

Humberto Fernandes Moça Vasconcellos

MODELO DE OPERAÇÃO PARA RODOVIAS INTELIGENTES

Brasília

2017



Humberto Fernandes Moça Vasconcellos

MODELO DE OPERAÇÃO PARA RODOVIAS INTELIGENTES

Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Operações Rodoviárias, do Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Especialista em Operações Rodoviárias

Orientador: Prof. Flavio De Mori, Dr.

Brasília

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Vasconcellos, Humberto Fernandes Moça
Modelo de operação para rodovias inteligentes / Humberto
Fernandes Moça Vasconcellos ; orientador, Flavio De Mori,
2017.
73 p.

Monografia (especialização) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Curso de Especialização
em Operações Rodoviárias, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Operação Rodoviária. 3. Sistemas
inteligentes de transportes. I. De Mori, Flavio. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Especialização em
Operações Rodoviárias. III. Título.

Humberto Fernandes Moça Vasconcellos

MODELO DE OPERAÇÃO PARA RODOVIAS INTELIGENTES

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Especialista em Operações Rodoviárias” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Especialização em Operações Rodoviárias

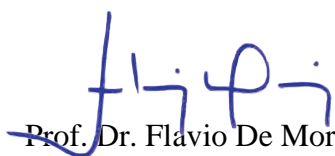
Brasília, 30 de junho de 2017.



Prof.^a Dr.^a Ana Maria Benciveni Franzoni

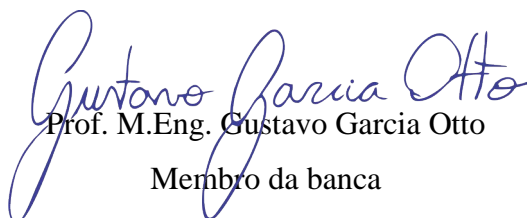
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Flavio De Mori

Orientador



Prof. M.Eng. Gustavo Garcia Otto

Membro da banca

Este trabalho é dedicado a minha esposa Valeska.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que me ajudaram na elaboração deste trabalho: Ao orientador Flavio De Mori, aos demais professores do curso, à equipe da Universidade Federal de Santa Catarina, aos colegas do DNIT, em especial a Sra. Alda Maria, minha fiel colaboradora na Coordenação de Administração e Finanças da SR/DNIT-ES, ao amigo Darly Prezotti pelo apoio ao longo do curso em Brasília e especialmente a minha família pela colaboração e compreensão pelos finais de semana que estive ausente.

O Gerenciamento Ativo de Tráfego evidencia-se hoje como uma das ferramentas mais completas disponíveis em termos de operação rodoviária. Sua avançada tecnologia, no entanto, requer que as etapas de sua implantação sejam investigadas antecipadamente, em detalhe, para melhores resultados (MATA, 2011).

RESUMO

O trabalho desenvolve os requisitos para a modelagem de um centro de gerenciamento e operação de transportes, visando uma futura aplicação nas rodovias administradas pelo DNIT, utilizando os recursos de Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS - Intelligent Transport Systems) e dos Centros de Gerenciamento de Transportes (TMC – Transportation Management Center), que integram a rede de informação, telecomunicação e controle de tráfego aplicadas na operação rodoviária, buscando otimizar seu desempenho, segurança, eficiência e impacto ambiental. Essa aplicação será desenvolvida através de intervenções de natureza operacional, sem investimento na infraestrutura física.

Palavras-chave: Sistemas inteligentes de transportes. ITS. Centro de gerenciamento de transporte. TMC.

ABSTRACT

The paper develops the requirements for the creation of a transportation management and operational center and its application on highways administered by DNIT, using the Intelligent Transport Systems (ITS) and the Transport Management Centers (TMC), which integrate the network of information technology, telecommunication and traffic control resources applied in the road operation, intending to optimize its performance, safety, efficiency and reduce environmental impact. This application will be developed through operational interventions without investment in the physical infrastructure.

Keywords: Intelligent transport systems. ITS. Transportation Management Center. TMC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Representação esquemática do Centro de Gerenciamento de Transporte	22
Figura 2	Funções do Centro de Gerenciamento	24
Figura 3	CCO da LAMSA - linha Amarela S/A no Rio de Janeiro	26
Figura 4	Gerenciamento dos Dispositivos ITS	29
Figura 5	Painel de Mensagem Variável	31
Figura 6	Sistema de detecção de imagem de vídeo.....	32
Figura 7	Posto Integrado Automatizado de Fiscalização (PIAF).....	54
Figura 8	Unidade Móvel Operacional - UMO	55
Figura 9	Desenvolvimento do Modelo de Operação.....	57
Figura 10	Integração de dados dos programas do DNIT	58
Figura 11	Arquitetura de implementação.....	59
Figura 12	Programação das atividades.....	60
Figura 13	Levantamento dos dados do segmento rodoviário.....	61
Figura 14	Desenvolvimento do sistema e da arquitetura ITS	62
Figura 15	Subsistemas ITS	63
Figura 16	Etapas da instalação operacional	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AET - Autorização Especial de Trânsito
ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações
ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres
CFTV – Circuito Fechado de Televisão
CNT – Confederação Nacional do Transporte
CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito
CTB – Código de Trânsito Brasileiro
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FHWA - Federal Highway Administration
GPS – Global Positioning System ou Sistema de Posicionamento Global
ITS – Intelligent Transport System ou Sistemas Inteligentes de Transporte
MAC – Media Access Control
PDNEP - Plano Diretor Nacional Estratégico de Pesagem
PIAF - Posto Integrado Automatizado de Fiscalização
PMV – Painel de Mensagem Variável
PNCT - Plano Nacional de Contagem de Tráfego
PNCV - Programa nacional de controle eletrônico de velocidade
PPV - Postos de Pesagem de Veículos
RENAVAM - Registro Nacional de Veículos Automotores
SAU – Serviço de Atendimento ao Usuário
SINIAV - Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos
TMC – Traffic Management Center
UMO – Unidade Móvel Operacional
VIDS – Sistema de Detecção de Imagem de Vídeo
WIM - Weigh in Motion ou Pesagem em Movimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	TEMA E PROBLEMA	15
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	17
1.4	METODOLOGIA	18
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2	CONCEITOS DO MODELO DE OPERAÇÃO RODOVIÁRIA	20
2.1	HISTÓRICO E EVOLUÇÃO.....	20
2.1.1	O modelo de administração e operação rodoviária	21
2.1.2	Principais desafios do centro de gerenciamento	21
2.2	O CENTRO DE GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE TRANSPORTE.....	22
2.2.1	Gestão de infraestrutura	24
2.2.2	Gestão de tráfego	25
2.2.3	Gestão de incidentes	26
2.2.4	Gestão de intervenção	27
2.2.5	Gestão de manutenção	28
2.3	OS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE.....	28
2.3.1	Painéis de Mensagem Variável (PMV)	30
2.3.2	Câmeras (CFTV)	31
2.3.3	Detectores de tráfego	32
2.3.4	SINIAV	33
2.4	OS REQUISITOS FUNCIONAIS DO MODELO DE OPERAÇÃO	35
2.4.1	Sistemas	35
2.4.1.1	Parâmetros iniciais	36
2.4.1.2	Arquitetura de controle	37
2.4.2	Localização e layout das instalações operacionais	38
2.4.3	Coordenação e operação integrada entre os atores envolvidos	39
2.4.4	Operação e manutenção do centro de gerenciamento	40

2.4.4.1	Carga de trabalho, cobertura e serviços	40
2.4.4.2	Estrutura organizacional	41
2.4.4.3	Necessidades de pessoal.....	42
2.4.4.4	Posições típicas do pessoal	42
2.4.4.5	Análise de desempenho operacional	44
2.4.4.6	Detecção e correção de falhas	44
2.4.5	Treinamento e documentação	45
2.5	AS NOVAS TECNOLOGIAS	46
2.5.1	Smart phones	46
2.5.2	Computação em nuvem	46
2.5.3	Conexão à internet 4G wireless.....	46
2.5.4	Veículos conectados.....	47
2.6	APLICAÇÃO DAS NOVAS TECNOLOGIAS	47
2.6.1	Comunicações de campo.....	47
2.6.1.1	Fibra óptica e internet 4G.....	47
2.6.1.2	Painéis de mensagens variáveis e sistemas de informação ao usuário	48
2.6.2	Coleta, gerenciamento, armazenamento e distribuição de dados.....	50
2.6.3	Monitoramento do tráfego	51
3	OS PROGRAMAS E SISTEMAS DE OPERAÇÃO RODOVIÁRIA DO DNIT.....	52
3.1	PROGRAMA NACIONAL DE CONTROLE ELETRÔNICO DE VELOCIDADE - PNCV.....	52
3.2	PLANO NACIONAL DE CONTAGEM DE TRÁFEGO - PNCT	52
3.3	PLANO DIRETOR NACIONAL ESTRATÉGICO DE PESAGEM – PDNEP	53
3.3.1	Posto Integrado Automatizado de Fiscalização – PIAF	53
3.3.2	Unidade Móvel Operacional – UMO.....	54
3.4	APLICATIVO DNIT MÓVEL.....	55
3.5	AUTORIZAÇÃO ESPECIAL DE TRÂNSITO - AET	56
4	MODELO DE OPERAÇÃO PARA RODOVIAS INTELIGENTES	57
4.1	PROGRAMAÇÃO DOS OBJETIVOS	58
4.2	PROGRAMAÇÃO DAS ATIVIDADES	60
4.2.1	Levantamento dos dados do segmento rodoviário	60
4.2.2	Desenvolvimento do sistema e da arquitetura ITS	61

4.2.2.1	Subsistema de análise de tráfego	63
4.2.2.2	Subsistema de modulação de velocidade	63
4.2.2.3	Subsistema de fiscalização de peso veicular	64
4.2.2.4	Subsistema de sinalização semafórica	64
4.2.2.5	Subsistema de informação ao usuário	64
4.2.2.6	Subsistema de vídeo monitoramento	64
4.2.2.7	Subsistema de telefonia de emergência (Call Box)	64
4.2.2.8	Subsistema de comunicação de dados	65
4.2.2.9	Subsistema de controle ambiental.....	65
4.2.3	Implantação, operação e manutenção dos equipamentos e sistemas	65
4.2.4	Desenvolvimento e modelagem do regime de operação.....	66
4.2.4.1	Módulo de gestão de infraestrutura.....	67
4.2.4.2	Módulo de gestão de tráfego	67
4.2.4.3	Módulo de gestão de incidentes	67
4.2.4.4	Módulo de gestão de intervenção.....	67
4.2.4.5	Módulo de gestão de manutenção	68
4.3	PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO.....	68
6	CONCLUSÃO	69
6.1	RECOMENDAÇÕES AO DNIT	70
	REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

As dificuldades historicamente vividas pelas atividades de transporte em nosso país, que remontam à crise mundial do petróleo, reduziram os investimentos no setor de infraestrutura, refletindo na construção de novas estradas e dificultando a manutenção das existentes, o que perdurou por quase trinta anos.

Segundo CNT (2016), a malha rodoviária federal, que representa um terço da malha nacional pavimentada, encontra-se desde então com uma extensão total em torno de 60.000 quilômetros. No mesmo período, entretanto, a frota nacional de veículos e caminhões, aumentou de dez para mais de oitenta milhões de veículos, que trafegam nas mesmas rodovias que existiam na década de 80.

Outro agravante no caso das rodovias federais é o fato de grande parte delas terem se convertido em corredores urbanos, com fluxos variando entre 20.000 e mais de 100.000 veículos diários, com recorrentes congestionamentos nas horas de pico, menos acessibilidade a serviços essenciais, forte concentração de acidentes, e uma dramática redução nos Índices de Desenvolvimento Urbano atribuídos a adensamentos urbanos que se alastram ao redor desses corredores, principalmente quando situados em regiões metropolitanas.

Acrescente-se que também muitas rotas de carga, nos principais acessos a instalações portuárias, mostram-se atualmente saturadas, tornando-se um grande empecilho à globalização do comércio, produção e operações “just-in-time” necessárias para a redução de estoques e custos. O baixo nível de serviço nessas rotas implica em impacto negativo nos custos operacionais das empresas, na duração das viagens e no compromisso com a mobilidade.

De acordo com Mantovani (2004), as mudanças para alterar este quadro da segurança viária no país dependem, principalmente, da garantia de prioridade política ao tratamento do problema, em qualquer nível governamental, à formação adequada de recursos humanos e técnicos para estudar e propor soluções, à universalização de programas de educação de trânsito e ao aumento da fiscalização sobre os condutores infratores.

Uma alternativa que pode mitigar estes problemas de mobilidade e urbanização desordenada às margens de nossos principais eixos viários, é a utilização de um modelo de operação rodoviária baseado em um centro de gerenciamento de transportes – TMC e dos Sistemas Inteligentes de Transporte - ITS, na forma de tecnologias de informação, comunicação e controle, melhorando o gerenciamento da operação das redes de transporte e auxiliando operadores e usuários a coordenarem suas decisões, antes e no curso de suas viagens.

As tecnologias baseadas em Sistemas Inteligentes de Transporte, também tem aplicação em trechos rurais de rodovias, como nos casos de controle do tráfego, modulação de velocidade e fiscalização de peso veicular, numa clara demonstração de como são importantes estas tecnologias aplicadas aos transportes, para fomentar a expansão da economia, movimentar pessoas e bens de forma mais eficiente e segura.

Segundo Piccinini (2013), a expressão Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS - Intelligent Transport Systems) engloba a combinação de tecnologia de informação, de comunicação e de controle, que aplicadas no domínio dos transportes, podem contribuir para o melhoramento do desempenho, da eficiência, da segurança e do impacto ambiental do mesmo.

Desta forma, informações relevantes, como a ocorrência de retenções em determinados trechos, por acidente, fluxo intenso, intervenções para obras de manutenção, eventos meteorológicos significativos, dentre outros, são tratados e disponibilizados através dos meios de comunicação com o usuário (painéis de mensagem variável, aplicativo móvel, site corporativo, rádio FM, redes sociais, etc.).

Acentue-se, por outro lado, a redução de investimentos hoje feitos apenas em infraestrutura, considerando-se que para um mesmo crescimento da demanda de tráfego em áreas metropolitanas, a alternativa de " ITS + construir " é 35% menos dispendiosa do que a de " construir somente" , afora a constatação de que as aplicações de ITS proporcionam , além de 20 a 30% de redução em acidentes, atrasos no tráfego, emissões e custos operacionais, uma relação de Benefício/Custo entre 2 e 8, que aumentará ainda mais no futuro se levada em conta a contínua redução dos custos das tecnologias de informação. (ITS BRASIL, 2015).

1.1 TEMA E PROBLEMA

O DNIT vem implementando nas rodovias federais vários programas de fiscalização e controle de tráfego de abrangência nacional.

O grande desafio é integrar as informações geradas por estes programas, e outros dados das rodovias, através do desenvolvimento de um centro de gerenciamento e operação de transportes, baseado na aplicação de recursos de sistemas inteligentes de transportes, que possibilite trabalhar de forma sistêmica e estratégica estas informações, distribuindo às partes afetadas, informando os usuários da rodovia, de forma a contribuir para a manutenção da segurança da via, a fluidez do tráfego e a consequente redução do número de acidentes e de sua gravidade.

Neste sentido uma dificuldade que se apresenta é a falta de integração destas informações, a dificuldade na obtenção das mesmas, e a precariedade no apoio à tomada de decisões por falta de embasamento e disponibilidades destas informações.

Da mesma forma, a impossibilidade de ações proativas que poderiam antecipar situações de risco, pelo acesso, de forma rápida, às informações precisas e atualizadas sobre o tráfego e as condições da via.

Verificamos que os problemas estão interligados e dependem primordialmente da obtenção dos dados, do tratamento dos mesmos e da sua disponibilização e integração com as partes interessadas.

Como aponta Darido (2012), os países em desenvolvimento têm que enfrentar uma série de entraves à execução de sistemas ITS, complicando o processo de implementação. Entretanto, o ITS existe há muitos anos, e os países desenvolvidos já realizaram testes significativo e fizeram os ajustes necessários para o seu perfeito funcionamento. Assim, não há necessidade de partirmos do zero, pois os modelos e arquiteturas podem ser utilizados como referência para o sistema ITS nacional. Isso é o que os especialistas chamam de “a vantagem dos retardatários”.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral é desenvolver o modelo de operação para rodovias inteligentes, definindo os seus requisitos e funcionalidades, para que seja possível a contratação dos projetos e serviços necessários para a implantação do centro de gerenciamento de transportes no âmbito do DNIT.

1.2.2 Objetivos específicos

O escopo do presente trabalho de conclusão do curso de especialização em operações rodoviárias será construído através de objetivos menores, a saber:

- Conceituar centro de gerenciamento e operação de transportes;
- Definir sistemas inteligentes de transporte e seus dispositivos;
- Estudar requisitos funcionais para a operação de sistemas ITS;

- Identificar novas tecnologias, dispositivos de comunicação e suas aplicações necessárias à operação de sistemas ITS;
- Apresentar as funcionalidades e benefícios em consonância com os programas apontados pelo DNIT;
- Conceituar e apresentar modelo de operação para rodovias inteligentes;
- Desenvolver os requisitos necessários para o modelo de operação, incluindo de forma ilustrativa a orçamentação e o cronograma de implantação e operação de um centro de gerenciamento e operação de transporte no âmbito do DNIT.

