

Identificação de Sistemas de Pesagem em Movimento
Convênio TT 102/2007

**Identificação de Sistemas de Pesagem em Movimento Utilizados no
Continente Europeu**

Dezembro de 2008

DNIT

Departamento Nacional de
Infra-Estrutura de Transportes



Laboratório de Transportes e Logística



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

NEP

Núcleo de Estudos de Pesagem

Convênio TT 102/2007 DNIT / UFSC
IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PESAGEM EM MOVIMENTO

FICHA TÉCNICA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT

Luiz Antonio Pagot
Diretor Geral DNIT

Hideraldo Luiz Caron
Diretor de Infra-Estrutura Rodoviária

Luiz Cláudio dos Santos Varejão
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

Névio Antônio Carvalho
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.
Supervisor do Laboratório – LABTRANS/UFSC

NÚCLEO DE ESTUDOS DE PESAGEM

EQUIPE TÉCNICA

Valter Zanela Tani, Dr.
Hélio Goltsman, Eng°. Eletrônico
Márcio Roberto de Lima Paiva, Dr.
Fernando da Rocha Pantoja, PhD.
Flavio De Mori, Dr.
Gustavo Garcia Otto, Eng°. Civil

EQUIPE DE APOIO

Daniel Moura Aragão, Administrador

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Trata o presente relatório de um produto complementar do Convênio TT 102/2007 – Projeto “Identificação de Sistemas de Pesagem em Movimento”, firmado entre o Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT e a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Retrata o presente relatório, a viagem da equipe técnica do Convênio ao continente Europeu, apresentando os sistemas de pesagem em movimento em uso ou em desenvolvimento nos países visitados e no continente europeu, bem como informações de sistemas de pré-seleção e de fiscalização de peso.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bag	Escritório Federal Alemão de Transportes de Bens
B-WIM	Bridge Weigh in Motion
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FHWA	Federal Highway Administration
HS-WIM	High Speed Weigh in Motion
LCPC	Laboratoire Central de Ponts et Chaussées
LS-WIM	Low Speed – <i>Weigh-In-Motion</i>
MS-WIM	Sistemas de pesagem em movimento com múltiplos sensores
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VID-HS-WIM	Video- High Speed Weigh in Motion
WIM	<i>Weigh-In-Motion</i> (Pesagem em movimento)

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aparato de fiscalização móvel utilizado na Romênia	17
Figura 2 – Romênia: WIM para pré-seleção.....	17
Figura 3 – Romênia: Sensores montados em poste	18
Figura 4 – Romênia: Fiscalização móvel.....	19
Figura 5 – Romênia: Fiscalização móvel.....	19
Figura 6 – Veículo de fiscalização móvel utilizado na Eslovênia.....	20
Figura 7 – Sistema SiWIM, instalação esquemática	21
Figura 8 – Posicionamento dos sensores strain gauge.....	21
Figura 9 – Pavimento da ponte: o SiWIM é invisível ao tráfego	22
Figura 10 – Sensores SiWIM instalados sob a ponte.....	22
Figura 11 – Sensor SiWIM (strain gauge) instalado	23
Figura 12 – Eletrônica local do sistema SiWIM	23
Figura 13 – Eletrônica local do sistema SiWIM, sob uma ponte.....	23
Figura 14 – Fiscalização móvel, equipamento móvel.....	24
Figura 15 – Fiscalização móvel, equipamento móvel.....	25
Figura 16 – Ponto de pré-seleção para a fiscalização.....	28
Figura 17 – Fluxo dos dados entre pré-seleção e fiscalização.....	28
Figura 18 – Estações WIM na Suíça	29
Figura 19 – Sensores de pesagem em movimento nas rodovias Suíças	30
Figura 20 – Fiscalização de peso com equipamentos móveis	30
Figura 21 – Fiscalização de peso com equipamentos fixos	31
Figura 22 – Rede WIM Alemã: fase de implantação e função	33
Figura 23 – Configuração econômica de sensores	34
Figura 24 – WIM para coleta contínua de dados.....	35
Figura 25 – Fiscalização com WIM para pré-seleção.....	35
Figura 26 – Fiscalização fixa, em área específica, com WIM para pré-seleção	36
Figura 27 – Passarela do pórtico e sua vista.....	36
Figura 28 – Monitoramento e Reconhecimento de Placas	37
Figura 29 – Detalhe das câmeras de monitoramento.....	37
Figura 30 – Controle das dimensões do veículo	37
Figura 31 – Verificação automática de pagamento de pedágio	38
Figura 32 – Patrulha móvel para o controle de pedágio.....	38
Figura 33 – Localização dos pontos de pesagem WIM.....	40
Figura 34 – Ponto de pesagem WIM.....	41
Figura 35 – Holanda: fiscalização móvel.....	41
Figura 36 – Posto de Fiscalização	42
Figura 37 – Holanda: fiscalização móvel.....	42
Figura 38 – Veículo policial de interceptação	42
Figura 39 – Fiscalização móvel, equipamento móvel.....	43
Figura 40 – Fiscalização móvel, equipamento móvel.....	43
Figura 41 – Fiscalização móvel: transbordo de sobrecarga	44
Figura 42 – Leiaute dos sensores do projeto WIM-HAND.....	47
Figura 43 – Vista dos sensores do projeto WIM-HAND	48
Figura 44 – Eletrônica de aquisição e transmissão de dados - WIM HAND.....	48
Figura 45 – Bélgica e suas três Regiões.....	51

Figura 46 – Instalação HS-WIM para pré-seleção.....	53
Figura 47 – Sensores piezos-cerâmicos (2) do HS-WIM	54
Figura 48 – Vídeo câmaras associadas ao HS-WIM.....	54
Figura 49 – HS-WIM: eletrônica local.....	55
Figura 50 – HS-WIM: tela enviada à fiscalização	55
Figura 51 – Veículo chegando escoltado à fiscalização	56
Figura 52 – Pré-seleção e fiscalização usando WIM.....	57
Figura 53 – Pesagem estática, equipamento móvel.....	58
Figura 54 – Pesagem estática, equipamento móvel.....	58
Figura 55 – Pesagem estática, equipamento móvel.....	59
Figura 56 – Pesagem estática, equipamento fixo.....	59
Figura 57 – Pista de pesagem dentro de área de descanso	60
Figura 58 – Estrutura de pista para pesagem em LS-WIM	60
Figura 59 – Berços dos sensores tipo <i>load cell</i> usados	61
Figura 60 – Conexão dos berços com o abrigo anexo	61
Figura 61 – Berços dos sensores e abrigo da eletrônica local	62
Figura 62 – Eletrônica de aquisição de dados dos sensores da pista.....	62
Figura 63 – Note Book-instalado somente durante a operação	63
Figura 64 – Sensores tipo <i>load cell</i> instalados nos berços.....	63

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução	12
1 Introdução	13
Capítulo 2 – Países Visitados.....	15
2 Países Visitados.....	16
2.1 Romênia	16
2.1.1 Sistemas de pesagem utilizados na Romênia.....	16
2.2 Eslovênia.....	19
2.2.1 Os sistemas de pesagem e pré-seleção utilizados na Eslovênia	20
2.2.1.1 Pré-seleção na Eslovênia.....	24
2.2.1.2 A fiscalização de peso na Eslovênia	25
2.3 Suíça	26
2.3.1 Os sistemas de pesagem e pré-seleção utilizados na Suíça	27
2.4 Alemanha	31
2.4.1 Os sistemas de pesagem e pré-seleção utilizados na Alemanha	32
2.4.2 Controle da Coleta de Pedágio na Alemanha	36
2.5 Holanda.....	39
2.5.1 Os sistemas de fiscalização e controle de peso utilizados na Holanda.....	39
2.5.1.1 Pré-seleção na Holanda	40
2.5.1.2 Programação das atividades de controle de fiscalização na Holanda	44
2.5.1.3 Atividades preventivas dirigidas às empresas Holandesas	45
2.5.1.4 Pesquisa para a automatização completa da fiscalização	46
2.6 Bélgica.....	50
2.6.1 Os sistemas de fiscalização e controle de peso utilizados na Bélgica .	50
2.7 França	52
2.7.1 Os sistemas de fiscalização e controle de peso utilizados na França .	52
2.7.1.1 Pré-seleção na França	53
2.7.1.2 Estabelecendo contatos preventivos com as empresas.....	56
2.7.1.3 Programação das atividades de fiscalização na França.....	57
2.7.1.4 Pesagem certificada estática na França.....	57
2.7.1.5 Pesagem certificada a baixa velocidade na França	60
2.7.1.6 Pesquisa para a automatização completa da fiscalização	64
2.7.1.7 Fiscalização com sistemas WIM de baixa velocidade	64
2.7.1.8 Pesquisa em MS-WIM para fiscalização automática.....	65
Capítulo 3 - Considerações Finais	66
3 Considerações Finais.....	67

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O plano de trabalho do Convênio TT 102/2007 firmado entre a Universidade Federal de Santa Catarina e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, cujo objeto esta direcionado para a pesquisa de equipamentos de pesagem em movimento de veículos comerciais para aplicação na malha rodoviária federal, prevê a busca em nível internacional, de informações relativas ao objeto do citado Convênio.

O escopo do levantamento incluiu a investigação e a avaliação dos procedimentos e tecnologias atuais na Europa, para o controle efetivo dos veículos comerciais, aspectos legais e regulamentos com relação ao peso dos mesmos. Especificamente o estudo levou em consideração os seguintes aspectos aplicados à Europa:

- ⊙ O estado da arte de novas tecnologias aplicadas ao controle de peso de veículos comerciais referentes à terceira geração de equipamentos de pesagem em movimento.
- ⊙ Novos usos ou aplicações através dos dados obtidos por meio dos equipamentos de pesagem em movimento, com vistas a dar suporte a projetos de pavimentos, projetos de pontes e viadutos, estudos de engenharia de tráfego, planejamento de transportes e avaliação de programas de controle do peso.

Outros benefícios intrínsecos relacionados à preservação da infra-estrutura, eficiência e efetividade do controle de peso, segurança do tráfego e qualidade dos dados obtidos também foram considerados nesta investigação.

A partir do levantamento bibliográfico e documental, identificou-se e contactou-se instituições e empresas de diversos países europeus para programação de uma viagem de estudos da equipe técnica do projeto. A viagem teve duração de 23 dias e ocorreu nos meses de setembro de outubro de 2007 onde foram visitados sete países.

A viagem ao continente Europeu pode ser dividida em dois segmentos, sendo um por via aérea e outro por via terrestre.

Assim sendo o primeiro trecho, Brasil Romênia e Romênia Eslovênia foram feitos via aérea e os demais, Eslovênia Suíça, Suíça Alemanha, Alemanha Holanda, Holanda Bélgica e Bélgica França, por via terrestre.

Nos vários países visitados foram realizadas reuniões técnicas com pesquisadores e empreendedores, visitas de campo e a instalações industriais que desenvolvem, instalam e operam sistemas de pesagem dinâmica. Os resultados obtidos estão apresentados no Capítulo 2 do presente relatório.

CAPÍTULO 2 – PAÍSES VISITADOS

2 PAÍSES VISITADOS

A viagem realizada à comunidade europeia pela equipe técnica do projeto de pesquisa de Identificação de Sistemas de Pesagem em Movimento teve duração de 23 dias e foram visitados sete países, a saber: Romênia, Eslovênia, Suíça, Alemanha, Holanda, Bélgica e França. Uma síntese das informações obtidas em cada país visitado serão apresentadas a seguir.

2.1 Romênia

A visita a Romênia teve duração de 5 dias, a chegada a Bucareste, capital da Romênia se deu no dia 29 de setembro e a partida para Ljubjana capital da Eslovênia no dia 03 de outubro de 2007.

Durante este período foram visitados a empresa MB Technology e o Setor de controle de peso do Ministério dos Transportes da Romênia, que esta a cargo da National Company of Motorways and National Roads S.A.

Os contatos mantidos foram:

- ⊙ MB Technology
 - Tudor Mircea – President
 - Bizgan Adrian – Research&Technology Development Manager
 - Miellica Emilian – IT Manager
 - Pavel Daniel – Business Development & Public Relation Manager
 - Sima Constatin – Executive Manager
- ⊙ National Company of Motorways and National Roads S.A.
 - Dipl. Eng°. Cosmin Popescu – Tolling Activity Survey Uniting
 - Dipl. Eng°. Bogdan Radulescu – Head of Traffic Control Office

2.1.1 Sistemas de pesagem utilizados na Romênia

A Romênia não possui postos fixos de pesagem, realizando o controle de peso e tamanho dos veículos comerciais por meio de unidades móveis operadas por empresas privadas especialmente contratadas, como a MB Technology, de Bucareste (Figura 1).

