instrumentos de Pesquisa

Como o autor faz parte da instituição o instrumento de pesquisa e método adotado foi a entrevista realizada com as pessoas relacionadas com o assunto do objeto de estudo proposto, absorvendo o histórico da situação na organização e as percepções dos atores nela envolvidos buscando alcançar os resultados desejados (LAKATOS; MARCONI, 2017).

3.2.4. Etapas metodológicas conduzidas junto a SIE

As etapas conduzidas junto a SIE foram o entendimento da estrutura básica da secretaria, formais e informais, as pessoas e cargos chave, tendo acesso às informações para a execução do trabalho.

O levantamento foi realizado por meio formal nos canais de comunicação, documentos disponibilizados e entrevistas semiestruturadas com pessoas da secretaria com relação ao objeto de estudo proposto de diferentes cargos, setores e atividades.

3.2.5. Objeto e Sujeitos da Pesquisa

Como mencionado o objeto e sujeito da pesquisa foram delimitados no espaço quanto secretaria e no objeto manutenção de rodovias. Segundo Marconi e Lakatos (2010) pregam que o contato direto ou pesquisa de campo deve ter relação com os atores que possam contribuir com as informações, dados e sugestões necessárias para o bom andamento da pesquisa. Para essa pesquisa foi realizado contato com o setor de projetos, manutenção e cartografia em diferentes instâncias e momentos.

Como Stake (2011) apresenta a característica da pesquisa qualitativa e a seleção intencional dos participantes de modo a elencar quem pode apresentar maior detalhamento e compreensão do problema estudado.

3.2.6. Análise e organização de dados

Realizada a análise e organização dos dados utilizando as técnicas de análise de conteúdo e interpretativa. Segundo Bardin (2011) é formada por técnicas de análise de comunicação por meio de estruturas sistemáticas que permitem a produção e recepção dessa mensagem, estabelece 3 etapas, sendo pré-análise na qual é realizada a escolha dos documento, a segunda e a terceira etapas são respectivamente a exploração do material; e tratamento, inferência e interpretação na qual há formulação de hipóteses e indicadores que compõem a interpretação final com base nos levantamentos realizados, inferências e interpretação. Dessa forma as informações obtidas, selecionadas, filtradas e analisadas permitiram a construção do capítulo a seguir.

4 RESULTADO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

A revisão sistemática permitiu a ampliar o entendimento sobre abrangência do trabalho com novos conhecimentos e equipamentos utilizados e empregados em diferentes situações e condições, nos mais diversos países e continentes, cada um com sua particularidade, pontos positivos e negativos.

A partir da revisão sistemática foi possível identificar que existem diferentes propostas em desenvolvimento no que tange a identificação da necessidade de manutenção de rodovias, algumas abordam a intervenção direta realizando o levantamento por meio de veículos próprios sem emprego de terceiros e outras com sua participação por *crowdsensing*, há possibilidade da aplicação de veículos aéreos não tripulados (drones), outras abordagens estão mais focadas na tecnologia que precisa ser construída para o monitoramento e análise tanto na parte de infraestrutura (hardware) com de programas (software) com os requisitos elementares que permitam a leitura e interpretação dos dados podendo ser essa análise realizada por humanos ou inteligência artificial construída.

A identificação de casos em diferentes lugares como o realizado no Chipre com a implantação de sistema baseado em informação geográfica para mapeamento das suas rodovias pelo setor público, por meio da adoção de plataforma integrada de código aberto para recolher, armazenar, analisar, gerir e divulgar dados relativos à rede de transporte local e fomentando a adoção de novas tecnologias para evolução do sistema através da utilização do volume de dados por *big data* e emprego da internet das coisas (CHRISTOU *et al.*, 2021). A aplicação na Indonésia para ter o histórico da condição das rodovias no decorrer do tempo da sua construção a situação atual (DANIYATI *et al.*, 2020). Em Montreal no Canadá foram adotadas ações com base em matriz de probabilidade para realização de manutenção preventiva resultando em ampliação de 2 anos da vida útil do pavimento (MOHAMMADI *et al.*, 2022). Na Arábia Saudita foi utilizado o sistema de mapeamento móvel para auxiliar na identificação da topografia utilizando o sistema de laser com a geração de nuvem de pontos e validação dos projetos executados (AL-BAYARI, 2018). Na Nigéria foi proposto metodologia para classificação do pavimento através da teoria de utilidade multiatributo tendo 88% de acurácia quando comparado ao modelo tradicional de Índice de Classificação da Condição do Pavimento (PCI) (IMAN e SULEIMAN, 2022).

Já outro artigo trata da avaliação da implantação de sensores em diferentes camadas do pavimento possibilita o mapeamento e acompanhamento da evolução do desgaste no decorrer

do tempo e uso por meio de indicadores e parâmetros de monitoramento que permitem mensurar a vida útil e propor interferências para sua promulgação, sendo um passo no caminho da construção de rodovias inteligentes (BARREIRA *et al.*, 2020).

A análise de imagens para o planejamento da manutenção pode utilizar diferentes técnicas que permitem sua leitura e interpretação com emprego da visão computacional com modelos de aprendizagem profunda para a detecção de objetos como *You Only Look Once* (YOLO v2) e *Faster Region Convolution Neural Network* (Faster R-CNN) facilitando a análise e o planejamento da manutenção (MAJIDIFARD, 2020).

Nos departamentos estaduais de transporte dos Estados Unidos há uma demanda crescente no interesse de novas tecnologias emergentes que facilitem as atividades dos seus trabalhadores em virtude do menor número de funcionários das agências de transporte gerenciando mais quilômetros de pista e projetos mais complexos. A implantação das tecnologias requer que diferentes fatores sejam atendidos e uma dinâmica coletiva focada em pessoas, processos e tecnologia deve ser adotada em conformidade com o nível de maturidade que cada órgão possui, quanto maior o nível de maturidade maior o potencial de sucesso na sua adoção. Essas tecnologias incluem a identificação por radiofrequência (RFID), o sistema de posicionamento global (GPS), sensoriamento remoto, o sistema global de navegação por satélite (GNSS), o sistema de informação geográfica (GIS), os sistemas ou veículos aéreos não tripulados (UAS/UAV), o radar de penetração no solo (GPR), a detecção e alcance de raios (LiDAR), a bilhetagem eletrônica, entre outras. Além das tecnologias são necessárias novas habilidades e conhecimentos pela equipe para seu uso, a inovação tecnológica deve ser acompanhada da inovação de processos e organizacional (TRIPATHI *et al.*, 2023).

O levantamento do estado da arte permitiu mapear as oportunidades e os estudos realizados para melhor conservação das rodovias através do levantamento de dados e informações por coleta utilizando sensores, equipamentos e apontamentos humanos, trabalhados e gerenciados por softwares, com armazenamento de grande volume de dados e emprego de novas metodologias e tecnologias para interpretação, facilitando a análise e permitindo a construção de ações de manutenção efetivas com uma relação próxima entre os fatores tecnológicos e humanos na sua execução.

Cabe ressaltar que a busca de conhecimento e *benchmarking* permitiram vislumbrar a aplicação na situação que está sendo construída, antecipando potenciais soluções e desafios que podem emergir no percurso. Entre os principais desafios identificados encontra-se o emprego e uso da tecnologia que em um primeiro momento parece ser a solução ideal, contudo deve ser avaliada sua aplicação e estrutura necessária, e principalmente os recursos

que demandam sua aplicação. Outro fator chave para o sucesso descreve que a tecnologia por si só não é uma solução se não estiver alinhada com as pessoas tanto dos usuários como dos gestores que devem usá-las para desenvolverem e apresentarem soluções.

Ficando evidente que o fator chave ao desenvolvimento dos projetos inicialmente se apresentam como aquisição de tecnologia, mas na verdade se trata do somatório pessoas, processos e tecnologia, no qual cada parte tem papel fundamental ao alcance dos resultados desejados. Podendo ser entendido como um tripé para o desenvolvimento, no qual havendo a falta de um suporte os demais não permanecem. Dessa forma a construção da solução deve ser integrada promovendo a participação dos diferentes atores na resolução dos problemas complexos.

5 CARACTERIZAÇÃO, DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DA REALIDADE ESTUDADA

Nesse momento será apresentada a organização estudada e os resultados obtidos após o trabalho desenvolvido com emprego da estrutura metodológica adotada. Na primeira parte a caracterização da organização e na segunda o diagnóstico e os resultados alcançados.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO ESTUDADA

A Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade é um órgão de governo do estado de Santa Catarina, possui sua sede na capital do estado em Florianópolis e atua com coordenadorias regionais alocadas em diferentes regiões do estado.

5.1.1. Caracterização e histórico da Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade

No decorrer do tempo a infraestrutura do estado passou por algumas estruturações e reorganizações nas quais seus gestores identificaram ser a mais adequada para a situação enfrentada e os recursos disponíveis no momento.

A Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade teve sua origem na antiga Estrada de Rodagem com foco na construção e conservação de estradas. Evoluindo no tempo passou a incorporar outras secretarias e órgãos de planejamento e de obras civis como o Departamento Estadual de Infraestrutura (DEINFRA) e o Departamento de Transportes e Terminais (DETER), chegando na configuração atual de Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade.

