

**Especificação, operação e avaliação de sistemas de pesagem em movimento em
velocidade diretriz da via com a utilização de múltiplos sensores (MS-WIM) e análise
do comportamento mecânico de pavimentos**

Termo de Cooperação Técnica 320/2010 – Destaque Orçamentário nº 26.782.0663.2325.0001

Fase C – Metodologia para Operação de Sistemas MS-WIM

Metodologia de Operação de Sistemas MS-WIM

Janeiro de 2012

Termo de cooperação técnica 320/2010 , processo 50600.008688/2009-21, destaque orçamentário nº 26.782.0663.2325.0001, publicado no DOU Nº 68, segunda-feira, 12 de abril de 2010, com início em 20 de maio de 2010.

Especificação, operação e avaliação de sistemas de pesagem em movimento em velocidade diretriz da via com a utilização de múltiplos sensores (MS-WIM) e análise do comportamento mecânico de pavimentos

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT

Jorge Ernesto Pinto Fraxe

Diretor Geral DNIT

Roger da Silva Pêgas

Diretor de Infraestrutura Rodoviária

Romeu Sheibe Neto

Coordenador Geral de Operações Rodoviárias

João Batista Berretta Neto

Coordenador de Operações

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL/DNIT/SC

João José dos Santos

Superintendente Regional de Santa Catarina

Edemar Martins

Supervisor de Operações

Fernando Faustino de Souza

Área de Engenharia e Segurança de Trânsito

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Alvaro Toubes Prata

Reitor

Carlos Alberto Justo da Silva

Vice-Reitor

Edison da Rosa

Diretor do Centro Tecnológico

Antonio Edésio Jungles

Chefe do Departamento de Engenharia Civil

LABORATÓRIO DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA - LABTRANS

Amir Mattar Valente, Dr.

Coordenador Geral do LabTrans/UFSC

NÚCLEO DE ESTUDOS DE PESAGEM

Equipe Técnica

Charlene Souza Chiella, Tecnóloga

Flavio De Mori, Dr.

Gustavo Garcia Otto, M. Eng.

Hélio Goltsman, Engº. Eletrônico

Leonardo Soliz, Engº. de Controle e Automação Industrial

Márcio Roberto de Lima Paiva, Dr.

Paulo Roberto Luckmann Martins, Tecnólogo

Valter Zanela Tani, Dr.

Apresentação

Trata o presente relatório de um produto do projeto especificação, operação e avaliação de sistemas de pesagem em movimento em velocidade diretriz da via com a utilização de múltiplos sensores (MS WIM) e análise do comportamento mecânico de pavimentos, objeto de Termo de Cooperação Técnica – Destaque Orçamentário nº 26.782.0663.2325.0001 firmado entre o Departamento Nacional de Infraestrutura – DNIT e a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Este projeto é a continuação do convênio TT 102-2007 e tem por objetivo geral desenvolver metodologias para especificação e operação de sistemas de pesagem em movimento com múltiplos sensores em velocidade normal de operação da rodovia, bem como avaliar aspectos técnicos, operacionais e econômicos de sua instalação e operação e analisar o comportamento dinâmico do pavimento a partir da identificação, análise e avaliação de sua deterioração, considerando a realidade nacional, no que tange à infraestrutura rodoviária e a legislação vigente, desdobrado nos seguintes resultados esperados:

- ❖ Avaliação operacional e econômica dos sistemas de pesagem instalados durante convênio TT 102-2007;
- ❖ Desenvolvimento de metodologia para especificação de sistemas de pesagem em movimento com a utilização de múltiplos sensores;
- ❖ Desenvolvimento de metodologia para operação de sistema de pesagem em movimento com a utilização de múltiplos sensores;
- ❖ Desenvolvimento de metodologia para identificação e análise da deterioração de pavimentos;
- ❖ Avaliação da deterioração do pavimento;
- ❖ Acompanhamento do planejamento, da operação e avaliação dos sistemas de pré-seleção com a utilização de múltiplos sensores em velocidade diretriz da via de 157 postos de pesagem indicados pelo DNIT.

Neste relatório é apresentada a fundamentação da Metodologia para a Operação de Sistema MS-WIM

A metodologia desenvolvida incorpora as prescrições necessárias para a especificação de sistemas MS-WIM adaptados às condições de tráfego e de pavimento de trechos rodoviários brasileiros específicos, em função do tipo de aplicação e precisão requeridas.

Acompanha o relatório impresso, um CD com o relatório em formato digital.

Lista de Abreviaturas e Siglas

ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
COST	<i>COoperation européenne dans la recherche Scientifique et Technique</i>
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
HS-WIM	<i>High Speed WIM</i> - Sistema de pesagem em movimento a alta velocidade
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LS-WIM	<i>Low Speed WIM</i> - Sistema de pesagem em movimento a baixa velocidade
MS-WIM	<i>Multiple Sensor WIM</i> - Sistema de pesagem em movimento com múltiplos sensores
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
OIML	<i>Organisation Internationale de Métrologie Légale</i>
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
WIM	<i>Weigh-in-Motion</i>

Lista de Figuras

Figura 1	Modelo temporal de operação.....	9
Figura 2	Esquemático de uma instalação de Contagem Permanente de Tráfego ..	12
Figura 3	Fluxograma operacional de contagem permanente de tráfego	13
Figura 4	Esquemático de um posto de pré-seleção de pesagem.....	16
Figura 5	Fluxograma operacional de tráfego do posto de pré-seleção.....	17
Figura 6	Esquemático de um Posto de Controle do Peso	20
Figura 7	Fluxograma operacional do Sistema de Controle do Peso e Dimensões Veiculares.....	21

Índice

1	Introdução.....	8
2	Contagem Permanente de Tráfego	11
2.1	Operação do Sistema de Contagem Permanente de Tráfego	13
3	Posto de Pré-seleção de Pesagem	15
4	Postos do controle de peso e dimensões veiculares.....	19
4.1-	Operação do Sistema de Controle do Peso e Dimensões Veiculares.....	21
5	Monitoramento	23
5.1	Procedimentos de Controle e Identificação de Erros	24
5.1.1	Manutenção preditiva	24
5.1.2	Manutenção preventiva.....	26
5.1.3	Manutenção corretiva	26
6	Considerações Finais.....	28

1 Introdução

Com base na experiência acumulada pelo projeto durante a realização dos testes de longo prazo na pista experimental de Araranguá tornou-se possível o estabelecimento de premissas que culminaram com o estabelecimento de um modelo de operação composto de três fases: I - condições iniciais; II - aplicações e; III - monitoramento, conforme pode ser visualizado na Figura 1

A fase I - Condições Iniciais - tem por objetivo, a escolha do local para a instalação dos sistemas segundo a arquitetura de múltiplos sensores, considerando para tanto características referidas à geometria da rodovia no local, tipo de pavimento e a caracterização da frota, que em conjunto com o modelo de interação frota/pavimento irão então definir o leiaute de instalação dos sensores na pista.