Atualmente, estes veículos de fiscalização móvel estão integrando novas tecnologias em suas operações, incluindo sistemas tipo WIM-VID instalados em rede por todo o País, com dois objetivos: (i) fazer a pré-seleção em tempo real para a fiscalização móvel, e (ii) fornecer os dados necessários para a programação das atividades móveis de fiscalização.



Figura 1 – Aparato de fiscalização móvel utilizado na Romênia

Fonte: MBT, 2007

Para identificar no fluxo de tráfego veículos suspeitos de excesso de carga, estão sendo implantadas estações de pesagem dinâmica (WIM), com capacidade para realizar contagem e classificação de veículos, aquisição de imagens com reconhecimento automático de placas e transmissão de dados. (Figura 2)

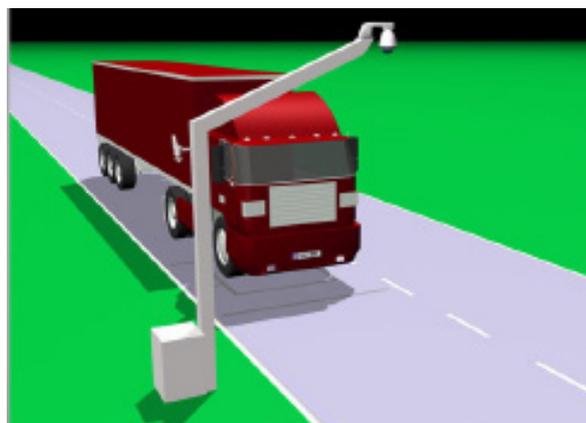


Figura 2 – Romênia: WIM para pré-seleção

Fonte: MBT, 2007

Estas estações de pesagem empregam um par de sensores de peso, um laço indutivo, um sensor de temperatura do pavimento, uma câmera de vídeo por pista, um sensor de temperatura e umidade do ar, e opcionalmente um sensor de velocidade e direção do vento. (Figura 3)

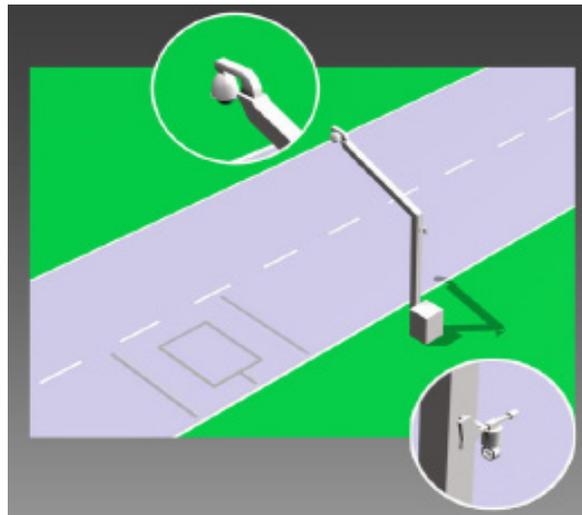


Figura 3 – Romênia: Sensores montados em poste

Fonte: MBT, 2007

Os sensores de temperatura, umidade e vento são usados para gerar dados meteorológicos e, sobretudo, para prover dados de correção para o algoritmo de cálculo do peso.

As informações sobre o veículo (classe, peso bruto, peso por eixo, hora, pista e velocidade), e sua imagem em vídeo, permitirão aos fiscais identificar os veículos suspeitos de não-conformidade, a serem escoltados a um local de fiscalização móvel, aonde serão pesados estaticamente. (Figura 4 e Figura 5)

Os dados históricos acumulados através do sistema WIM serão utilizados para dar suporte à programação das patrulhas de fiscalização móvel.

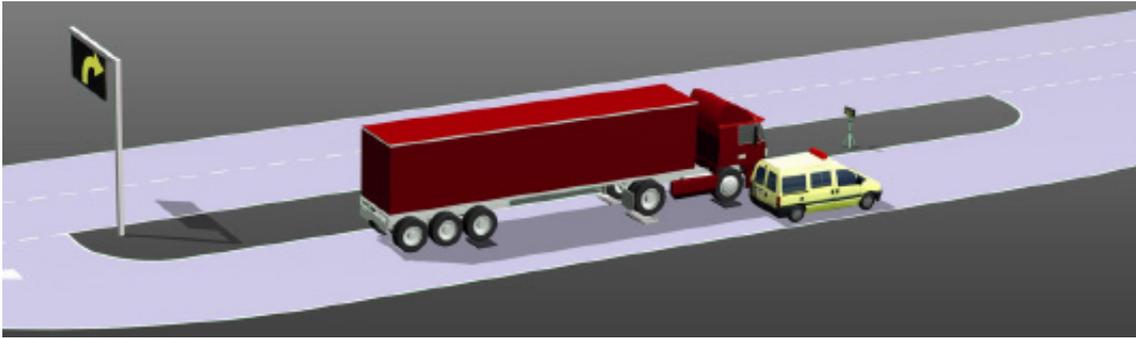


Figura 4 – Romênia: Fiscalização móvel

Fonte: MBT, 2007



Figura 5 – Romênia: Fiscalização móvel

Fonte: MBT, 2007

2.2 Eslovênia

A visita a Eslovênia teve duração de 4 dias. A chegada a Ljubjana deu-se no dia 03 de outubro e partida no dia 06 de outubro. Durante este período além das visitas as instalações no campo, foram realizadas reuniões e mantidos contatos, a saber:

- ⊙ Instituto ZAG – Slovenian National Building and Civil Engineering Institute
 - Ales Znidaric – M.Sc., Research Engineer Head, Section for Dynamics of Structures
 - Igor Lavric – M.Sc., Mech. Eng°. Researcher, Section for Dynamics of Structures.
- ⊙ Ministério dos Transportes – Directorate of the Republic of Slovenia For Roads
 - Ljiljana Herga B.Sc., Geology- Undersecretary

- ⊙ CESTEL d.o.o.- Traffic Engineering and weigh-in-motion
 - Dipl. Robert Brozovic- Director, Genertal Manager
 - Dipl. Peter Favai- Technical Director

2.2.1 Os sistemas de pesagem e pré-seleção utilizados na Eslovênia

A Eslovênia não possui postos fixos de fiscalização, realizando o controle de peso e tamanho dos veículos comerciais por meio de unidades móveis (Figura 6), que possuem a capacidade de, além de medir peso e dimensões, realizar uma completa inspeção de segurança (inclusive quanto a emissões), e verificar credenciais (através da comunicação com um escritório central). Estes veículos normalmente patrulham as estradas principais, e, quando necessário, as secundárias.



Figura 6 – Veículo de fiscalização móvel utilizado na Eslovênia

Fonte: FHWA, 2007

Recentemente, este sistema de fiscalização móvel incorporou os sistemas SiWIM, cujos sensores são instalados sob pontes. Cada um de 47 pontos de coleta de dados do País recebe, durante uma semana, duas vezes por ano, um destes sistemas, para fazer a pré-seleção de veículos suspeitos para a fiscalização móvel e fornecer dados para sua programação.

No que tange a estes sistemas, a Seção de Fiscalização de Trafego do Governo Esloveno recebe o suporte de uma empresa contratada, a CESTEL, que fornece, instala e mantém os sistemas, além de processar os dados coletados. A Figura 7

apresenta a instalação esquemática do sistema em pontes e a Figura 8 mostra o posicionamento dos sensores nas pontes.



Figura 7 – Sistema SiWIM, instalação esquemática

Fonte: FAVAI, 2006

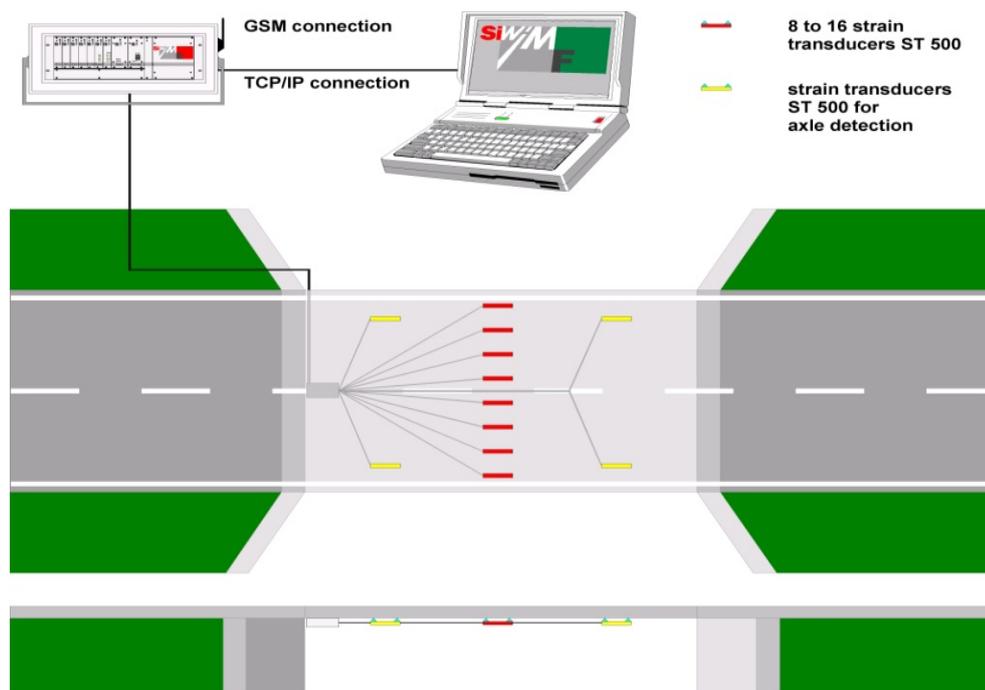


Figura 8 – Posicionamento dos sensores strain gauge

Fonte: FAVAI, 2006

Os sistemas SiWIM utilizados na Eslovênia são invisíveis ao tráfego, sendo que os sensores são instalados na parte inferior das pontes, não necessitando de intervenção na pista, como pode ser observado nas Figuras 9 e 10.



Figura 9 – Pavimento da ponte: o SiWIM é invisível ao tráfego

Fonte: FAVAI, 2006



Figura 10 – Sensores SiWIM instalados sob a ponte

Fonte: FAVAI, 2006

Nas Figuras 11 a 13 são apresentados detalhes dos sensores e eletrônica utilizada pelos sistemas SiWIM instalados nas pontes Eslovenas.



Figura 11 – Sensor SiWIM (strain gauge) instalado

Fonte: FAVAI, 2006

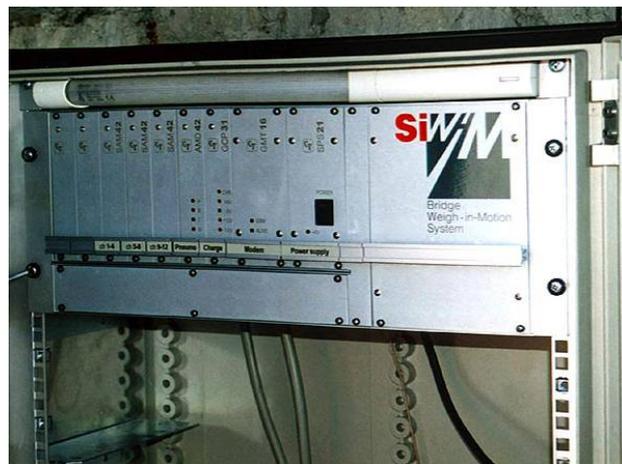


Figura 12 – Eletrônica local do sistema SiWIM

Fonte: FAVAI, 2006



Figura 13 – Eletrônica local do sistema SiWIM, sob uma ponte

2.2.1.1 Pré-seleção na Eslovênia

Para separar do fluxo de tráfego os veículos suspeitos de excesso de carga, que devem ser objeto de verificação pela fiscalização móvel, é utilizado o sistema SiWIM, dotado de câmeras de vídeo e um sistema de transmissão de dados. Para a detecção de eixos, necessária para medir a velocidade do veículo e classificá-lo, podem ser usados sensores *strain gauge* adicionais, sob a ponte (Figura 10), ou detectores de eixos convencionais, instalados no pavimento da ponte.

As informações sobre os veículos do tráfego (imagens, classe, peso bruto, peso por eixo, velocidade, hora, local e pista) são recebidas, em um computador portátil comum, pela equipe de fiscalização móvel, a jusante, permitindo identificar os suspeitos de não-conformidade, a serem escoltados ao local de pesagem estática e fiscalizações adicionais (e).

Este método de pré-seleção é considerado de alta eficiência, pois mais de 80% (oitenta por cento) dos veículos pré-selecionados pelo SiWIM são confirmados como não-conformes, e multados. A função deste sistema é servir exclusivamente como ferramenta de filtragem, com o objetivo de selecionar os veículos a serem inspecionados e avaliados metrologicamente. Assim, nenhuma multa é emitida diretamente a partir da medida de peso realizada pelo sistema SiWIM.