Quadro 7 - Evolução legal da organização administrativa da SIE

Ano	Lei	Sigla
2003	Lei complementar nº 244/2003	DER - DEINFRA
2011	Decreto nº 759, de 21 de dezembro de 2011	PRE
2019	Lei complementar nº 741, de 12 de junho de 2019	SIE
2021	Lei complementar nº 789, de 29 de dezembro de 2021	SIE
2023	Lei nº 18.646, de 5 de junho de 2023	SIE

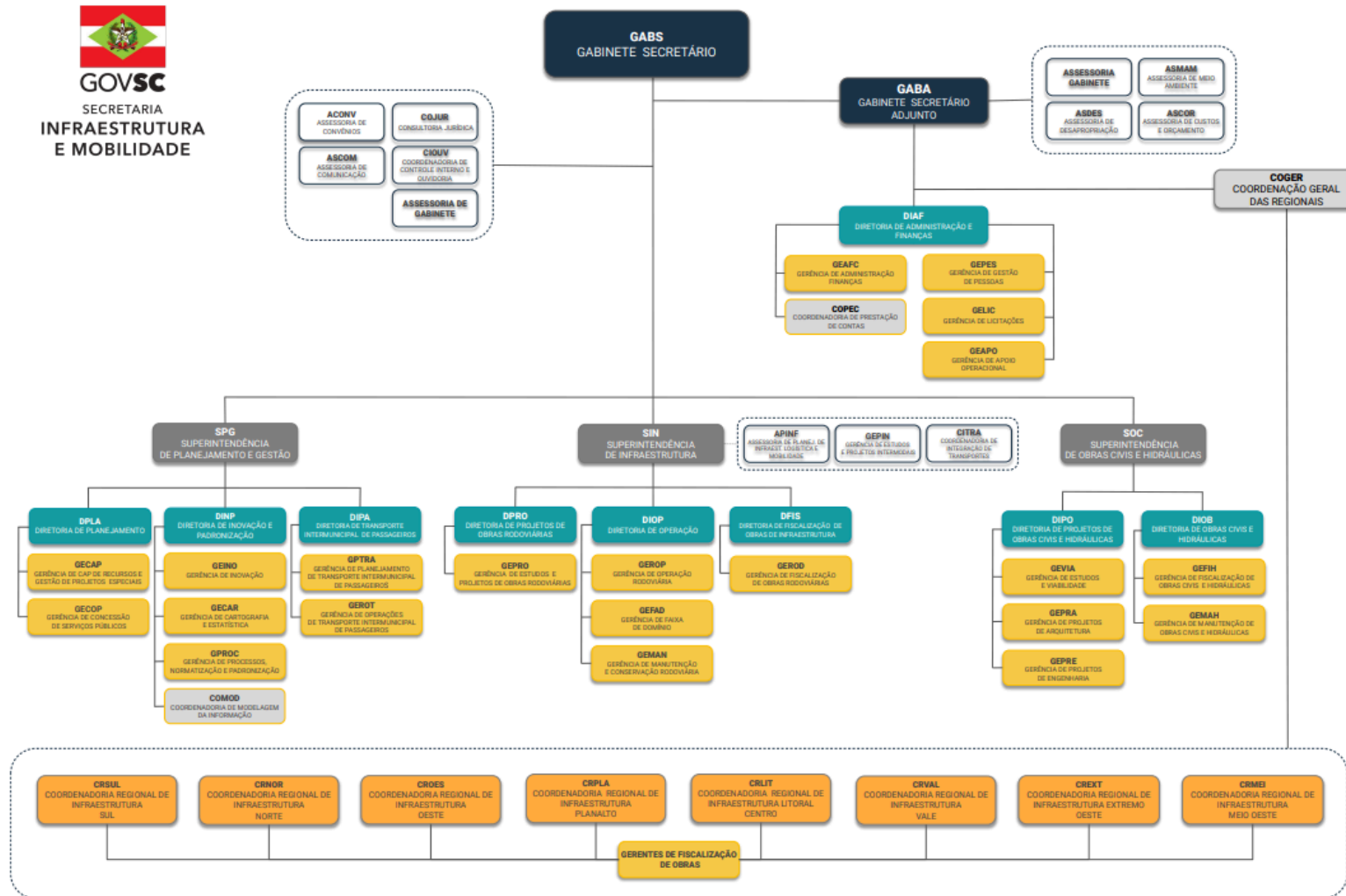
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade (SIE) possui competências estabelecidas pela Lei nº 18.646, de 05 de junho de 2023 que dispõe sobre a estrutura organizacional básica

e o modelo de gestão da Administração Pública Estadual, no âmbito do Poder Executivo, e estabelece outras providências.

A SIE é composta por 3 Superintendências: Planejamento, Infraestrutura e Obras Cíveis. Cada superintendência tem como demonstrado pelo organograma (fig.7) abaixo suas respectivas gerências.

Figura 7 - Organograma SIE



Fonte: Sie (2023)

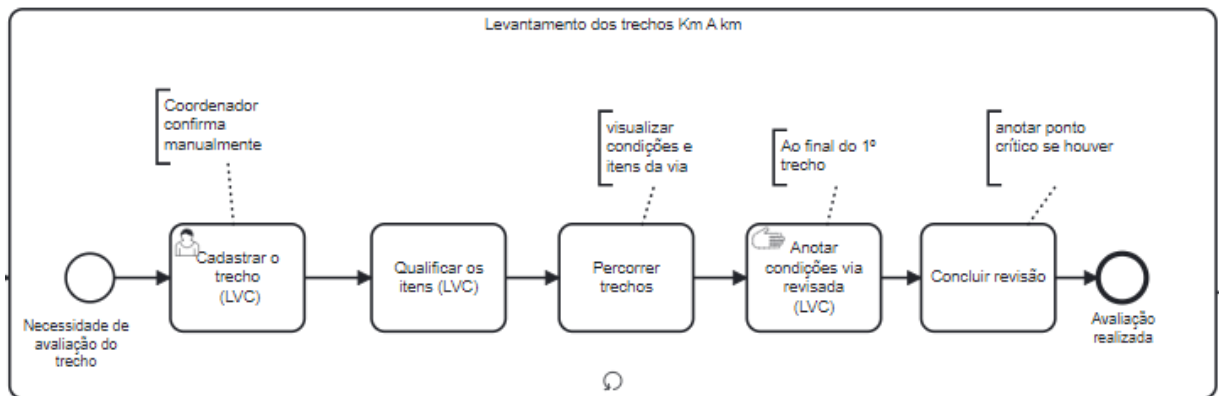
Cada superintendência possui um papel específico na estrutura organizacional. A Superintendência de Planejamento (SPG) é responsável por estabelecer o planejamento das ações da secretaria, assim como atuar na captação de recursos junto a órgãos financiadores externos. A Superintendência de Infraestrutura (SIN) possui o papel de atuar na execução de obras e serviços de melhoria da condição de mobilidade do estado, atuando principalmente na construção e manutenção de rodovias. E a Superintendência Obras Cíveis (SOC) têm como eixo principal realizar e acompanhar obras de construção civil tanto internas como de apoio para outras secretarias de governo.

5.1.2. Mapeamento do processo de manutenção rodoviária

O estado de Santa Catarina realiza anualmente a atualização do Sistema Rodoviário do Estadual (SER) que tem como finalidade o fornecimento de dados e informações aos Órgãos Rodoviários Federais, Estaduais e Municipais, bem como, ser utilizado pelos usuários dos Sistemas de Transporte. O plano diretor rodoviário (PDR) foi elaborado em 2008 pela empresa Prosul e trata da estimativa da malha em 2023. O Decreto nº 759, de 21 de dezembro de 2011 aprovou o plano rodoviário estadual (SANTA CATARINA, 2011).

O setor responsável pela manutenção das rodovias estaduais é a Gerência de Manutenção e Conservação de Rodovias (GEMAN), subordinada à Diretoria de Operações (DIOP) e a Superintendência de Infraestrutura (SIN). Possui mapeado o processo finalístico de gestão de obras de infraestrutura e transporte que serve para gerenciar serviço de manutenção e conservação rodoviária e fiscalizar serviço de manutenção e conservação rodoviária, levantando as condições das rodovias no estado por meio do levantamento visual contínuo (LVC) conforme apresentado da figura 8, que deve ser seguido e executados pelos fiscais alocados nas coordenadorias regionais com supervisão dos coordenadores locais responsáveis pela determinada unidade, com a supervisão da gerência específica lotada na sede administrativa na capital do estado, Florianópolis, a qual cabe receber as informações, analisar e validar potenciais inconsistências e orientar para que sejam sanadas pela equipe de campo, gerando veracidade e credibilidade nos dados coletados, possibilitando que as ações de manutenção sejam planejadas, estruturadas e realizadas em conjunto no sistema de confiança entre sede e coordenadoria local.