A fase II – Aplicações - apresenta as diferentes aplicações dos sistemas de múltiplos sensores, contemplando sistemas de contagem permanente de tráfego, pré-seleção de veículos sobrecarregados e de controle efetivo do peso a velocidade diretriz da rodovia e aplicações de multas. Apresenta outrossim, para cada uma das aplicações, as atividades sequenciais de definição de hardware/software, instalação de sensores e periféricos, testes operacionais e calibração

A fase III – Monitoramento - explicita o procedimento da operação dos diferentes tipos de aplicação, definindo de forma temporal e qualitativa as intervenções de manutenção programadas e eventuais.

Levando-se em consideração o modelo previamente desenvolvido, o presente relatório, apresenta as metodologias de operação, tendo em vista as diferentes aplicações para um sistema de pesagem em movimento, com a utilização da arquitetura de Múltiplos Sensores visando o controle de peso em Rodovias Federais na velocidade de operação das mesmas.

Desta forma foram desenvolvidos três tipos de metodologias operacionais respectivamente para as seguintes aplicações:

- ◆ Contagem permanente de tráfego;
- ◆ Postos de pré-seleção de pesagem;

- ◆ Postos do controle de peso e dimensões veiculares.

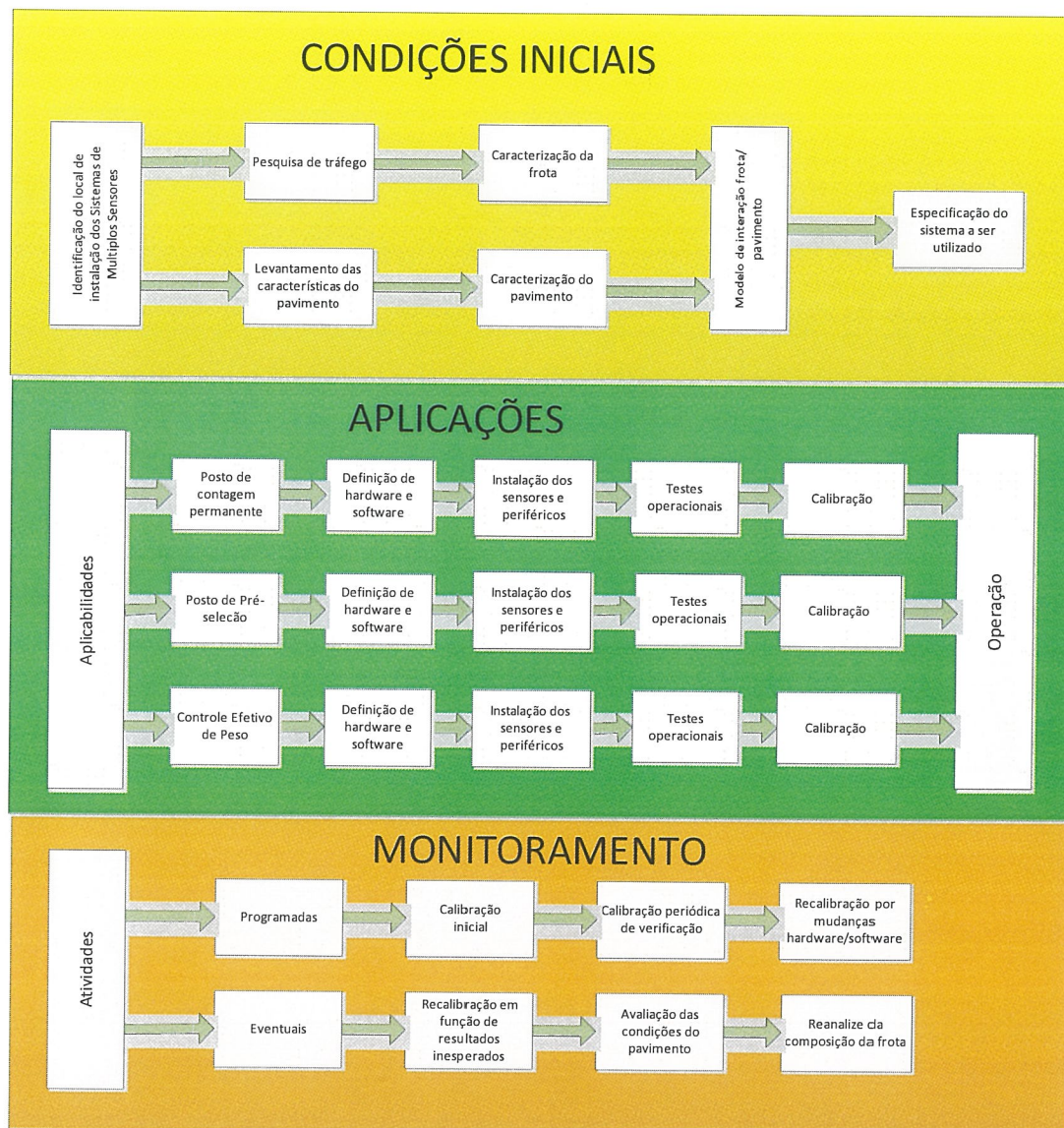


Figura 1 - Modelo temporal de operação

Primeiramente, qualquer que seja a aplicação, deverão ser desenvolvidas as tarefas referentes à escolha do local da instalação, tendo como requisitos básicos a caracterização da frota e do pavimento .

Para cada tipo de aplicação, serão especificados sensores e demais hardwares /softwares e periféricos, seguidos de testes operacionais e calibração dos sistemas escolhidos.

Tendo em vista o alto grau de automação dos sistemas, o monitoramento em tempo real é de capital importância para o planejamento e execução das manutenções

programadas e eventuais, levando em consideração possíveis alterações dos parâmetros relacionados à caracterização da frota e condições do pavimento, que resultarão na necessidade de novas calibrações.

2 Contagem Permanente de Tráfego

A operação do sistema de contagem permanente de tráfego com a utilização de múltiplos sensores à velocidade diretriz da rodovia tem uma estrutura que funciona totalmente independente da interferência humana, e resistente a possíveis vandalismos.

O sistema de contagem permanente de tráfego foi projetado para funcionamento vinte e quatro horas por dia, de modo a fornecer informações sobre o tráfego na rodovia. Essas informações serão repassadas em tempo real a um centro remoto de controle, cujo banco de dados conterà as seguintes informações:

- ◇ Contagem por diferentes classes:
 - ◇ Veículos de passeio;
 - ◇ Motocicletas.
 - ◇ Veículos comerciais de dois eixos, efetuando a distinção entre ônibus e caminhões;
 - ◇ Veículos comerciais de três eixos, efetuando a distinção entre ônibus e caminhões;
 - ◇ Combinações de veículos de carga de quatro eixos, com uma unidade rebocada;
 - ◇ Combinações de veículos de carga de cinco eixos, com uma unidade rebocada;
 - ◇ Combinações de veículos de carga de seis eixos, com uma unidade rebocada;
 - ◇ Combinações de veículos de carga de seis eixos, com duas unidades rebocadas;
 - ◇ Combinações de veículos de carga de sete eixos, com duas unidades rebocadas;
 - ◇ Combinações de veículos de carga acima de sete eixos, com duas unidades rebocadas.
- ◇ Velocidade;
- ◇ Peso por eixo e conjunto de eixos;

- ◆ Peso bruto total (PBT) /Veículo;
- ◆ Data /Hora.