Figura 14 – Fiscalização móvel, equipamento móvel

Fonte: FHWA, 2007



Figura 15 – Fiscalização móvel, equipamento móvel

Fonte: FHWA, 2007

2.2.1.2 A fiscalização de peso na Eslovênia

Dados históricos de pesagem, coletados através do sistema SiWIM, indicam os locais, dias e horas de maior incidência de sobrepeso, orientando a programação das patrulhas de fiscalização móvel, que assim pode ser feita com um mês de antecedência.

Dadas as dimensões modestas da Eslovênia, com pouco mais de 20 mil quilômetros quadrados de área, suas principais estradas (6.423 km de estradas federais, incluindo 505 km de *motorways* e 101 km de *expressways*) e divisas são controladas por apenas três equipes de fiscalização, compostas por fiscais do governo e pessoal da CESTEL, que se posicionam em diferentes locais e horários a cada dia, segundo a programação pré-estabelecida.

Embora o tempo para que a informação sobre a presença dos fiscais em determinado local comece a circular entre os motoristas imponha um limite à permanência da fiscalização em cada local específico, estes três times fiscalizaram mais de 6.200 caminhões em 2005. Cinquenta e seis por cento destes estavam sobrecarregados, aproximadamente 18% (dezoito por cento) a mais do que no ano de 1998

Num exemplo de aspecto sistemático da prática do sobrepeso, algumas indústrias da Eslovênia estão mais associadas a problemas de sobrepeso do que outras, necessitando de fiscalização mais rigorosa e freqüente: são elas as de mineração, exploração de pedreiras e grandes construções. Em determinado local, por exemplo, foi observado que 73,9% (setenta e três virgula nove por cento) dos veículos com sobrepeso prestavam serviços para estas indústrias.

Entre os fiscais eslovenos, há uma percepção generalizada de que as multas por sobrepeso aplicadas atualmente são muito baixas, representando uma forma de coação ineficaz. Estes recomendam o uso dos dados colhidos pelos sistemas SiWIM para dar suporte ao desenvolvimento de uma estrutura de multas exponencialmente crescente, variando de €200 a €3.000. Um estudo do banco de dados do SiWIM levou à conclusão de que quase 60% (sessenta por cento) dos veículos com sobrepeso excedem apenas modestamente, em até 10% (dez por cento), o limite de carga por eixo, e que só aproximadamente 5% (cinco por cento) dos infratores excedem em mais de 40% (quarenta por cento) este limite.

2.3 Suíça

A visita técnica à Suíça teve duração de 3 dias com a chegada a Winterthur no dia 07 de outubro, a viagem a Berna no dia 09 de outubro, sendo que no dia 10 deu-se a partida para Alemanha..

Durante este período foram visitados dois “sites” de teste com equipamentos de pesagem em movimento, além das reuniões e contatos mantidos, detalhados abaixo.

- ⊙ KISTLER Instruments AG
 - David Cornu Dipl.MSc – Product Manager
 - Thomas Auer – Head of Export, Sales Administration
 - Emil Doupal – Dr. Ing. - Consultant
- ⊙ EMPA- Materials Science&Technology
 - Poulidakos Lily D.- MSc. Civil Engineer- Research Engineer
- ⊙ HAENI- Wheel Load Scales
 - Felix Scheuter – Managing Director
 - Beat Cotting- Sales Manager

2.3.1 Os sistemas de pesagem e pré-seleção utilizados na Suíça

Do ponto de vista formal, diversos conjuntos de regulamentos dão tradicionalmente suporte à fiscalização de peso (e dimensões) de veículos comerciais na Suíça. Os principais são (FHWA, 2007):

- ⊙ Lei de registro do tráfego
- ⊙ Lei da calibração, 12/12/1984
- ⊙ Regulamento para balanças não-automáticas, 16/4/2004
- ⊙ Diretivas a respeito das verificações de peso pela polícia

Outras diretivas legais estão em desenvolvimento, com relação à recente decisão do Governo Suíço de automatizar também a medida do perfil físico (dimensões) dos veículos rodoviários de carga.

Os suíços desenvolveram um esquema especial de fiscalização para túneis remotos da região Alpina, que aposta no desempenho alcançado pelos sensores piezo-quartzo, usados em arranjos múltiplos (MS-WIM). O uso de múltiplos sensores vem sendo pesquisado na Europa, como meio de alcançar acurácia suficiente para permitir a fiscalização completamente automática de peso, à velocidade do fluxo.

O sistema completo empregado nos Alpes consiste de múltiplos sensores de peso (do tipo piezo-quartzo), medidores de altura de veículos (usando raios infravermelhos), câmaras de vídeo, sistemas de transmissão de dados, e painéis de sinalização variável (Figura 16).

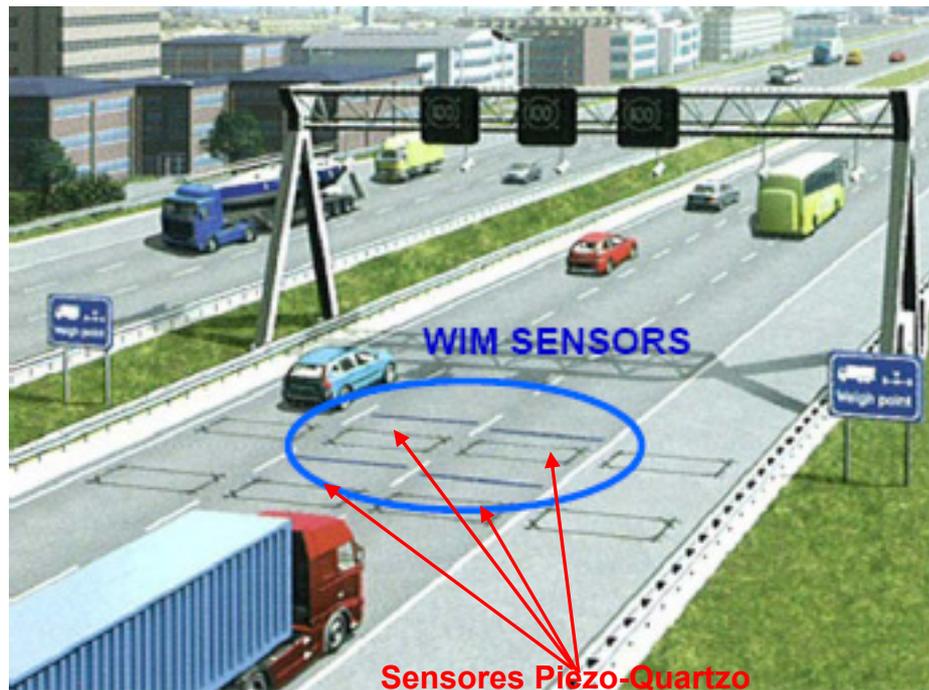


Figura 16 – Ponto de pré-seleção para a fiscalização

Fonte: DOUPAL, 2007

Os dados de peso e altura, e as imagens em vídeo, são transmitidos a uma central de controle de tráfego, possibilitando a identificação dos veículos potencialmente sobrecarregados (ou sobre dimensionados). Estes dados são simultaneamente transmitidos à equipe mais próxima de fiscalização móvel, equipada com sistemas certificados de pesagem e medida de dimensões.(Figura 17)

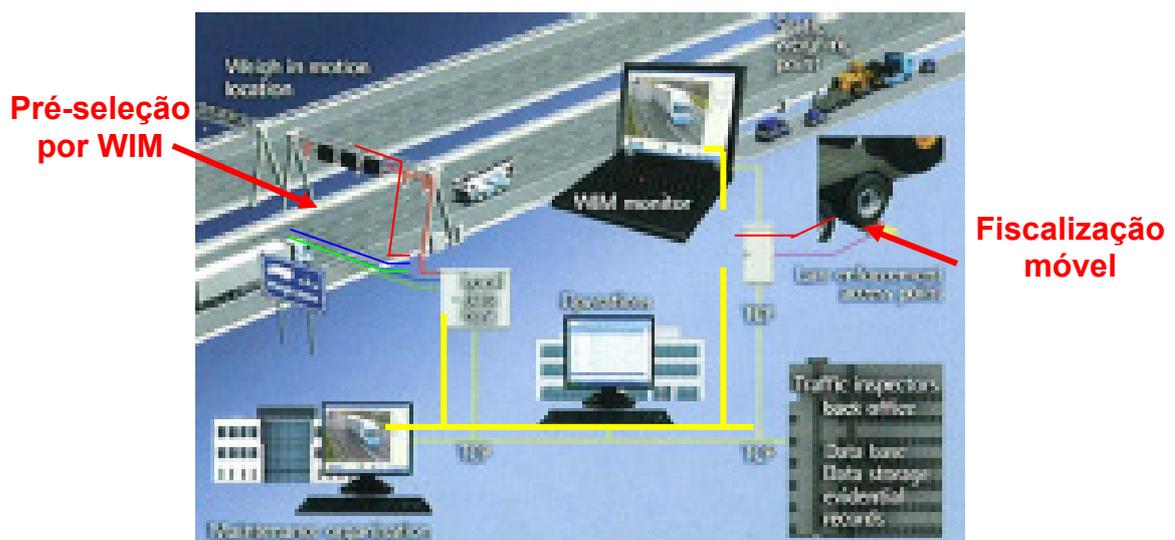


Figura 17 – Fluxo dos dados entre pré-seleção e fiscalização

Fonte: CORNU, 2007

Um processo similar é seguido em locais fixos, de fiscalização rotineira. Ao longo das principais estradas Suíças foram instalados sistemas de pesagem em movimento (Figura 18), usando dois sensores tipo piezo-quartzo e um laço indutivo (Figura 19). Estes permitem pré-selecionar veículos suspeitos, que são escoltados pela polícia até o posto fixo de pesagem (equipamento móvel) mais próximo (Figura 20), ou fixo (Figura 21) onde peso e dimensões são aferidos. Confirmada a infração, a multa é aplicada, e o veículo retido até que o responsável realize o transbordo da carga e/ou regularize suas dimensões.