1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Com a operação do centro de gerenciamento e operação de transporte, teremos estabelecido um canal de comunicação direto, e em tempo real, com as instituições intervenientes, de modo a possibilitar maior celeridade na resposta do órgão aos usuários da rodovia e melhorar o nível do serviço prestado sociedade.

De acordo com Mata (2011), poderá haver consideráveis ganhos de capacidade nas rodovias congestionadas através de intervenções de natureza operacional, sem necessidade de se recorrer à sua ampliação física, e mais onerosa aos cofres públicos, apenas racionalizando e organizando melhor o uso do espaço disponível. Assim, iremos maximizar o aproveitamento da infraestrutura rodoviária existente no país.

Inúmeras rodovias brasileiras podem beneficiar-se dessa nova e importante ferramenta, capaz de melhorar a fluidez e a própria segurança do tráfego, em especial aquelas próximas dos grandes centros urbanos, sujeitas a importantes variações nos fluxos de veículos, quer sejam ao longo do dia, quer sejam em períodos sazonais ao longo do ano (MATA, 2011).

O centro de gerenciamento e operação de transportes, através da aplicação dos recursos de ITS, irá obter os dados de tráfego, centralizar as informações, dar o devido tratamento as mesmas e tomar as ações correspondentes. Assim, será possível disponibilizar as informações necessárias, bem como definir as medidas que deverão ser tomadas de acordo com a situação identificada. Agindo de forma proativa em situações de risco, mitigando conflitos, contribuindo para a melhor fluidez do tráfego nas rodovias monitoradas, reduzindo o tempo médio de viagem e mitigando acidentes.

Como aponta Marte (2012), no Brasil de hoje, cuja política de transporte ainda permanece pautada no modal rodoviário, e com a política de concessões de rodovias federais e

estaduais em desenvolvimento, é incontestável a necessidade cada vez mais premente da utilização de sistemas de ITS para melhorar a operação das rodovias.

Cumpramos ressaltar a relevância do desenvolvimento deste modelo, para a proteção da vida humana, dos milhares de usuários das rodovias brasileiras. Haja vista a redução no índice de acidentes que se espera alcançar com sua implantação.

1.4 METODOLOGIA

Como aponta Minayo (1994), a metodologia inclui as concepções teóricas de abordagem, o conjunto de técnicas que possibilitam a construção da realidade e o sopro divino do potencial criativo do investigador.

Nesse sentido, sob o prisma da análise qualitativa, com base na revisão da literatura e da pesquisa bibliográfica optamos por um recorte metodológico sobre o tema escolhido para a realidade do DNIT, e assim desenvolver o modelo de operação para a implantação do centro de gerenciamento e operação de tráfego.

Foram pesquisadas as soluções de ITS disponíveis, as dificuldades de implementação, os resultados esperados, os avanços tecnológicos, analisando a realidade do DNIT, via os programas já contratados e sua integração.

Trazendo para a realidade brasileira o Transportation Management Center - Concepts of Operation - Implementation Guide do Federal Highway Administration – FHWA (1999), construímos os requisitos funcionais do modelo de operação adequado à realidade do DNIT.

Em suma, foi realizada uma pesquisa qualitativa, cuja abordagem segundo Minayo (1994), “aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas”.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A introdução do tema, os problemas que desejam ser abordados, os objetivos, gerais e específicos, e a metodologia de desenvolvimento.

No Capítulo 2 iremos desenvolver o conceito do centro de gerenciamento e operação de transportes, suas definições, estruturação, as tecnologias de suporte existentes e os avanços tecnológicos que poderão impactar a operação do centro de gerenciamento.

No Capítulo 3 é apresentado um diagnóstico da situação atual dos programas e sistemas do DNIT, relacionados à área de operações rodoviárias, que podem de alguma forma serem integrados ao conceito do centro de gerenciamento proposto.

O Capítulo 4 apresenta a metodologia para a modelagem do regime de operação do centro de gerenciamento de transportes no âmbito do DNIT. É detalhada a programação dos objetivos e das atividades, e apresentada as funcionalidades desejadas no modelo, com vistas a sua contratação.

No Capítulo 5 apresenta-se a conclusão, as recomendações e sugestões para implantação do modelo de gerenciamento e operação para rodovias inteligentes proposto.

2 CONCEITOS DO MODELO DE OPERAÇÃO RODOVIÁRIA

A seguir é desenvolvido o tema em estudo, a partir da revisão da literatura. São abordados os conceitos e definições sobre centros de gerenciamento e operação de transporte, com seus usos previstos e funcionalidades desejadas. No final do capítulo são apresentadas as aplicações das novas tecnologias no modelo.

2.1 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO

Segundo Kluger (2013), os centros de gerenciamento e operação de tráfego começaram a surgir na década de 90 nos EUA a partir da utilização de tecnologias de sistemas inteligentes de transporte, pelos órgãos de trânsito, para que, em decorrência da baixa capacidade de expansão física da rede rodoviária, pudessem otimizar os recursos existentes em suas circunscrições rodoviárias.

De acordo com FHWA (1999), os centros não são uma ideia nova, e tão pouco se limitam a aplicação dos sistemas inteligentes de transporte. O controle de frota e os sistemas de sinalização de trânsito já adotam a central de controle de operações já a algum tempo.

A quantidade, o tamanho e a complexidade dos centros é que vem crescendo rapidamente. Estes centros realizam a gestão integrada do transporte, aplicando tecnologia de ponta no controle da operação rodoviária.

A implantação de um centro de gerenciamento precisa ser cuidadosamente planejada, haja vista o alto custo do investimento e sua alta visibilidade. Uma ferramenta importante nesse planejamento é o desenvolvimento do modelo de operações rodoviárias, para responder questões como: "O que queremos fazer?" e "Como o faremos?". Ele define as funções que o centro irá desempenhar.

Ainda conforme FHWA (1999), o modelo de operações é a análise detalhada da ideia inicial de implantação do centro de gerenciamento. Fornecerá orientações para que as aquisições subsequentes resultem no tipo de instalação e sistema que melhor atendam às necessidades do órgão gestor. Também assegurará que as necessidades operacionais do centro sejam consistentes com os recursos e políticas dos órgãos intervenientes. Ele é desenvolvido no início do processo de planejamento do transporte, recebe a contribuição das relações, papéis, necessidades, metas, planos e programas dos órgãos intervenientes. E fornece resultados importantes a serem utilizados na definição dos sistemas que o irão compor, no planejamento

das operações e na manutenção dos processos. Faz parte do seu escopo o planejamento do treinamento e a organização da documentação.

2.1.1 O modelo de administração e operação rodoviária

O CTB (2016), em seu anexo I, define operação de trânsito como sendo:

O monitoramento técnico baseado nos conceitos de engenharia de tráfego, das condições de fluidez, de estacionamento e parada na via, de forma a reduzir as interferências, tais como veículos quebrados, acidentados, estacionados irregularmente atrapalhando o trânsito, prestando socorros imediatos e informações aos pedestres e condutores.

De acordo com FHWA (1999), o modelo de operações define o que o centro de gerenciamento realiza e como ele vai realizá-lo, a partir da definição de suas funções (o que é realizado) e dos seus processos (como eles são realizados). Ele identifica as operações e a manutenção no centro, definindo os recursos sob sua responsabilidade. Detalha as interações que ocorrem dentro do centro e entre ele e seus parceiros (órgãos intervenientes) e clientes (usuários, motoristas, mídia, etc.) na gestão do tráfego.

2.1.2 Principais desafios do centro de gerenciamento

Segundo FHWA (1999), os principais desafios enfrentados pelo centro de gerenciamento estão relacionados as questões de tecnologia e as relações institucionais.

O centro de gerenciamento é altamente dependente de tecnologia para realizar sua missão. Suas áreas de cobertura podem abranger toda a malha rodoviária do estado ou mesmo um corredor rodoviário. Portanto, para monitorar as condições do tráfego e se comunicar com os dispositivos de ITS de monitoramento e controle, o centro demanda recursos modernos de comunicação e informática.

O volume de informação que chega para o centro de gerenciamento e que dele sai tem crescido significativamente em decorrência dos avanços tecnológicos. O acompanhamento destes avanços e a complexidade tecnológica dos sistemas que compõem o centro é um dos grandes desafios de sua gestão operacional.

A complexidade na integração destas tecnologias é fator crítico de sucesso. Mesmo as atuais tecnologias de ITS continuam proprietárias, e portanto, de difícil integração. Outro aspecto pode ser a necessidade de integração dos sistemas atuais com os sistemas legados.

A multiplicidade de interações institucionais necessárias para otimizar as operações de transporte é outro grande desafio do centro de gerenciamento. As condições ideais do tráfego dependem de múltiplos gerenciamentos. Os padrões de viagem exigem interação entre os modos de transporte, entre diferentes atores relacionados ao trânsito dentro de uma mesma jurisdição e também entre fronteiras jurisdicionais.

A cooperação entre os atores envolvidos deve fazer parte de todas as fases do centro de gerenciamento, desde o planejamento até sua operação e manutenção (FHWA, 1999).

2.2 O CENTRO DE GERENCIAMENTO E OPERAÇÃO DE TRANSPORTE

Pelo FHWA (1999), o centro de gerenciamento e operação de transporte é o núcleo do sistema de gestão de transportes. É onde as informações sobre a rede de transporte (malha rodoviária, sistema de sinalização de trânsito ou rede de veículos) são coletadas, processadas e combinadas com outros dados operacionais e de controle para produzir informações. A informação é então utilizada pelos operadores do sistema para monitorar as operações do sistema de transporte e iniciar estratégias de controle para efetuar possíveis intervenções na operação. É também onde os órgãos intervenientes podem coordenar suas respostas às situações e às condições do transporte. Além de ser o ponto focal para a comunicação de informações relacionadas com o transporte para a mídia e para os usuários da via. A Figura 1 traz a representação esquemática do centro com a coleta de dados seu processamento, as ações decorrentes e as informações produzidas.

Figura 1 - Representação esquemática do Centro de Gerenciamento de Transporte



Fonte: Adaptado pelo autor de FHWA (1999)

De acordo com KDOT (2005), conceitualmente os centros podem ser implantados de forma centralizada, distribuída, virtual ou de forma híbrida, que é a combinação delas. No modelo centralizado, o controle e gerenciamento é realizado a partir de um ponto central e

único. No modelo distribuído o controle é realizado no âmbito de cada superintendência regional, por exemplo. Através da operação remota, cria-se o conceito de centros virtuais, acessados a partir de estações de trabalho com o software adequado e permissões necessárias. A vantagem da abordagem virtual é evitar maiores investimentos para projetar, construir e operar várias instalações, além de reduzir a necessidade de criação de postos de trabalho em tempo integral dedicados à gestão dos transportes. A principal desvantagem de tal abordagem é que ela está baseada em linhas de comunicação mais robustas. Quanto ao modelo de operações, todas desempenham as mesmas funções e realizam as mesmas interações e movimentos de informação, variando apenas os métodos de comunicação.

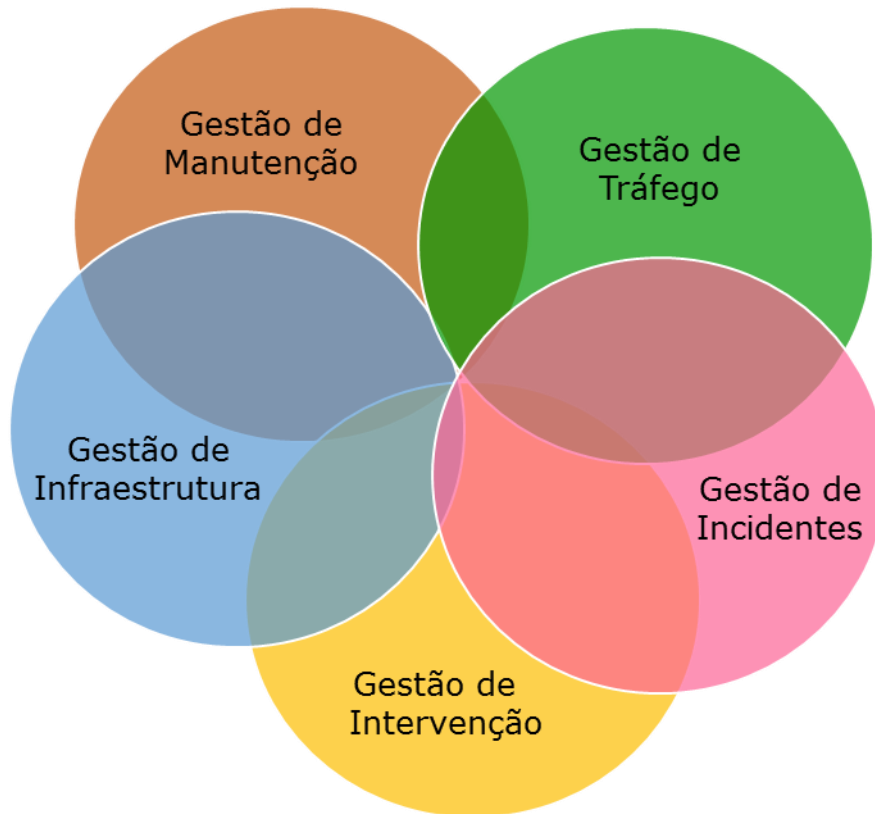
Como aponta Kluger (2013), os centros de gerenciamento de tráfego foram criados com os propósitos principais de melhorar a segurança dos usuários da rodovia e de reduzir o atraso no tempo de viagem. Estes podem variar de alertar as autoridades competentes de um acidente em tempo hábil, como alertar os motoristas sobre congestionamento ao longo do percurso. Outras funções incluem a coleta e o gerenciamento de dados.

Segundo FHWA (1999), ao desempenhar suas funções o centro proporciona uma melhor comunicação em todos os aspectos da gestão do transporte (planejamento, projeto, implementação, operação e manutenção). Ele coordena o compartilhamento de informações entre os atores envolvidos, que pode ocorrer a qualquer momento da operação, isto é, como parte do planejamento de eventos, durante um evento ou após o evento, neste caso funcionando como uma avaliação.

No planejamento de eventos, os órgãos intervenientes precisam ajustar as ações a serem executadas, identificando quem é responsável por cada ação e como a informação fluirá durante o evento. Durante o evento em si, precisam compartilhar informações sobre o que está acontecendo e como. Em uma análise pós-evento, um relato detalhado de como o evento transcorreu, identificando possíveis melhorias a serem alcançadas. Isso inclui eventos planejados, como desfiles por exemplo, e eventos não planejados como incidentes de trânsito.

Suas principais funções podem ser agrupadas para facilitar o gerenciamento das atividades e seu inter-relacionamento, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 – Funções do Centro de Gerenciamento



Fonte: Adaptado pelo autor de URS-The Traffic Management Center (TMC) of the future (2015)

2.2.1 Gestão de infraestrutura

É o monitoramento, com a periodicidade adequada, dos parâmetros da infraestrutura rodoviária. De forma a avaliar, preferencialmente em tempo real, seu estado de conservação, a qualidade do serviço entregue aos usuários da via e a correta utilização da infraestrutura pelos usuários, fornecendo elementos para a tomada de decisão tanto de investimentos de ampliação e manutenção da infraestrutura quanto atuação de usuários em condições não permitidas. Para tanto, através do monitoramento do volume de tráfego, com classificação veicular, determina o nível de serviço e demais parâmetros necessários para modelar a malha, assim como o serviço de monitoramento de peso veicular com a finalidade de reduzir risco aos usuários, bem como avaliar e proteger a vida útil da infraestrutura viária.

Suas principais ações são identificar a utilização inadequada do ativo rodoviário e acionar ações de campo para restringir, punir e coibir as práticas inadequadas.

Conforme Marte (2012), o pavimento é um dos principais insumos, em termos de custos, para o responsável pela rodovia. A operação de pesagem de veículos comerciais (por

exemplo caminhões) está inserida dentro de conceitos mais amplos de gerência e controle da deterioração de pavimento e de receita.

2.2.2 Gestão de tráfego

É o monitoramento e controle do fluxo de tráfego pelo centro de gerenciamento. Atua na otimização da capacidade da via através de estratégias ativas de controle de tráfego.

Conforme aponta Marte (2012), essa é a função primordial na operação, pois visa garantir fluidez de tráfego, segurança e controle de situações de emergência, em qualquer ponto ao longo da rodovia. Entre as suas atribuições básicas destacam-se: supervisão contínua do tráfego, ações de engenharia, operacionais e educativas.

Contempla o conjunto de equipamentos, produtos e serviços seja em campo ou no centro de gerenciamento responsáveis por controlar de forma mandatória o tráfego nas vias. Este módulo do centro é responsável por adicionar restrições ao comportamento dos usuários da via.