Figura 8 - Processo mapeado do levantamento visual contínuo

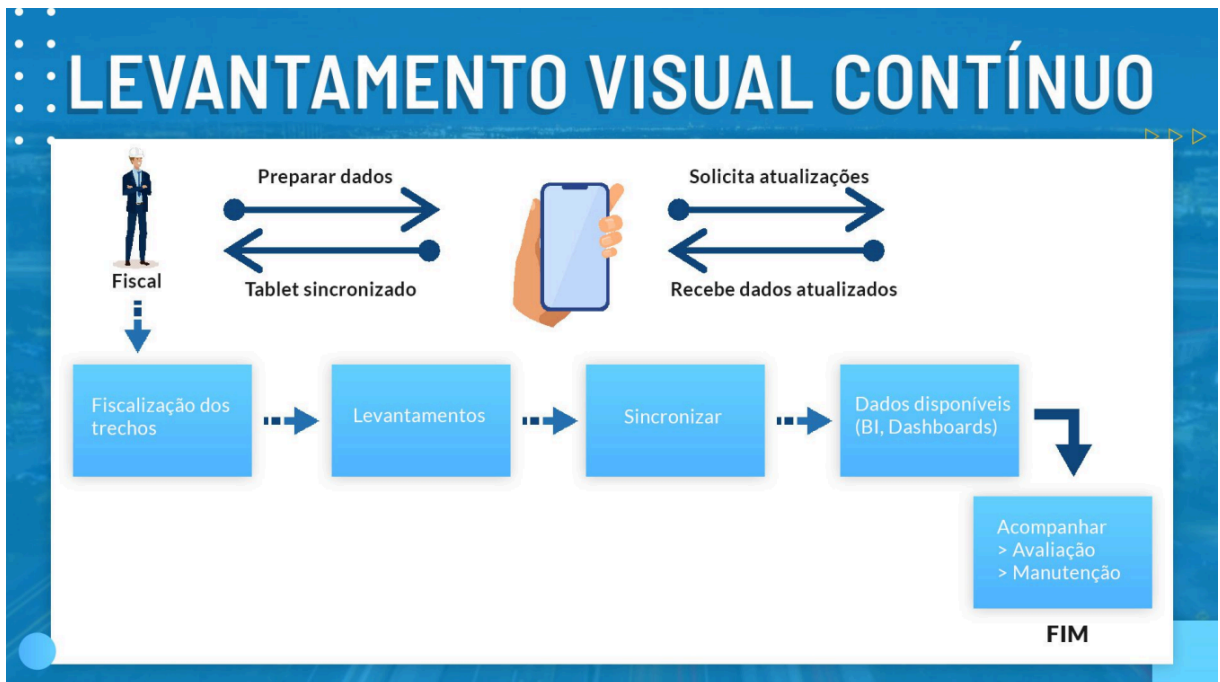


Fonte: Sic (2023)

Para desenvolver o processo do LVC deve ser atendida a instrução normativa SIE nº 001/2020 que estabelece os critérios e os procedimentos de fiscalização da execução dos serviços de manutenção e conservação rodoviária. E a instrução nº 003/2020 que estabelece os procedimentos a serem adotados para a manutenção e conservação de trechos sob a responsabilidade do estado em decorrência de contratos de termo de permissão e uso concedidos pela União, suas concessionárias ou Municípios.

Buscando facilitar o entendimento e aplicação no sistema LVC Mobile a secretaria desenvolveu manual e treinamento de forma qualificar o corpo técnico, na figura 9 mostra as etapas do levantamento que devem ser realizadas pela equipe de campo de modo mais simplificado que a estruturação por meio do mapeamento de processo, com uma visualização mais simples, buscando o melhor entendimento do que é esperado e da operação que deve ser realizada no anseio de conseguir a coleta dos dados que gerem valor para o serviço de manutenção da secretaria.

Figura 9 - Apresentação levantamento visual contínuo



Fonte: Sie (2023)

Como é possível identificar na figura 9 o fiscal está instruído de como proceder para realizar o levantamento desde a preparação dos dados definindo o trajeto que será percorrido, solicitando a autorização e os dados atualizados de modo que possa realizar via aplicativo os apontamentos corretos no decorrer do percurso conforme os quesitos estabelecidos, finalizando o levantamento os dados são sincronizados e ficam disponíveis para gerência realizar as análises e intervenções necessárias. Após apresentar a sequência das etapas é demonstrado abaixo na figura 10 como os itens vão aparecer na tela do aplicativo demonstra utilizado pelos fiscais para efetuarem o registro.

Figura 10 - Tela do levantamento visual contínuo



Fonte: Sie (2023)

Como pode ser visualizado na primeira tela aparece a parte de levantamento na qual o fiscal tem acesso aos levantamentos realizados e a realizar, na segunda tela do cadastramento do levantamento são inseridas as informações com identificação da rodovia, trecho analisado, data e hora, e na sequência qual o item a ser analisado exemplo plataforma estradal, sinalização e seus subitens, os segmentos são analisados a cada km, conforme o cadastro do segmento é registrada a condição da categoria conforme a escala estabelecida.

Também é disponibilizado aos fiscais treinamento no formato de vídeo que fica disponibilizado na plataforma digital do *youtube* no canal da Secretaria, no endereço: https://www.youtube.com/watch?v=GXzBd0XT7mU&list=PLzW1zqkM2g_K60Wnv0fokmyuAUhTXOKNN.

Com o conhecimento do funcionamento do aplicativo os fiscais são qualificados a respeito da análise do inventário do estado dos pavimentos de modo a compreender e aplicar os critérios de análise e apontamentos no sistema. A metodologia adotada baseia-se nas normas do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT), a DNIT PRO 003/2003 – levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e a DNIT PRO 005/2003 – defeitos nos pavimentos flexíveis.

Após o sistema estar instalado no celular ou tablet um carro com 2 pessoas percorre a rodovia em uma velocidade entre 20 e 40 km/h, onde um fica encarregado de ser o motorista e

outro que é engenheiro fiscal de realizar os registros no aplicativo, o registro ocorre a cada km da rodovia. Após a coleta de dados, as informações ficam disponíveis na área restrita do site da secretaria, no seguinte endereço: <https://mapa.sie.sc.gov.br/main/lvcmap>.

Realizado o levantamento da situação a coordenadoria propõe um plano de ação de quais intervenções necessárias para solucionar os problemas e validação com a gerência, sendo ações pontuais e de fácil correção são adotadas manutenção utilizando os recursos/quantitativos dos contratos de manutenção em andamento, havendo necessidade de intervenção emergencial é realizada contratação. Identificados problemas que demandam intervenções mais profundas, mas que não são emergenciais são estudadas e elaboradas contratações planejadas para suas intervenções. Os critérios de escolha para intervenção ficam a cargo da gerência e alta administração conforme interesse social, econômico e disponibilidade de recursos para sua resolução.

Identificada a necessidade de intervenções mais robustas, são estruturados projetos para contratação dos projetos básicos, executivos e realização do serviço. Os projetos desenvolvidos podem ser acompanhados pela plataforma de governo “Projeta SC” que é acompanhada e atualizada com participação do núcleo de projetos da secretaria com suporte do escritório de projetos do estado.

5.1.3. Caracterização do EPROJ e NUPROJ/SIE

A necessidade e objetivo do Estado de Santa Catarina captar recursos externos para serem investidos em melhorias e no desenvolvimento fez surgir a demanda de estruturação da criação de um grupo responsável pelo acompanhamento e execução desses recursos. A identificação dessa situação começou no ano de 2012 e no ano de 2013 foi realizado o Decreto nº 289 que criou o Escritório de Gestão de Projetos do Programa Pacto por Santa Catarina (EPACTO), sendo formado por servidores com conhecimentos complementares de diferentes órgãos. No ano de 2017 foi publicado o Decreto nº 1289 criando o Escritório de Gestão de Projetos de Santa Catarina (EPROJ), em 2019 o EPROJ teve sua inclusão formal na estrutura administrativa do Estado por meio da Lei Complementar nº 741, e houve a regulamentação de competências e atividades estabelecidas no Decreto nº 632/2020 (MAIER, 2022). O quadro 8 apresenta a evolução do EPROJ.

Quadro 8 - Evolução legal da organização administrativa do EPROJ

Ano	Marco	Ações
2013	Decreto nº 289/13	Instituiu o EPACTO
2017	Decreto nº 1.289/17	Instituiu o EPROJ
2019	Lei complementar nº 741/19	Compõe a estrutura administrativa do Estado
2020	Decreto 632/20	Regulamenta o EPROJ

Fonte: Maier (2022)

Como pode ser acompanhado no quadro 8 a cultura de planejamento no estado foi amadurecendo, nascendo da necessidade de acompanhar o repasse de recursos e evoluindo para estruturação da gestão de projetos no estado. As competências atribuídas ao EPROJ (2021) pela Lei Complementar nº 789, de 29 de dezembro de 2021, são:

- I – Planejar, acompanhar, analisar, orientar, monitorar e avaliar a execução de portfólios e projetos estruturantes;
- II – Promover a aplicação da metodologia de projetos na Administração Pública Estadual e administrar ferramentas para seu gerenciamento;
- III – Oferecer suporte à implantação de Núcleos de Gestão de Projetos nos órgãos e nas entidades da Administração Pública Estadual;
- IV – Manter atualizados a base histórica, o banco de projetos e os ativos organizacionais de projetos, de modo a dar visibilidade e transparência às informações relativas aos projetos e portfólios desenvolvidos pelo EPROJ; e V – alinhar os programas e projetos estruturantes com o plano de governo e com o planejamento estratégico estadual.

Com objetivo de atender as competências o EPROJ adotou a estratégia de criar os Núcleos de Gestão de Projetos (NUPROJs) nos órgãos dispondo especialistas contratados junto a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) para disseminar a cultura de projetos no estado.

Os núcleos formam a Rede de Projetos SC, atuando no gerenciamento cada um em seu órgão com suporte do EPROJ (EPROJ, 2020). Ficam estabelecidas as atribuições do NUPROJ no Decreto nº 632, de 2 de junho de 2020, como:

- I – Planejar e gerenciar os projetos do seu órgão ou da sua entidade;
- II – Utilizar e disseminar a metodologia e as ferramentas de gerenciamento de projetos definidas pelo EPROJ;
- III – Executar, apoiar e monitorar a gestão dos projetos sob sua responsabilidade;
- IV – Fornecer todas as informações solicitadas pelo EPROJ relativas aos seus

projetos e programas;

- V – Apoiar e orientar o Gerente de Projeto do seu órgão ou da sua entidade; e
- VI – Manter atualizado o banco de projetos do estado em relação às iniciativas planejadas para seu órgão ou sua entidade.