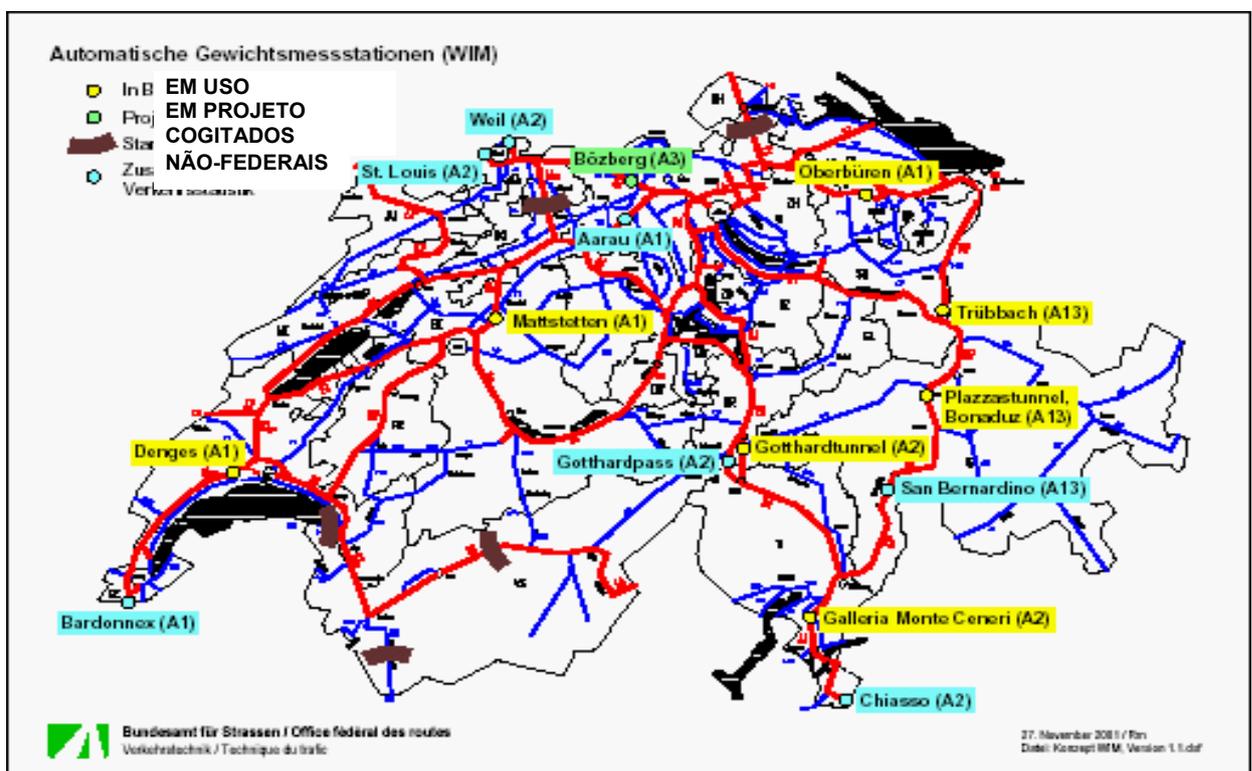


Figura 18 – Estações WIM na Suíça

Fonte: POULIKAKOS, 2007

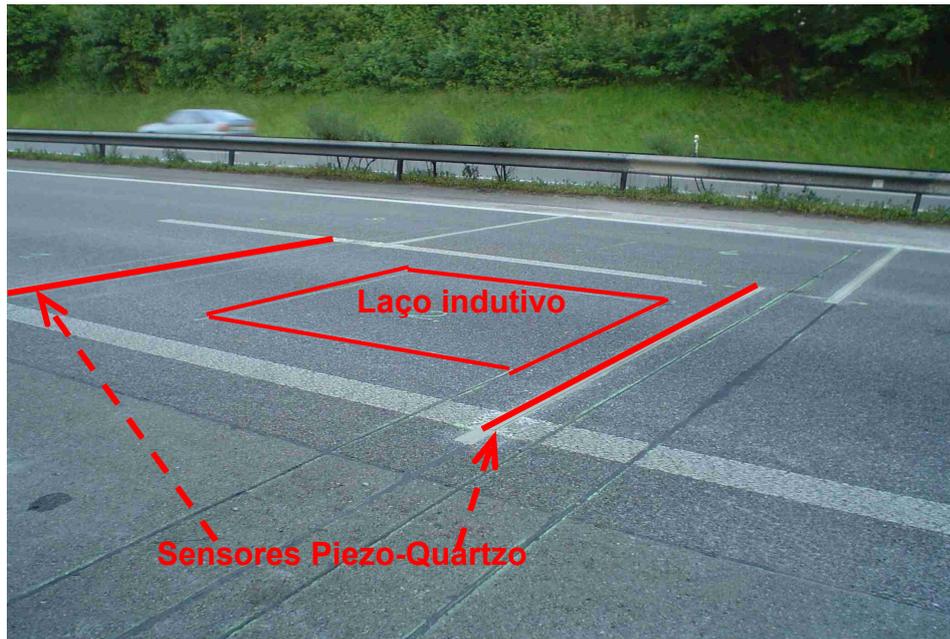


Figura 19 – Sensores de pesagem em movimento nas rodovias Suíças

Fonte: DOUPAL, 2007



Figura 20 – Fiscalização de peso com equipamentos móveis

Fonte: CORNU, 2007



Figura 21 – Fiscalização de peso com equipamentos fixos

Fonte: FHWA, 2007

O aumento observado atualmente na Suíça da eficiência na fiscalização de pesos e dimensões dos veículos tem sido atribuído ao uso de sistemas de pesagem em movimento para a pré-seleção. Este aumento de eficiência, permitido pelo uso desta tecnologia, tem possibilitado à Polícia Suíça dar suporte a cada vez mais atividades, sem ter que relegar o controle de peso e dimensões de caminhões a um segundo plano.

2.4 Alemanha

A visita a Alemanha teve duração de três dias, sendo que a chegada a KOLN foi no dia 10 de outubro e a partida para a Holanda no dia 13 de outubro.

Nestes três dias foram feitas visitas a instalações de controle de tráfego/pedágio /pesagem e realizadas reuniões abaixo especificadas:

- ⊙ BAST- Federal Highway Research Institute
 - Ralph Mechede-Highway Operation Section
 - Erika Borsberg – International Research Management
 - Bernd Sscuttler Dipl. Ing.Fahrzeugtechnik
- ⊙ ROBOT Visual Systems

- DietmarSchwalm – Sales Manager
- ◎ Traffic Data Systems
- Florian S. Weiss Dipl. Kfm. General Manager

2.4.1 Os sistemas de pesagem e pré-seleção utilizados na Alemanha

A Alemanha contava, em 2007, com 15 pontos de pesagem WIM em operação, dando suporte à fiscalização móvel e coletando dados estatísticos. Estes pontos foram implantados durante as duas primeiras fases de um plano de quatro fases, destinado a dotar o País de uma rede de pontos de pesagem WIM de três tipos diferentes: (i) só para coleta de dados, (ii) para coleta de dados e pré-seleção para fiscalização móvel, e (iii) para coleta de dados, pré-seleção e fiscalização permanente.



Figura 22 – Rede WIM Alemã: fase de implantação e função

Fonte: MESCHÉDE, 2007

O projeto destas instalações WIM, que deverão chegar a 40 em 2011 (das quais 36 são mostradas no mapa apresentado na Figura 22), prevê o uso de sensores de peso só na pista da direita (ou nas duas pistas mais à direita, nas rodovias com três pistas), e sensores de tráfego (laços indutivos) em todas as pistas. Segundo os Alemães, este leiaute reduz significativamente os custos, e, ainda assim, é capaz de capturar dados de cerca de 80 por cento do tráfego pesado. (Figura 23)

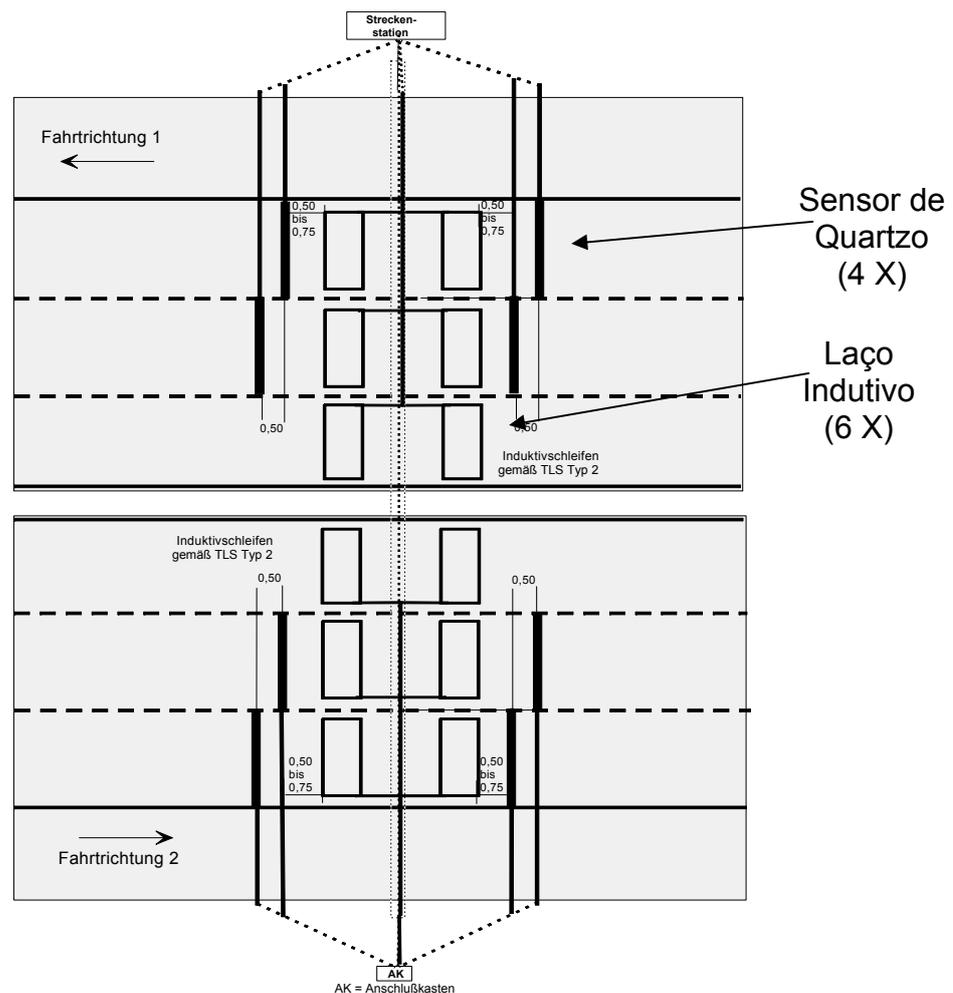


Figura 23 – Configuração econômica de sensores

Fonte: MESCHÉDE, 2007

Conforme mencionado anteriormente, ao final de 2011 a Alemanha contará com três classes de instalação WIM: no primeiro caso, cerca de 26 (vinte e seis) instalações do tipo mostrado na Figura 24 levantarão, 24 horas/365 dias por ano, dados para estudos de tráfego e de pavimentos, continuamente transmitidos para centros remotos de processamento.

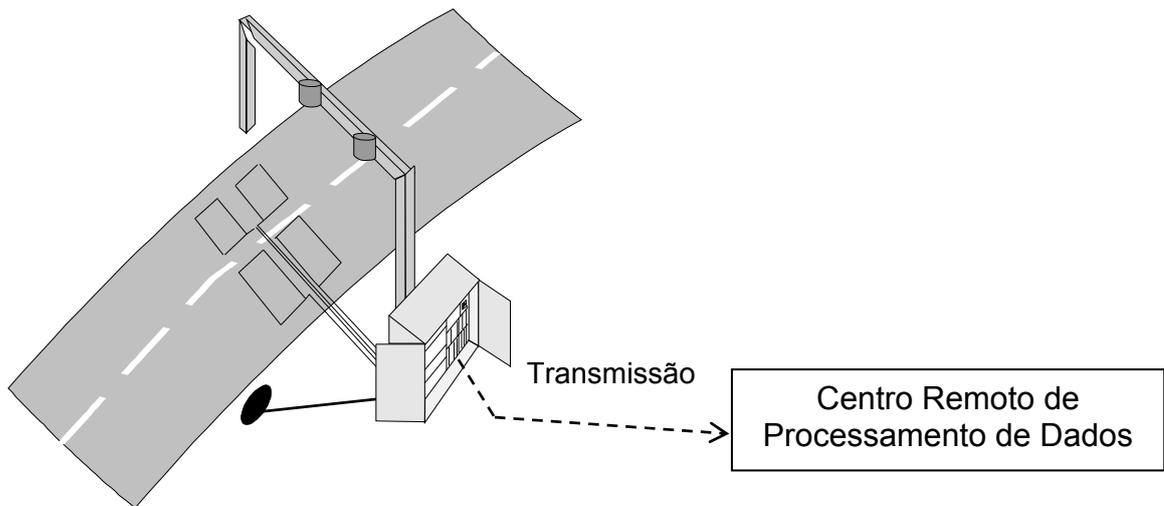


Figura 24 – WIM para coleta contínua de dados

Fonte: MESCHÉDE, 2007

A futura rede WIM Alemã contará também com cerca de 7 (sete) instalações WIM capazes de, além de colher dados estatísticos, dar suporte à pré-seleção de veículos para a fiscalização móvel, em área não-específica. (Figura 25)

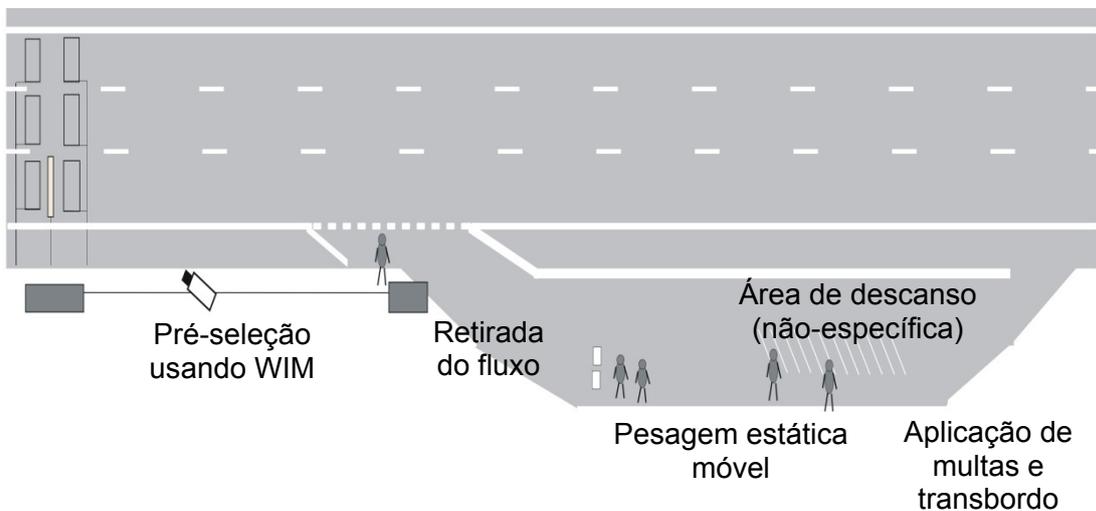


Figura 25 – Fiscalização com WIM para pré-seleção

Fonte: MESCHÉDE, 2007

Finalmente, apenas 2 (duas) das instalações previstas na futura rede WIM Alemã serão capazes de colher dados estatísticos, dar suporte à pré-seleção de veículos para a fiscalização, e executar a fiscalização com balança certificada fixa, em área específica (Figura 26).