Segundo FHWA (1999), a gestão de tráfego realiza o controle e operação da rede semafórica, monitorando e controlando o fluxo de tráfego nas vias sinalizadas, e suas condições operacionais. O centro de gerenciamento pode ajustar os planos de temporização dos semáforos ou alterar o modo de operação de um ou mais semáforos.

Utiliza os recursos de modulação de velocidade, para induzir, por exemplo, a aplicação de uma determinada velocidade, seja de forma coercitiva com a aplicação de radar, ou através de sugestão com utilização de painel de mensagem variável ou outro sistema de disseminação de informação, ou restringindo fluxo, como é o caso do controle semafórico quando aplicado em malha rodoviária.

Também pode na comunicação com a gestão de manutenção, disparar recursos de manutenção para resolver problemas na rede semafórica ou através da gestão de intervenção e/ou gestão de incidentes solicitar o apoio dos agentes de trânsito para direcionar o tráfego no caso de um cruzamento semaforizado tornar-se inoperável.

Suas principais ações são aplicar o controle de tráfego para promover a segurança, manter a fluidez de tráfego em pontos críticos e forçar respeito aos parâmetros de velocidade de vias em trechos críticos para aumentar a segurança e fluidez.

A Figura 3 traz o Centro de Controle Operacional (CCO) da concessionária LAMSA - linha Amarela S/A no Rio de Janeiro.

Figura 3 – CCO da LAMSA - linha Amarela S/A no Rio de Janeiro



Fonte: <http://www.lamsa.com.br> (2016)

2.2.3 Gestão de incidentes

De acordo com FHWA (1999), o centro de gerenciamento trabalha na prevenção e na resposta a incidentes. Através da gestão de incidentes atua na detecção, verificação e gestão ativa dos incidentes que possam implicar na redução da capacidade da via.

De forma preventiva, o centro trabalha para evitar situações que potencializem a ocorrência de incidentes. As abordagens comuns incluem: Monitoramento das condições da via, controle das situações de risco, retenções e congestionamentos, acionamento de veículo de assistência (guincho), gestão da interrupção de tráfego com fechamento de pista e envio de recursos para reparar danos rodoviários ou remover detritos e no fornecimento de elementos para investigação de acidentes.

Na resposta a incidentes, o centro atua para reduzir o impacto de um incidente já ocorrido. O principal componente é o rápido restabelecimento das condições normais de trafegabilidade da via e mitigação do impacto do incidente ao tráfego (redução do número de faixas fechadas e criação de rotas alternativas), liberação da via por afastamento do incidente com a remoção, se possível, e limpeza da via. O gerenciamento de incidentes também inclui o fornecimento de informações aos viajantes sobre o incidente, visando reduzir o número de veículos atrasados pelo incidente e minimizar a possibilidade de ocorrência de incidentes secundários (FHWA, 1999).

Contempla o conjunto de equipamentos, produtos e serviços seja em campo ou no centro de gerenciamento responsáveis pelo monitoramento extensivo da malha viária visando identificar no menor tempo possível incidentes viários que impliquem em algum tipo de ação de operação rodoviária imediata seja para manutenção da segurança viária (acidentes, problemas não previstos na infraestrutura, condições climáticas e outros), ou questões de segurança pública (suporte a operações policiais e monitoramento com identificação de veículos para operações coordenadas de segurança na rodovia), ou qualidade de serviço oferecida ao usuário das vias (suporte operacional a problemas individuais de usuários que não impliquem em grande aumento do risco aos demais usuários ou ao ativo público, como problemas mecânicos de veículos fora das faixas de rolamento ou outro tipo de suporte humanitário).

Suas principais ações são o envio, com alto desempenho de tempo de atendimento, de equipes ao campo para intervir sobre o incidente. Por exemplo, enviando equipes de operação rodoviária, com ou sem operação de guincho, para isolar o efeito do incidente e sinaliza-lo com eficiência ou enviando equipe de bombeiros, ou paramédico para atendimento de saúde, ou enviando equipe policial, etc.

2.2.4 Gestão de intervenção

Compreende o conjunto de equipamentos, produtos e serviços seja em campo ou no centro de gerenciamento, responsáveis por auxiliar com segurança, qualquer tipo de intervenção na via, tanto intervenções de longa quanto de curta duração, planejadas ou não. Este módulo tem alta interação com a gestão de incidentes, mas se diferencia dele por ser responsável também no tratamento das intervenções planejadas. O seu principal objetivo é realizar a sinalização de emergência com eficiência, de forma que a infraestrutura de ITS e os equipamentos da rodovia estejam adaptados às consequências da intervenção para minimizar os efeitos não planejados que possam comprometer a segurança e a fluidez do tráfego. Os principais elementos deste módulo são a sinalização variável, como painéis de mensagem variável móveis, e demais elementos de sinalização, juntamente com a mobilização da equipe de campo responsável por sua operação.

Sua principal ação é gerenciar as equipes de operação rodoviária (com ou sem operação de guincho) para sinalizar adequadamente o incidente/intervenção isolando-o com eficiência.

De forma que cada obra ou intervenção possa ser acompanhada de uma operação paralela de gestão de intervenção responsável por realizar a disseminação de informação sobre a intervenção tanto a nível local, através de painel de mensagens variáveis e elementos de sinalização vertical, quanto nos demais meios de comunicação ao usuário, além de isolar fisicamente a intervenção/incidente dos usuários da malha.

2.2.5 Gestão de manutenção

Compreende o conjunto de equipamentos, produtos e serviços relacionados à manutenção dos equipamentos e dos demais módulos do centro de gerenciamento. Tem como característica a intenção administrativa de separar a operação da malha viária, em termos de processos e equipes, da manutenção propriamente dita. Isso separa as competências necessárias em engenharia de tráfego para o correto controle e operação da malha, da manutenção física dos elementos constituintes do sistema inteligente de tráfego

Utiliza software de monitoramento dedicado para cada tipo de equipamento permitindo a geração de relatórios detalhados e a alteração de configurações e parâmetros de execução, para assim otimizar a manutenção corretiva, preventiva e preditiva

Sua principal ação é detectar em tempo real qualquer problema ou falha nos equipamentos, e disponibilizar a equipe de manutenção para solucionar a falha com baixo tempo de atendimento, trabalhando em conjunto com a equipe responsável pela gestão de intervenção nos casos em que a falha possa comprometer a segurança dos usuários da via.

2.3 OS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

De acordo com Marte (2012), no Brasil, ITS são normalmente denominados de Sistemas Inteligentes de Transportes. É um conjunto de equipamentos e sistemas de monitoramento de tráfego utilizados nas rodovias. A implantação de ITS em rodovias é o ato de dotá-las de equipamentos e sistemas que ajudam e agilizam a operação da mesma e o atendimento dos usuários, permitem a comunicação entre o operador da rodovia e seus usuários e fornecem informações gerenciais para os gestores. Estes equipamentos são instalados ao longo da rodovia, em postos de operação e fiscalização, e os sistemas que coletam os dados e controlam estes equipamentos ficam localizados no CCO.

O centro de gerenciamento e operação de transportes depende dos recursos do sistema inteligente de transporte para executar as tarefas para as quais foram criados. A arquitetura ITS

irá definir a infraestrutura necessária, podendo ser implementada tanto em zonas urbanas como rurais.

Conforme aponta Kluger (2013), os dispositivos gerenciados incluem painéis de mensagem variável (PMV), câmeras de circuito fechado de televisão (CFTV), detectores Bluetooth, câmeras de detecção de vídeo (VIDS), veículos conectados (TAG-SINIAV), dentre outros. Todas estas tecnologias ajudam o centro de gerenciamento a realizar as suas tarefas de forma eficiente e com o melhor de sua capacidade. A Figura 4 traz uma representação esquemática do gerenciamento dos dispositivos ITS como câmeras, CFTV, TAG-SINIAV, central semafórica, smart phone, PMV fixo e portátil, equipe de operação e sítios eletrônicos. Apresenta os fluxos de informação gerenciados pelo centro, na cor amarela as informações que chegam do campo para o centro e na cor verde o fluxo de informação que sai do centro.

Figura 4 – Gerenciamento dos Dispositivos ITS



Fonte: Adaptado pelo autor de <http://www.trafikstockholm.com> (2017)

Segundo KDOT (2005), a implantação da infraestrutura ITS é priorizada ao longo das principais rotas de viagem e das principais rotas de veículos de carga, bem como nas áreas críticas com altas taxas de acidentes ou com necessidade de reforço na segurança viária.

De acordo com FHWA (1999), vários fatores são determinantes para definição do local mais apropriado para instalação dos dispositivos ITS. Precisam ser considerados: O volume de tráfego, o volume de veículos de carga, os locais concentradores de acidentes, a disponibilidade de fonte de energia e de infraestrutura de comunicação, a segurança e a necessidades extra de pessoal no local. Nas obras de manutenção e nos projetos de reconstrução, recomenda-se que os dispositivos possam ser instalados em locais temporários à medida que a construção progride, e sejam instalados em locais permanentes, uma vez concluída a construção.

A ANTT (2009), através da Resolução nº 3.323, de 18 de novembro de 2009, define ITS como:

Um conjunto de equipamentos e sistemas de monitoramento de tráfego utilizados nas rodovias federais concedidas, desde os equipamentos e sistemas de coleta de dados, monitoramento e sensoriamento instalados ao longo das rodovias, equipamentos e sistemas de monitoração de tráfego instalados em postos de operação e fiscalização localizados nas rodovias e equipamentos e sistemas instalados nos Centros de Controle Operacional das concessionárias, sejam eles de coleta de dados ou de gestão operacional e demais Centros de Controle com os quais esses sistemas trocam informações.

Os principais tipos de recursos da infraestrutura ITS disponíveis no mercado, e suas funcionalidades são descritos a seguir.

2.3.1 Painéis de Mensagem Variável (PMV)

Como indica Kluger (2013), os painéis de mensagem variável são utilizados para exibir mensagens para os condutores que passam em determinado ponto da rodovia, podem ser do tipo fixo ou móvel. Os fixos são os mais comuns ao longo das rodovias. Eles exibem frequentemente tempos de viagem para certos destinos e saídas, avisos sobre condições meteorológicas ou notificação de acidente, incluindo tempo de retenção ou de atraso. Os painéis de mensagem variável do tipo móvel são normalmente utilizados nos trechos em obra ou nas interdições programadas de pista, com informações que alertam os condutores das mudanças na rodovia.

O uso do tipo fixo é preferível ao portátil, nas situações que necessitam da informação do centro de gerenciamento durante todo o ano. O móvel é mais utilizado em situações temporárias.

Segundo KDOT (2005), os painéis de mensagem variável devem estar localizados ao longo dos principais corredores rodoviários, antes de grandes cruzamentos e de pontos de decisão para desvio por rotas alternativas. Os locais para instalação devem ser cuidadosamente

selecionados para garantir a máxima visibilidade da mensagem. Por exemplo, locais em curvas horizontais ou verticais devem, se possível, serem evitados. A instalação aérea deve ser considerada nas rodovias com várias faixas de tráfego e com altos volumes de caminhões.

A Figura 5 traz um exemplo de utilização de painel de mensagem variável do tipo fixo.

Figura 5 – Painel de Mensagem Variável



Fonte: <http://www.douradosagora.com.br> (2016).

2.3.2 Câmeras (CFTV)

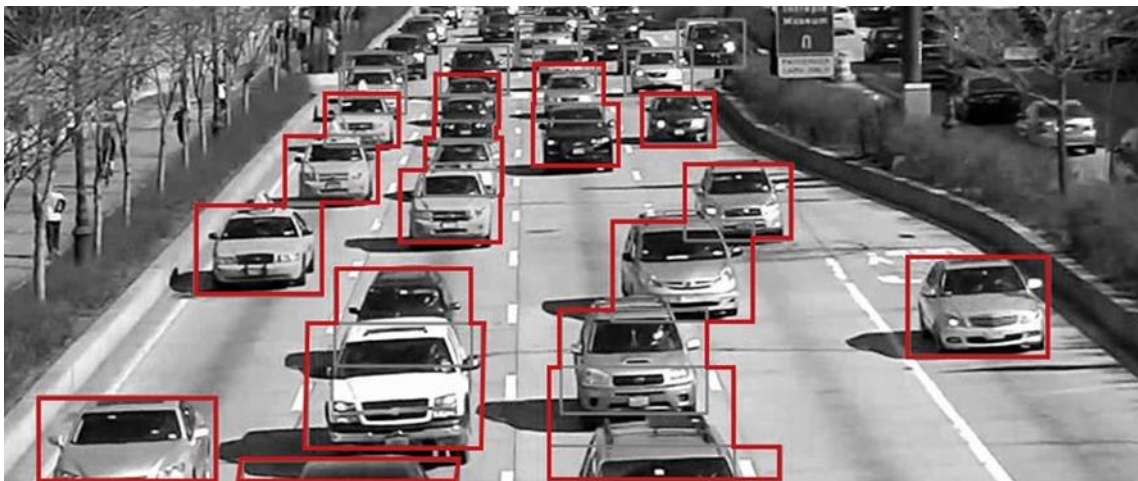
Como aponta Kluger (2013), as câmeras de CFTV retransmitem imagens dos segmentos monitorados da rodovia para o centro de gerenciamento, permitindo que os operadores possam observar manualmente o tráfego. Dentro do centro, existem monitores que exibem essas imagens. As câmeras podem ser giradas ou terem suas imagens ampliadas manualmente, para que os operadores consigam ver grandes segmentos sem a necessidade de um maior número de câmeras. Elas são utilizadas para ajudar a relatar acidentes e monitorar os atrasos decorrentes. Informes de acidentes são verificados com ajuda das câmeras CFTV e, em seguida, as informações são passadas para os condutores através dos painéis de mensagem variável e dos sistemas de informação ao usuário.

De acordo com KDOT (2005), a instalação das câmeras de CFTV deve ocorrer preferencialmente nos principais cruzamentos, nos locais concentradores de acidentes e em locais que operam com infraestrutura crítica, para possibilitar o monitoramento do tráfego e os impactos associados a incidentes e eventos. O CFTV também pode ser instalado em zonas de trabalho para observar os impactos no tráfego em determinados horários e informar ao centro de gerenciamento. Nas áreas urbanas, o CFTV deve ser implementado de forma a possibilitar a cobertura contínua da rodovia.

Segundo Kluger (2013), com o avanço da tecnologia e dos recursos de comunicação sem fio, o CFTV também pode ser disponibilizado em veículos, ou mesmo em drones ou ARPs (Aeronaves remotamente pilotadas), enviados para áreas de incidentes e eventos para gerenciar os impactos no tráfego. Nas áreas urbanas, CFTV deve ser colocado entre nas interseções e cruzamentos para fornecer cobertura contínua da rodovia.

A Figura 6 traz um exemplo de imagem CFTV com sistema de detecção de imagem de vídeo (VIDS).

Figura 6 – Sistema de detecção de imagem de vídeo



Fonte: <http://www.dataprom.com> (2016).

2.3.3 Detectores de tráfego

Como aponta KDOT (2005), os detectores de tráfego atuam na detecção de incidentes e na coleta de dados para informação ao usuário, como velocidade, tempo de viagem e nível de congestionamento. Recomenda-se que esses dispositivos sejam alterados para dispositivos em tempo real e que sejam implementados nas rotas prioritárias.

Segundo Kluger (2013), a tecnologia de detecção automática é crucial para as operações do centro de gerenciamento. Os dois principais tipos de detectores são os sensores e

os rastreadores. Os sensores são mais comuns, e geralmente são menos precisos do que os rastreadores. Os rastreadores podem receber informações mais detalhadas, mas exigem algo para rastrear, como um celular. Os detectores de laço, as câmeras e os dispositivos bluetooth são os principais sistemas de detecção atualmente em uso. Os detectores são normalmente utilizados para a coleta de dados e para o controle de semáforos atuados em tempo real.

Os detectores de laço são sensores utilizados para coletar dados de velocidade e ocupação. São circuitos fechados que criam campos magnéticos sobre o local de detecção. Quando objetos metálicos passam sobre o laço, eles são detectados por mudanças no campo magnético. São precisos, mas por estarem instalados no pavimento, a cada instalação ou manutenção do laço, o pavimento precisará ser recuperado.

Ainda de acordo com Kluger (2013), os detectores Bluetooth são receptores instalados na rodovia que detectam a presença de telefones e outros dispositivos portáteis com recurso Bluetooth ativado. Eles podem ser usados para determinar a velocidade e a localização. Os dispositivos atribuem um endereço MAC, endereço físico associado à interface de comunicação para conectar um dispositivo à rede, completamente anônimo ao dispositivo Bluetooth que ele lê. O endereço MAC é rastreado à medida que passa pelos vários receptores e os tempos de viagem permitem que se obtenham as velocidades. Em média, ele lê cerca de 1 em cada 20 veículos que passam pelo dispositivo. Com estas informações os operadores no centro de gerenciamento podem monitorar a velocidade e procurar alterações nos padrões de tráfego.