A Figura 2 ilustra de forma esquemática uma instalação de contagem permanente de tráfego, sendo que para um melhor entendimento, apresenta-se o funcionamento do sistema, em quatro camadas: camada de acesso ao hardware; camada de condicionamento e aquisição de dados; camada de aplicação e; camada de rede.

A camada de acesso ao hardware é composta pelos elementos que participam ativamente do processo de interação veículo e a instrumentação localizada na pista de teste para coleta de informações do mesmo onde se tem dados da temperatura da pista e das câmeras de vigilância.

Na camada de condicionamento e aquisição de dados- encontram-se respectivamente a eletrônica de detecção do laço indutivo, o amplificador de carga e a placa de aquisição dos dados, todos acondicionados em um armário industrial.

Na camada de aplicação encontram-se armazenados a inteligência do sistema, tanto no que se refere à vigilância (câmera de vigilância) e ao processamento dos dados coletados (servidor de aplicação) ambos instalados em um armário industrial.

Já na camada de rede encontram-se instalados os dispositivos encarregados da comunicação em tempo real, via internet com uma estação de acesso remoto.

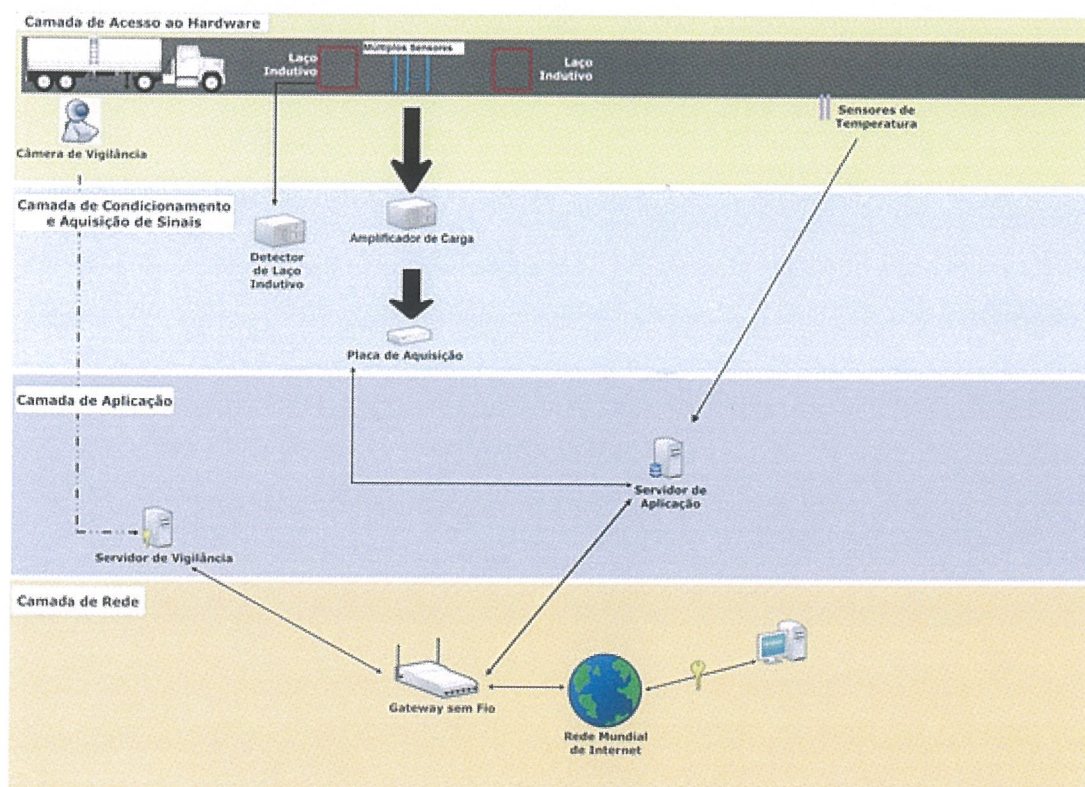


Figura 2 - Esquemático de uma instalação de Contagem Permanente de Tráfego

2.1 Operação do Sistema de Contagem Permanente de Tráfego

O Sistema de contagem permanente de tráfego funciona de forma independente da interferência humana. É totalmente informatizado, acondicionado em um armário industrial de aço a prova de vandalismo, localizado a margem da rodovia e protegido contra possíveis impactos.

O fluxograma operacional do sistema de contagem permanente de tráfego é apresentado na Figura 3 seguido da descrição, passo a passo, da operação do sistema de contagem permanente de tráfego

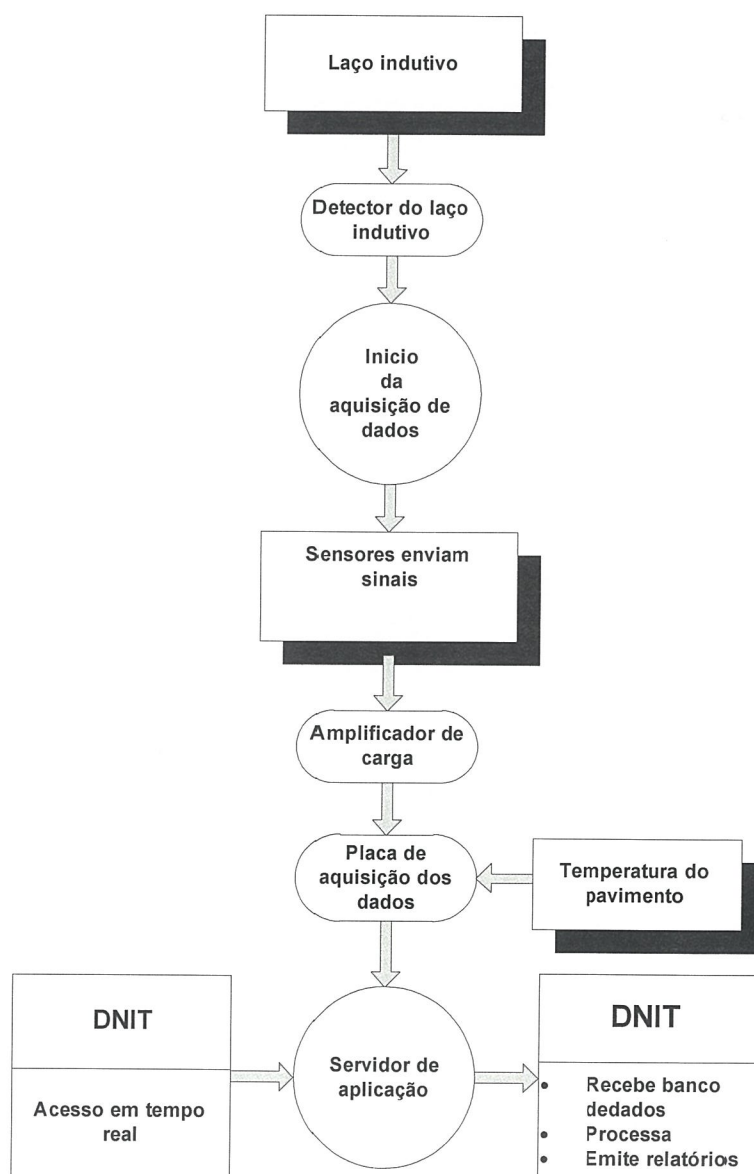


Figura 3 - Fluxograma operacional de contagem permanente de tráfego

O início da operação do Sistema de Contagem Permanente de Tráfego se dá a partir do momento em que um veículo passa sobre o laço indutivo, que antecede aos sensores instalados na pista. Após a passagem do veículo sobre o laço indutivo, o detector de laço indutivo emite um sinal digital à placa de aquisição de sinais, dando início a aquisição dos dados brutos provenientes dos sensores de pesagem.