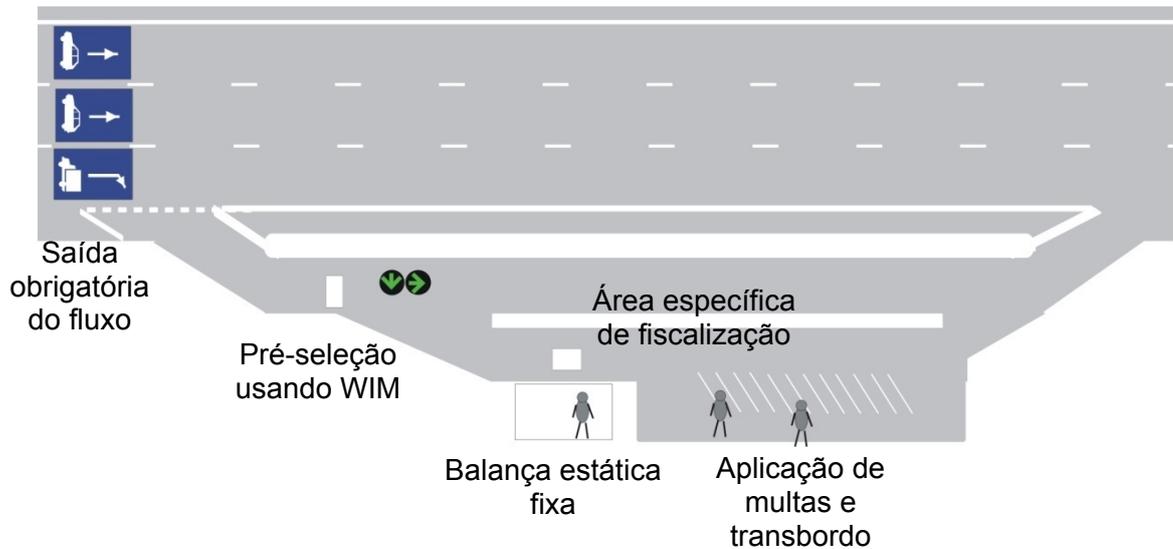


Figura 26 – Fiscalização fixa, em área específica, com WIM para pré-seleção

Fonte: MESCHÉDE, 2007

2.4.2 Controle da Coleta de Pedágio na Alemanha

Até recentemente, a Alemanha se preocupava muito mais com o controle da coleta de pedágio do que com o controle de peso. Com efeito, o sistema alemão de auto-estradas utiliza 300 pórticos de verificação de pagamento, situados estrategicamente por todo o país, como parte primordial do seu Sistema de Coleta de Pedágio.

Estes pórticos estão equipados com sistemas de detecção a raios infravermelhos e câmeras de alta resolução, capazes de levantar o perfil de caminhões e capturar o número das placas. Estes pórticos não possuem sensores de captura de peso (WIM), mas são capazes de pré-selecionar veículos passíveis de sobre dimensão. Detalhes dos pórticos podem ser vistos nas Figuras 27 a 31.



Figura 27 – Passarela do pórtico e sua vista



Figura 28 – Monitoramento e Reconhecimento de Placas



Figura 29 – Detalhe das câmeras de monitoramento



Figura 30 – Controle das dimensões do veículo

PRINCÍPIO

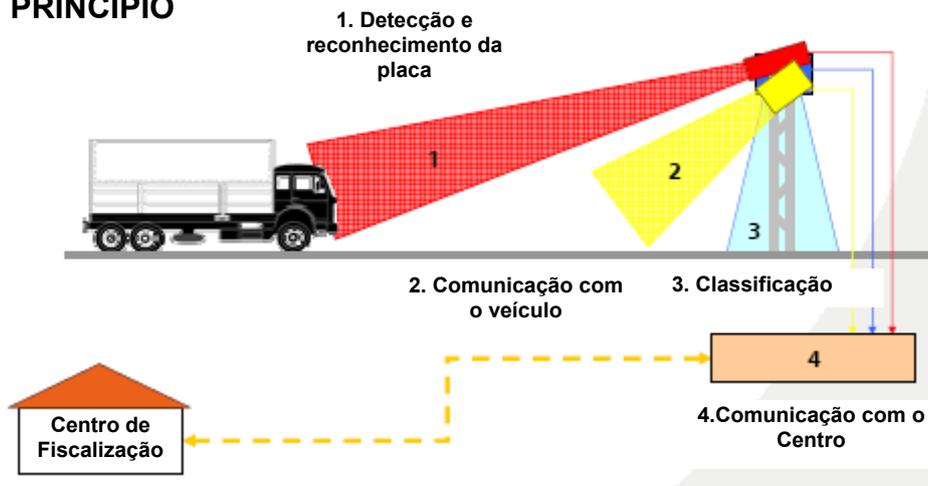


Figura 31 – Verificação automática de pagamento de pedágio

Fonte: ROBOT, 2007

Para o controle de pagamento de pedágio, a Alemanha conta ainda com uma frota de patrulhas móveis, totalizando 300 veículos, e emprega 540 oficiais do Escritório Federal Alemão de Transportes de Bens (BAG) (ver Figura 63). Os pórticos que compõem o sistema podem mandar as imagens e dados capturados para o posto de fiscalização mais próximo.

Os oficiais que patrulham as auto-estradas verificam se os motoristas pagaram o devido pedágio, seja manualmente ou através de etiquetas eletrônicas instaladas a bordo (*transponders*), acessáveis remotamente pelo sistema de cobrança. Com o fim de acessar estas etiquetas, os carros de patrulha foram dotados de antenas especiais, que podem ser usadas para varrer e monitorar veículos em movimento.



Figura 32 – Patrulha móvel para o controle de pedágio

Fonte: FHWA, 2007

Embora os oficiais do BAG possuam poder de polícia, podendo exigir que os caminhões parem para verificação, não estão autorizados a fiscalizar dimensões e peso. Se um caminhão é parado por uma violação de pedágio, e suspeita-se de uma violação em dimensão ou peso, unidades móveis alternativas da polícia precisam ser despachadas ao local, para verificar estes aspectos do veículo.

2.5 Holanda

Durante a visita a Holanda, que aconteceu entre os dias 13 e 15 de outubro foi feita uma visita ao site de testes de múltiplos sensores na rodovia E12 e realizada uma reunião com o Engenheiro Hans van Loo, coordenador do “Project Manager Weigh in Motion Enforcement Infrastructure”. No dia 15 de outubro a equipe partiu para a Bélgica.

2.5.1 Os sistemas de fiscalização e controle de peso utilizados na Holanda

Na Holanda, a Polícia Rodoviária, a Inspeção de Tráfego do Estado e o Ministério dos Transportes são parceiros em fazer cumprir os regulamentos de dimensões e peso dos veículos comerciais.

Para assegurar que a fiscalização seja uma prioridade contínua, particularmente da Polícia, o Ministério dos Transportes paga um contingente extra de oficiais de polícia, que usam 40% (quarenta por cento) do seu tempo em controle de peso, e os restantes 60% (sessenta por cento) em atividades anti-congestionamento e de administração de incidentes. Este contingente especial, de aproximadamente 100 (cem) policiais, não carrega armas de fogo nem dirige motocicletas, trabalhando sempre em dupla com um oficial de polícia inteiramente treinado para segurança, o que aumenta o custo total do programa.

A Inspeção de Tráfego, encarregada de promover a segurança nos transportes, é uma entidade de inspeção independente do Ministério de Transportes Holandês. O pessoal da Inspeção executa a fiscalização das dimensões e peso dos veículos comerciais, mas é encarregado também de monitorar e fiscalizar a aplicação dos regulamentos veiculares relativos a seguros, manutenção, segurança e poluição ambiental.

As três instancias governamentais mencionadas cooperam entre si, e são usuárias comuns dos dados colhidos pelos 9 (nove) pontos de pesagem WIMs atualmente existentes, localizados nos principais acessos ao Porto de Rotterdam.



Figura 33 – Localização dos pontos de pesagem WIM

Fonte: VAN LOO, 2007

A Polícia Rodoviária utiliza estes dados para dar suporte à fiscalização, quanto: (i) à pré-seleção de veículos suspeitos, e (ii) à programação das atividades de fiscalização móvel.

A Inspeção de Tráfego recebe dados da Polícia, e os utiliza para construir um perfil das empresas sistematicamente infratoras, que são alvo de ações preventivas, como o envio de cartas de advertência e a realização de visitas de fiscalização.

O Ministério dos Transportes: (i) administra os sistemas WIM atuais, (ii) desenvolve novos sistemas, e (iii) usa os dados colhidos, para dar suporte à pesquisa sobre projeto, administração e manutenção de estradas.

2.5.1.1 Pré-seleção na Holanda

No final dos anos 90, os holandeses desenvolveram um inovador sistema de pesagem em movimento, dotado de vídeo-câmera (WIM/VID), em um local de teste na estrada entre Antuérpia e Rotterdam.

As tecnologias e os procedimentos então desenvolvidos foram integrados às atividades de controle rotineiras, para pré-seleção de veículos. Cada unidade WIM/VID é equipada com (i) sensores do tipo piezo-quartzo, instalados nas duas

pistas mais à direita da via, (ii) duas câmeras de cada lado da via, para captar imagens do veículo, e (iii) câmeras adicionais, acima de cada pista, dotadas de *software* capaz de identificar as placas dos veículos. (Figura 34)



Figura 34 – Ponto de pesagem WIM

Fonte: VAN LOO, 2007

Laços indutivos e câmeras, instalados na terceira pista e no acostamento, detectam veículos que tentam burlar a pesagem. Os oficiais de polícia usam computadores portáteis comuns em suas unidades móveis, onde recebem as informações (dados e vídeo) transmitidas a partir do local de pré-seleção, localizado a montante (Figuras 35 a 37).



Figura 35 – Holanda: fiscalização móvel

Fonte: FHWA, 2007



Figura 36 – Posto de Fiscalização

Fonte: FHWA, 2007

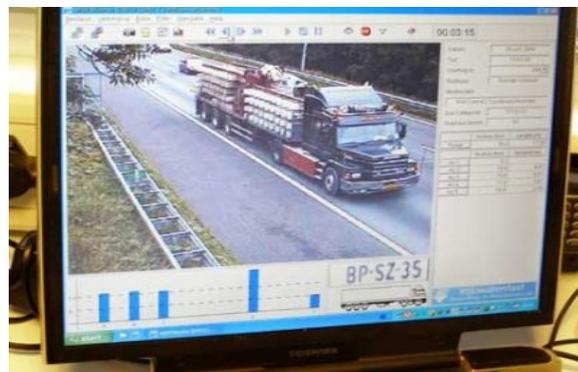


Figura 37 – Holanda: fiscalização móvel

Fonte: FHWA, 2007

Quinze segundos são necessários, após a passagem em um ponto WIM, para que o sistema de processamento de dados estabeleça a condição de sobrecarga de um veículo infrator. Um oficial da fiscalização móvel recebe esta informação, e entra em contato com seus colegas encarregados de interceptar o veículo sobrecarregado, e escoltá-lo à área de inspeção e pesagem estática. Figuras 38 a 40.



Figura 38 – Veículo policial de interceptação

Fonte: VAN LOO, 2007



Figura 39 – Fiscalização móvel, equipamento móvel

Fonte: FHWA, 2007



Figura 40 – Fiscalização móvel, equipamento móvel

Fonte: FHWA, 2007

Caso confirmada a sobrecarga de um veículo, a penalidade adequada é aplicada à transportadora ou motorista, podendo constar de:

- ⊙ Advertência, no caso de veículos com sobrecarga menor que 10% (dez por cento) por eixo (ou grupo de eixos) ou 5% (cinco por cento) no peso bruto total;
- ⊙ Multa, no caso de veículos com sobrecarga entre 10 e 20% (dez e vinte por cento) por eixo (ou grupo de eixos) ou de 5 a 10% (cinco à dez por cento) no peso bruto total;
- ⊙ Multa e obrigatoriedade de realização de transbordo da carga em excesso, no caso de veículos com sobrecarga superior a 20% (vinte por cento) por eixo (ou grupo de eixos) ou 10% (dez por cento) no peso bruto total. (Figura 41)



Figura 41 – Fiscalização móvel: transbordo de sobrecarga

Fonte: VAN LOO, 2007

2.5.1.2 Programação das atividades de controle de fiscalização na Holanda

Além de usar tecnologia WIM para dar suporte à pré-seleção, os holandeses usam dados históricos de pesagem WIM para programar hora e local da fiscalização. Utilizando dados da semana mais recente, e das seis semanas anteriores, são determinados a hora, o dia da semana e os locais de maior atividade de veículos sobrecarregados.

Como exemplo, em determinado local da Holanda os momentos que antecedem ao horário de pico da manhã (entre 5 e 7 horas), são usualmente os piores quanto ao número de veículos sobrecarregados.