Sistemas de detecção de imagens de vídeo (VIDS), ou câmeras de detecção de vídeo, são tecnologias de detecção de sensores, colocados ao longo de rotas monitoradas que coletam automaticamente dados dos veículos que passam. As imagens geralmente não são gravadas, mas os dados de volume e velocidade são transmitidos de volta para utilização pelo centro de gerenciamento. Os dados coletados são processados e utilizados como entrada para os painéis de mensagem variável, ou outras fontes de dados da informação ao usuário. VIDS também pode alertar automaticamente os centros de gerenciamento sobre veículos parados na via, para que possam ser verificados com as câmeras CFTV (KLUGER, 2013).

2.3.4 SINIAV

O CONTRAN (2006), através da Resolução N° 212, instituiu em todo o território Nacional o Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV.

O SINIAV, baseado em tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID), é composto por placas eletrônicas instaladas nos veículos (TAG), antenas que recebem e

transmitem dados às placas eletrônicas instaladas nos veículos no momento da passagem dos mesmos pela área de abrangência das antenas e por centrais de processamento com sistemas de apoio para a transmissão e processamento de dados.

As placas eletrônicas irão armazenar as informações de identificação dos veículos, como: Número serial único, número da placa do veículo, número do chassi e o Código RENAVAM (CONTRAN, 2006).

De acordo com o site governamental PORTAL BRASIL (2012), o objetivo do SINIAV é facilitar o controle e a fiscalização do tráfego no território brasileiro por meio de monitoramento em tempo real. O sistema abrangerá todos os veículos em circulação, e permitirá a conectividade das informações contidas na placa eletrônica instalada entre diversos órgãos públicos e entidades privadas.

De acordo com a AUTOFIND (2017), fabricante de equipamentos homologada pelo DENATRAN, os principais resultados do SINIAV nas áreas de gerenciamento de trânsito, fiscalização de trânsito, segurança pública e receitas acessórias, compreendem:

A) Gerenciamento de Trânsito

Disponibilização de informações on-line sobre as condições de tráfego das vias monitoradas;
Detecção automática de anomalias de tráfego;
Controle de velocidade e tempos de percurso nas vias estratégicas;
Contagem classificada de veículos;
Matriz de origem e destino de viagens motorizadas;
Identificação e rastreamento de veículos cujo tráfego requeira tratamento especial (cargas perigosas, superpesadas, veículos especiais, ambulâncias,...);
Disponibilização de relatórios e estatísticas para gestão de trânsito.

B) Fiscalização de Trânsito

Identificação de irregularidades administrativas e/ou fiscais com processamento on-line das informações, análise de consistência e validação de dados de infrações de trânsito com possível emissão dos respectivos autos de infração;
Identificação dos veículos que passam pelos Subsistemas de Leitura de Placas possibilitando a fiscalização de rodízios, zonas de restrição de circulação, faixas exclusivas, etc.;

Disponibilização de relatórios e estatísticas de atuação; informações on-line sobre as condições de tráfego das vias monitoradas.

C) Segurança Pública

Identificação on-line de veículos com registros de ocorrências como roubo, sequestro e sinistros com processamento on-line das informações, análise de consistência e envio para central de monitoramento;
Identificação e prevenção de clonagem de veículos;
Geração e distribuição automática de lista de exceções para todos os Subsistemas de Leitura de Placas instalados;
Acionamento automático de apoio tático policial através de alertas eletrônicos emitidos;

Disponibilização de relatórios e estatísticas de registro de passagens com ocorrência.

D) Receitas Acessórias

Utilização das posições do mapa de memória destinadas à área privada;

Utilização da Placa de Identificação Veicular Eletrônica como meio de pagamento;

Integração com sistemas de logística e transporte de cargas;

Utilização da Placa de Identificação Veicular Eletrônica para cobrança de pedágios urbanos ou em rodovias.

Apesar da previsão inicial de implantação do SINIAV não ter se concretizado nos prazos inicialmente previstos, trata-se de uma aplicação nacional da tecnologia dos veículos conectados de grande importância para o controle e monitoramento de tráfego.

2.4 OS REQUISITOS FUNCIONAIS DO MODELO DE OPERAÇÃO

O modelo de operações do centro de gerenciamento trata de uma ampla gama de requisitos funcionais relacionados com a operação e a manutenção do centro e os seus sistemas.

O padrão sugerido já foi desenvolvido por FHWA (1999), e a partir de sua adaptação, serão construídos os requisitos funcionais do modelo de operação adequado à realidade do DNIT, nos tópicos tratados a seguir.

2.4.1 Sistemas

De acordo com FHWA (1999), o dimensionamento dos sistemas, o planejamento das operações e o dimensionamento físico do centro de gerenciamento e operação de transportes depende dos fatores relacionados às demandas do centro, como o número de ocorrências na rodovia por dia, o número de acessos existentes, o número de interseções semaforizadas, o volume de tráfego diário, as principais rotas. Outros fatores como a extensão da malha rodoviária abrangida, também são relevantes, mas a demanda pelos serviços do centro, ou seja, sua carga de trabalho é sempre mais relevante para o dimensionamento de sua capacidade.

Com um maior nível de detalhamento, o limite da capacidade do centro de gerenciamento pode ser estabelecido através de parâmetros como o número de incidentes geridos ativamente, o número de incidentes detectados mas que não requerem gestão ou o número de incidentes relatados mas não confirmados.

Outro importante parâmetro de desempenho do sistema, é o tempo de atendimento, que pode ser determinado pelo tempo total de atendimento a uma ocorrência, ou como o tempo necessário para detectar, verificar e implementar uma resposta.

Para melhorar a efetividade dos atendimentos, os incidentes precisam estar classificados por categorias, separando os incidentes com ou sem vítimas, por exemplo.

A confiabilidade e disponibilidade do sistema, assim como outros parâmetros de desempenho, deve estar definida no modelo de operações em níveis aceitáveis, factíveis e operacionais (FHWA, 1999).

2.4.1.1 Parâmetros iniciais

Segundo FHWA (1999), a descrição das funções desenvolvidas pelo centro de gerenciamento fornece a base sobre a qual todos os parâmetros físicos, operacionais, de sistemas e de desempenho estão baseados. A descrição funcional deve ser realizada de cima para baixo, começando com o mais genérico (gestão de tráfego, gestão de incidentes, gestão de infraestrutura, gestão de intervenção e gestão de manutenção) e ir progressivamente detalhando em níveis mais específicos.

A unidade organizacional responsável para cada função deve ser definida, bem como os recursos necessários para executar cada processo.

A modelagem do sistema começa pela definição do nível de automação necessário. Existe uma relação direta entre o grau de automação e as necessidades de equipamentos, computadores, recursos de comunicação e rede de dados.

Uma das decisões mais críticas no modelo de operações é estabelecer o nível e o tipo de automação que será disponibilizado à equipe de operações para executar suas funções. Como em qualquer processo e sistema de informação, o grau de automação eficaz define o número, a carga de trabalho e as qualificações da equipe, e portanto, determina o volume de transações que podem ser realizadas com confiabilidade. Além disso, o grau de automação influencia diretamente na qualidade e consistência das ações da equipe.

Os documentos iniciais com os parâmetros do sistema são determinados a partir dos serviços aos usuários identificados na arquitetura ITS do centro de gerenciamento. Com base na arquitetura do sistema, os requisitos podem ser detalhados até o nível de fluxo de dados, e os elementos de dados podem ser identificados usando os padrões do dicionário de dados. Para os documentos iniciais não é necessário esse nível de detalhamento, já que os mesmos devem focar nas funções que os sistemas executam.

As decisões relacionadas aos fatores humanos aplicadas no modelo de operações têm impacto significativo sobre as instalações, a equipe e os componentes do sistema. Algumas decisões, como o uso de tecnologia de reconhecimento de voz, a utilização de vídeo em janelas na estação de trabalho ou o uso de aparelhos ou fones de ouvido para comunicações de rádio e telefone podem ter impactos consideráveis na eficácia do ambiente de trabalho, no custo e no tempo de implementação do sistema.

Cada ação impacta o tempo e o esforço requerido pelo operador para executar uma função, bem como a qualidade e a consistência do seu desempenho (FHWA, 1999).

2.4.1.2 Arquitetura de controle

A partir de FHWA (1999), o modelo de operações apresenta os vários elementos da arquitetura de controle e como eles são realizados. O nível primário da arquitetura de controle não é apenas a definição do responsável por determinada ação, mas também como os atores envolvidos compartilham o acesso aos recursos comuns e quem pode executar ações críticas em circunstâncias fora do padrão (como operações de emergência).

Os níveis de segurança do sistema são definidos através de abordagens em vários níveis de acesso, onde cada indivíduo é identificado para um ou mais níveis dentro de uma série de níveis de segurança. Normalmente, cada camada tem privilégios e prioridades no acesso aos dispositivos e funções do sistema, que também define explicitamente a quais sistemas ele tem acesso e sobre quais funções tem controle.

O modelo de operações identifica a posição do pessoal e os cargos responsáveis por cada uma das funções do sistema, bem como as interações entre o pessoal durante o trabalho. Essa interação é realizada pelo compartilhamento de informações, pela transferência de responsabilidades de um indivíduo para outro, pela simples solicitação de informações ou ação de outra pessoa, pela solicitação de autorização ou outra forma de decisão para uma determinada ação e no momento de desenvolver uma resposta conjunta.

A divisão de responsabilidades entre a equipe pode ocorrer por função, por nível de responsabilidade ou por distribuição geográfica.

O modelo de operações deve identificar as funções a serem executadas no suporte de cada dispositivo de campo, e como cada dispositivo é usado como uma ferramenta para executar as funções do sistema.

O projeto de informática e de comunicação de dados analisa o grau de integração dos dados e de controle das aplicações. As aplicações não integradas podem implicar em retrabalho

e informação em duplicidade. Motivo pelo qual deve-se evitar dentro do possível sistemas proprietários.

Uma situação comum que surge em decorrência da falta de integração entre plataformas são os centros de gerenciamento que hospedam sistemas antigos de legado, com sistemas mais recentes e modernos. Muitas vezes, o sistema herdado é caro e difícil de portar para uma nova plataforma, uma vez que em muitos casos o código fonte do software pode não estar disponível. Assim, o órgão gestor enfrenta o desafio de operar dois sistemas separados na mesma sala de controle (FHWA, 1999).

2.4.2 Localização e layout das instalações operacionais

Conforme FHWA (1999), existem muitos elementos do modelo de operações que são requisitos na seleção da localização, do layout e do tamanho da instalação. É complexo determinar uma área ideal baseada apenas na área de cobertura ou nas funções desempenhadas no centro de gerenciamento e operação de transportes, outros aspectos precisam ser considerados.

Quando o centro de gerenciamento está localizado em uma região central da sua área de responsabilidade, o seu funcionamento é melhor do que em locais afastados. O acesso conveniente à rede rodoviária principal é importante. Isto é mais relevante nos casos do centro hospedar instalações de manutenção, ou de patrulha, ou mesmo outra função na qual a frota fique estacionada no centro. A via de acesso também é importante, particularmente se as áreas de escape ou os raios de curvatura são restritos. O estacionamento adequado também é importante.

O espaço necessário para o centro é definido a partir das funções que serão executadas, não apenas as funções essenciais, mas também aquelas que os demais órgãos intervenientes irão executar.

Ainda segundo FHWA (1999), a possibilidade de comparação com outros centros auxilia na definição da área necessária para cada função. O número e a organização dos operadores na sala de controle e os tipos de recursos de informática e sistemas de vídeo devem ser comparados. Da mesma maneira, as áreas de apoio, tais como salas de computadores e comunicações, áreas de projeção para os sistemas de vídeo, áreas de laboratório e de manutenção, áreas de visitantes e áreas de planejamento.

O layout das instalações considera não apenas quais funções são executadas, mas como elas são executadas. O modelo de operações identifica as interações comuns dentro do centro

de gerenciamento. Assim, o modelo é uma ferramenta útil para traçar os padrões de movimento e comunicação dentro da instalação. A partir desses padrões, a definição do layout, o fluxo de pessoas e dos ativos podem ser otimizados, a segurança apropriada é mantida e o ruído e os distúrbios de movimento minimizados.

O inverso dessa situação também se aplica, o modelo de operações pode ser limitado pelo espaço disponível. Se houver espaço limitado para o operador, o modelo deve refletir o aumento da automação, que permitirá aos operadores gerenciar grandes bases de ativos. Se o espaço não estiver disponível, o conceito deve refletir um método de operação remota, no qual a equipe possa interagir por meio de transmissão de voz, dados e imagem.

No planejamento do espaço requerido, deve ser previsto a necessidade de expansão, se possível de forma simultânea à operação.

As funções de manutenção estão relacionadas às comunicações, instalações elétricas, veículos, instalações prediais, ventilação e refrigeração, segurança e requisitos de armazenamento que suportam a gestão de manutenção do modelo de operações.

O processo através do qual a manutenção identifica ou é notificado de avarias, como o diagnóstico ocorre, como o equipamento é removido da área operacional, testado, reparado e substituído, e como as operações podem continuar suas funções sob condições parciais de funcionamento ou de dispositivos, precisam estar contemplados no modelo de operações.

A criação e o acompanhamento dos requisitos para o processo de integração, são componente essencial do modelo de operações para avaliar a integração dos sistemas. A integração é mais do que o processo de "conectar e testar", por envolver a união de hardware, software e comunicações em uma única entidade funcional. Em particular, o modelo de operações deve tratar da interação da integração do sistema com a operação (FHWA, 1999).

2.4.3 Coordenação e operação integrada entre os atores envolvidos

Como aponta FHWA (1999), a coordenação e a cooperação dentro e fora do centro de gerenciamento são essenciais para cumprimento de sua missão. O modelo de operações deve identificar o papel de cada órgão interveniente, e dos parceiros na realização da missão, visão e objetivos do centro de gerenciamento, passando a níveis sucessivamente mais detalhados dos métodos através dos quais os atores interagem. A análise busca responder aos seguintes questionamentos:

- Quais circunstâncias necessitam de interação?
- Entre quem ocorre a interação (Quais organizações, e em que níveis)?

- Como ocorre (pessoalmente, telefone, rádio, e-mail)?
- O que compõe a interação (Que informação, qual solicitação)?
- Como cada ator responde à interação (informação, ação, solicitação de informações ou suporte adicional)?
- Como a interação continua (monitoramento e relato de status da situação)?
- O que define o término da interação?
- Como a interação é documentada?
- Como a rescisão é confirmada?

O nível de interação pode ser alto, constituindo um componente comum da maioria das atividades, particularmente em centros de gerenciamento que abrigam vários órgãos intervenientes.

Sempre que a interação ocorre, existe o potencial para a ocorrência de conflitos. Os conflitos podem surgir dentro do órgão gestor ou do sistema de implementação, ou entre os atores envolvidos. Devido à complexidade de tais situações, o modelo de operações não precisa definir todas as soluções, mas sim descrever o processo para alcançar a solução.

No interesse de melhorar as operações, o processo de registro da situação, comunicações, ações tomadas e aprovações devem ser registrados, de forma que estejam disponíveis para análise posterior (FHWA, 1999).

2.4.4 Operação e manutenção do centro de gerenciamento

2.4.4.1 Carga de trabalho, cobertura e serviços

Segundo FHWA (1999), o período de funcionamento das várias funções dentro do centro de gerenciamento é um dos elementos mais importantes do modelo de operações. Normalmente, existem períodos de pico de atividade. Da mesma forma, pode não haver carga de trabalho suficiente para justificar a operação em regime integral de 24 horas. Embora a demanda rotineira possa estar reduzida nos períodos noturnos, nos finais de semana e nos feriados, não é incomum que a atividade atinja o pico, sobrecarregando determinadas funções do TMC.

Os procedimentos de mudança de turno descrevem o processo formal para transferência de responsabilidade de uma equipe de turno para a próxima. A fim de que a mudança de turno ocorra de forma ordenada e eficiente, os papéis e responsabilidades da equipe

que está entrando e da que está saindo, em todos os níveis, precisam estar claramente identificadas no modelo de operações.

A carga de trabalho suportada pelo centro de gerenciamento pode ser medida de várias formas, normalmente está diretamente relacionada com os recursos sob a sua gestão e com suas atividades. Isto envolve frequentemente a extensão da malha que o centro está gerenciando incidente, pode envolver também a avaliação do número de incidentes que são gerenciados por período de tempo, ou o número de chamadas recebidas nos casos em que o centro realiza a comunicação direta com o motorista. Ou mesmo, medidas adicionais que considerem o número de veículos, horas-veículo ou quilômetros-veículo de operação, ou "assistências" por período de tempo.

Ao usar incidentes como um indicador de carga de trabalho, alguma diferenciação pode ser necessária. Categorias incomuns de incidentes, tais como incidentes complexos de duração prolongada, precisam de tratamento diferenciado, uma vez que demandam uma carga de trabalho acima da média no centro. Por outro lado, incidentes secundários, tais como veículos superaquecidos e colisões traseiras menores (sem lesões, ambos os veículos operacionais) dentro de filas de incidentes primários podem exigir pouca atenção e podem não aumentar significativamente a carga de trabalho do centro de gerenciamento (FHWA, 1999).

2.4.4.2 Estrutura organizacional

A partir de FHWA (1999), a estrutura organizacional do centro de gerenciamento afeta diretamente sua capacidade de operar de forma efetiva, notadamente nos centros onde o nível de automatização é baixo, e onde as questões de maior responsabilidade exijam decisões de profissionais experientes, os níveis e a acessibilidade da gestão assumem maior relevância no modelo de operações.