Uma vez adquiridos os dados brutos, estes são encaminhados ao servidor de aplicação, onde serão compactados, juntamente com as informações das temperaturas do pavimento;

Do servidor de aplicação há o encaminhamento dos dados brutos, via internet, a um banco de dados no DNIT. De posse dos dados brutos faz-se o processamento de todas as linhas de sensores. As informações são geradas em arquivos que podem ser visualizados no Excel, sendo este um software de fácil manuseio. Desta forma, o usuário pode analisar os mesmos de acordo com o objetivo pretendido.

O servidor de aplicação permite o acesso direto a todas as informações adquiridas pelo sistema e através de uma unidade de *helpdesk* atuar diretamente no funcionamento do mesmo.

A câmera de vigilância permite, em tempo real, a visualização durante 24 horas do Sistema de Contagem Permanente de Tráfego.

3 Posto de Pré-seleção de Pesagem

O Posto de Pré-seleção de Pesagem de veículos comerciais, opera em conjunto com um posto de pesagem situado a jusante da instalação, e terá por função específica a orientação do tráfego dos mesmos com base em seus limites legais. A comunicação com o posto de pesagem se dará de forma remota.

Neste caso, o sistema estará operando vinte e quatro horas por dia, fiscalizando o excesso de peso por eixo/ conjunto de eixos e peso bruto total dos veículos comerciais e ainda fiscalizando as dimensões dos veículos de carga.

Os dados coletados serão enviados a um banco de dados do posto de pesagem, contendo listagem/fotos de todos os veículos infratores com as informações dos possíveis excessos de peso e dimensões.

O sistema permitirá o monitoramento em tempo real, com visualização dos dados coletados e processados, como também de imagens do posto de pré-seleção. O banco de dados a ser encaminhado à central de controle remoto e ao posto de pesagem conterão as seguintes informações:

- ◆ Contagem classificatória;
- ◆ Velocidade;
- ◆ Peso por eixo e conjunto de eixos;
- ◆ Peso bruto total;
- ◆ Data /hora;
- ◆ Medições de comprimento e altura do veículo;
- ◆ Registro da placa dianteira.

A partir das informações coletadas e registradas em banco de dados o sistema de pré-seleção deverá:

- ◆ Acionar o painel de mensagem variável, liberando ou solicitando que o veículo dirija-se a balança de precisão;
- ◆ Acionar o semáforo de direcionamento do veículo, ou para pista de rolamento ou para a balança de precisão;
- ◆ Enviar dados ao posto de pesagem em tempo real;

- ◆ Enviar de dados a uma estação remota de controle;
- ◆ Monitorar o sistema em tempo real.

Para efeito de um melhor entendimento, a Figura 4 explicita de forma esquemática o funcionamento do sistema, em quatro camadas.

Camada de Acesso ao Hardware - Compõe os elementos que participam ativamente no processo de interação veículo e a instrumentação localizada na pista de teste para coleta de informações do mesmo onde se agregam dados de temperatura, câmera de vigilância, câmeras dedicadas a registrar a placa dianteira dos veículos e mais sensores dedicados a efetuar medidas das dimensões dos veículos.

Camada de Condicionamento e Aquisição de Dados - Nesta camada encontram-se respectivamente a eletrônica de detecção do laço indutivo, o amplificador de carga e a placa de aquisição dos dados, todos acondicionados em um armário industrial.

Camada de Aplicação - Nesta camada encontra-se armazenada toda a inteligência do sistema, tanto no que se refere à vigilância (Servidor de Vigilância) como ao processamento dos dados coletados (Servidor de Aplicação) ambos fisicamente instalados em um armário industrial.

Camada de Rede - Nesta camada encontram-se instalados os dispositivos encarregados da comunicação em tempo real, via internet com uma estação de controle remoto.

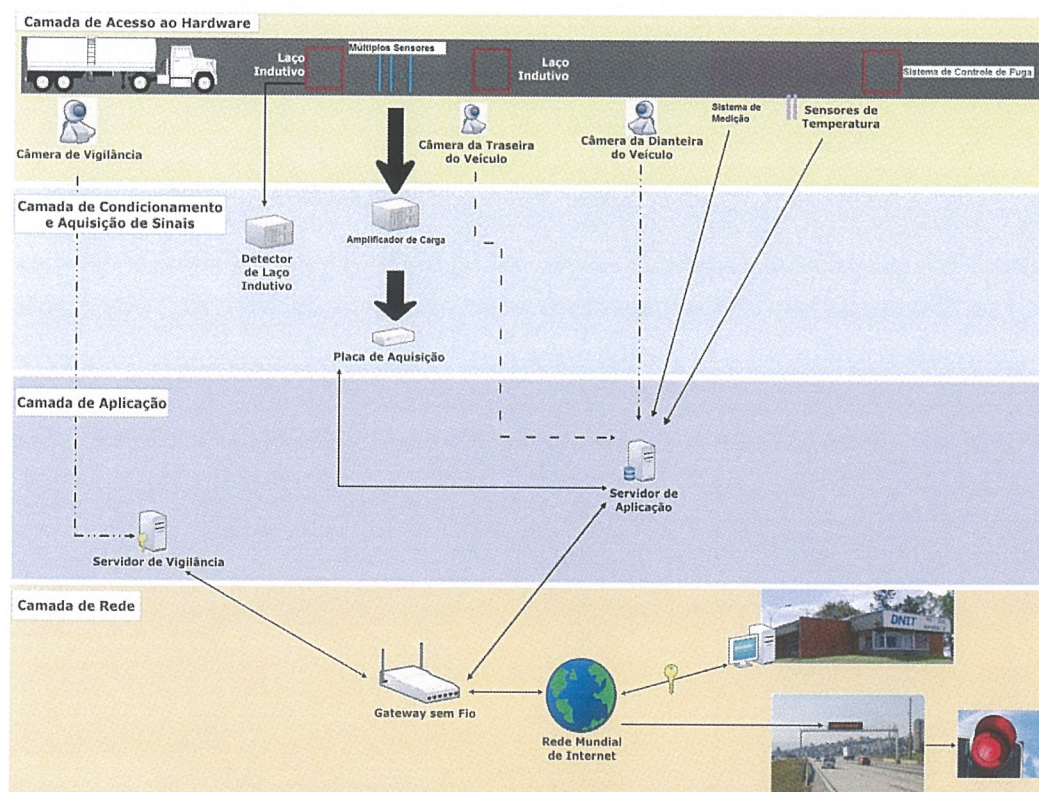


Figura 4 - Esquemático de um posto de pré-seleção de pesagem

O sistema de pré-seleção de pesagem que opera independente da interferência humana; é totalmente informatizado e acondicionado em um armário industrial de aço a prova de vandalismo.