Os núcleos em cada órgão são compostos por servidores designados por portaria ou nomeação, devendo ter um servidor na função de gestor de portfólio responsável pela condução e gestão do seu núcleo, todo projeto deve ter estabelecido seu gestor de projeto que detêm a compromisso de acompanhar e monitorar sua execução (SANTA CATARINA, 2020).

O Núcleo de Projetos da Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade (NUPROJ/SIE) foi estruturado por portaria que nomeou o gestor de portfólio e os membros, tendo inicialmente designados 4 especialistas pelo EPROJ para atuarem na disseminação da cultura de projetos na Secretaria, que foram alocados em diferentes áreas da estrutura da organização: Gabinete do Secretário, Superintendência de Infraestrutura, Superintendência de Planejamento e Superintendência de Obras Civis (MONDARDO *et al.*, 2023). O quadro 9 apresenta a evolução do NUPROJ/SIE.

Quadro 9 - Evolução legal da organização administrativa do NUPROJ/SIE

Ano	Marco	Ações
2020	Portaria 371 de 01/07/2020	Definição gestores
2020	Portaria 818 de 23/10/2020	Definição gestores

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Como apresentado o NUPROJ/SIE acompanha projetos de diferentes setores e finalidades, com foco no tema abordado os projetos relacionados com manutenção cadastrados na plataforma de gestão de projetos do estado “Projeta SC”. O Projeta SC é um portal de monitoramento e acompanhamento dos projetos e ações do Governo Estadual, on-line e em tempo real, elaborado pelo EPROJ e foi lançado em julho de 2021. É um painel que possibilita aos gestores e aos cidadãos realizarem consulta pública dos projetos que estão sendo executados pela administração estadual (EPROJ, 2021). No quadro 10 a seguir serão apresentados os portfólios relacionados ao tema do estudo com o número de projetos e valores respectivos.

Quadro 10 - Portfólio, projetos e valores

Portfólio	Nº Projetos	Valor Planejado	Valor Contratado	Valor Pago
Manutenção descontinuada de Rodovias	59	352.242.196,13	338.617.976,57	214.958.079,56

Manutenção Rotineira	24	888.218.130,55	813.546.784,70	438.019.430,41
Obra Emergencial Rodovias	20	68.848.598,92	64.851.033,42	58.725.986,05
Recuperar (Convênio)	10	41.345.604,12	41.345.604,12	41.345.604,12

Fonte: Eproj (2022) adaptado pelo autor (2023)

Ao analisar o quadro 10 constata-se a soma significativa de recursos voltados a garantir a condição de trafegabilidade adequadas das estradas catarinenses, sendo os três primeiros portfólios com investimento direto do estado, no qual efetua a contratação de empresas para execução dos serviços no valor contratado acima de 1 bilhão de reais e do portfólio recuperar no qual o governo disponibiliza recursos financeiros por meio de convênio com os consórcios municipais para que estes executem a contratação e manutenção de trechos das rodovias. Sendo 113 projetos acompanhados relacionados diretamente com as condições das rodovias.

5.2 DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Para entendermos a realidade do objeto estudado, suas limitações e oportunidades foi realizado o diagnóstico que é o mapeamento da situação em um momento específico, da mesma forma que uma fotografia eterniza determinado cenário em um dado momento no tempo e local, por meio da imagem gerada. Na sequência será apresentado o diagnóstico realizado na SIE e a análise das informações coletadas.

5.2.1. Diagnóstico da estrutura de manutenção de rodovias

A malha viária do estado de Santa Catarina é complexa por atender diferentes relevos e intempéries climáticas, sendo composta por rodovias construídas em diferentes momentos e com emprego de técnicas diversificadas. Muitas foram estimadas para atender uma determinada condição de fluxo de veículos e capacidade de carga, mas no decorrer do tempo houve o aumento desse fluxo pelo próprio crescimento e desenvolvimento do estado, no que tange a circulação de motos, carros, ônibus e caminhões de transporte, passaram a ter que atender essa nova realidade com a mesma infraestrutura anterior ou até mesmo desgastada pelo tempo e uso, muitas vezes por questões financeiras, burocráticas ou falta de definições de prioridades acabaram não recebendo a devida atenção e investimentos a sua conservação.

Atuando o Estado em situações pontuais visando manter a operacionalidade básica da rodovia, mas que na realidade demanda intervenções mais robustas para garantir pelo menos as condições básicas de tráfego com segurança e conforto ao usuário. Segundo as estatísticas apresentada pelo DETRAN (2023) no estado ocorreram nos anos de 2019, 144.743 acidentes com 1.489 óbitos; 2020, 148.848 acidentes com 1.613 óbitos; 2021, 182.237 acidentes com 1.590 óbitos e 2022, 194.899 acidentes com 1.580 óbitos. O total de vidas perdidas no trânsito nesses 4 anos em Santa Catarina foi de 6.272.

Outro aspecto que afeta a condição das estradas é a existência de diferentes domínios e responsabilidades, havendo estradas sobre responsabilidade municipal, estadual e federal e algumas acabam se sobrepondo em determinados trechos e em outras há conflito de interesse na melhor forma de ser utilizada a via. Em muitos casos a faixa de domínio estabelecida não é respeitada e as cidades acabam crescendo e se desenvolvendo ao seu redor, tornando mais complexa a operação de manutenção, controle do fluxo inicialmente projetado, intervenções de melhoria e ampliação, passando por entraves de restituição de posse, desocupação e desapropriação.

Nesse último período outro fator que impactou no setor de manutenção foi a elevada variação de preços de insumos principalmente derivados do petróleo que levaram muitas empresas a solicitarem reequilíbrios econômicos, paralisarem contratos e até mesmo ocasionando a rescisão contratual.

Com a experiência adquirida no passar do tempo a secretaria adotou algumas formas de contratação buscando melhorar a eficiência pública no emprego dos recursos e na execução dos serviços de manutenção das rodovias, realizando contratação com estratégias específicas em diferentes formatos, com o intuito de melhorar a condição das vias para o cidadão. As formas de contratação são por contratos de conservação, roçada e sinalização distribuídos pelas coordenadorias buscando garantir que as condições básicas da rodovia se mantenham adequadas e sua ação contínua. Contratos de obras emergenciais são empregados quando ocorre algum incidente não esperado exigindo a rápida intervenção como nos casos de deslizamento de terra que obstruem as vias e a recomposição de contenções. Nas situações que a rodovia está em operação, mas a condição está precária precisando de intervenções complexas são realizadas contratação de projetos de recuperação ou revitalização do pavimento.

Quanto a forma de uso das estradas e cargas dos veículos a SIE conta com o apoio das instituições de fiscalização e de segurança pública, tendo principal apoio em suas vias da Polícia Militar Rodoviária (PMRv).

Nos últimos anos para melhorar o serviço prestado e acompanhamento das condições das estradas a SIE implantou e adotou o Sistema de Levantamento de Visual Contínuo (LVC) no qual busca aumentar o acompanhamento das condições das estradas estaduais conforme a disponibilidade da equipe das coordenadorias possam realizar as vistorias de monitoramento.

Todos os anos é elaborado e atualizado o documento do Sistema Rodoviário Estadual (SRE) pela Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade (SIE) de acordo com o Roteiro Básico para Sistemas Rodoviários Estaduais disponibilizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) que utiliza as informações como base variável na integração do cálculo dos coeficientes de participação dos estados e Distrito Federal na arrecadação da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), isso é importante porque impacta na quantidade de recursos que o governo federal disponibiliza para cada estado da federação.

Desse modo o problema de manter a qualidade satisfatória das rodovias com segurança e conforto é um grande desafio a administração pública que emprega recursos humanos e financeiros significativos do estado nesse objetivo, mas normalmente não suficientes para atender a demanda da malha extensa e em constante ampliação que exige muito tempo para ser monitorada visualmente e avaliada pelos fiscais das coordenadorias, principalmente por estarem em constante uso e expostas ao tempo sofrem a interferência de diferentes variáveis como mau uso, excesso de peso, intempéries climáticas, acidentes, depredação entre outros, recebendo normalmente intervenções de correção após o problema estar exposto, já impactando na condição da rodovia e no deslocamento do cidadão, exigindo intervenções mais complexas, com emprego de maior volume de recursos, ocasionando transtornos à sociedade com maior impactos aos cofres públicos e a circulação das pessoas e mercadorias.

6 PLANO DE INTERVENÇÃO

Com os resultados obtidos no estudo, visando encontrar uma possível solução para o problema de monitorar a condição de conservação das rodovias estaduais, com emprego da tecnologia da informação a favor da administração pública na gestão da manutenção, otimizando os recursos humanos, principalmente da equipe que realiza o LVC em todo o trecho da malha e sabendo que mesmo logo após finalizar o levantamento que ocorre aproximadamente a cada 3 meses este já encontrar-se desatualizado devido a possível existência de alguma intercorrência e os problemas são tratados somente após sua identificação visual constatando a gravidade da situação, atuando inicialmente nos pontos mais críticos, desse modo apresenta-se proposição de estrutura de monitoramento constante por videomonitoramento visando melhorar o processo de conservação e manutenção, o qual permita o estado agir mais rápido e proativamente diminuindo o grau de deterioração do pavimento e tráfego da via, aumentando a vida útil pavimento, o conforto e segurança da rodovia aos usuários.