Os níveis de supervisão e as relações de informação podem influenciar fortemente a qualidade da atividade do centro de gerenciamento como a sua capacidade de responder de forma rápida as mudanças na operação viária. Normalmente, existe um único supervisor responsável pelas operações da sala de controle, a quem os operadores reportam diretamente.

O nível de autoridade para a tomada de decisão pelo operador do centro de gerenciamento varia com base nos níveis de habilidade e no nível de automação fornecido (FHWA, 1999).

2.4.4.3 Necessidades de pessoal

Adaptando de FHWA (1999), o dimensionamento do pessoal deve considerar todos os elementos afetos à carga de trabalho, incluindo como a equipe está organizada e implantada.

Os seguintes elementos precisam ser considerados:

- Frequência, duração e de turnos de trabalho e cobertura de operações durante fins de semana e feriados;
- Tipo e complexidade do sistema de comunicações, equipamentos eletrônicos e hardware associados;
- Magnitude e complexidade dos sistemas ITS;
- Estratégias operacionais implementadas;
- Arquitetura do centro de gerenciamento (centralizado, distribuídos ou remoto);
- Requisitos de tempo de resposta para as ações corretivas;
- Arranjos institucionais e estrutura organizacional para operações de tráfego integradas e inter-jurisdicionais;

2.4.4.4 Posições típicas do pessoal

De acordo com KDOT (2005), as posições típicas de pessoal a seguir descritas são de natureza genérica, mas descrevem o conjunto de habilidades necessários para posições típicas do centro de gerenciamento. Os requisitos das funcionalidades do centro não se referem necessariamente a apenas uma pessoa, mas também a um grupo de pessoas, cada qual com um conjunto de habilidades específicas.

Supervisor de Operações

O supervisor de operações gerencia as operações diárias da equipe de operações do centro de gerenciamento e executa uma série de tarefas e de relatórios administrativos.

Segundo KDOT (2005), esta posição é frequentemente preenchida por pessoa com experiência em funções subordinadas. O supervisor deve ter habilidade de julgamento bem desenvolvida que lhe permita distinguir entre situações que podem ser tratadas dentro dos recursos do centro de operações e aquelas que requerem a participação de um ou mais órgãos intervenientes. O supervisor de operações é responsável pela gestão dos planos operacionais, incluindo a magnitude da resposta a implementar com base no tipo de incidente. Outra

habilidade importante do supervisor é sua capacidade de transferir conhecimento aos operadores de sistema.

Administrador de Sistemas

Como aponta KDOT (2005), esta posição é preenchida por pessoa com habilidades em suporte de software e hardware, e requer um conhecimento profundo da rede de dados. O administrador do sistema é responsável pela manutenção e atualização da rede do centro de gerenciamento. O administrador do sistema monitora a segurança do sistema e gerencia suas permissões de acesso. O administrador do sistema também gerencia o pessoal de suporte de software e hardware.

Operador do Sistema

A partir do KDOT (2005), esta é a posição mais operacional do centro de gerenciamento. O operador do sistema deve ser informado e capaz de executar diversas tarefas relacionadas com computador. A maioria dos sistemas ITS são compostos de vários subsistemas diferentes, de modo que o operador do sistema deve estar familiarizado com os comandos de operação de vários sistemas diferentes. Os operadores de sistema precisam estar treinados em todo o sistema.

Suporte de Software e Hardware

A principal tarefa do pessoal de suporte é manter o software e hardware necessário para as operações de manutenção e de operações (KDOT, 2005).

Técnico de Comunicações

Esta posição requer um técnico de eletrônica que seja treinado na operação de diversas tecnologias de rede, sistemas de comunicação sem fio (WI-FI ou via rádio) que suportem as transmissões de vídeo, dados e voz de, e para o centro de gerenciamento (KDOT, 2005).

Técnico do Centro de Operações

Conforme indica KDOT (2005), este é um técnico de eletrônica treinado na manutenção de equipamentos eletrônicos digitais, especialmente microprocessadores. Essa pessoa pode identificar falhas de hardware e tomar decisões de reparo e substituição. A posição exige habilidades na resolução de problemas e a capacidade de realizar vários tipos de testes.

2.4.4.5 Análise de desempenho operacional

Como aponta FHWA (1999), com uma equipe de trabalho atenta e motivada, e uma comunicação eficaz entre a supervisão e a equipe, as melhorias dos processos operacionais serão identificadas. Isto permite melhorias contínuas do serviço ao usuário e do seu grau de satisfação, melhoram a qualidade do serviço e sua consistência, a segurança e as condições de trabalho. Um programa formal para melhoria de processos deve ser identificado no modelo de operações.

Parâmetros como produtividade, segurança e capacidade de resposta são alvos comuns nos processos de melhoria contínua. Normalmente, esses parâmetros estão alinhados com a missão, a visão e os objetivos do centro de gerenciamento. Mas qual a análise de desempenho indicada para cada tipo de carga de trabalho?

Uma vez que a equipe do centro tenha definido os indicadores que deseja controlar e melhorar, precisará identificar os dados de que necessita. O modelo de operações deve refletir a coleta e a análise desses dados, a implementação de melhorias baseadas neles, e as ações resultantes da melhoria. Mas quais dados o sistema pode coletar automaticamente?

Segundo FHWA (1999), um dos grandes benefícios dos sistemas sob o controle do centro de gerenciamento é o volume de dados que o sistema armazena. Estes dados podem ser analisados e fornecer medidas de desempenho. E quem é responsável pela avaliação?

2.4.4.6 Detecção e correção de falhas

A partir do FHWA (1999), a detecção e correção de falhas são as atividades que requerem a interação mais ativa entre as unidades de operação e de manutenção do centro de gerenciamento. São as atividades mais importantes para garantir a eficácia operacional do sistema.

São compostas das etapas de identificação, documentação, verificação, isolamento e correção de falhas. Na maioria dos centros de gerenciamento, o próprio sistema é a primeira fonte de indicação dos dispositivos com defeito. Os sistemas executam a verificação do status e da capacidade de cada elemento conectado, inclusive a impossibilidade de comunicação com o mesmo. Neste sentido, o modelo de operações identifica:

- Quem recebe esses alertas?
- O que faz para verificar a condição do alerta?
- O que eles registram, e como?

- A quem notificam, como o fazem e quais as informações que fornecem?

O registro das falhas é importante para a melhoria do desempenho do sistema. A curto prazo, ajudam a isolar a falha e efetuar os reparos ou substituição. A médio prazo, são úteis no planejamento e orçamentação da manutenção preventiva, incluindo a substituição periódica de unidades com vida útil limitada. A longo prazo, o histórico de manutenção de um dispositivo ou classe de dispositivos fornece as informações que podem ser usadas para tomar decisões de compra para uma atualização ou expansão do sistema (FHWA, 1999).

2.4.5 Treinamento e documentação

Segundo FHWA (1999), o modelo de operações identifica o tipo e a disponibilidade de treinamento para o pessoal do centro de gerenciamento. Identificando a duração da formação, os pré-requisitos, os recursos e os métodos de verificação de habilidades.

O treinamento normalmente aborda: Conhecimentos sobre ITS e finalidade do sistema; Procedimentos operacionais; Utilização do sistema de informática; Administração do Sistema; Manutenção, teste, depuração e reparo de equipamentos.

O material de treinamento é tipicamente orientado para o procedimento, agrupando famílias de ações relacionadas e demonstrando como cada uma é executada.

Ainda segundo FHWA (1999), o treinamento de atualização para o pessoal ativo é importante, pois a maioria das atividades são de natureza repetitiva. Assim, a equipe ganha experiência a partir do hábito, em vez de uma compreensão completa do raciocínio por trás do processo. O maior desafio e o maior risco ocorrem quando são necessárias funções menos comuns, normalmente durante as condições operacionais de emergência. Assim, existe uma necessidade de reciclagem periódica do pessoal em toda a gama de procedimentos operacionais.

Outras circunstâncias que justificam o treinamento adicional são decorrentes da implantação de novas funcionalidades ao sistema ou da alteração dos métodos operacionais.

O modelo de operações deve identificar como essa formação deve ser preparada e realizada. Ou seja, quando, para quem, e de que forma.

O modelo de operações precisa identificar os documentos necessários para o planejamento, o projeto, a implementação, as operações e a manutenção do sistema. Este processo de identificação dos documentos básicos garante que as etapas do processo de desenvolvimento e operação do sistema estejam documentadas e apoiadas (FHWA, 1999).

2.5 AS NOVAS TECNOLOGIAS

Segundo Kluger (2013), os avanços recentes e emergentes da tecnologia terão uma influência significativa sobre os centros de gerenciamento e operação de transportes. É fundamental que os órgãos gestores considerem cuidadosamente a aplicação destas tecnologias em como os centros são mantidos, atualizados e expandidos. Em particular, devem ser considerados com atenção os telefones inteligentes (smart phones), as redes sem fio (WI-FI), a computação em nuvem e o desenvolvimento da tecnologia de veículo conectado.

2.5.1 Smart phones

Os aparelhos celulares, do tipo “Smart Phones” se tornaram onnipresentes na sociedade. Conforme ANATEL (2015), estão em operação 301,5 milhões de telefones celulares no país, o que corresponde a 147 celulares para cada 100 habitantes. Esses dispositivos são bastante capazes, geralmente integrando acelerômetros, GPS, conexões sem fio 4G e outros recursos para uso na coleta de dados e monitoramento de tráfego. Estes aparelhos também suportam aplicativos que podem fornecer assistência aos motoristas. Eles têm conquistado o mercado ao longo da última década e estão constantemente melhorando os níveis de serviços, com cobertura mais ampla e processamento mais rápido. Entretanto, os centros de gerenciamento precisam ser cuidadosos com o uso desta tecnologia, uma vez que a condução distraída é uma das principais causas de acidentes evitáveis.

2.5.2 Computação em nuvem

Como aponta Kluger (2013), a computação em nuvem move os recursos computacionais dos dispositivos implantados e mantidos por um centro de gerenciamento para um serviço acessado por meio de comunicações de alta velocidade. Através da computação em nuvem, o centro pode eliminar a necessidade de servidores locais e acessar remotamente elementos do software do centro a partir de qualquer computador.

2.5.3 Conexão à internet 4G wireless

Segundo Kluger (2013), conexões à internet 4G wireless fornece dispositivos móveis com uma conexão de alta velocidade à internet. Esta tecnologia tem o potencial de substituir os cabos de fibra óptica usados para conectar dispositivos de campo ao centro de gerenciamento.

Como também na conexão dos telefones inteligentes à internet para certas interações entre usuários e o centro, como acesso à mídia social e alertas de veículos paralisados na rodovia.

2.5.4 Veículos conectados

De acordo com Kluger (2013), a tecnologia dos veículos conectados ainda está sendo pesquisada e refinada. A ideia básica é a de que os veículos sejam equipados com equipamentos de bordo que possam retransmitir mensagens (avisos, informações de passageiros, dados, etc.) via rádio de curto alcance para outros veículos e dispositivos na rodovia. Isso altera a maneira como os condutores podem receber informações e a disponibilidade de dados para o centro de gerenciamento. A principal ressalva para esta tecnologia é que ainda não há um padrão de mercado, e é difícil dizer se e quando ele existirá. Os benefícios desta tecnologia para um centro de gerenciamento serão muitos.

2.6 APLICAÇÃO DAS NOVAS TECNOLOGIAS

A partir da adaptação de Kluger (2013) para a realidade brasileira, esta seção apresenta e discute uma série de áreas onde as novas tecnologias podem ser incorporadas para melhorar o desempenho dos centros de gerenciamento.

2.6.1 Comunicações de campo

2.6.1.1 Fibra óptica e internet 4G

De acordo com Kluger (2013), no início dos anos 2000, os cabos de fibra óptica começaram a substituir os fios de cobre nas comunicações. Contudo, a implantação da fibra óptica ainda é muito onerosa, notadamente quando precisa ser implantada em uma rodovia existente. Além disso, no caso de manutenção, novas intervenções no pavimento serão necessárias.

Atualmente, os cabos de fibra óptica são o principal meio de conexão entre os dispositivos ITS e o centro de gerenciamento. Os cabos de fibra óptica fornecem muita largura de banda, a maioria acaba subutilizada nessas conexões, uma vez que os comandos enviados para os dispositivos ITS são geralmente muito simples, como ligar ou desligar.

Ao longo da última década, a tecnologia sem fio passou a ser uma alternativa aos cabos de fibra óptica. A ligação de dispositivos ITS através de redes 4G, permite que o centro de gerenciamento opere um dispositivo como o painel de mensagem variável sem incorrer no custo da fibra óptica.

Ainda segundo Kluger (2013), a tecnologia sem fio em dispositivos de ITS está disponível e deve ser avaliada. Contudo, algumas questões precisam ser avaliadas:

- Qual é a condição atual da rede de cabo de fibra óptica? Se tudo está funcionando bem e a cobertura existe, não há razão para mudanças.
- Quão segura é a rede sem fio em comparação com a rede de cabo de fibra óptica? A implementação de uma rede segura é extremamente importante.

Quanto à disponibilidade de largura de banda, de certo que não ter largura de banda suficiente é um problema muito maior do que ter largura de banda excessiva. A capacidade de gerenciar dispositivos ITS em situações de emergência é fundamental. Nestas situações as redes celulares estão normalmente congestionadas.

2.6.1.2 Painéis de mensagens variáveis e sistemas de informação ao usuário

Segundo Kluger (2013), painéis de mensagem variável estão atualmente ligados e controlados pelo centro de gerenciamento através de cabos de fibra óptica. Existem tecnologias para realizar esta conexão através de redes sem fio.

Os benefícios dos sinais de mensagens variáveis são claros? Existem métodos alternativos para transmitir essas mensagens?

É muito difícil estimar os benefícios dos sistemas de informação ao usuário, por algumas razões: Em primeiro lugar, é difícil saber quando os motoristas usam uma rota alternativa. Em segundo lugar, se os condutores utilizam uma rota alternativa com base numa mensagem desatualizada, podem aumentar o seu tempo de viagem quando a rota principal já estava livre. Por último, a rede rodoviária é um sistema dinâmico e em rápida mudança, de modo que um incidente pode ocorrer depois que o condutor usou o sistema de informação.

Como aponta Kluger (2013), os painéis de mensagem variável podem ser muito benéficos para os motoristas ou podem ser completamente inúteis. Frequentemente, quando não há incidentes ao longo da rota, o painel exibe tempos de viagem para determinados locais ao longo da rota ou estão apagados. Contudo, os alertas também podem ser muito benéficos quando indicam notificações de incidentes, avisos meteorológicos, como nevoeiro na rodovia e informações de emergência.

Para que um motorista realmente se beneficie da mensagem em um painel de mensagem variável, duas situações são necessárias: A mensagem precisa ser relevante para o motorista e ele deve estar familiarizado com a rodovia para alterar sua rota rapidamente. Além

disso, o incidente precisa estar longe o suficiente do painel para que o tráfego seja desviado, mas próximo o suficiente, de forma a ser relevante para os motoristas. Isso deixa uma pequena margem para que um incidente ocorra com um painel sendo útil. Uma solução para todas essas questões poderia ser simplesmente instalar mais painéis, já que com a sinalização frequente poderia permitir informações de desvio mais detalhadas, mostrar todas as informações da rota, bem como ter maior chance de alertar os motoristas em tempo suficiente de alterar suas rotas. Mas claro, que esta seria uma alternativa dispendiosa e provavelmente desnecessária devido aos avanços da tecnologia.

Ainda de acordo com Kluger (2013), com o aumento do uso dos celulares, do tipo smartphone, e as perspectivas da tecnologia de veículos conectados, os painéis fixos de mensagem de variável provavelmente serão desnecessários em um futuro próximo. Smartphones poderão receber diretamente mensagens que seriam enviadas através do painel. Isso permitiria o envio de mensagens personalizadas, com base na rota que o motorista estiver tomando. Permitirá que os motoristas recebam a mensagem antes de entrar na rodovia. O projeto do aplicativo precisaria ser de tal forma, que o motorista não precise olhar para o telefone enquanto estiver dirigindo. Enviar mensagens para veículos conectados funcionaria da mesma maneira, neste caso a mensagem seria enviada para uma interface no veículo ao invés do telefone.

Ainda poderá haver uma aplicação para os painéis portáteis de mensagem variável, nas áreas de obras onde pode haver atrasos de viagem para os motoristas.

Após a plena integração da tecnologia dos veículos ligados à frota de veículos, os painéis de mensagem variável não serão, provavelmente, mais necessários. Mas isto pode demorar um pouco, pois estima-se cerca de 15 anos para a frota estar equipada com esta tecnologia. No entanto, a funcionalidade pode ser testada hoje com smart phones, como um teste piloto do conceito. Os resultados ajudarão a tomar a decisão sobre os benefícios dos painéis fixos de mensagem variável indireta versus usuários de mensagens diretas. Os tomadores de decisão devem estar conscientes do surgimento da tecnologia de veículos conectados, uma vez que pode substituir muitos requisitos de ITS do centro de gerenciamento (KLUGER, 2013).