Apresenta-se na Figura 5 , o fluxograma operacional e subsequente, apresenta-se a descrição, passo a passo, da operação do sistema de pré-seleção de pesagem.

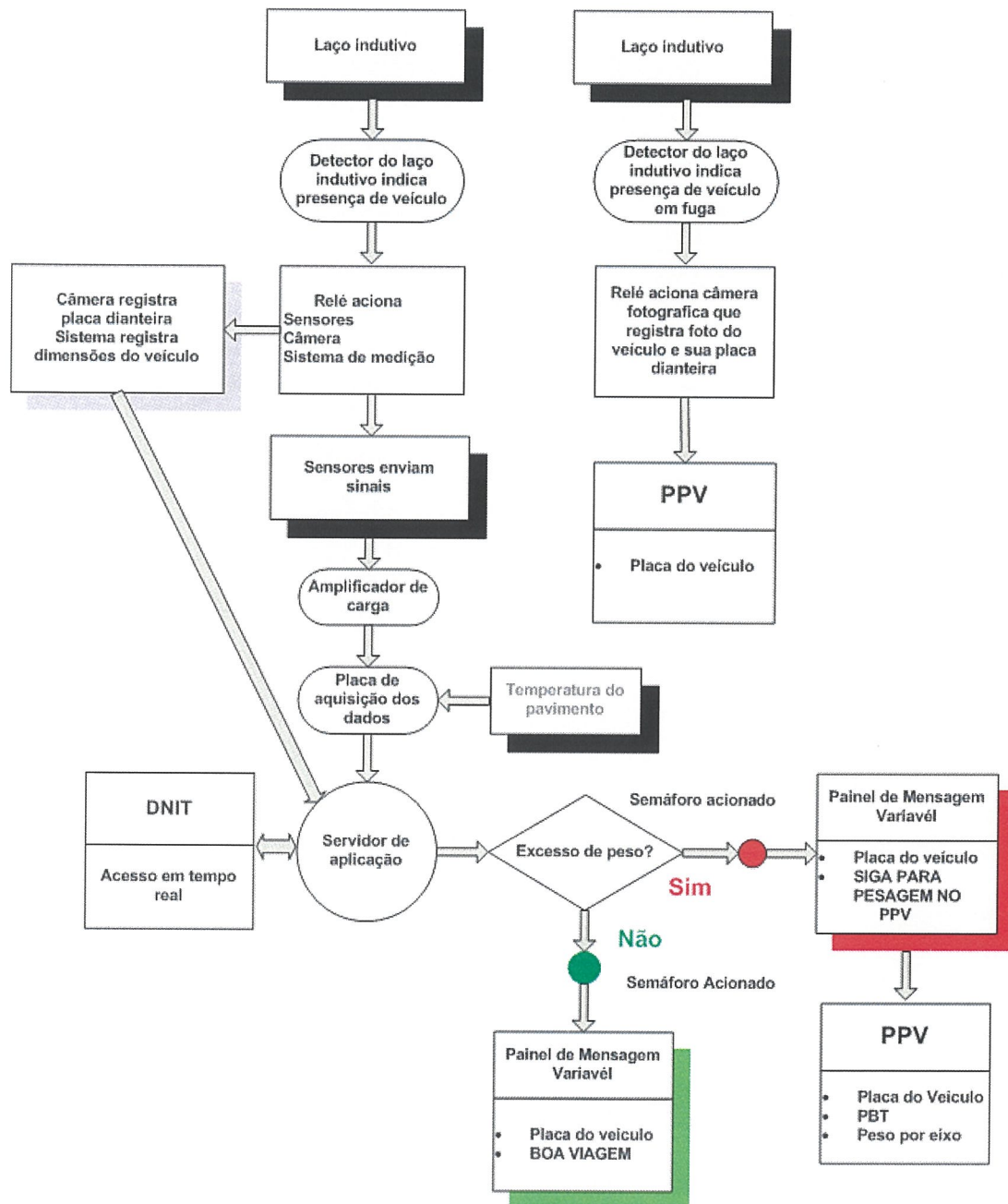


Figura 5 - Fluxograma operacional de tráfego do posto de pré-seleção

O início da operação do Sistema Pré-seleção de Pesagem se dá a partir do momento em que um veículo passa sobre o laço indutivo, que antecede a localização física dos sensores instalados na pista. O laço indutivo, por sua vez, emite um sinal digital ao software sempre que um veículo passe por ele.

Após acionar o laço indutivo, a força do veículo exercida sobre os sensores, gera um sinal elétrico que será transmitido ao amplificador de carga e posteriormente para a placa de aquisição de dados.

Com o acionamento do sistema de medição o obturador das câmeras é disparado registrando as placa dianteira do veículo. Estes dados serão encaminhados ao servidor de aplicação.

Caso o veículo não passar sobre o laço indutivo colocado antes dos sensores, o mesmo será considerado como veículo em fuga e um segundo laço indutivo colocado na faixa da esquerda da pista de rolamento dispara o obturador de uma câmera que registra a placa dianteira do veículo, a qual é encaminhada ao servidor de aplicação que por sua vez envia em tempo real ao controle do Posto de Pesagem.

Os dados adquiridos juntamente, com as placas, com as dimensões de altura e comprimento dos veículos e com a temperatura do pavimento, serão então encaminhados ao servidor de aplicação, para serem processados por meio de software dedicado.

O servidor de aplicação, em função da classificação do veículo e seus pesos limites, enviam informações ao painel de mensagem variável e ao Posto de Pesagem, condizente com os dados processados mostrando Placa e PBT e a mensagem: “Boa Viagem” para os veículos dentro dos limites e “Siga para pesagem no PPV” para veículos com excesso de peso.

4 Postos do controle de peso e dimensões veiculares

O Sistema de Controle de Peso e de dimensões veiculares, foi projetado visando a busca de um novo paradigma , qual seja, o controle do peso e das dimensões veiculares à velocidade diretriz da via, visando a emissão de multa aos veículos infratores.

É condição “ sine -qua -non” para a operação do Sistema de Controle de Peso e dimensões veiculares a elaboração de metodologia para aferição do mesmo pelo INMETRO e mudança na legislação existente sobre pesagem de veículos em movimento, a alta velocidade.

A utilização de múltiplos sensores deverá ser capaz de pesar os veículos à velocidade diretriz da rodovia, identificar o número de eixos e espaçamento entre eixos, rodados simples ou duplo, peso por eixo/ conjunto de eixo e peso bruto total.

Deverá também identificar de acordo com a classificação do veículo a existência de excesso de peso (bruto e por eixos), aferir medições de altura e comprimento do veículo.

Com base nas informações adquiridas, o sistema deverá informar ao motorista através um painel de mensagem variável, a sua condição com relação à lei da balança e as dimensões do veículo.

O sistema deverá ainda registrar fotograficamente o veículo, agregando à mesma sua placas dianteira e traseira, seu PBT e peso nos diversos eixos, registro este que depois de homologado pelo setor competente do DNIT, será utilizado para autuação e notificação do veículo infrator.

A conexão remota com o DNIT permitirá a comunicação com o banco de dados contendo a lista das fotos de todos os veículos infratores com as informações dos excessos de peso.