As responsabilidades da Polícia Rodoviária e da Inspetoria de Tráfego da Holanda, quanto às atividades de fiscalização, estarão melhor definidas em futuro próximo. Os

oficiais da Polícia passarão a focar a rede de auto-estradas, enquanto os oficiais da Inspetoria se concentrarão na rede de estradas secundárias, em particular onde há rotas de fugas.

2.5.1.3 Atividades preventivas dirigidas às empresas Holandesas

Embora tanto os oficiais da Polícia Rodoviária quanto os da Inspetoria de Transportes possuam autoridade para fiscalizar o tamanho e peso dos veículos ao longo das estradas, a chegada do sistema WIM/VID permitiu à Inspetoria de Transportes modificar seu foco. Ao invés de concentrar seus esforços nas inspeções às margens das rodovias, a Inspetoria passou a se concentrar na atividade preventiva de encaminhar cartas de advertência e realizar visitas às empresas reincidentes.

Na visão da Inspetoria, a atividade preventiva é mais eficiente que a inspeção às margens da estrada, pois um único contato pode alcançar toda uma empresa, em vez de simplesmente um motorista. A aplicação do sistema WIM/VID na atividade preventiva, identificando empresas reincidentes, permite o aproveitamento de cem por cento dos dados de sobrecarga diuturnamente durante os 365 dias do ano. Em contraste, as inspeções às margens da rodovia usam estes dados somente quando a fiscalização móvel está presente.

A atividade preventiva baseada nos dados colhidos pelo sistema WIM/VID segue o seguinte processo:

- ⊙ Usando estes dados, a Inspetoria revisa as informações mês a mês, para identificar os veículos infratores e suas empresas. As instalações de pesagem dinâmica fornecem as informações relacionadas ao peso, além de imagens da placa do caminhão e de indicadores da identidade da empresa transportadora;
- ⊙ Através do número da placa, a Inspetoria pode acessar informações adicionais sobre o veículo em seus cadastros, p.ex. permissões, requisitos de manutenção, etc.;
- ⊙ As empresas de transporte com maior número de irregularidades no mês são adicionadas a uma lista especial, e recebem o Código Vermelho. Uma notificação das violações ocorridas nos últimos três meses é então emitida, com um sumário das irregularidades observadas;

- ⊙ A Inspeção marca uma visita *in loco*, assim que a empresa recebe a notificação por escrito, para repassar o histórico de infrações, descrever o sistema WIM/VID, avaliar como as sobrecargas podem ter acontecido, e firmar um acordo, para que, de forma cooperativa, se evite uma nova ocorrência de sobrecarga por essa empresa;
- ⊙ Posteriormente à visita, a empresa transportadora entra em um período de 2 meses de observação, durante os quais seus veículos são especialmente monitorados, com a intenção de se detectar uma mudança positiva relacionada ao carregamento;
- ⊙ A companhia será retirada da lista especial, caso for constatada uma mudança positiva no seu comportamento, sendo reclassificada do Código Vermelho para o Código Amarelo. Com esta classificação, a empresa ainda estará sob acompanhamento, porém com menor intensidade. Ela receberá o Código Verde caso o seu comportamento permaneça positivo, acompanhando as demais empresas;
- ⊙ Uma lista das companhias que não mostraram mudança positiva em seus hábitos de carregamento é enviada à Inspeção e à Polícia, que passarão a parar todos os veículos da companhia, carregados ou vazios, para serem totalmente inspecionados às margens da via;
- ⊙ No caso de empresas particularmente problemáticas, uma balança pode ser posicionada pela fiscalização em sua saída, garantindo que nenhum veículo com excesso de carga saia de suas instalações. Em casos extremos, a companhia pode ter suas atividades encerradas.

O procedimento acima, de contato preventivo com as empresas, é aplicado somente a empresas holandesas. Não existe um procedimento equivalente, para aplicação a companhias estrangeiras. Ressalte-se que este programa de relacionamento preventivo tem sido bem recebido pela indústria holandesa como um todo.

2.5.1.4 Pesquisa para a automatização completa da fiscalização

O sucesso do sistema WIM/VID, como ferramenta para aumentar o foco da fiscalização nos veículos com mais chance de estarem realmente sobrecarregados, motivou o início do projeto *Overbelading*, composto de diversos pequenos projetos.

Um destes projetos, o WIM-HAND, concentrou-se na pesquisa das condições determinantes para a completa automatização da fiscalização de peso, dado que,

embora o número de veículos fiscalizados tenha aumentado com o uso do WIM/VID para pré-seleção, a emissão de multas baseada na pesagem estática continuou a limitar o processo.

De fato, a fiscalização só poderá ser dita totalmente automática quando, diretamente com base nas medidas e imagens colhidas por um sistema WIM/VIDEO, o proprietário/motorista de um veículo sobrecarregado puder sofrer ação legal.

O projeto WIM-HAND concentrou-se somente no processo técnico de medição do peso em movimento, sem se preocupar com o processamento das informações, ou a integração dos sistemas no processo operacional das autoridades de fiscalização. Entretanto, a preparação da certificação metrológica do sistema, para fiscalização direta, foi considerada como parte do escopo do projeto.

As exigências mínimas de um sistema WIM para fiscalização automática foram definidas no início do Projeto WIM-HAND, como sendo: na acurácia menor do que 10% (dez por cento), com confiabilidade maior do que 99% (noventa e nove por cento). Estes valores foram considerados factíveis do ponto de vista técnico, e suficientes para a fiscalização direta.

Para atingir tal nível de acurácia e confiabilidade, a solução considerada pelos pesquisadores foi o desenvolvimento de um sistema de pesagem WIM com múltiplos sensores, o qual foi instalado em uma das pistas norte da rodovia A12/A50, próximo à cidade de Arnhem. (Figuras 42 a 44)

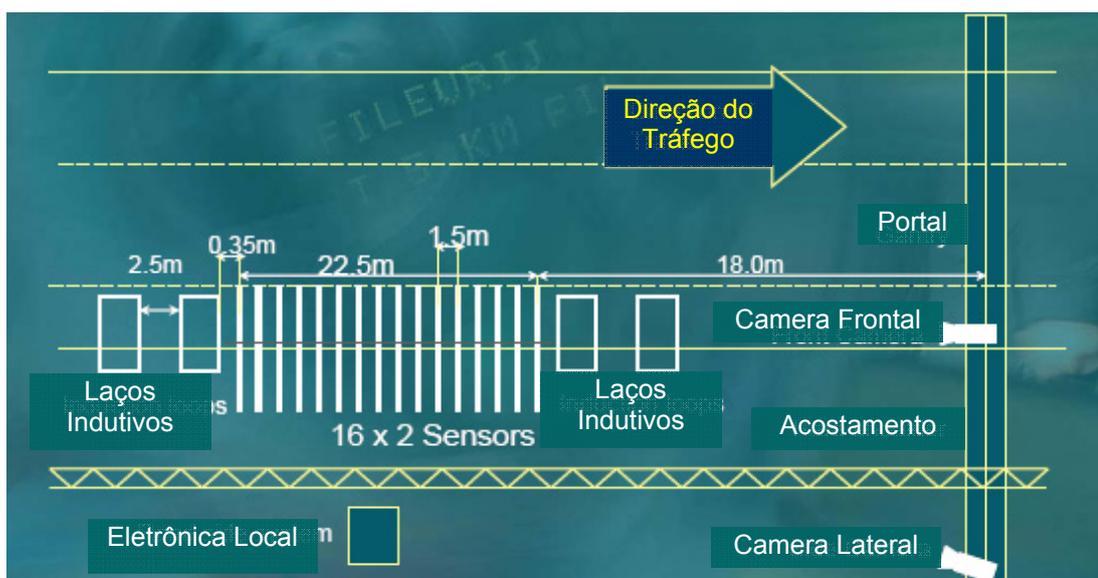


Figura 42 – Leiaute dos sensores do projeto WIM-HAND



Figura 43 – Vista dos sensores do projeto WIM-HAND



Figura 44 – Eletrônica de aquisição e transmissão de dados - WIM HAND

Na pesquisa em sistemas WIM multi-sensores, a determinação da tecnologia, número e leiaute mais apropriado dos sensores é a essência do trabalho. O objetivo é, neste caso, maximizar a acurácia e a confiabilidade, enquanto se minimiza o custo com sensores e instalação.

No caso do projeto WIM-HAND, o número máximo de sensores foi limitado pelo orçamento do projeto, tendo sido usadas 16 fileiras de sensores do tipo piezo-quartzo. O sistema foi instalado somente na pista da direita da auto-estrada citada, já que só seria utilizado para pesquisa, e não para fiscalização.

As atividades da pesquisa foram desenvolvidas em três locais diferentes: (i) o ponto da estrada aonde foram instalados os sensores de pesagem, as câmeras de vídeo e a eletrônica local, inclusive de transmissão de dados, (ii) o local, a jusante, para aonde veículos pré-selecionados são escoltados, para aferição de seu peso em balança estática, e, (iii), o local onde são acumulados os dados, para análise posterior.

Infelizmente, alguns problemas iniciais com os sensores piezos-elétricos utilizados impossibilitaram a execução de todos os testes do sistema previstos. Conseqüentemente, fez-se necessário uma mudança no foco do estudo, o qual passou a ser a determinação das condições mínimas (e não mais as ideais) para a aceitação nacional e internacional da aplicação direta dos sistemas WIM na fiscalização de peso dos veículos comerciais.

De acordo com os Holandeses, a experiência indica que os aspectos técnicos e não-técnicos listados abaixo merecem muita atenção, antes que os sistemas de pesagem WIM possam ser aceitos na fiscalização direta de peso:

- ⊙ A classificação dos veículos adotada na Holanda não é precisa nem detalhada o suficiente, para oferecer uma correspondência direta com as limitações legais de carga dos caminhões;
- ⊙ Alguns veículos Holandeses possuem limites de carga inferiores aos nominais, com indicação somente nos registros originais do veículo. Estes limites não podem, portanto, ser conhecidos a partir da placa, ou outra característica visível do veículo que seja facilmente detectável por um sistema automatizado de fiscalização;

- ⊙ Os sistemas de pesagem WIM necessitam de certificação metrológica para fiscalização direta, mas não foram ainda definidas na Holanda as exigências para tal certificação;
- ⊙ Não está claro ainda qual organização governamental Holandesa ficaria responsável pela fiscalização direta de sobrepeso via WIM;
- ⊙ Nenhuma troca internacional significativa de informações sobre procedimentos ou padronização dos limites legais de carga ocorre ainda na União Européia.

Em um projeto posterior, o WIM-HAND 2, estão sendo investigadas a calibração, os testes e o processamento dos resultados das medidas obtidas no local de testes do projeto WIM-HAND.

2.6 Bélgica

A visita a ocorreu entre os dias 15 e 17 de outubro, dia que a equipe deslocou-se para a França. Na visita a Bélgica, foi realizada uma reunião com o Sr. Xavier CoCu Research Engineer- Belgian Road Research Center.

2.6.1 Os sistemas de fiscalização e controle de peso utilizados na Bélgica

Com seis sistemas WIM piezos-cerâmicos em operação, a Região da Wallonia é a única da Bélgica que atualmente emprega ativamente os sistemas WIM de pesagem dinâmica. Estes sistemas são usados predominantemente na coleta de dados estatísticos para o planejamento, e não para o suporte à fiscalização.

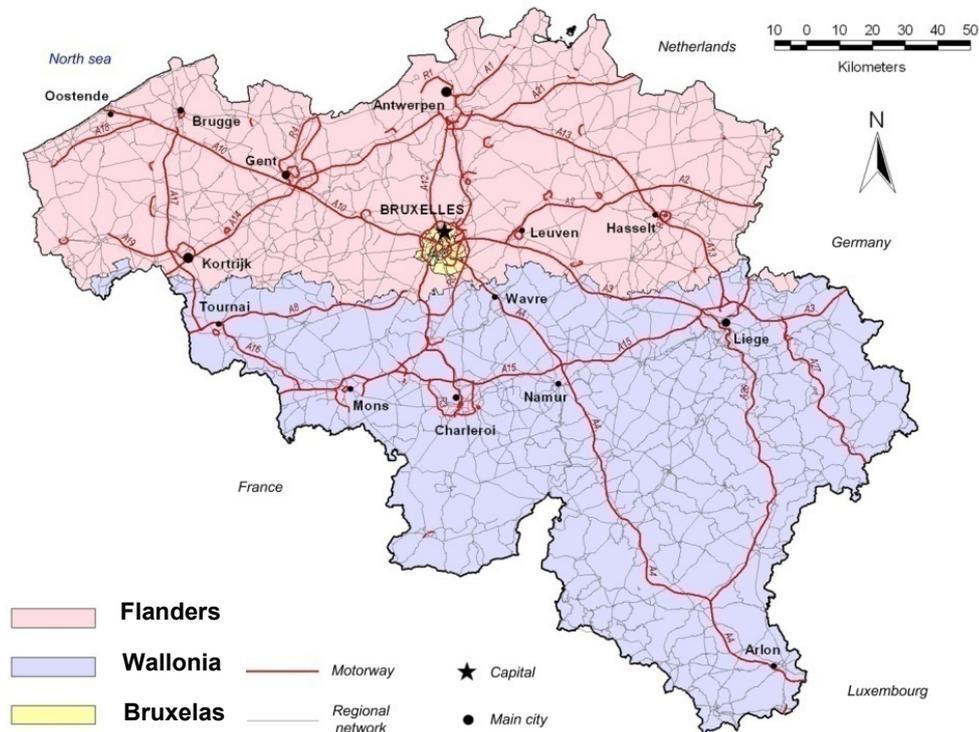


Figura 45 – Bélgica e suas três Regiões

Fonte: COCU, 2006

A Polícia Rodoviária Federal Belga reconhece o benefício do uso de sistemas WIM, em substituição à pré-seleção manual, e espera avançar nesta direção. Um local para teste, modelado a partir do sistema de pesagem WIM/VID holandês, está em desenvolvimento na região de Flandres.