6.1 VIDEOMONITORAMENTO

Nota-se que a adoção do Levantamento Visual Contínuo - LVC foi um avanço no processo de manutenção das rodovias do Estado de Santa Catarina, contudo ainda demanda de conhecimento específico e de deslocar equipes para realizar o levantamento da situação, essa mesma equipe também é responsável por realizar outras atividades nas suas coordenadorias tendo que muitas vezes adiar ou optar e abdicar de outras demandas para poder fazer a atividade de levantamento, havendo perda e divisão do recurso de fiscalização de obras para o de monitoramento. Na figura 11 é apresentado o fluxo do levantamento visual identificado pelo autor.

Figura 11 - Fluxo atual do levantamento visual contínuo da SIE



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Devido a esse cenário identificado (fig.11) e com as tecnologias de videomonitoramento terem evoluído sendo constantemente aplicadas no monitoramento de segurança patrimonial, segurança pública, operações policiais e adotadas no monitoramento da gestão de frota de veículos permitindo o acompanhamento do deslocamento e situação do motorista durante o percurso, podendo até mesmo mensurar sonolência e fadiga do condutor.

Aqui se propõe utilizar essa tecnologia de videomonitoramento, utilizando a tecnologia adotada por empresas de transporte que possuem o videomonitoramento da sua frota de veículos, com câmeras fixas instaladas na cabine dos caminhões filmando a parte interna da cabine analisando questão de saúde, segurança e fadiga do motorista, e também instaladas na cabine, mas com a lente voltada para a área externa do caminhão a qual filmam a rodovia e o trânsito durante o deslocamento do veículo durante seu percurso. Para a secretária o interesse está que as empresas forneçam as imagens captadas pelas câmeras que filmam a rodovia durante o percurso. Essas imagens seriam reportadas de forma a permitir que fossem adicionadas e salvas gerando um *big data* a ser formado para que a Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade utilize essas imagens para o monitoramento constante das condições das rodovias, não havendo mais a necessidade de os fiscais terem que se fazer a inspeção visual por toda extensão da malha viária, atuando somente quando alguma não conformidade ou situação adversa for identificada através da leitura das imagens, otimizando recurso e tempo disponíveis pela secretaria e coordenadoria.

Algumas empresas que fornecem o serviço de videomonitoramento de frotas foram mapeadas e estão relacionadas no quadro 11 com o tipo de serviço que realizam.

Quadro 11 - Empresas de videomonitoramento

Empresa	Monitora a cabine	Monitora a estrada	Possui videotelemetria	Possui inteligência artificial	Emite alertas na cabine	Acompanha modo de condução
Cobli Cam	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Infleet	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Quatenus	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Empresal	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Asmontech	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Onboard	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Tecnomobile	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Goawake	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mesotech	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Avansat	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Geotab	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Intelbras	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Como podem ser identificados todos realizam o monitoramento da estrada. O serviço de videomonitoramento é contratado pelas empresas da iniciativa privadas, como estas detêm a infraestrutura, armazenamento dos dados (filmagens das rodovias) e são interessadas que as condições das rodovias estejam melhores, com mais segurança de tráfego, reduzindo custos com desgastes, manutenção, consumo de combustível e perda de tempo por atrasos ou interrupções da via, são partes interessadas e atores primordiais no estabelecimento de parcerias para o desenvolvimento do projeto de intervenção.

6.2 CROWDSENSING APLICADO NA MANUTENÇÃO DE RODOVIAS

Com base no levantamento visual contínuo desenvolver um aplicativo que permita a população participar ativa e passivamente da melhoria na conservação rodoviária, empoderando o cidadão, transformado em um colaborador do estado, onde por meio de sua colaboração permita que o estado identifique mais rápido os problemas ou dificuldades que a sociedade está sofrendo com a condição das rodovias. Classificado como uma solução de *crowdsensing*, os dados coletados colaborativamente seriam adicionados ou poderiam complementar, aos dados de videomonitoramento obtidos junto às organizações conveniadas com o governo do estado de Santa Catarina. O aplicativo deve ser amigável com fácil interação com o usuário de modo que o engajamento seja positivo tanto pela ótica do estado como do cidadão, o estado recebendo a demanda e dando a resposta/solução, garantindo que usuário sinta que sua participação foi propositiva e ouvida, fomentando seu senso de comunidades e pertencimento.

Os processos devem ser estabelecidos garantindo o fluxo adequado para entrada, tratamento e solução da demanda, empregando recursos de forma a não onerar o estado e aumentando sua eficiência e transparência. Podendo ser adotado estratégias de estímulo como gamificação classificando os usuários que mais contribuem com o desenvolvimento da melhoria das rodovias do estado. Como a tecnologia do LVC está desenvolvida o interessante seria ampliar seu uso ao cidadão mesmo que com algumas limitações de acesso, de forma a validar sua operacionalização e funcionalidade.

Inicialmente o uso aberto não eliminaria o serviço realizado pelos agentes do estado, mas permitiria um acesso maior de informações disponibilizadas pelos usuários das vias, com coletas mais frequentes e com volume maior de dados.

6.3 EMPRESAS PARCEIRAS

A iniciativa privada que pode se tornar parceira nesse projeto trata-se inicialmente de empresas de transporte que possuem a infraestrutura e cultura de videomonitoramento, pois a cultura do uso do equipamento está intrínseca e aprimorada nas suas operações conhecendo as limitações técnicas e o potencial de utilização das ferramentas tecnológicas.

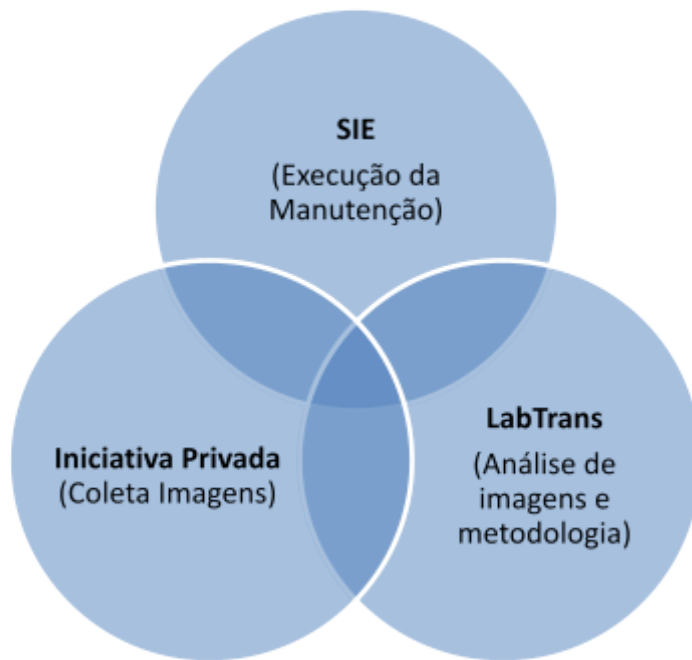
As principais empresas que possuem monitoramento de gestão de frota de veículos e cargas, são as que realizam transporte de carga, valor e passageiros.

Ampliando o leque das parcerias será necessário estabelecer parcerias com empresas que desenvolvem softwares e tecnologias de reconhecimento de imagens com emprego de algoritmos e inteligência artificial transformando os dados brutos disponibilizados pelo primeiro grupo de parceiros em dados tratados e estruturados que permitam direcionar a análise do servidor técnico da secretaria e este avaliar se há necessidade de intervenção e qual é melhor para a situação constatada.

Algumas empresas de transporte mapeadas que usam a tecnologia em sua frota em Santa Catarina são: Transporte Tozzo, Grupo Cetric, Braspress, Rodonaves, Translovato e Expresso São Miguel.

Com relação a estrutura de software e inteligência artificial recomenda-se a parceria com LabTrans que é credenciado na metodologia iRAP no Brasil, podendo fornecer e disponibilizar conhecimento, levando a transformação da estrutura de manutenção reativa para preditiva pela Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade, ficando estabelecida a relação conforme a figura 12.

Figura 12 - Relação entre os parceiros



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Cada ator possui um papel importante na efetiva realização do projeto a iniciativa privada é responsável por coletar e ceder as imagens que serão armazenadas em um *big data*, tratadas e estruturadas pelo Labtrans gerando um *data lake* que permitirá por meio da tecnologia e metodologia iRap realizar a análise das imagens e levantar oportunidades de melhoria, que serão repassados a secretaria os dados tratados de forma que está valide as informações aprimorando o uso da tecnologia e efetue o planejamento da gestão da manutenção nas rodovias catarinenses acompanhando a condição de conservação e desgaste por meio do videomonitoramento, promovendo e estruturando ações de manutenção corretivas, preventivas e preditivas. Tendo a intersecção central entre os três atores como resultado o emprego da tecnologia em conjunto para melhoria da condição das rodovias catarinenses.

6.4 ESTRUTURAÇÃO LEGAL

Para estabelecer as parcerias com a iniciativa privada e com a Universidade Federal de Santa Catarina (LabTrans) podem ser elaborados termos de convênio e cooperação com o papel de cada ator envolvido no processo, assim como suas responsabilidades, acesso e uso dos dados, limitações e benefícios.

Na estrutura inicial do projeto piloto pode ser formalizado termo de interesse de adesão ao projeto, cujo objetivo é a validação da estratégia proposta e na sequência estabelecer a formulação dos compromissos legais que deem sustentação à execução. Os atos devem ser analisados e validados pelas respectivas áreas jurídicas, havendo a formalização e legalização das relações entre os atores conforme os modelos adotados por cada organização.