O Sistema do Controle de Peso e Dimensões Veiculares opera independente da interferência humana sendo totalmente informatizado e acondicionado em um armário industrial de aço a prova de vandalismo.

Para um melhor entendimento, a Figura 6 mostra de forma esquemática o funcionamento do sistema, em quatro camadas.

Camada de Acesso ao Hardware - Compõe os elementos que participam ativamente no processo de interação veículo e a instrumentação localizada na pista de teste para coleta de informações do mesmo onde se agregam dados de temperatura, câmera de vigilância, câmeras dedicadas a registrar as placas dianteira e traseira do veículo e mais sensores dedicados a efetuar medidas das dimensões dos veículos.

Camada de Condicionamento e Aquisição de Dados - Nesta camada encontram-se respectivamente a eletrônica de detecção do laço indutivo, o amplificador de carga e a placa de aquisição dos dados, todos acondicionados em um armário industrial.

Camada de Aplicação - Nesta camada encontra-se armazenada toda a inteligência do sistema, tanto no que se refere à vigilância (Servidor de Vigilância) como ao processamento dos dados coletados (Servidor de Aplicação) ambos fisicamente instalados em um armário industrial.

Camada de Rede - Nesta camada encontram-se instalados os dispositivos encarregados da comunicação em tempo real via internet com uma estação de controle remoto.

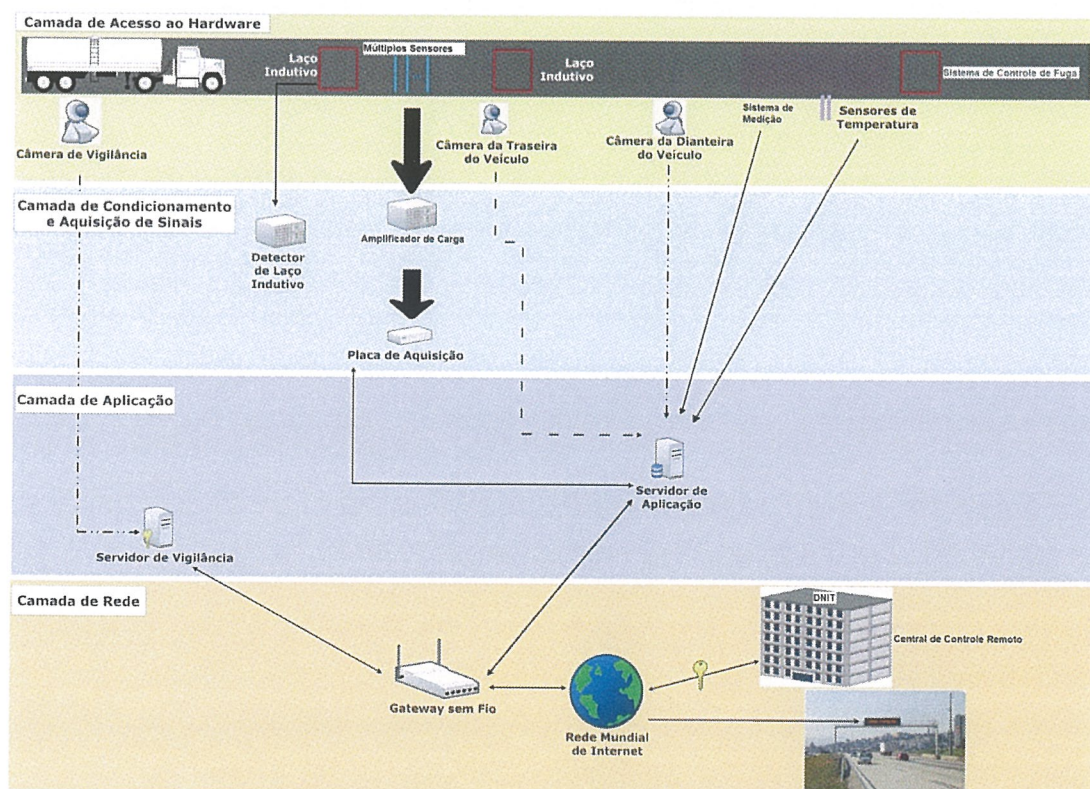


Figura 6 – Esquemático de um Posto de Controle do Peso

4.1- Operação do Sistema de Controle do Peso e Dimensões Veiculares

O Sistema de Controle do Peso e Dimensões Veiculares deverá operar de forma totalmente autônoma e independente da interferência humana. Seu fluxograma operacional é apresentado na Figura 7 e subsequente é descrita, passo a passo, a operação do Sistema de Controle do Peso e Dimensões Veiculares.