Atualmente, os fiscais contam somente com balanças estáticas, ou sistemas WIM (tipo *load cell*) de baixíssima velocidade (menos de 5 km/h), em instalações fixas ou móveis. Os veículos que carregam líquidos, ou outras cargas móveis, são obrigados a parar completamente sobre a balança, para que seja feita a medida mais exata possível. Há uma tolerância de 3% (três por cento) para a emissão de multas.

Embora o regulamento esteja sendo revisado, para permitir que tanto o motorista quanto a empresa possam ser multados, atualmente as multas são emitidas somente aos motoristas, e variam de €55 (cinquenta Euros) a €55.000 (cinquenta e cinco mil Euros). (Xavier CoCu, 2007)

Os fiscais não podem cobrar a multa aplicada no momento da autuação, a não ser no caso de veículos estrangeiros. Isto, porque para os veículos belgas em não-conformidade com a Lei, um Promotor Público precisa determinar o valor da multa.

Veículos com excesso de carga acima de 20% (vinte por cento) podem ser forçados a descarregar totalmente, a fim de serem submetidos a uma inspeção completa dos freios, suspensão, etc. O motorista pode, dependendo das irregularidades constatadas, vir a ser preso.

A inspeção completa, executada pela Polícia Rodoviária Federal Belga em cada veículo retido, inclui a verificação da quantidade de horas dirigidas e descansadas, dos registros do tacógrafo, de indícios de prática criminal, etc. Os limites de tamanho do veículo não são normalmente verificados, a menos que alguma irregularidade óbvia seja percebida.

2.7 França

A vista à França ocorreu entre os dias 17 e 22 de outubro, contemplando visita de campo ao posto de pré-seleção e controle à baixa velocidade na rodovia RN4 próxima a Nonains e reuniões no Laboratoire Central de Ponts et Chaussées LCPC, com os seguintes integrantes do Instituto:

- ⊙ Bernard Jacob
- ⊙ Victor Dolcemascolo
- ⊙ Brigitte Poree
- ⊙ Ministère des Transports
- ⊙ Charles Thion
- ⊙ David Gil
- ⊙ Daniel Stanczyk

2.7.1 Os sistemas de fiscalização e controle de peso utilizados na França

A tecnologia WIM está sendo amplamente usada para dar suporte ao controle de dimensões e peso dos veículos de carga na França.

Sistemas WIM de alta velocidade (HS-WIM) estão sendo usados (i) na pré-seleção em tempo real dos veículos a serem submetidos à fiscalização, (ii) no planejamento do dia, hora e local das atividades de fiscalização, e (iii) na prevenção, identificando transportadores ou motoristas reincidentes para receber cartas de advertência e visitas da fiscalização.

Por outro lado, foi aprovado recentemente na França o uso de sistemas de pesagem em movimento de baixa velocidade (LS-WIM@10 km/h) para a fiscalização, permitindo processar até 10 vezes mais veículos do que com as balanças estáticas. A aprovação do organismo metrológico Francês foi dada em 2005, depois de muitos testes realizados em 2004, e os primeiros dois sistemas foram instalados ao longo da estrada RN4, em Rupt-aux-Nonains e próximo de Châlon-sur-Saône.

2.7.1.1 Pré-seleção na França

Como mencionado anteriormente, a França possui duas unidades de HS-WIM em pré-funcionamento, com planos de expansão para de 10 a 40 instalações (Figuras 46 a 49). Estes sistemas são capazes de: (i) levantar o perfil de veículos; (ii) coletar e memorizar dados de tráfego; (iii) medir pesos por eixo, peso total, velocidade e comprimento; (iv) captar imagens de infratores presumidos e; (v) identificar números de placa.

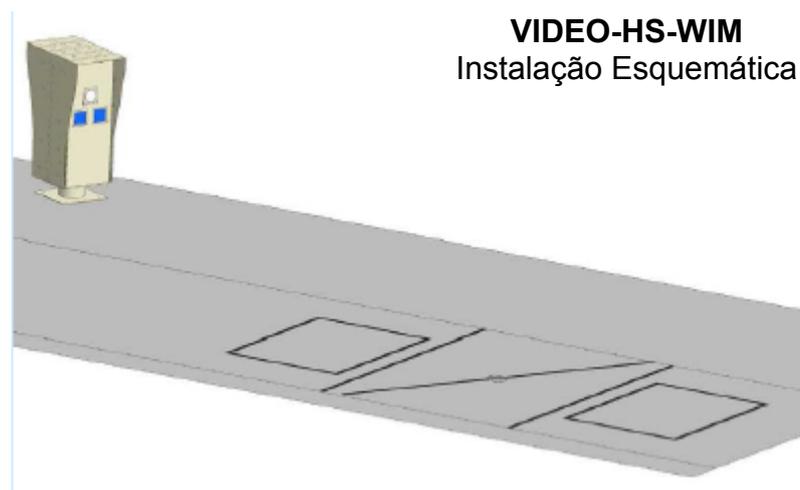


Figura 46 – Instalação HS-WIM para pré-seleção

Fonte: THIONN, 2007



Figura 47 – Sensores piezos-cerâmicos (2) do HS-WIM

Fonte: THIONN, 2007



Figura 48 – Vídeo câmaras associadas ao HS-WIM

Fonte: THIONN, 2007



Figura 49 – HS-WIM: eletrônica local

Fonte: THIONN, 2007

Captada por estes sistemas, a imagem e os dados de um veículo suspeito são transmitidos em tempo real, por rádio ou linha telefônica, aos fiscais localizados numa área a jusante (Figura 50)

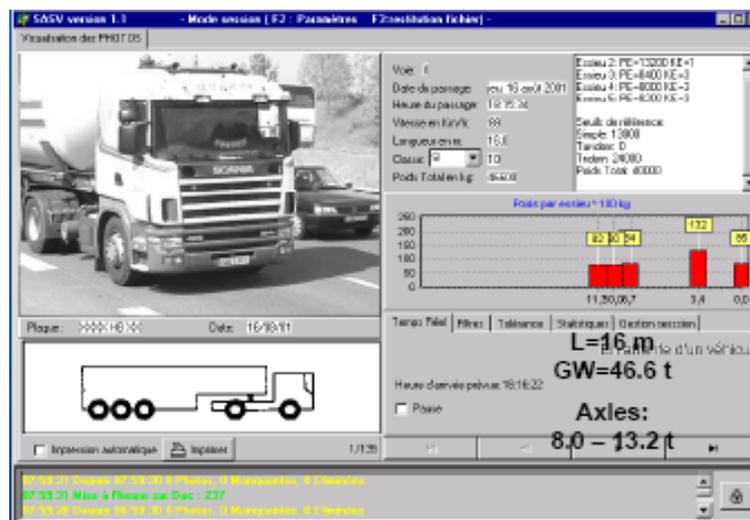


Figura 50 – HS-WIM: tela enviada à fiscalização

Fonte: THIONN, 2007

De posse destas informações, os fiscais acionam os policiais encarregados de escoltar os veículos suspeitos de não-conformidade à área de fiscalização, onde são

multados os veículos com sobrecarga confirmada em sistema de pesagem certificado (Figura 51)



Figura 51 – Veículo chegando escoltado à fiscalização

Fonte: THIONN, 2007

Embora o sistema de pré-seleção registre a imagem de cada veículo suspeito de estar com sobrecarga, os fiscais têm a liberdade de ponderar se param ou não um veículo pré-selecionado, com base no eventual congestionamento do local de pesagem, no conhecimento da empresa, etc.

2.7.1.2 Estabelecendo contatos preventivos com as empresas

Além de usar os dados colhidos pelos sistemas HS-WIM para dar suporte à pré-seleção, os franceses os usam também para identificar empresas sistematicamente infratoras, a serem alvo de ações preventivas, na forma de cartas de advertência e visitas programadas.

Os sistemas de pesagem em movimento fornecem informações que relacionam os dados de peso à imagem do veículo e de sua placa, permitindo a identificação da empresa correspondente. Cartas de advertência são emitidas regularmente as 10 empresas mais infratoras.

Estas empresas são informadas de que seu padrão de carregamento está sendo monitorado, embora nenhuma intimação seja emitida com base nos dados colhidos pelo sistema de pesagem em movimento.

A França iniciou um estudo, com duração de 3 anos, para determinar o efeito destas ações preventivas sobre o comportamento das empresas, no que diz respeito ao carregamento de seus veículos.

2.7.1.3 Programação das atividades de fiscalização na França

Os franceses se utilizam do histórico da pesagem WIM pré-seletiva para auxiliar na programação do dia, hora e local das atividades de fiscalização móvel. As características de sobrecarga dos veículos são enviadas à polícia, através do sistema SIREDO (*Système Informatisé de REcueil de DONnés*), de monitoramento nacional do tráfego, classificadas por mês, dia da semana e hora do dia, auxiliando na programação das atividades de fiscalização.

2.7.1.4 Pesagem certificada estática na França

A pesagem estática dos veículos pré-selecionados pode ser realizada em qualquer posto de pesagem fixo do País, localizado geralmente perto de postos de pedágio, ao longo das estradas nacionais. Em adição, 219 unidades de fiscalização móvel podem instalar postos temporários de pesagem estática em qualquer área de descanso de motoristas, das inúmeras existentes ao longo das estradas Francesas.

Um espaço de 30 metros de comprimento é considerado suficiente para a instalação de balanças portáteis, desde que se disponha de um local anexo para estacionamento e armazenamento de veículos. (Figuras 52 a 56)



Figura 52 – Pré-seleção e fiscalização usando WIM

Fonte: JACOB et al., 2007



Figura 53 – Pesagem estática, equipamento móvel

Fonte: FHWA, 2007



Figura 54 – Pesagem estática, equipamento móvel

Fonte: THIONN, 2007



Figura 55 – Pesagem estática, equipamento móvel

Fonte: THIONN, 2007



Figura 56 – Pesagem estática, equipamento fixo

Fonte: THIONN, 2007

2.7.1.5 Pesagem certificada a baixa velocidade na França

Recentemente foi aprovado na França o uso de sistemas de pesagem em movimento de baixa velocidade (LS-WIM@10 km/h) para a fiscalização, permitindo processar até 10 vezes mais veículos do que com as balanças estáticas (Figura 57).

Com esta finalidade, estão sendo implantadas pistas de pesagem específicas, dentro de áreas de descanso, como a *Aire de Rupt-Aux-Nonains* (estrada RN4), a jusante dos sistemas VID-HS-WIM usados para pré-seleção.

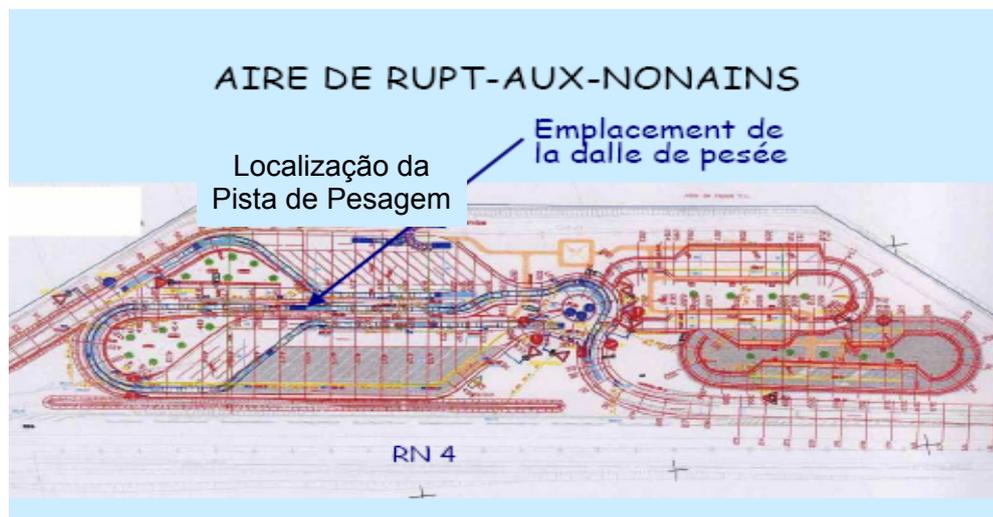


Figura 57 – Pista de pesagem dentro de área de descanso

Fonte: THIONN, 2007

Estas pistas, com aproximadamente 100 metros de comprimento, são construídas em concreto Portland armado, segundo rígidas especificações de qualidade, ditadas pelas normas COST 323 (JACOB, 2006) (Figuras 58 a 60).