Monitorar o progresso desta tecnologia ajudará os centros de gerenciamentos a tomar decisões sobre vários sistemas, e não apenas sobre os painéis de mensagem variável.

Como aponta Kluger (2013), as mídias sociais, como Facebook e Twitter, também podem ajudar o centro de gerenciamento a distribuir informações e a baixo custo. Desta forma, quando as pessoas acessarem suas contas, verão mensagens se optarem por seguir o centro de gerenciamento. Isso é algo que muitas pessoas já fazem, então eles nem precisam sair de seu caminho para fazer

um telefonema ou verificar um site específico. Outro benefício adicional é que os seguidores podem fornecer informações ao centro de gerenciamento sobre um acidente ou problema.

Outros métodos frequentemente utilizados para disponibilizar as informações do centro de gerenciamento, incluem o uso de rádio e páginas da web. A maioria das estações de rádio relata regularmente o tráfego durante os períodos de pico, embora às vezes essas informações venham dos ouvintes da estação e não do centro de gerenciamento. Disponibilizar as informações na internet, através de um site do órgão gestor e do Twitter, implica em um custo muito baixo de implementação.

2.6.2 Coleta, gerenciamento, armazenamento e distribuição de dados

Segundo Kluger (2013), bons métodos de coleta de dados são extremamente importantes para o centro de gerenciamento, uma vez que quase tudo o que fazem requer dados. Os dados coletados são a principal entrada para o sistema de informação ao viajante. Também é usado para justificar quase todas as decisões tomadas pelo centro de gerenciamento, além de ajudar nas melhorias para a rede rodoviária.

Os dados são coletados através de tecnologia de detecção automática. Detectores de presença de veículo são usados principalmente para obter contagens de veículos e dados de velocidade ao longo das rodovias. Além disso, os detectores Bluetooth são usados para determinar dados de velocidade. Estes sensores podem não ser tão úteis para o centro de gerenciamento, simplesmente porque cerca de 1 em cada 20 carros tem um dispositivo Bluetooth ativado no veículo, o que significa que há uma quantidade limitada de dados coletados. Outra advertência em relação ao Bluetooth é que utilizar o tempo de viagem e a distância entre os pontos de detecção só permite calcular a velocidade média. Uma vez que os telefones inteligentes estão equipados com acelerômetros, velocidade instantânea e aceleração em três direções, dados de partida podem ser registrados, criando um ambiente de veículo pseudo-ligado através de Bluetooth.

Ainda de acordo com Kluger (2013), diversas melhorias podem ser feitas no processo de coleta e armazenamento de dados. A precisão e o tipo de dados disponíveis são as duas principais áreas de melhorias. Atualmente, investe-se muitos recursos na compra de equipamentos para coletar dados ao longo da rodovia. Isto consiste principalmente em dispositivos de detecção Bluetooth, câmeras de detecção de vídeo e laços indutivos. Os dados são geralmente armazenados em servidores locais e podem ser usados internamente ou entregues a qualquer outra pessoa que precise dele.

Especialmente com a aproximação da tecnologia de veículos conectados, os métodos de coleta de dados primários podem em breve estar obsoletos. Contudo, como já mencionado, a tecnologia dos veículos ligados ainda está sendo testada. Assim, os métodos tradicionais não podem ser deixados de lado até que os veículos ligados sejam totalmente implementados.

Em termos de armazenamento de dados, grandes servidores ocupam muito espaço físico e não são mais a opção ideal. A computação em nuvem é um recurso na direção do qual todos os centros de gerenciamento devem se mover. O uso da nuvem pode fornecer acesso fácil a dados a partir de qualquer local, além de possibilitar uma área de armazenamento mais centralizada.

A computação em nuvem oferece a capacidade de gerenciar eventos de emergência a partir de locais remotos. Isso significa que os operadores do centro de gerenciamento não precisam estar no centro para gerenciar o tráfego (KLUGER, 2013).

2.6.3 Monitoramento do tráfego

Segundo Kluger (2013), uma das principais razões da existência dos centros de gerenciamento é a de monitorar o tráfego e responder a incidentes na rodovia. Câmeras CFTV são o principal método para realizar esta tarefa. A sala de controle de um centro de gerenciamento geralmente consiste de uma parede cheia de monitores com as imagens das câmeras CFTV. As câmeras podem ser controladas manualmente a partir do centro de gerenciamento para ampliar ou diminuir, bem como girar. Dessa forma, se o operador notar alguma anomalia nas velocidades de viagem a partir de dados coletados, ele pode investigar o problema através das câmeras CFTV e responder adequadamente. Este é um dos poucos dispositivos ITS para os quais pode ser mais benéfico manter os cabos de fibra óptica, uma vez que requerem grandes quantidades de largura de banda.

Outra opção que oferece potencial é o uso de drones militares. Drones podem fazer a mesma coisa que o CFTV. Entretanto, oferecem o potencial para cobrir áreas que seriam normalmente cobertas por múltiplas câmeras CFTV. Eles também têm a capacidade de zoom em vários locais ao mesmo tempo, portanto, no caso de vários incidentes, eles não seriam limitados por um pequeno número de câmeras. Possíveis inconvenientes seriam o monitoramento de uma área urbana, com muitos edifícios altos bloqueando a linha de visão, o que torna a aplicação dos drones mais adequados nas áreas rurais e mais abertas. Estas seriam as áreas menos eficazes para instalar CFTV de qualquer maneira, devido ao alto custo de implantação da fibra óptica. É necessário um estudo mais aprofundado para determinar os locais onde o uso de drones seja viável e mais econômico do que o CFTV (KLUGER, 2013).

3 OS PROGRAMAS E SISTEMAS DE OPERAÇÃO RODOVIÁRIA DO DNIT

O DNIT é uma autarquia federal vinculada ao Ministério dos Transportes, criada pela lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001. A sede do DNIT é em Brasília, no Distrito Federal. Atualmente, possui 25 superintendências regionais.

A autarquia tem como objetivo implementar a política de infraestrutura do Sistema Federal de Viação, compreendendo sua operação, manutenção, restauração ou reposição, adequação de capacidade e ampliação mediante construção de novas vias e terminais.

Neste sentido, o DNIT, vem implementando nas rodovias federais vários programas e sistemas relacionados à operação rodoviária com abrangência nacional, que visam dentre outros aumentar a segurança dos usuários das rodovias federais.

3.1 PROGRAMA NACIONAL DE CONTROLE ELETRÔNICO DE VELOCIDADE - PNCV

O PNCV, a partir de dados disponíveis no sítio do DNIT, tem por objetivo a prestação de serviços necessários ao controle viário nas rodovias federais, mediante a disponibilização, instalação, operação e manutenção de equipamentos eletrônicos, com coleta, armazenamento e processamento de dados estatísticos e dados e imagens de infrações. Conta atualmente com aproximadamente 3.000 equipamentos em operação, do tipo barreira eletrônica, controle de avanço de sinal vermelho e parada sobre faixa e radar fixo.

Numa leitura inicial, geram informações sobre contagem volumétrica e classificatória de veículos, de modulação de velocidade e de infrações de trânsito, que poderiam ser integradas pelo sistema ITS.

3.2 PLANO NACIONAL DE CONTAGEM DE TRÁFEGO - PNCT

O PNCT, conforme descrito no sítio do DNIT, realiza a identificação do comportamento do tráfego nas rodovias federais, o que é fundamental para as atividades da Autarquia.

Em 2012, houve estudos desenvolvidos pelo DNIT, por meio do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que resultaram no novo plano de contagem de tráfego. Os estudos identificaram 320 locais para receber a instalação dos postos de coletas permanentes.

Para a consolidação do PNCT, além de definir um plano sistematizado de contagem de tráfego permanente nas rodovias federais, o DNIT está

realizando as Pesquisas Origem e Destino com o objetivo de expandir as informações do tráfego para toda a malha rodoviária federal. Assim, o DNIT firmou parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para o desenvolvimento de metodologia, consolidação e tratamento dos dados de fluxos de veículos. Para a realização das coletas das informações dos fluxos de veículos nas rodovias federais, foi firmada a parceria com o Comando de Operações Terrestres (COTER), do Exército Brasileiro.

O PNCT gera informações sobre contagem volumétrica e classificatória do tráfego e o registro de pesagem dos veículos em movimento (Peso bruto total – PBT, nº de identificação de cada eixo, tipo de eixo e peso por eixo) em determinados pontos das rodovias federais, que poderiam ser integradas e utilizadas pelo sistema ITS.

3.3 PLANO DIRETOR NACIONAL ESTRATÉGICO DE PESAGEM – PDNEP

O plano tem como objetivo a contratação dos serviços inerentes à preservação da integridade da infraestrutura e da segurança do trânsito das rodovias federais pavimentadas sob a jurisdição do DNIT, mediante uso de sistemas fixos e portáteis (móveis) de pesagem veicular, estática e dinâmica, e sistemas complementares associados.

3.3.1 Posto Integrado Automatizado de Fiscalização – PIAF

O PIAF, conforme dados disponíveis no sítio do DNIT, é a nova modelagem para continuação da pesagem de veículos de carga e de passageiros no país que substituirão os antigos Postos de Pesagem de Veículos - PPV.

Compreende a elaboração dos projetos de engenharia, construção, conservação e execução dos serviços de coleta de dados de veículos pesados através de Postos Integrados Automatizados de Fiscalização, no âmbito do Plano Nacional de Pesagem.

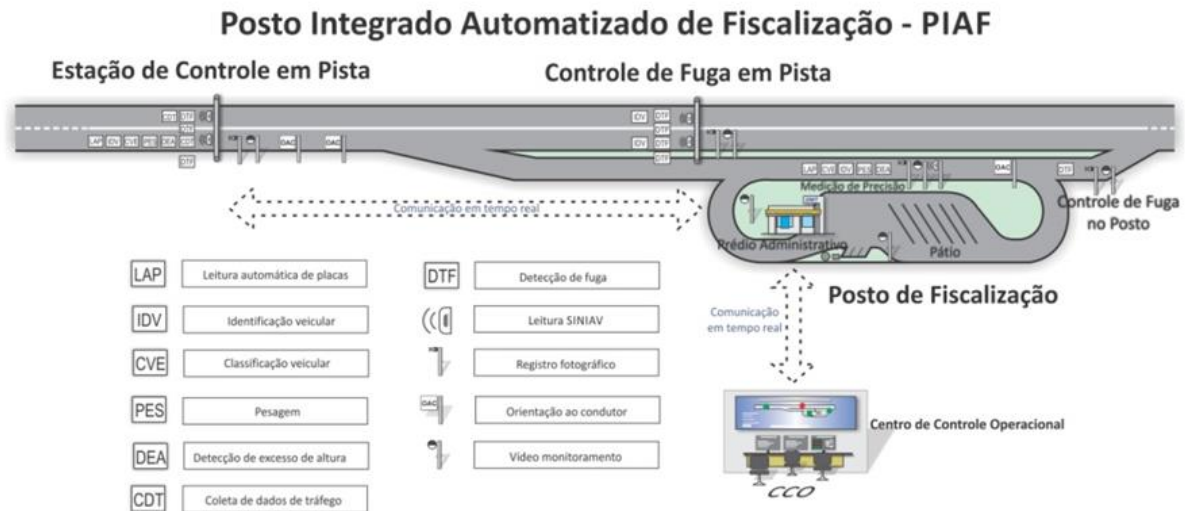
São novos postos que empregam um conjunto de diferentes unidades, responsáveis por realizar a coleta de dados e o controle dos veículos pesados que trafegam pela rodovia.

O modelo de pesagem proposto por meio da criação do PIAF define um novo conceito de pesagem de veículos de carga e de passageiros através do uso de sistemas WIM (Weigh in Motion – Pesagem em Movimento); O qual se difere do então modelo de pesagem configurado pelos conhecidos Postos de Pesagem de Veículos – PPV, seja quanto à própria geometria, seja no que concerne ao uso de novas tecnologias de pavimentação e pesagem.

Em linhas gerais, um PIAF é constituído por três unidades básicas: Estação de Controle em Pista – ECP; Controle de Fuga em Pista; e Posto de Fiscalização.

A Figura 7 apresenta um croqui esquemático das três unidades básicas constituintes do PIAF, suas funcionalidades e a comunicação em tempo real com o CCO.

Figura 7 – Posto Integrado Automatizado de Fiscalização (PIAF)



Fonte: <https://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/pesagem/piaf> (2014)

De forma primária, poderiam ser integradas pelo sistema ITS informações coletadas pelo PIAF, como contagem volumétrica e classificatória de veículos, de modulação de velocidade, identificação veicular, leitura SINIAV e de infrações de trânsito.

3.3.2 Unidade Móvel Operacional – UMO

Sistema de pesagem móvel, de aplicação rodoviária, equipada com uma estrutura operacional, à qual faz parte uma balança portátil, para uso em qualquer ponto programado para o exercício da fiscalização de peso veicular e contagem volumétrica e classificatória de veículos.

Os equipamentos móveis permitem maior flexibilidade e mobilidade à fiscalização para monitorar locais alternativos (configurados como rotas de fuga) e assim permitir um melhor controle de evasão.

A Figura 8 apresenta o funcionamento da Unidade Móvel Operacional – UMO, na rodovia BR262/ES, durante uma operação rotineira de fiscalização.

Figura 8 – Unidade Móvel Operacional - UMO



Fonte: Superintendência Regional do DNIT no Estado do Espírito Santo (2015)

3.4 APLICATIVO DNIT MÓVEL

O DNIT móvel, a partir de dados disponíveis no sítio do DNIT, é o aplicativo para smart phone que permite o registro de ocorrências pelo usuário da rodovia sobre condições da rodovia, buracos na pista, sinalização, queda de barreiras, situações de risco, etc.

O aplicativo localiza, em tempo real, a posição do problema na rodovia no mapa de localização da ocorrência.

O registro de ocorrências é realizado através de uma interface amigável e intuitiva. Opcionalmente, o aplicativo permite anexar fotos da ocorrência. Para detalhar a ocorrência é possível fazer um relato da situação encontrada.

As demandas registradas são enviadas para a Ouvidoria, que faz o encaminhamento e controle junto ao responsável.

No sentido de evitar o uso de celular na direção e visando a segurança do usuário o aplicativo envia mensagens de alerta, antes de iniciar o processo do registro, com a pergunta: quem está conduzindo o veículo? E lembra que o usuário só pode fazer a ocorrência com o veículo parado. O DNIT alerta: é proibido o uso de celular enquanto se conduz o veículo.

Numa leitura preliminar, através do aplicativo DNIT móvel, são geradas informações sobre condições da rodovia que podem ser integradas e utilizadas pelo sistema ITS.

3.5 AUTORIZAÇÃO ESPECIAL DE TRÂNSITO - AET

A solicitação, análise e expedição de AET são geridas pelo Sistema de Gerenciamento de Autorização Especial de Trânsito – SIAET, que é um sistema informatizado de prestação de serviços através da internet, que busca agilizar o processo de liberação do estudo de viabilidade para o transporte especial.

De forma primária, poderiam ser integradas pelo sistema ITS informações geradas pelo SIAET, como identificação e classificação veicular, informações do excesso (peso, altura, largura e comprimento), trajeto a ser realizado, tipo de carga e período do transporte.

4 MODELO DE OPERAÇÃO PARA RODOVIAS INTELIGENTES

O desenvolvimento do modelo de operação para a implantação do centro de gerenciamento e operação de tráfego no âmbito do DNIT está organizado em três macro etapas que compreendem a programação dos objetivos propostos, a programação das atividades a serem desenvolvidas para alcançá-los e o planejamento da execução.

De forma esquemática o encadeamento destas etapas está representado na Figura 9.

Figura 9 – Desenvolvimento do Modelo de Operação



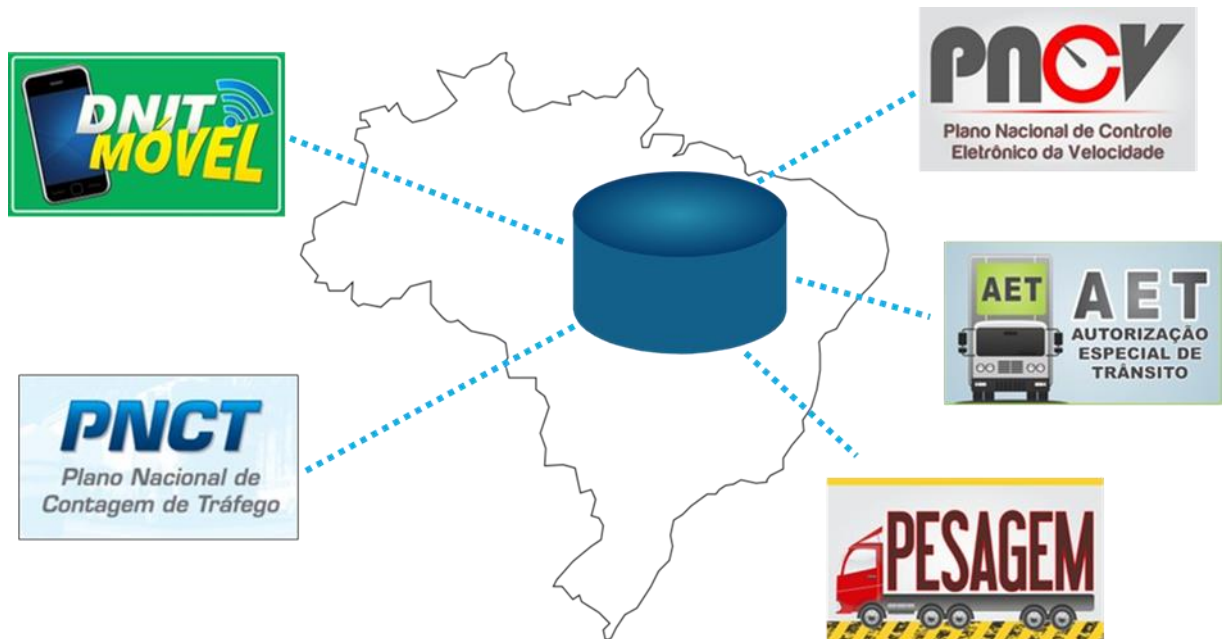
Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

O plano de implementação deverá ser elaborado a partir da análise da situação atual dos programas relacionados à operação rodoviária e ao controle de tráfego contratados pelo DNIT, analisando o escopo dos programas, os dados coletados, o processamento realizado e as informações disponíveis.