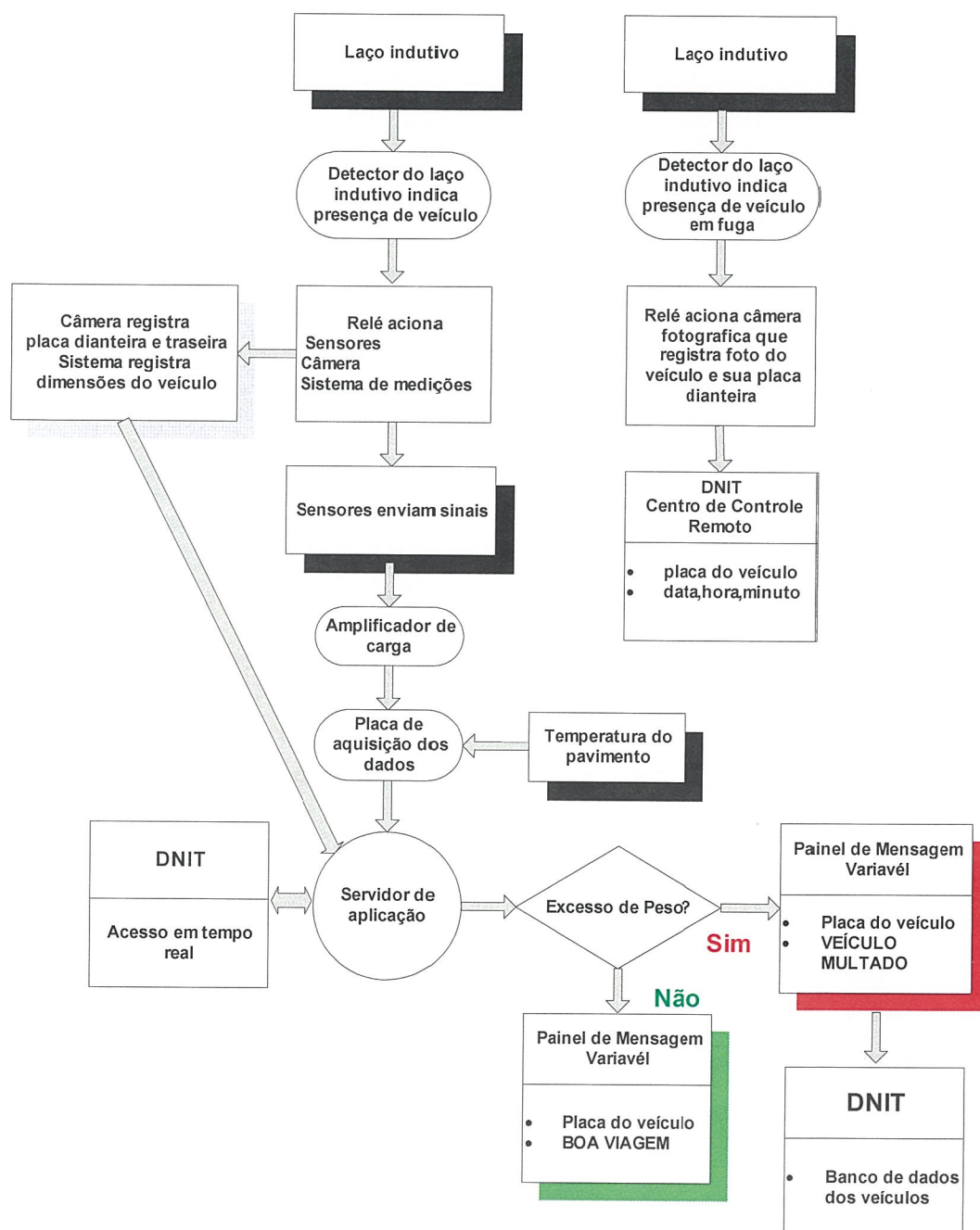


Figura 7 - Fluxograma operacional do Sistema de Controle do Peso e Dimensões Veiculares

Anteriormente ao início da operação, o INMETRO deverá ser acionado, para execução dos testes de aferição e aprovação do Sistema.

O início da operação do Sistema de Controle de Peso e Dimensões Veiculares se dá a partir do momento em que um veículo passa sobre o laço indutivo, que antecede a localização física dos sensores instalados na pista. O laço indutivo, por sua vez, emite um sinal digital ao software sempre que um veículo passe por ele.

Com o acionamento do sistema de medição o obturador das câmeras é disparado registrando as placas dianteira e traseira do veículo. Estes dados serão encaminhados ao servidor de aplicação.

Caso o veículo não passar sobre o laço indutivo colocado antes dos sensores, o mesmo será considerado como veículo em fuga e um segundo laço indutivo colocado na faixa esquerda da pista de rolamento dispara o obturador de uma câmera que registra a placa dianteira do veículo e suas dimensões (comprimento e altura). Estes dados serão encaminhados ao servidor de aplicação que por sua vez informará a unidade de controle remoto associando, data, hora e minuto da evasão.

Os dados adquiridos juntamente com a temperatura do pavimento, serão então encaminhados ao servidor de aplicação, para serem processados por meio de software dedicado.

O servidor de aplicação, em função da classificação do veículo, seus pesos limites e dimensões, envia informações ao painel de mensagem variável e a central de controle remoto compatíveis com a situação do veículo.

Caso o veículo esteja com excesso de peso e ou dimensões, seus dados serão enviados a um banco de dados para emissão de multas. Simultaneamente o servidor de aplicação enviará mensagem ao painel de mensagem variável- “Veículo Multado” indicando a placa do mesmo.

Caso o veículo esteja dentro dos limites legais o servidor de aplicação envia mensagem ao painel de mensagem variável: “Boa Viagem” juntamente com a placa dianteira do mesmo.

5 Monitoramento

Tendo em vista que as operações dos sistemas anteriormente descritos não dependem da interferência humana, os mesmos necessitam de um acompanhamento “on line” de forma a garantir a operação dos mesmos dentro de suas especificações operacionais.

Para tanto, a inteligência dos sistemas de operação, dispõem de software dedicado denominado de “help desk” que permite em tempo real, ações que demandam respectivamente manutenções preditivas, preventivas e corretivas relacionadas a parâmetros e variáveis pré-determinadas, que fazem parte de uma lista de prerrogativas para o funcionamento correto dos sistemas em pauta.

Sempre que for detectada qualquer anomalia no funcionamento dos sistemas, que não permitam a correção “on line”, torna-se imperativo a visita de um técnico ao local, para a execução de medidas corretivas.

É de importância capital, a verificação e acompanhamento sistemático da interação sensor - pavimento.

Conforme descrito no Modelo de Operação, além da calibração inicial, calibrações periódicas a cada seis meses ou um ano deverão ser executadas, de forma a levar em consideração possíveis alterações nas condições iniciais do local de instalação. Quando tratar-se de sistemas de controle do peso e de dimensões veiculares para emissão de multas, após cada calibração, o INMETRO, deverá ser acionado para aferir o sistema como um todo.

Desde que indicado, o pavimento deverá ser analisado quanto a medidas de deflexão, de deformação e IRI.

Sempre que forem observados comportamentos inesperados quanto à característica dos dados coletados, deformidades na superfície de rolamento e ou variações significativas na caracterização da frota no trecho em questão, após a análise e implementação de medidas corretivas novas calibrações deverão ser realizadas.

5.1 Procedimentos de Controle e Identificação de Erros

Os procedimentos de controle e identificação de erros são realizados por meio de manutenções, planejadas ou não planejadas, em qualquer parte, componente, dispositivo, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que por sua existência estão sujeitos a falhas, sejam elas previstas ou repentinas. Para haver um melhor rastreamento de todo o processo é importante a documentação de tais procedimentos e ações a serem tomadas juntamente das plantas, diagramas e esquemáticos que envolvem o sistema.

Tendo em vista que as operações dos sistemas descritos nos Capítulos 2, 3 e 4 não dependem da interferência humana, os mesmos necessitam de um acompanhamento remoto a fim de garantir a funcionalidade da operação dentro de suas especificações.

De maneira geral manutenção, segundo a ABNT – NBR 5462 –, é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Ela se divide em manutenção preditiva ou controlada, manutenção preventiva e manutenção corretiva. Outras nomenclaturas de manutenção são encontradas em várias bibliografias, mas sempre sendo ramificações daquelas primeiras.

De forma mais detalhada o processo de manutenção consiste em:

- ◆ Manter um item em condições de pleno funcionamento;
- ◆ Prevenir falhas prováveis;
- ◆ Administrar os recursos de forma a obter o melhor rendimento dos equipamentos;
- ◆ Otimizar os processos de manutenção, operação e segurança dos itens;
- ◆ Minimizar a atuação das intervenções, reduzindo, conseqüentemente, os custos de manutenções.

Ressalta-se que a manutenção é de responsabilidade, direta ou indiretamente, de todos os envolvidos no projeto.

5.1.1 Manutenção preditiva

Para a ABNT – NBR 5462 – a manutenção preditiva permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Parte-se do prévio conhecimento das condições de cada um dos itens. Uma forma de manter essa qualidade é, por exemplo, trocar peças e equipamentos – mesmo que aparentemente funcionando – por estarem chegando ao término do tempo de vida útil. Esse dado é obtido através de monitoramento direto das condições mecânicas,

rendimento do sistema, e outros indicadores para determinar o tempo médio para falha real ou perda de rendimento do sistema de medição. Por esses motivos, exige um sério controle de qualidade e monitoração tanto no hardware quanto na performance do sistema de medição.

Existem três tipos de monitoração para a avaliação das condições do equipamento:

- ◆ Monitoração subjetiva;
- ◆ Monitoração objetiva;
- ◆ Monitoração contínua.