6.5 ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO NA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

De forma que a melhoria seja implantada, validada e integralizada na SIE é preciso elaborar o projeto piloto que trata da 1ª fase de implantação de videomonitoramento das rodovias de Santa Catarina como fonte informação para realização da manutenção corretiva, estabelecendo o seu cronograma de implantação, com recursos, partes interessadas, setores e pessoas envolvidos, mapeamento de riscos, marcos e entregas desejados no seu desenvolvimento, acompanhamento e monitoramento.

Para isso deve ser utilizado o escritório de projetos da secretaria que está estruturado como núcleo de projetos (NUPROJ/SIE), premiado em 2023 pelo *Project Management Institute* Santa Catarina (PMI-SC) como melhor escritório de projetos, o qual detém conhecimento e pode contribuir na concepção e elaboração em conjunto com as áreas técnicas e partes interessada, definido, estabelecendo e refinando o escopo, identificando os recursos disponíveis, prazos e riscos que o desenvolvimento do projeto apresenta.

A metodologia de execução e acompanhamento do projeto deve ser definida pelo escritório ao identificar o nível de maturidade da equipe e qual é a mais adequada à situação, podendo ser adotado métodos tradicionais com base no *PMBOK* ou ágeis a exemplo do *Canvas Project Model* e *SCRUM*.

Visando dar transparência e permitir o acompanhamento da sociedade, o projeto deve ser cadastrado na plataforma Projeta SC.

6.6 ESTRATÉGIA E FLUXO DO PROCESSO DE INTERVENÇÃO

De modo a tornar o projeto realidade será necessário que a iniciativa privada detentora do sistema de videomonitoramento da sua frota de veículos disponibilize os dados das filmagens da rodovia a Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade permitindo que seja realizado o fluxo do projeto piloto apresentado na figura 13.

Figura 13 - Fluxo do projeto piloto



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A Secretaria com posse dos dados das filmagens pode estabelecer parcerias com centros de tecnologia ou contratar softwares que utilizam inteligência artificial para mapear a condição das rodovias e suas não conformidades, como o LabTrans. Conforme o sistema vai sendo usado sua precisão e nível de acerto de inconsistências são aperfeiçoados.

No primeiro momento o sistema deve ser utilizado buscando identificar problemas existentes com fácil visualização, gerando alertas para verificação de campo e manutenção. Após o sistema estar treinado e com nível elevado de acurácia deve evoluir possibilitando a análise de base de dados para manutenção preventiva na qual pela comparação de cenários na evolução do tempo emite alerta de tendência de situações que requerem ação preventiva evitando que o problema se torne latente.

A fase ideal de evolução do sistema, ou seja a situação final desejada do sistema, será alcançada quando ao analisar as filmagens conseguir projetar diferentes cenários futuros integrando com outros bancos de dados que possuem informação de tempo, fluxo de veículos, velocidade média, peso da carga transportada, acidentes, entre outros, começa a construir projeções de segurança, desgaste e vida útil da via, emitindo alertas para que seja executada a manutenção preditiva, antevendo aos problemas que podem surgir, integrando a base filmagens com a metodologia iRap.

Cada fase de evolução do sistema apresenta significativos ganhos para a administração pública que consegue planejar melhor a aplicação dos seus recursos, diminui as intervenções de correções reativas que tem custo elevado e possuem emergência na sua solução, podendo causar obstrução da via ou acidentes com fatalidade.

Quando alcançado o cenário ideal da manutenção preditiva a administração consegue se programar de forma planejada e propor as melhores soluções técnicas ao potencial problema, adotando a forma de contratação mais benéfica ao setor público, estabelecendo ordem de prioridades das obras de manutenção com critérios técnicos de gravidade, urgência e tendência.

Visando alcançar essa situação pode ser adotada a ferramenta 5W2H, demonstrada no quadro 12 como orientadora das ações a serem desenvolvidas.

Quadro 12 - Ferramenta 5W2H aplicada no desenvolvimento do videomonitoramento

O que?	1ª fase videomonitoramento rodovias – Manutenção corretiva	2ª fase videomonitoramento rodovias – Manutenção preventiva	3ª fase videomonitoramento rodovias – Manutenção preditiva
Por quê?	Monitorar condição atual das rodovias	Identificar cenários, realizar planejamento manutenção preventiva	Prever problemas, antecipar soluções.
Onde?	Estado de Santa Catarina	Estado de Santa Catarina	Estado de Santa Catarina
Quando?	1º piloto	2º piloto	3º piloto
Quem?	SIE, Empresa com videomonitoramento e software.	SIE, Empresa com videomonitoramento, Fornecedor de software IA	SIE, Empresa com videomonitoramento, Fornecedor de software IA, Parceiros fonte de dados.
Como?	Compartilhamento das filmagens da iniciativa privada com a SIE.	Análise e comparação de imagens no decorrer do tempo.	Integração diferentes bancos de dados, imagens e metodologia iRap.
Quanto?	Sem custo direto.	A definir	A definir

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Identificada a possibilidade do emprego do videomonitoramento das rodovias catarinenses é proposto o seguinte fluxo no processo (fig. 14) de intervenção para o projeto piloto.

Mapeamento das empresas com videomonitoramento implantado na sua frota de veículos, formalização de termo de parceria cedendo as imagens captadas das rodovias de Santa Catarina.

Formalização de parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina na adoção da tecnologia de identificação das imagens coletadas fornecidas pelas empresas e adoção da metodologia iRAP.

Análise das não conformidades apontadas pela tecnologia da universidade e visita de campo pela secretaria para checagem. Após realizar validação dos acertos, aprimoramento do

sistema e consequentemente a execução da manutenção corretiva.

Figura 14 - Elaboração de plano de manutenção corretiva e execução



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Executado o projeto piloto com resultado satisfatório, a secretária em conjunto com seus parceiros pode dar início a implantação das demais fases, até alcançar a implantação da fase 3 de manutenção preditiva, buscando gerar menor custo e melhor resultado à sociedade.

Cada etapa do projeto deve ser acompanhada pelo núcleo de projetos com o suporte do escritório de projetos da secretaria e do escritório de projetos do estado adotando as boas práticas do gerenciamento de projetos utilizadas por essas organizações, torna o caminho da implantação do projeto mais suave compartilhando com as partes interessadas o conhecimento disponível no órgão público com a iniciativa privada parceira no projeto. Permitindo que por meio da plataforma Projeta SC a sociedade possa acompanhar o desenvolvimento do projeto com suas principais características abertas à população como prazos, custos e principais marcos a serem alcançados.

7 CONCLUSÕES

O estudo teve como objetivo promover a implantação do videomonitoramento nas rodovias catarinenses buscando uma solução para a melhor intervenção no processo de conservação das vias, diminuindo seus desgastes e prolongando sua vida útil, realizando manutenções planejadas e estruturadas, melhorando alocação do recurso público, por meio de contratações mais eficientes e assertivas.

Os investimentos em construção e manutenção são elevados e nas últimas décadas o estado não teve recursos suficientes para investir nas duas frentes de forma satisfatória, conseguindo realizar recuperações pontuais e investimentos em novas estradas com maior apreço político e social.

Algumas ações de melhoria da condição das rodovias aliviando o caixa do governo foram realizadas principalmente pelo governo federal com a concessões de rodovias que passaram a ser exploradas e conservadas pela iniciativa privada por meio da cobrança de pedágio, o que acaba onerando novamente o cidadão que já paga imposto para poder ter acesso a infraestrutura adequada.

Cabe salientar que mesmo as rodovias pedagiadas apresentam seus problemas de conservação, mas que segundo os estudos apresentados estão em melhores condições de conservação que as não pedagiadas. Outro ponto de atenção no que compete a questão de investimentos para tornar as concessões mais atrativas normalmente o governo realiza o aporte inicial de recursos (principal parte do capital), constrói a infraestrutura necessária e depois efetua a concessão de modo que o terceiro se responsabilize com sua conservação e melhorias estabelecidas em contrato. O estado de Santa Catarina até o momento não possui nenhuma rodovia pedagiada e não demonstra iniciativa nesse sentido, sendo sua responsabilidade a manutenção e conservação.

O objetivo de estudar e descrever a situação atual das rodovias foi alcançado identificando que o estado possui aproximadamente 5 mil km de rodovias pavimentadas que são avaliadas por meio de análise visual realizada pelos fiscais alocados nas coordenadorias regionais que percorrem o trecho em um veículo rodando a baixa velocidade e efetuando o registro das condições conforme os critérios estabelecidos no aplicativo de levantamento de visual contínuo disponibilizado pela Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade, esse levantamento tem previsão de ocorre a cada 3 meses, mas em virtude das outras atividades e demandas que os fiscais recebem não conseguem atender essa periodicidade para toda a

malha viária. Além do intervalo de tempo entre as medições, logo que o fiscal registra o apontamento esse pode estar incorreto ou desatualizado devido a rodovia sofrer ação humana, ambiental, ou até mesmo falha ou divergência no momento do registro da condição da via, estando as condições da rodovia em estado precário necessitando de intervenções de manutenção mais robustas.

Visando melhorar a situação foram identificadas novas alternativas tecnológicas as quais podem contribuir com a solução do problema, na área de gestão a estruturação de projeto buscando mudar o cenário atual criando o caminho a ser percorrido à adoção das tecnologias de videomonitoramento, telemetria, *big data*, *data lake*, *crowdsensig*, visão computacional, aprendizado de máquina e inteligência artificial.