A análise deverá ser refinada a nível dos modelos de dados dos programas existentes visando a criação de um banco de dados único, alimentado preferencialmente em tempo real pelos programas em operação. Esta análise não está no escopo do presente trabalho.

A representação gráfica desta integração de dados em um banco de dados único está representada na Figura 10.

Figura 10 - Integração de dados dos programas do DNIT



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

4.1 PROGRAMAÇÃO DOS OBJETIVOS

A partir dos conceitos do modelo de operação rodoviária, do centro de gerenciamento e operação de transporte e dos sistemas inteligentes de transporte, precisam ser analisadas as alternativas para a definição de estratégia para alcançar os objetivos propostos para o centro de gerenciamento e operação de transporte, e desenvolver um plano de implementação que possa responder aos seguintes questionamentos:

- Qual o modelo de centro de gerenciamento mais adequado para a realidade do DNIT?
- Quem serão os parceiros e órgãos intervenientes no centro?
- Onde deverá estar localizado/instalado?
- Quais as funcionalidades desejadas?
- Como será a interface do centro de gerenciamento com os demais órgãos e entidades?
- Como ele será equipado?
- Quais os custos potenciais para o DNIT?
- Quais os benefícios esperados?

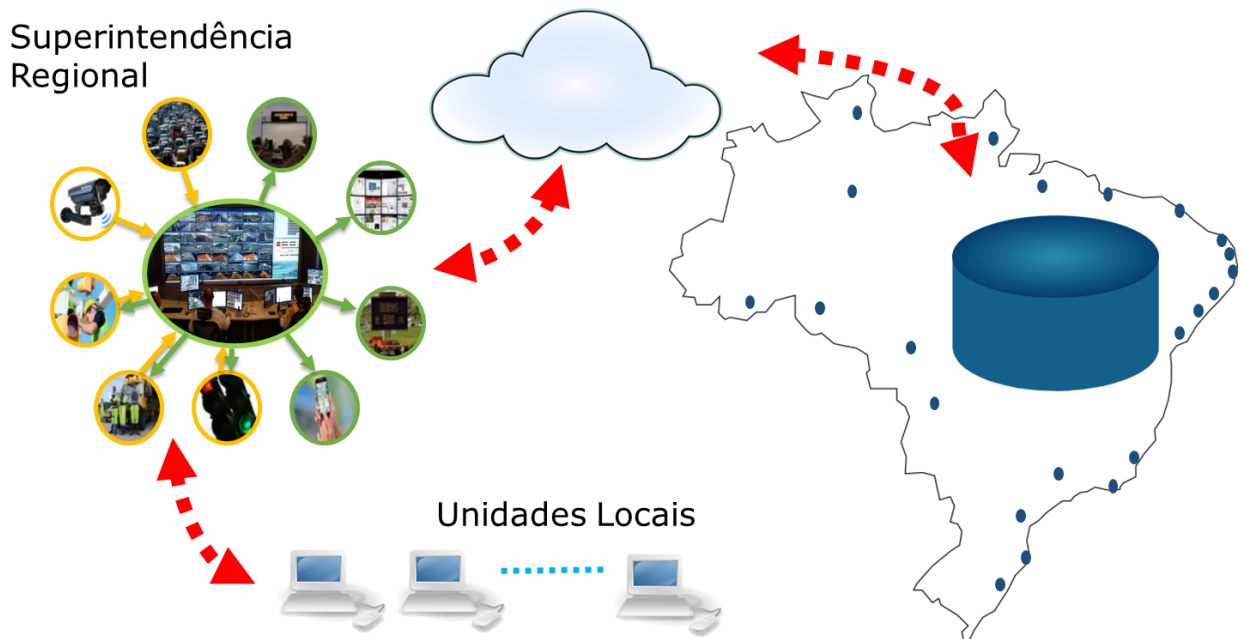
Portanto, o plano de implementação para o modelo do centro de gerenciamento e operação de transporte proposto deve incluir os requisitos e recomendações detalhadas para o modelo selecionado, incluindo funcionalidades e indicadores de desempenho, comunicação, pessoal, órgãos intervenientes, parceiros, localização e necessidades de instalações.

Um exemplo de arquitetura para implementação do centro de gerenciamento e operação de transportes no âmbito do DNIT, com base nos programas contratados pelo DNIT, sua estrutura administrativa e organizacional, seria a adoção do modelo de centro de gerenciamento do tipo híbrido. Com um centro de gerenciamento centralizado na sede do DNIT, que passaria a integrar os centros de gerenciamento distribuídos pelas Superintendências Regionais, responsáveis pela infraestrutura de ITS de sua jurisdição e acessados remotamente pelas suas unidades locais.

A comunicação de dados para o modelo proposto, demanda um maior backbone de dados entre a sede e as Superintendências Regionais e em menor escala entre as unidades locais e a Superintendência.

Esta arquitetura de implementação está representada na Figura 11.

Figura 11 – Arquitetura de implementação



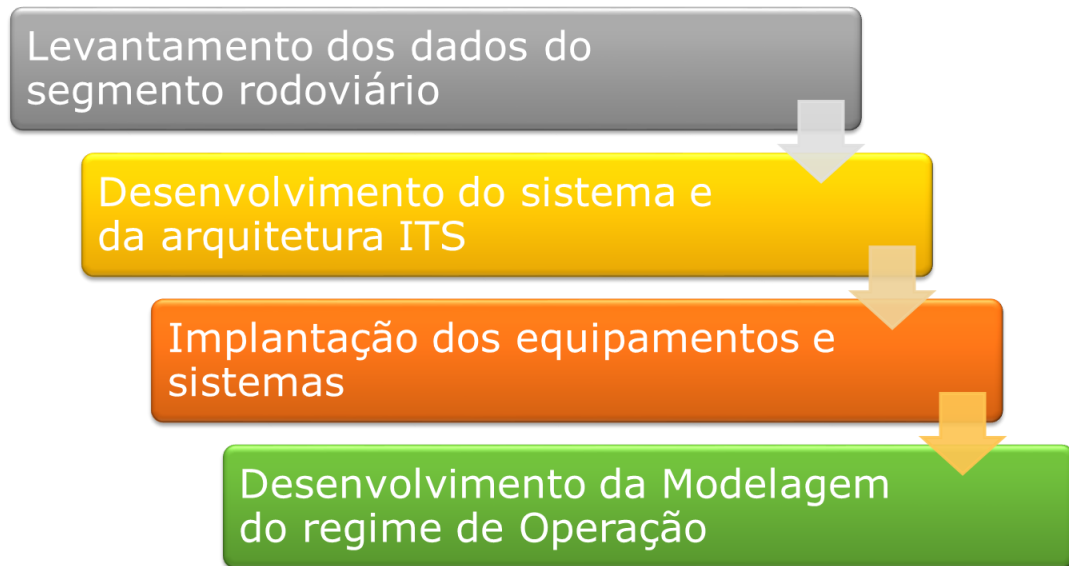
Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

O desafio é planejar como o DNIT poderá contratar os serviços especializados para elaboração do Projeto Básico de Engenharia, com as informações necessárias e suficientes para a elaboração do Projeto Executivo de Engenharia e a execução das Obras/Serviços para implantação do centro de gerenciamento e operação de transportes.

4.2 PROGRAMAÇÃO DAS ATIVIDADES

As atividades a serem desenvolvidas para implementação do modelo de operação estão representadas no fluxograma da Figura 12 e serão detalhadas nos tópicos a seguir.

Figura 12 – Programação das atividades



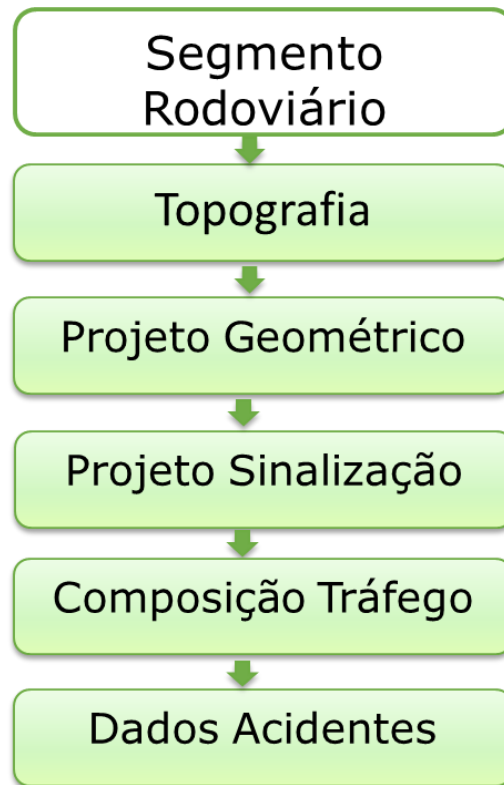
Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

4.2.1 Levantamento dos dados do segmento rodoviário

Consiste no levantamento inicial das informações do segmento rodoviário escolhido e dos parâmetros de sua infraestrutura necessários dentro do escopo proposto para o centro de gerenciamento: Levantamento topográfico; Projeto geométrico e de sinalização; Levantamento dos dados de composição do tráfego e acidentes; E o levantamento dos dados dos usuários da rodovia.

A Figura 13 apresenta de forma esquemática o levantamento dos dados do segmento rodoviário.

Figura 13 – Levantamento dos dados do segmento rodoviário



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

4.2.2 Desenvolvimento do sistema e da arquitetura ITS

Consiste na elaboração dos estudos de campo e da análise das tecnologias disponíveis no mercado para a seleção dos equipamentos de informática, da comunicação de dados e da infraestrutura dos recursos inteligentes de transporte.

Os estudos de campo irão definir a capacidade do sistema a partir da demanda pelos seus serviços, como o número de ocorrências nas rodovias por dia, o número de acessos, o número de interseções semaforizadas, o volume de tráfego diário, as rotas de veículos, a extensão da malha rodoviária coberta, etc.

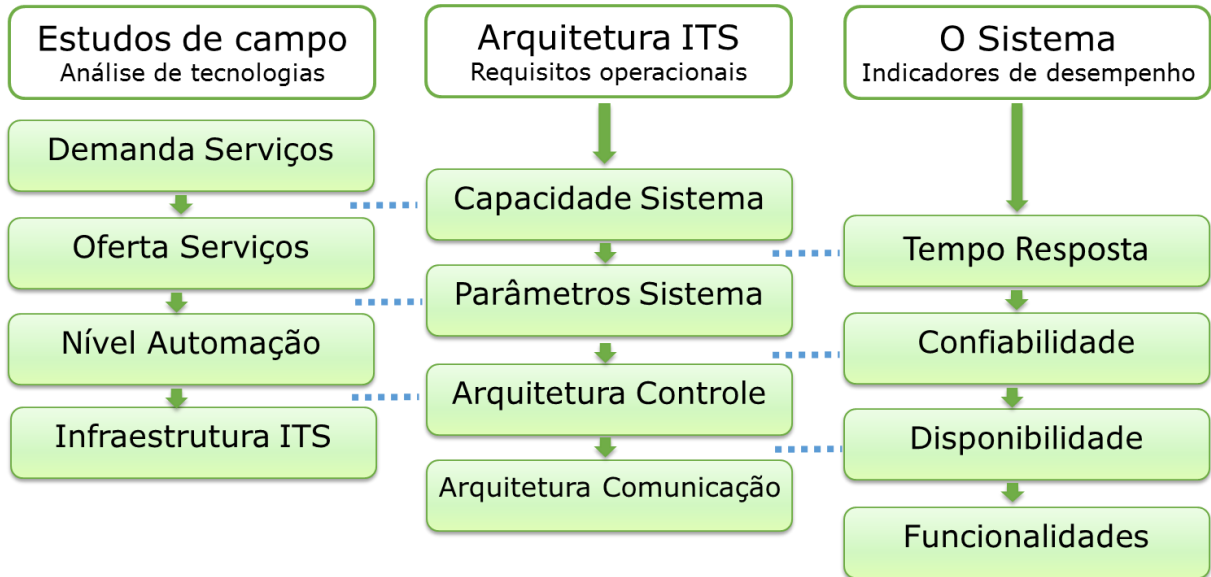
Os parâmetros do sistema serão desenvolvidos a partir da definição dos serviços que serão oferecidos aos usuários da rodovia e da arquitetura do sistema ITS. Estabelecendo os indicadores de desempenho do sistema, o tempo de resposta, sua confiabilidade e disponibilidade e as funções que são executadas.

O nível e o tipo de automação do sistema irão definir a arquitetura de controle, a arquitetura de comunicações, os dispositivos no sistema e sua operação, os dispositivos de campo e o projeto de rede de computadores e de comunicação de dados.

Neste ponto será necessário desenvolver os requisitos detalhados de software, de hardware e de comunicação para o centro de gerenciamento.

Este desenvolvimento está representado na Figura 14.

Figura 14 – Desenvolvimento do sistema e da arquitetura ITS

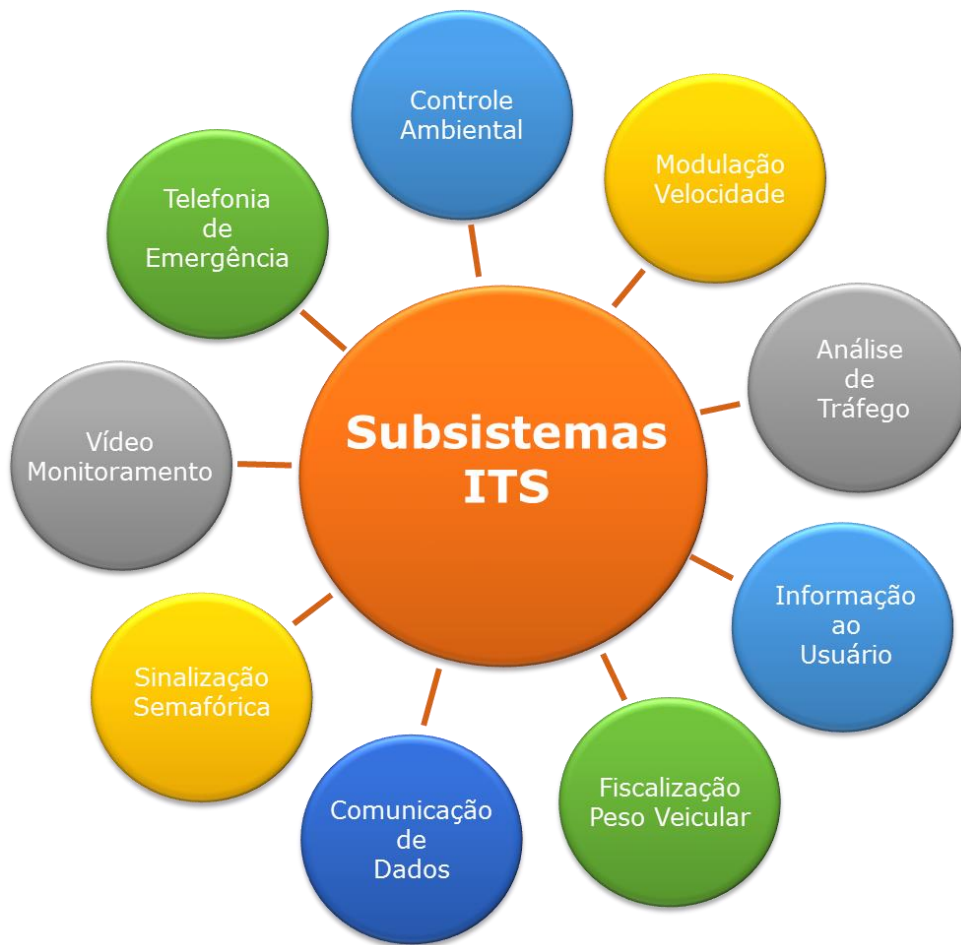


Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Iremos agrupar os dispositivos inteligentes de transportes do centro de gerenciamento e operação de transportes, de acordo com suas funções, em subsistemas distintos.