A monitoração subjetiva é aquela que ocorre de forma empírica e pode ser aferido pelos seis sentidos do corpo humano. É, geralmente, a forma mais frequente de manutenção preditiva. Abrangem várias tarefas, tais quais:

- ◆ Limpeza;
- ◆ Troca de lâmpadas queimadas;
- ◆ Manter a temperatura do ar-condicionado de forma adequada aos equipamentos existentes no abrigo;
- ◆ Inspeção visual periódica nos tubos de passagem dos fios;
- ◆ Drenagem de água nos tubos de passagem dos fios, quando necessário;
- ◆ Dedetização e controle de pragas;
- ◆ Verificação remota diária do funcionamento das câmeras;
- ◆ Acesso, mesmo que remoto diário ao computador que adquire e armazena as informações, para verificar possíveis erros no computador, no software, no banco de dados ou no registro da temperatura;
- ◆ Inspeção visual das características do pavimento;
- ◆ Inspeção visual do IRI, entre outros.

O segundo tipo de manutenção, monitoração objetiva, ocorre normalmente de forma periódica ou através de uma suspeita levantada a partir da manutenção preditiva subjetiva. Alguns dos procedimentos realizados são descritos abaixo:

- ◆ Calibração dos sensores;
- ◆ Avaliação das características do pavimento, a cada período de seis meses a um ano, segundo COST 323, com equipamentos adequados e que permite a classificação do mesmo através da tabela de classificação da qualidade do local, estabelecida no COST323;
- ◆ Medição do IRI com deflectômetro e perfilógrafo;
- ◆ Interpretação dos dados coletados, entre outros.

Na concepção do Modelo de Operação, além da calibração inicial do sistema de medição, avaliações periódicas, em princípio anualmente, deverão ser executadas, de forma a levar em consideração possíveis alterações nas condições iniciais do local de instalação. Sempre que forem observados comportamentos inesperados quanto à característica dos dados coletados, deformidades na superfície de rolamento e ou

variações na caracterização da frota no trecho em questão, após a análise e implementação de medidas corretivas, novas calibrações deverão ser realizadas.

A monitoração dita como contínua exige um pouco mais de complexidade na sua execução e geralmente ocorre de forma automatizada. A aplicação desta está prevista conforme o andamento do projeto, por exemplo, a auto-calibração.

Finalizando, a manutenção preditiva objetiva determinar com antecedência a manutenção em um dos itens dentro do sistema de medição, eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção e aumentar o tempo de vida útil dos equipamentos. A aplicação correta e sistemática desta manutenção reduz a necessidade da manutenção corretiva e também da preventiva que costumam ser mais onerosas.

5.1.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é aquela efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item, conforme especificações da norma NBR 5461, ABNT.

As manutenções preventivas dividem-se em:

- ◆ Intervenção de inspeção – visual (cinco sentidos) ou detalhada (desmontagem);
- ◆ Sistemática – substituição de item por tempo de uso.

As intervenções mais comuns neste tipo de manutenção englobam: reparos, lubrificação, ajustes, recondicionamento de máquinas, dentre outros.

A manutenção preventiva juntamente com a preditiva reduz e muito, a longo prazo, os custos desprendidos da manutenção corretiva, explorada no próximo item.

5.1.3 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é a manutenção não periódica que espera a ocorrência de uma pane para ser executada uma ação que irá recolocar os sistemas em condições de realizarem as funções requeridas. Para tanto, ações devem ser tomadas diante de uma falha imprevisível em um determinado sistema, equipamentos, periféricos ou instrumento de medição e operação.

A manutenção corretiva divide-se em emergencial e programada. A primeira refere-se a um item que parou de funcionar e necessita ser trocado emergencialmente para que as atividades de operação voltem a funcionar normalmente. No segundo tipo, ao constatar a quebra de um item, sendo um dano local e de forma que não afete o sistema de medição como um todo, a troca do item poderá ser programada para uma determinada data.

Em caso de pane nos equipamentos de um sistema de medição ou operação, é necessário:

- ◆ Isolar cada parte do sistema e medir os sinais com o instrumento de medição apropriado ao item que está sendo medido;
- ◆ Desconectar os fios que ligam os equipamentos, instrumentos e dispositivos de todos os sistemas de operação;
- ◆ Verifica-se as conexões dos fios de todos os sensores ou outros equipamentos ou dispositivos;
- ◆ Verificar os aterramentos dos todos os sensores e equipamentos em geral,;
- ◆ Medir os canais da placa de aquisição de sinais, caso exista, com instrumento adequado;
- ◆ Verificar as fontes de alimentação dos sistemas em geral, instrumentos e equipamentos;
- ◆ Verificar, com instrumentos e equipamentos adequados, a presença da tensão exata, conforme especificações do projeto elétrico ou do fabricante, nos fios de alimentação dos equipamentos ou instrumentos de medição;
- ◆ Verificar o funcionamento passo a passo de todos os equipamentos conforme manual de instruções;
- ◆ Verificar acionamentos e tensões de saída quando acionados equipamentos ou dispositivos eletrônicos do sistema.

São objetivos de uma manutenção corretiva:

- ◆ Menor tempo de execução de serviço;
- ◆ Qualidade na prestação de serviço corretivo;
- ◆ Redução de custos de materiais aplicados;
- ◆ Redução de custos de mão-de-obra;
- ◆ Estender intervenção para uma manutenção preventiva.

Existem diversas verificações que devem ser realizadas quando há um problema que não pode ter sido detectado o causador e onde foi afetado o sistema. Portanto, há de se ter cautela para que problemas inesperados não voltem a acontecer. O tempo proporcionado à manutenção corretiva inesperada é importante em aplicações onde se necessita do funcionamento integral das operações.

6 Considerações Finais

O presente Relatório apresentou o desenvolvimento do modelo de operação dos postos de pesagem, apresentando três diferentes aplicações do uso de sistemas de múltiplos sensores MS-WIM quais sejam: contagem permanente de tráfego; pré-seleção a velocidade diretriz da rodovia e; posto de pesagem a velocidade diretriz da rodovia.

O conteúdo apresenta as diversas fases de operação de acordo com as camadas projetadas para a conceituação da operação quais sejam: camada de hardware, a qual explicita os elementos instalados sobre a pista; camada de condicionamento e aquisição que explicita os meios necessários à captação e ao tratamento das informações oriundas da pista; camada de aplicação que processa e disponibiliza os dados coletados e; camada de rede, a qual é responsável pela comunicação em tempo real de e para uma central de controle remota.

Os fluxogramas operacionais e as descrições passo a passo, descreveram detalhadamente a participação dos diversos componentes que fazem parte da operação dos diversos tipos de aplicação.

Cabe destacar a importância dos procedimentos de manutenção dos sistemas, a utilização do suporte em tempo real “*help desk*”, e aqueles relacionados com a interação pavimento - sensor.

Para tanto, torna-se imprescindível, sejam realizadas de forma periódica avaliações das medidas de deflexão, de deformação e IRI do pavimento, bem como das possíveis variações na composição da frota no sítio do posto.

Tendo em vista os locais de instalação dos sistemas em questão, ao longo de trechos rodoviários, os condicionamentos ambientais dos mesmos deverão merecer especial atenção.