A busca por identificar alternativas foi encontrada a possibilidade de ser empregado o videomonitoramento das rodovias, implantando para isso por meio de projeto a nova metodologia na secretaria, adotando essa tecnologia em parceria com outras empresas, instituições e sociedade por meio de *crowdesensig*, de forma que as empresas forneçam as imagens e dados de telemetria coletadas pelos seus veículos que possuem monitoramento por câmeras e filmam a rodovia durante o seu deslocamento, essas imagens cedidas são armazenadas em um banco de dados, são tratadas e estruturadas em um *data lake*, que permite a instituição parceria UFSC realize a análise das imagens por visão computacional e aprendizado máquina apontando não conformidades conforme a condição da via adotando a metodologia iRAP como base de análise. As não conformidades levantadas são relatadas a SIE que valida se a não conformidade é existente ou não, dando o retorno a UFSC para aprimorar o sistema diminuindo o número de falsos positivos, com a necessidade levantada a secretaria pode estruturar e gerir o planejamento de manutenção da rodovia.

O estabelecimento e desenvolvimento do projeto passa pela construção de parcerias com entidades e instituições privadas e deve ser formalizada de maneira legal por meio de termos cooperação e convênios. Realizando análise das alternativas foi identificada a metodologia internacional do iRAP na qual o LabTrans é credenciado como adequada para realizar as análises das imagens cedidas pela iniciativa privada, empresas de transporte que possuem a gestão de frota instalada, e assim a SIE por meio da proposta da nova sistemática de trabalho por videomonitoramento com participação dos parceiros conseguir implantar as primeiras etapas de melhoria rumo a gestão de manutenção preditiva das rodovias do Estado de Santa Catarina.

Rodovias bem conservadas garantem capacidade de circulação, o direito de ir e vir, menor tempo de deslocamento, menor consumo de combustível, menor necessidade de

manutenção, tornam-se mais seguras e preservam vidas. Ao criar o mapeamento contínuo da condição de tráfego das rodovias e implantação do projeto que permita o alcance da manutenção preditiva, trabalhando em parceria com diferentes instituições em prol do desenvolvimento do estado se estabelece relação de ganha-ganha, na qual todas as partes são beneficiadas.

Aos futuros trabalhos recomenda-se aprofundar nas tecnologias emergentes como inteligência artificial, internet das coisas e como sua evolução pode auxiliar no monitoramento das rodovias. A avaliação e acompanhamento das etapas propostas neste trabalho e os resultados obtidos na gestão de manutenção da Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade os resultados alcançados na melhoria da condição da malha viária catarinense.

REFERÊNCIAS

- ALPERSTEDT NETO, C. A.. **Acessibilidade e crowdsensing na construção da cidade inteligente**. Dissertação de mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/00003c/00003c4c.pdf>. Acesso em: 11 de dez. 2023.
- ANDRADE, R. M. de. **Módulo auxiliar de monitoramento veicular através de câmeras e deep learning**. Monografia de especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/19829>. Acesso em: 20 de ago. 2023.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 70 ed. Lisboa: Persona, 2011.
- BARCAUI, A. B. **PMO - Escritórios de Projetos, Programas e Portfólio na prática**. Brasport, 2012.
- BARREIRA, M. *et al.* **Monitoramento de pavimentos in situ: uma revisão**. SMARTI – Sustainable Multi-functional Automated Resilient Transport. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/infrastructures5020018>
- BELLAVISTA, P. *et al.* **Crowdsensing em cidades inteligentes: desafios técnicos, problemas abertos e diretrizes de soluções emergentes**. Departamento de Ciência da Computação e Engenharia (DISI), Universidade de Bolonha, Itália, 2015. DOI: 10.4018/978-1-4666-8282-5.ch015
- CAVALETT, A. M. *et al.* **Gestão de pessoas: modelo que promova a felicidade na atividade profissional dos motoristas do segmento do transporte rodoviário de cargas**. Projeto Aplicativo. Fundação Dom Cabral. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/handle/123456789/625>. Acesso em: 20 de nov. 2023.
- CNT. **Pesquisa CNT, Perfil Empresarial: Transporte Rodoviário de Cargas**. Brasília, CNT, 2021. Disponível em: <https://cnt.org.br/documento/5eed5ecf-957b-414a-82ce-80b4f85bf1ba>. Acesso em: 15 jun. 2023.
- COSTA, T. *et al.* **A Bibliometria e a Avaliação da Produção Científica: indicadores e ferramentas**. 2012.
- CHRISTOU, G. *et al.* **Projeto de desenvolvimento de uma plataforma baseada em gis usando código aberto com componentes para monitoramento, manutenção e gestão de estradas rede: o estudo de caso do Chipre**. Arquivo internacional de fotogrametria, sensoriamento remoto e ciências da informação espacial. Volume XLVI-4W2-2021. Buenos Aires, 2021. Disponível em: isprs-archives-XLVI-4-W2-2021-37-2021.pdf (copernicus.org). Acesso em: 15 de fev. 2023.
- DAROLD, D. L. **Data Lake: Proposta de Arquitetura Big Data para o Projeto ParticipAct Brasil**/ Denilton Luiz Darold. – 2020. 141 p

DETRAN-SC. **Sinistros de trânsito em Santa Catarina** – tabela sinistros e óbitos. 2023.

Disponível em:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYTlkNmY2NzQtMjJkYS00NzBhLTllN2YtMjBmMDMwZTRhNjNhIiwidCI6ImExN2QwM2ZjLTRiYWMTNGI2OC1iZDY4LWUzOTYzYTJiYzRlNiJ9>. Acesso em: 12 de dez. 2023.

DNIT. **Norma 08/2003** - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento Rio de Janeiro, 2003. Disponível em:

https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coleanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_008_2003_PRO. Acesso em: 10 de maio. 2023.

DNIT. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**, 2ª edição, Rio de Janeiro, 2006.

Disponível em:

https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/720_manual_restauracao_pavimentos_afalticos.pdf. Acesso em: 02 de dez. de 2023.

DINSMORE, P. C. **Winning in Business With Enterprise Project Management**.

New York: AMACOM, 1999.

ENAP. **Introdução ao Orçamento Público: Módulo 1 Entendendo o Orçamento Público**. Brasília, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3167/1/Modulo%201%20-%20Entendendo%20o%20Orçamento%20Publico.pdf>. Acesso em: 22 de abril. de 2022.

ESTEVES, A. B. **Contribuições para uso da metodologia irap em contratos de conservação rodoviária**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/235589/PTRA0106-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de dez. 2023.

EPROJ-SC. **Guia de boas práticas do Portal de Gestão de Projetos do Governo do Estado de Santa Catarina** – EPROJ-SC. 2021 Disponível em:

<https://www.eproj.sc.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/EBOOK-PROJETA-SC.pdf>. Acesso em 05/08/2022.

EPROJ-SC. **Guia rápido de gerenciamento de projetos EPROJ-SC**. Documentos internos disponibilizados pela equipe. 2020.

EPROJ-SC. **Portfólio de Projetos**. Disponível em: www.projetas.com.br. Acesso em: 27 jun. 2022.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SFF. **Revista ACB**, v. 21, n. 3, p.550-563, 2016.

FIESC. **Relatório 2022: Custo logístico na indústria catarinense**. Florianópolis, 2023.

Disponível em: <https://fiesc.com.br/pt-br/custos-logisticos>. Acesso em: 08 de ago. 2023.

FIESC. **Custo do transporte da indústria de SC aumenta 75%**. Florianópolis, 2023.

Disponível em:

[https://fiesc.com.br/pt-br/imprensa/custo-do-transporte-da-industria-de-sc-aumenta-75#:~:text](https://fiesc.com.br/pt-br/imprensa/custo-do-transporte-da-industria-de-sc-aumenta-75#:~:text=)

=Florian%C3%B3polis%2C%209.5.2023%20%2D%20O,ter%C3%A7a%2Dfeira%2C%20dia%209. Acesso em: 08 de ago. 2023.

FRANCESCHI, L. **Método para Avaliação, baseada em Visão Computacional, da Interpretabilidade da Sinalização Viária Vertical e Horizontal para o Tráfego de Veículos Autônomos**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/231058/PTRA0092-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de dez. 2023.

GALANTE, E. A. B. L. S. ; BERGIANTE, N. C. R. ; RODRIGUEZ, M. V. R. Y. Estudo comparativo dos modelos de escritório de projetos: uma proposição de dimensões de análise para adequação às organizações. In: **IX Congresso Nacional Excelência em Gestão**, 2013.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas (RAE)**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GOMES, M. G.. **Telemetria Veicular**. Monografia de graduação em engenharia de controle e automação. Universidade Federal de Ouro Preto escola de minas colegiado do curso de engenharia de controle e automação – CECAU. Ouro Preto, 2022.

GONÇALVES, A. K. L.; ESPINDOLA, A. C. **Diagnóstico da condição dos pavimentos das rodovias federais do estado do Piauí**. 34 Congresso de Pesquisa e Ensino e, Transporte ANPET. 2020. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/56292/1/2020_eve_aklgoncalves.pdf. Acesso em: 13 de dez. 2023

IBGE. **Panorama Santa Catarina**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/panorama>. Acesso em: 03 de fev. 2023.

IBGE. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Saúde e Bem-Estar. Brasília, 2020. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo3/indicador361>. Acesso em: 03 de fev. 2023.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KERZNER, H. **Gestão de projetos as melhores práticas**. Tradução Lene Belon Ribeiro. 2. ed., Porto Alegre, Ed. Bookman, 2006a, 824 p.