Estes subsistemas estão representados no diagrama da Figura 15 e serão detalhadas nos tópicos a seguir.

Figura 15 – Subsistemas ITS



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

4.2.2.1 Subsistema de análise de tráfego

Realiza a contagem volumétrica e classificatória do tráfego a partir dos dispositivos ITS de campo: Laços, sensores, detectores Bluetooth (Estação de coleta e identificação de endereço MAC dos dispositivos), radares, imagem, Sistema de Análise de Tráfego - SAT e Sistema de Estação Meteorológica.

4.2.2.2 Subsistema de modulação de velocidade

Realiza a fiscalização eletrônica de velocidades (PNCV) com o uso dos equipamentos de controle de velocidade, radares e similares, para o estudo e controle de tráfego.

4.2.2.3 Subsistema de fiscalização de peso veicular

Realiza o monitoramento e fiscalização do peso veicular, mediante uso de sistemas fixos e portáteis (móveis) de pesagem veicular, estática e dinâmica, e de sistemas complementares associados ao controle de sobrepeso. O DNIT tem contratado os sistemas de PPV, PIAF e UMO.

4.2.2.4 Subsistema de sinalização semafórica

Consiste na operação e manutenção da rede semafórica (equipamentos e controladores semafóricos). A arquitetura das centrais semafóricas pode ser atuada por tempo fixo a partir da programação de planos semafóricos pré-estabelecidos a partir de operações de horários fixos ou em tempo real.

4.2.2.5 Subsistema de informação ao usuário

Consiste na comunicação propriamente dita através dos canais pré-estabelecidos no modelo de operação, como dispositivos ITS de campo (Painéis de mensagem variáveis fixo e móvel), aplicativos de comunicação para o usuário, redes sociais, internet, rádio, mídias e demais sistemas para disseminação de informação.

4.2.2.6 Subsistema de vídeo monitoramento

Controle e monitoramento das imagens dos dispositivos ITS de campo, que compreendem as câmeras de monitoramento de vídeo (CFTV), Sistema de Análise de Tráfego por Vídeo (DAI - Detecção Automática de Incidentes, e analíticos de vídeo para contagem classificatória de tráfego, medição de velocidade média), veículos especiais e drones.

4.2.2.7 Subsistema de telefonia de emergência (Call Box)

Atendimento às chamadas de emergência dos usuários, através de telefonia ou da rede call box da rodovia.

4.2.2.8 Subsistema de comunicação de dados

Controle da comunicação de dados dentro do centro de gerenciamento, entre os dispositivos inteligentes de transporte de campo e a central e também entre os centros e demais parceiros e órgãos intervenientes.

4.2.2.9 Subsistema de controle ambiental

A distribuição estratégica das estações meteorológicas na rodovia é um importante instrumento que pode ajudar a operação: indicando condições climáticas adversas em algum trecho da rodovia, permitindo ações mais rápidas, como a formação de comboio e aviso aos usuários através do subsistema de informação ao usuário.

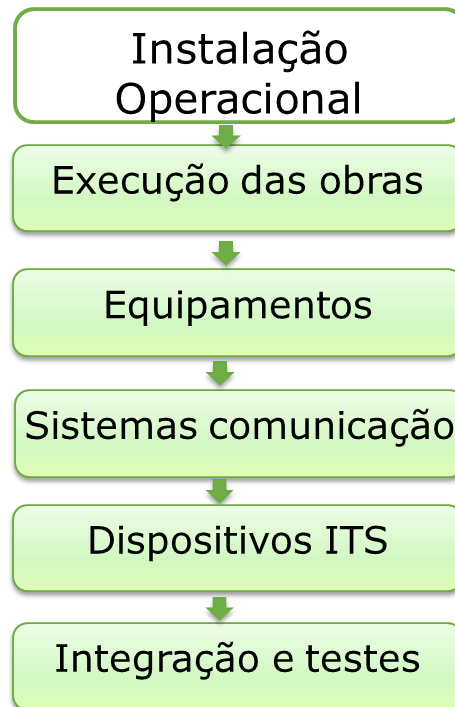
Os registros dos dados do Subsistema de Controle Ambiental podem servir de suporte na análise de acidentes provocados pelas condições ambientais, de forma a gerar alarmes de visibilidade e chuva baseados no histórico dos registros.

4.2.3 Implantação, operação e manutenção dos equipamentos e sistemas

Consiste na execução das obras civis, aquisição e implementação dos equipamentos e dos sistemas de comunicação, dos dispositivos inteligentes de transporte de campo, a realização da integração, dos testes e do controle necessário à instalação operacional.

As etapas necessárias para a instalação operacional do centro de gerenciamento estão representadas na Figura 16.

Figura 16 – Etapas da instalação operacional



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

4.2.4 Desenvolvimento e modelagem do regime de operação

Consiste na modelagem dos processos de gerenciamento, na operação e manutenção do sistema propriamente dito, sua cobertura e serviços propostos, a coordenação junto aos órgãos intervenientes, as funções do pessoal de operações no processamento, compilação e análise das informações do sistema.

A modelagem do regime de operação irá desenvolver os requisitos de pessoal e do plano de treinamento, pois depende diretamente da organização do pessoal envolvido, do seu regime de trabalho, treinamento e da definição dos itens de controle para a avaliação contínua do desempenho operacional de todo o sistema, e sua documentação, alimentando a melhoria do processo. De forma a possibilitar a melhoraria contínua das operações através do processo de engenharia de sistemas.

O regime de operação pode ser tratado em módulos de gestão distintos, porém inter-relacionados, que agrupam atividades afins para facilitar a gestão do centro de gerenciamento e operação de transportes. Esta separação conceitual é importante no entendimento dos diferentes regimes de contratação de serviços para manter a operação do centro de gerenciamento com alto nível de desempenho.

4.2.4.1 Módulo de gestão de infraestrutura

Componente do centro de gerenciamento responsável pelas funcionalidades da gestão de infraestrutura e ao monitoramento do ativo rodoviário

Utiliza recursos do Subsistema de Análise de Tráfego, do Subsistema de Fiscalização de Peso Veicular. No âmbito do DNIT enquadram-se nesta categoria os programas de fiscalização e controle de sobrepeso veicular, PIAF e UMO; O Programa Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT); O controle de ocupação e gerência da faixa de domínio; O DNIT móvel; E a coleta de dados para o sistema de informações sobre condições das rodovias.

4.2.4.2 Módulo de gestão de tráfego

Componente do centro de gerenciamento responsável pelas funcionalidades da gestão de tráfego, que com monitoramento e controle buscam otimizar a capacidade da via através de estratégias ativas de controle de tráfego.

Utiliza os recursos do Subsistema de Modulação de velocidade, do Subsistema de Sinalização Semafórica, do Subsistema de Informação ao Usuário.

No âmbito do DNIT enquadram-se nesta categoria o Programa Nacional Controle de Velocidade (PNCV) e o controle semafórico.

4.2.4.3 Módulo de gestão de incidentes

Componente do centro de gerenciamento responsável pelas funcionalidades da gestão de incidentes que atua na detecção, verificação e gestão ativa de incidentes.

Utiliza os recursos do Subsistema de Vídeo Monitoramento, do Subsistema de Informação ao Usuário e do Subsistema de Telefonia de Emergência (Call Box) para a realização de suas ações.

Não existem programas para este fim em operação no âmbito do DNIT.

4.2.4.4 Módulo de gestão de intervenção

Componente do centro de gerenciamento responsável pelas funcionalidades da gestão de intervenção, que atua no controle de intervenção na via seja de longa ou curta duração, planejada ou emergencial.

Utiliza os recursos do Subsistema de Vídeo Monitoramento e, do Subsistema de Informação ao Usuário para a realização de suas ações.

Não existem programas específicos para este fim em operação no âmbito do DNIT, apesar de algumas destas funcionalidades estarem no escopo dos contratos de conservação, manutenção e sinalização das Superintendências Regionais.

4.2.4.5 Módulo de gestão de manutenção

Componente do centro de gerenciamento responsável pelas funcionalidades da gestão de manutenção, que atua na manutenção dos equipamentos de campo e demais módulos do centro de gerenciamento, buscando a separação da operação da malha viária dos serviços de manutenção.

Utiliza os recursos do Subsistema de Comunicação de Dados.

Não existem programas específicos para este fim em operação no âmbito do DNIT.

4.3 PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO

Para que possamos contratar a operação do centro de gerenciamento e operação de transporte no âmbito do DNIT, será necessário contratar os serviços especializados para elaboração do Projeto de Engenharia, que deverá apresentar as especificações técnicas, a quantidade e tipo de equipamentos necessários, a localização e distribuição dos mesmos, o dimensionamento da equipe, da infraestrutura física, dos serviços de comunicação de dados, bem como o orçamento detalhado e o cronograma.

A partir do recebimento deste projeto será possível licitar a contratação de empresa especializada na implantação, operação e manutenção do centro de gerenciamento de tráfego para o início efetivo de sua operação.

O planejamento da execução e a contratação dos serviços necessitam estar em conformidade com a legislação vigente e com as normas técnicas e diretrizes regulamentadas pelo DNIT. O desenvolvimento deste planejamento não faz parte do escopo do presente trabalho, e poderá ser um desdobramento do mesmo.

Recomendamos que quando do planejamento da execução do centro de gerenciamento e operação de transporte, o mesmo ocorra em etapas, definindo-se um segmento piloto que priorize determinada rodovia, ou mesmo um determinado segmento rodoviário desta.

6 CONCLUSÃO

O Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Operações Rodoviárias teve o objetivo de propor um modelo de operação para rodovias inteligentes e sua aplicação no âmbito do DNIT, que através dos dispositivos inteligentes de transporte e da implantação do Centro de Gerenciamento e Operação de Transporte terá benefícios na melhoria da segurança dos usuários e na otimização do aproveitamento da infraestrutura rodoviária sob sua jurisdição.

O trabalho revela que poderá haver consideráveis ganhos de capacidade nas rodovias congestionadas através de intervenções de natureza operacional, sem necessidade de se recorrer à sua ampliação física, e mais onerosa aos cofres públicos, apenas racionalizando e organizando melhor o uso do espaço disponível.

Conforme apresentado, o DNIT tem implementado vários programas afetos à operação rodoviária, de abrangência nacional, que visam melhorar a segurança dos usuários das rodovias. O trabalho identificou a necessidade de envolvimento das Superintendências Regionais e suas Unidades locais através da implantação dos centros de gerenciamento e operação de transportes.

A aplicação destas tecnologias e a oferta destes serviços aos usuários poderá melhorar a percepção do órgão junto à população. Contribuindo para fortalecer a imagem institucional do DNIT.

Observou-se que o conceito de centro de gerenciamento e operação de transporte, no Brasil, vem sendo adotado nas rodovias concedidas e ainda não é uma realidade nas rodovias administradas pelo governo.

Cumprе ressaltar que o maior ganho indireto deste projeto, está na proteção da vida humana, dos milhares de usuários das rodovias brasileiras. Haja vista a redução no índice de acidentes que se espera alcançar.

O cenário futuro do setor de ITS, atrelado às inovações tecnológicas, gera expectativas de que todos os modos de transportes, veículos e usuários estarão conectados e monitorados. Neste ponto ter-se-á a disseminação do uso do ITS como ferramenta para o planejamento, gestão e operação de transporte.

Destaca-se, portanto, a importância do alinhamento estratégico e comprometimento da alta gestão do órgão, durante a formulação das políticas de transporte e da aplicação dos recursos orçamentários, para a sensibilização e avaliação dos benefícios que poderão ser obtidos com a implantação do Modelo de Operação para Rodovias Inteligentes.

6.1 RECOMENDAÇÕES AO DNIT

A integração das informações dos vários programas em andamento no DNIT, talvez pela abrangência continental de suas ações, mas principalmente pela necessidade da visão sistêmica e estratégica de suas políticas, merece um estudo mais aprofundado e detalhado para que possam ser tratadas, integradas e utilizadas no modelo de operação do centro de gerenciamento de transportes proposto. Esta análise, como um desdobramento deste trabalho irá demandar conhecimentos específicos na área de Análise de Sistemas.

Neste sentido, recomenda-se que sejam pesquisadas as parcerias público-privadas (PPPs), outra abordagem inovadora importante no setor de ITS. Muitos projetos de ITS foram executados por meio dessas parcerias, tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, Maria Bernadete Martins; ARRUDA, Susana Margareth. **Como fazer referências:** bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documento. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Biblioteca Universitária, c2001. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/design/framerefer.php>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Resolução Nº 3.323, de 18 de Novembro de 2009. Diário Oficial da União (DOU), 1 dez. 2009. Disponível em: http://appweb2.antt.gov.br/resolucoes/05000/resolucao3323_2009.html. Acesso em: 16 mar. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520:** informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ISO/TR 14813-1: Sistemas inteligentes de transporte – Arquitetura(s) de modelo de referência para o setor de ITS – Parte 1: Domínios de serviço, grupos de serviço e serviços de ITS. Projeto 127:000.00-002/1. 2010. 37p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ISO/TR 14813-2: Sistemas de controle e informação de transportes – Arquitetura(s) de modelo de referência para o setor de TICS – Parte 2: Arquitetura de referência de núcleo de TICS. Projeto 127:000.00-002/2. 2010. 81p.

_____. **NBR 6024:** informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14724:** informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL. Código Nacional de Trânsito. Lei nº 5.108, de 21 de setembro de 1966. Instituiu o Código Nacional de Trânsito. República Federativa do Brasil. Disponível em: <www.planalto.gov.br> Acesso em: 10 maio 2017.

_____. Resolução Nº 212, de 13 de novembro de 2006. Instituiu em todo o território Nacional o Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos – SINIAV. Ministério das Cidades. CONTRAN. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_212.rtf> Acesso em 10/07/2017.

DARIDO, Georges Bianco; PENA, Iván González Berenguer. Planejamento em sistemas de transportes inteligentes (ITS). In: ANTP. Sistemas inteligentes de transporte. São Paulo, 2012. cap.2, p.10-48. (Série Cadernos Técnicos, 8).

DNIT, site eletrônico. Disponível em < <http://intradnit.intranet/pagina-principal/menu-navegacao/institucional> > Acesso: 15/03/2017.

DNIT Móvel. Disponível em <<https://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/dnit-movel/dnit-movel>>. Acesso: 02/06/2017.

Federal Highway Administration – FHWA. **Transportation Management Center - Concepts of Operation - Implementation Guide**. December 1999.

ITS Brasil, site eletrônico. Disponível em <<http://www.itsb.org.br/links>> Acesso: 12/03/2017.

Kansas Department of Transportation – KDOT. Bureau of Transportation Planning and PB Farradyne and Olsson Associates. **Transportation Operations & Management Center - Implementation Plan**. September 2005.

KLUGER, Robert and Brian L. Smith. NEXT GENERATION TRAFFIC MANAGEMENT CENTERS. Center for Transportation Studies. University of Virginia - May 2013.

MANTOVANI, V. Proposta de um sistema integrado de gestão em segurança de tráfego – SIG SET. São Carlos: UFSCar, Universidade Federal de São Carlos, 2004. Dissertação (Mestrado). Disponível em <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4209/DissVRM.pdf?sequence=1>> Acesso: 14/03/2017.

MARTE, Claudio Luiz; MELLO, Flávia Nascimento Pureza; FERREIRA, Maria Rosilene. ITS em rodovias brasileiras. In: ANTP. Sistemas inteligentes de transporte. São Paulo, 2012. cap.8, p.132-150. (Série Cadernos Técnicos, 8).

MATA, H. BRITO, L. BERGMANN, E. VITORELLO, T. Revista Estradas N°16, Dezembro 2011.

MINAYO, Maria Cecília de. (org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

Pesquisa CNT de Rodovias 2016. Disponível em <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>> Acesso: 03/06/2017.

PICCININI, G. Como avaliar os efeitos dos sistemas inteligentes de transporte (ITS) na segurança rodoviária? Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Civil, Portugal, 2013.

Plano Nacional de Contagem de Tráfego - PNCT – DNIT. Disponível em <<http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct>> Acesso: 02/06/2017.

PORTAL BRASIL. Economia e emprego. **SINIAV**. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/10/sistema-de-identificacao-automatica-de-veiculos-entrara-em-vigor-no-inicio-de-2013>> Acesso: 10/07/2017.

Postos de Pesagem. Disponível em <<https://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/pesagem>> Acesso: 02/06/2017.

PROGRAMA NACIONAL DE CONTROLE ELETRÔNICO DE VELOCIDADE. Disponível em <<https://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/controle-de-velocidade/controle-de-velocidade>> Acesso: 02/06/2017.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE AUTORIZAÇÃO ESPECIAL DE TRÂNSITO – SIAET. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/sistema-de-gerenciamento-de-autorizacao-especial-de-transito-siaet/autoriz.-espec.-transito-aet>> Acesso: 02/06/2017.

SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE VEICULOS – SINIAV. AUTOFIND. Disponível em < <http://www.autofind.com.br/objetivos-siniav.php>> Acesso: 10/07/2017.