KERZNER, H. **Project Management** — A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, 9. ed., John Wiley & Sons. 2006b.

KERZNER, H. **Gerenciamento de Projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle**. Editora Blucher, 2011.

HOBBS, B.; AUBRY, M. A multiphase research program investigating project management offices (PMOs): the results of phase 1. **Project Management Journal**, v. 38, n. 1, p. 74-86, 2007.

LABTRANS. **Participação do labtrans/ufsc no workshop vias seguras**. 2023. Disponível em: <https://www.labtrans.ufsc.br/participacao-do-labtrans-ufsc-no-workshop-vias-seguras/>. Acesso em: 10 de nov. 2023.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. - São Paulo: Atlas, 2017.

LEVENHAGEN, I. A.; ALMEIDA, L. G. de; VIEIRA, J. M. **Development and implemetation of a system for fatigue detection in truck drives: computer vision-based alert system**. AEA – Brazilian Society of Automotive Engineering – SIMEA 2023. Disponível em: <https://pdf.blucher.com.br/engineeringproceedings/simea2023/PAP83.pdf>. Acesso em: 20 de out. 2023.

LINO, M. R. **Sistema de telemetria e rastreamento de veículos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná curso de engenharia de computação, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15788/1/sistematelemetriarastreamentoveiculo.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023.

MAIER, C. M. **Implementação de práticas de gestão do conhecimento em escritório de projetos: estudo de caso no núcleo de gestão de projetos da secretaria de estado do desenvolvimento econômico sustentável**. Dissertação de mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 2022.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed., São Paulo: Atlas, 2010.

MEDEIROS, I. L. de *et al.* Revisão Sistemática e Bibliometria facilitadas por um Canvas para visualização de informação. **InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 12, n. 1, p. 93-110, 2015.

MEIRELLES, E. B. **Proposição de uma plataforma tecnológica para serviços de manutenção de pavimentação de rodovias: estudo na concessão da BR-290/RS**. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2019. Disponível em: http://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/8665/Eduardo%20Ballejo%20Meirelles_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 01 de nov. de 2023.

MONDARDO, H. *et al.* **Implantação do PMO na secretaria estadual de infraestrutura e mobilidade de Santa Catarina**. Um olhar para o desenvolvimento. Editora Seven, cap 79. DOI: <https://doi.org/10.56238/alookdevelopv1-079>

NUNES, L. **As condições de trabalho e saúde nos/das motoristas do transporte coletivo de ônibus na “ilha da magia”**. Dissertação de metrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/189943/PGSS0196-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jul. 2023.

ONU. **Os objetivos do desenvolvimento sustentável no Brasil**. 3.saúde e bem-estar. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/3>. Acesso em: 10 de nov. 2023.

PIANEZZER, T. A. **Análise comparativa de metodologias para identificação de segmentos críticos em rodovias rurais**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

PRADO, D. **Gerenciamento de projetos nas organizações**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Comercial, 2000.

PMI. **Um guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 6a Ed. EUA: Project Management Institute, 2017.

QUEIROZ, K. L. de. **Sistema Baseado em vídeo para detecção de sonolência em motoristas**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, 2011. Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/10704>. Acesso em: 20 de ago. 2023.

ROLT, C. R. de. Gestão de campanhas de crowdsensing em cidades inteligentes. **Jornal Internacional de Grid e Utility Computy**. Vol. 12, nº 2, pp 192-204. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJGUC.2021.114818>

RYMER, B.; RICE M. "The Early U.S. History of Real-Time Telemetry Processing and Display", in IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 37, no. 5, pp. 40-47, 1 May 2022, doi: 10.1109/MAES.2021.3140014.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, p. 83-89, 2007.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 1537, de 10 de maio de 2013**. Dispõe sobre o programa Pacto por Santa Catarina (PACTO) e estabelece outras providências. Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência, Santa Catarina, 2013.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 1289, de 5 de setembro de 2017**. Institui o Escritório de Gestão de Projetos do Poder Executivo Estadual e estabelece outras providências. Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência, Santa Catarina, 2017.

SANTA CATARINA. **Lei Complementar nº 741, de 12 de junho de 2019**. Dispõe sobre a estrutura organizacional básica e o modelo de gestão da Administração Pública Estadual, no âmbito do Poder Executivo, e estabelece outras providências, Santa Catarina, 2019.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 632, de 2 de junho de 2020**. Regulamenta o Escritório de Gestão de Projetos (EPROJ) da Administração Pública Estadual do Poder Executivo e estabelece outras providências. Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência, Santa Catarina, 2020.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 759, de 21 de dezembro de 2011**. Aprovou o plano rodoviário estadual. Santa Catarina, 2011. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/sc/decreto-n-759-2011-santa-catarina-aprova-o-plano-rodoviario-e-estadual-e-estabelece-outras-providencias>. Acesso em: 11 de dez de 2023

SANTA CATARINA. **Lei Complementar nº 789, de 29 de dezembro de 2021**. Altera a Lei Complementar nº 741, de 2019, que dispõe sobre a estrutura organizacional básica e o modelo

de gestão da Administração Pública Estadual, no âmbito do Poder Executivo, e estabelece outras providências. Santa Catarina, 2021.

SANTOS, N. dos. **Fundamentos teóricos de gestão do conhecimento** [recurso eletrônico on-line] / Neri dos Santos, Gregório Jean Varvakis Rados.– 1. ed. – Florianópolis: Pandion, 2020.

SANTOS, S. dos. **Transporte Ferroviário: histórias e técnicas**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SECOM. **Governo do Estado conclui diagnóstico das contas públicas e planeja ajuste fiscal**. 2023 Disponível em: <https://estado.sc.gov.br/noticias/governo-do-estado-conclui-diagnostico-das-contas-publicas-e-planeja-ajuste-fiscal/>. Acesso em: 11 de dez 2023

SIE. **Institucional**. 2022. Disponível em: <https://www.sie.sc.gov.br/estruturaorganizacional>. Acesso em: 15 junho 2023.

SIE. **Escritório de projetos da sie vence prêmio pmi-sc melhores do ano de 2023**. Disponível em: <https://estado.sc.gov.br/noticias/escritorio-de-projetos-da-sie-vence-premio-pmi-sc-melhores-do-ano-2023/>. Acesso em: 11 de dez. 2023.

SIE. **Instrução Normativa SIE - nº 001/2020 - Estabelece os critérios para os procedimentos de fiscalização da execução dos serviços de manutenção e conservação rodoviária**. 2020. Disponível em: https://www.sie.sc.gov.br/webdocs/sie/instrucoes-normativas/instrucao_normativa_03_04.pdf. Acesso em: 11 de dez. 2023.

SIE. **Instrução Normativa SIE - nº 003/2020 - Estabelece os procedimentos a serem adotados na SIE para a manutenção e conservação de trechos sob sua responsabilidade em decorrência de contratos de Termo de Permissão de Uso concedidos pela União, suas concessionárias ou Municípios**. 2020. Disponível em: https://www.sie.sc.gov.br/webdocs/sie/instrucoes-normativas/instrucao_normativa_03_04.pdf. Acesso em: 11 de dez. 2023.

SIE. **Plano diretor rodoviário (PDR)**. 2008. Disponível em: <https://www.sie.sc.gov.br/planejamento-rodoviario>. Acesso em: 11 de dez. 2023.

SIE. **Macroprocessos de levantamento visual contínuo**. 2023. Disponível em: <https://www.sie.sc.gov.br/macroprocessos>. Acesso em: 11 de dez. 2023.

SIE. **Apresentação de levantamento visual contínuo**. 2022. Disponível em: <https://www.sie.sc.gov.br/webdocs/sie/applvc/apresentacaoetreinamentoapp-geino.pdf>. Acesso em: 11 de dez. 2023

SIE. **Manual de levantamento visual contínuo**. 2022. Disponível em: - https://www.sie.sc.gov.br/webdocs/sie/applvc/manual_atualizado_lvc.pdf. Acesso em: 11 de dez. 2023.

SIE. **Inventário do estado dos pavimentos**. 2022. Disponível em: - <https://www.sie.sc.gov.br/webdocs/sie/applvc/apresentacaodeconceitostecnicos-geman-diop.pdf>. Acesso em: 11 de dez. 2023

SIE. **Site com os dados do levantamento visual contínuo**. 2023. Disponível em: <https://mapa.sie.sc.gov.br/main/lvcmap>. Acesso em: 11 de dez. 2023

SIE. **Evolução histórica da SIE**. 2023. Disponível em: <https://www.sie.sc.gov.br/historia>. Acesso em: 11 de dez. 2023

SIE. **Mapa rodoviário**. 2023. Disponível em: <https://www.sie.sc.gov.br/mapoteca>. Acesso em: 11 de dez. 2023

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.

TREFF, L.; BATTISTELLA, L. R. **A Implementação de um PMO- Planejamento e Inovação na Modernização da Administração Pública**, 2017.7

UDESC. LABGES - Laboratório de tecnologias de gestão. **Institucional**, 2023. Disponível em: <https://www.udesc.br/esag/gruposdepesquisa/labges>. Acesso em: 03 de jan. de 2024.

VALERIANO, D. **Moderno gerenciamento de projetos**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

VALERIM, B. P. **Maturidade organizacional na utilização de análise de dados e big data nos processos de desenvolvimento de produtos e serviços**. Dissertação de mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 2022.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 6. ed., Rio de Janeiro: Brasport, 2005.