Figura 58 – Estrutura de pista para pesagem em LS-WIM

Fonte: THIONN, 2007


 Figura 59 – Berços dos sensores tipo *load cell* usados

Fonte: THIONN, 2007



Figura 60 – Conexão dos berços com o abrigo anexo

Fonte: THIONN, 2007

A eletrônica fica permanentemente instalada no abrigo adjacente à pista, mas sensores e computadores portáteis só são instalados, por uma equipe de fiscalização móvel, quando a pista está em uso (Figuras 61 a 64).

Embora as balanças usadas estejam certificadas para uso até 10 km/h, a velocidade de pesagem foi limitada, inicialmente, a 4 km/h (LCPC)



Figura 61 – Berços dos sensores e abrigo da eletrônica local

Fonte: THIONN, 2007



Figura 62 – Eletrônica de aquisição de dados dos sensores da pista



Figura 63 – Note Book-instalado somente durante a operação



Figura 64 – Sensores tipo *load cell* instalados nos berços

2.7.1.6 Pesquisa para a automatização completa da fiscalização

Historicamente, a França sempre buscou aumentar o nível de automatização do controle legal de tamanho e peso dos veículos comerciais. Estes esforços têm sido desafiados pelas dificuldades em definir (i) os níveis necessários de acurácia defensáveis em Corte, e (ii) o limite de peso legal para cada tipo específico de veículo de carga.

Com relação a este último ponto citado, fatores outros, que não a configuração de eixos, é também considerada para a determinação da carga máxima admissível de um veículo na França. Como exemplo, as normas francesas admitem três valores diferentes de peso bruto máximo legal para veículos com dois eixos.

2.7.1.7 Fiscalização com sistemas WIM de baixa velocidade

A certificação de sistemas WIM de baixa velocidade para controle direto, outorgada pelo organismo metrológico nacional Francês em 2005, representou um avanço significativo para a fiscalização automatizada na França. Isto porque a comunidade metrológica francesa estava, até então, muito relutante em conceder esta certificação.

O uso de sistemas WIM de baixa velocidade (LS-WIM) permitirá que os fiscais processem até 10 vezes mais veículos no mesmo tempo, aumentando extremamente a eficiência da fiscalização de peso dos veículos comerciais na França, mesmo com a velocidade máxima de pesagem tendo sido legalmente limitada a 10 km/h.

A primeira instalação francesa de MS-WIM para controle legal de peso, foi instalada na RN4 em 2007. Esta instalação compreende sistemas WIM de alta (para pré-seleção) e baixa (para fiscalização) velocidade, funcionando em conjunto.

O sistema de alta velocidade aproveita a experiência acumulada pelos franceses com dois protótipos anteriores, localizados ao longo das rodovias RN83 e A31. Estes testes comprovaram o desempenho satisfatório de um arranjo extremamente econômico para aplicação em pré-seleção, com apenas dois sensores piezo-cerâmicos de peso (associados a sensores de posição transversal da roda, e de temperatura do pavimento) e um laço indutivo. Câmeras de vídeo, com capacidade de realizar o reconhecimento de placas de licenciamento, completam o sistema de pré-seleção.

Numa área de repouso de motoristas a jusante (*Aire de Rupt-Aux-Nonains*, Fig.64), uma pista de cerca de 100 metros, especialmente construída, abriga o sistema WIM de pesagem em baixa velocidade (sensores do tipo *load cell*, removíveis), que serve à fiscalização móvel, em substituição às balanças estáticas antes usadas. Os sistemas de pré-seleção e fiscalização estão interligados via telecomunicações, em tempo real.

Painéis de mensagem variável e sinais luminosos bicolores, acionados automaticamente pelos sistemas de pré-seleção e de fiscalização, direcionarão o fluxo de veículos aos locais adequados, segundo o *status* de carregamento de cada veículo.

2.7.1.8 Pesquisa em MS-WIM para fiscalização automática

No intuito de avançar no emprego de sistemas de fiscalização automatizados, está em curso na França um experimento de dois anos (2007-2008), de sistemas WIM com múltiplos sensores (MS-WIM).

A instalação de teste, localizada ao longo na rodovia RN4, entre Nancy e Paris, compreende: (i) um arranjo de 16 sensores de peso do tipo piezo-cerâmico, (ii) sensores para detectar a posição transversal das rodas dos veículos, e (iii) sensores de temperatura do pavimento. Os dois últimos tipos de sensores são necessários para determinar fatores de correção, a serem aplicados às medidas feitas pelo arranjo de sensores principal.

CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de tecnologias para aplicação no controle efetivo do peso de veículos comerciais varia de país para país ao longo dos países visitados (Romênia, Eslovênia, Holanda, Suíça, Alemanha, Bélgica e França) tanto na implementação como na extensão de sua aplicação.

De um modo geral, no que tange aos tipos de sensores utilizados nos equipamentos de pesagem em movimento, observou-se que os mais utilizados para aplicações rodoviárias são o piezo quartzo, o piezo cerâmico e o piezo polímero. Observou-se a existência de um grande desafio, na busca de se melhorar a precisão e os aspectos referentes à manutenção dos sensores.

De um modo geral, os níveis de precisão observados nos equipamentos de pesagem em movimento são suficientes para a aplicação de pré seleção para posterior pesagem em balanças estáticas ou em equipamentos de pesagem em movimento à baixa velocidade. A França já está usando a pesagem a baixa velocidade para efeito de multa.

A França e a Holanda estão realizando pesquisas com o uso de múltiplos sensores, na busca de conseguir precisão suficiente que permita a completa automação no controle de peso e medidas dos veículos comerciais.

Com relação à calibração dos equipamentos de pesagem em movimento, são os seguintes os procedimentos adotados:

- ⊙ Autocalibração;
- ⊙ Calibração com veículos de peso conhecido;
- ⊙ Calibração com veículos instrumentados e
- ⊙ Calibração contínua durante operação de controle de peso usando veículos amostrados do fluxo normal de tráfego e pesando-os estaticamente e em movimento

A Holanda instrumentou um veículo com características específicas, para calibração dinâmica dos equipamentos de pesagem em movimento, que elimina a tradicional comparação de medidas estáticas com dinâmicas.

No que tange ao controle de peso, pode-se observar um grande uso de equipamentos moveis nas atividades de controle de peso, e muito poucas estações fixas de pesagem ao longo das rodovias. Esta estratégia resultou num volume mais baixo de veículos multados e trouxe, igualmente, maior flexibilidade aos embarcadores e no estabelecimento de rotas de transporte além de mostrar-se mais eficiente e efetivo nas ações de controle dos veículos.

A tecnologia de pesagem em movimento, em conjunto com tecnologia de vídeo, é amplamente utilizada como suporte para o controle de peso dos veículos. A transmissão de dados do local de pré - seleção às unidades moveis é feita em tempo real.

Com base nas informações obtidas no processo de controle de peso, as organizações de governo envolvidas com transporte de carga advertem as empresas infratoras, por meio de cartas, quanto à prática de excesso de peso. Além disso, há uma ação preventiva que inclui a visita do pessoal de fiscalização e controle dos governos às empresas infratoras, buscando soluções para evitar a ocorrência de novas infrações.

De uma forma geral, conforme mencionado anteriormente, os países europeus têm favorecido uma abordagem estatística da fiscalização de peso, com poucas instalações fixas e muitas são móveis. Além disto, múltiplas aplicações dos dados gerados no decorrer da fiscalização concorrem para favorecer ainda mais a relação benefício/custo dos sistemas instalados, como por exemplo, àquelas relacionadas ao planejamento de engenharia de construção, de operação, de manutenção e fiscalização para as rodovias, bem como, informações para o controle e fiscalização da circulação de mercadorias na malha rodoviária.

Outro aspecto geral importante, é que o contínuo aperfeiçoamento em tecnologia e procedimentos destes sistemas de fiscalização é objeto de programas pan-europeus permanentes, e de grande envergadura, com alocação de fundos importantes.

Na Europa, no que tange à fiscalização, a tecnologia WIM (*Weigh-in-Motion*) é usada predominantemente para dar suporte:

- ⊙ à pré-seleção de veículos, em tempo real, para a fiscalização móvel;
- ⊙ à programação desta atividade e

- ⊙ à adoção de ações preventivas, através da identificação de características sistemáticas da prática de sobrepeso (empresas, motoristas, tipos de empresas, veículos ou carga, etc.).

Na opinião de fiscais e especialistas da França e Holanda, que lideram a pesquisa europeia nesta área, a completa automatização da fiscalização de tamanho e peso dos veículos comerciais, empregando sistemas WIM de alta velocidade, ainda está de 5 a 20 anos distante.

O desafio principal é alcançar níveis suficientes de acurácia e confiabilidade nas pesagens a alta velocidade. Em seguida, será preciso conseguir a certificação metrológica destes sistemas, cuja complexidade exige o desenvolvimento de novos procedimentos de teste. Por último, será preciso modificar a legislação, que, na maioria dos países, ainda exige medições de peso estáticas, ou a baixíssima velocidade.

A França (como a Alemanha e o Reino Unido) obteve a aprovação da autoridade metrológica nacional para certificar o uso de sistemas LS-WIM para fiscalização, à velocidade máxima de 10 km/h (no momento, a França está pesando à velocidade de 4 km/h). A Bélgica também se utiliza destes sistemas para a fiscalização, embora não se conheça as mudanças legais e metrológicas que autorizaram esta prática.

No entanto, sistemas WIM de alta velocidade são muito mais complexos que os de baixa velocidade, tanto em tecnologia quanto em certificação. O procedimento de teste exigido para certificação de um sistema de baixa velocidade é similar ao de uma balança estática, o que o torna relativamente simples e familiar para a autoridade metrológica.

A legislação Eslovena ainda não permite o uso de dados de pesagem em movimento, mesmo a baixa velocidade, para o controle direto de veículos sobrecarregados.

Os Suíços preocupam-se com os elevados valores de desvio padrão associados às medidas de peso efetuadas com a tecnologia atual dos sistemas WIM de alta velocidade, o que exigiria a adoção de considerável tolerância na fiscalização. Esta alta tolerância nos limites de peso impediria, na opinião dos Suíços, o uso destes sistemas na fiscalização direta automatizada, uma vez que estes não representariam um risco suficientemente alto para induzir a um comportamento legalmente aceito por parte da indústria do transporte.

Para os alemães, as principais razões pelas quais não investem na busca deste paradigma são: (i) os custos associados aos sistemas WIM com múltiplos sensores, considerados os mais promissores (ii) os desafios permanentes com a confiabilidade, e (iii) as barreiras legais existentes.

Além disto, argumentam os alemães, “se um caminhão for considerado fortemente sobrecarregado”, fiscais humanos, localizados em uma área a jusante do ponto de fiscalização automática, ainda se farão necessários, para que seja garantida a realização do transbordo ou de qualquer outra ação contra os veículos infratores. A fiscalização móvel poderá ser usada com esta finalidade, mas, por definição, na maioria das vezes a fiscalização móvel não estará presente em determinado local e hora.

Apesar da magnitude dos problemas associados aos sistemas de pesagem a alta velocidade, a persistência na busca de soluções se justifica plenamente, uma vez que a automatização total da fiscalização aumentaria enormemente (i) a percentagem do fluxo de veículos monitorada (chegando até a 100% dos veículos), (ii) a percentagem de veículos sobrecarregados detectados, e (iii) o número de veículos sobrecarregados multados.

Em muitos países europeus, a evasão é uma preocupação real. Devido à sua natureza, as atividades de fiscalização móvel são geralmente consideradas capazes de assumir os desafios relacionados ao controle das evasões.

Na Suíça, à medida que é expandida a rede de postos de pesagem permanentes nas auto-estradas, a fiscalização móvel tende a assumir, cada vez mais, o controle operacional das rotas de fuga paralelas.

Tanto a França quanto a Holanda integraram suas preocupações com evasão nos critérios adotados para localização das instalações de pesagem em movimento.

Nos países europeus, as discussões relativas à aplicação de novas tecnologias ao transporte especial (cargas com peso e/ou tamanho acima do limite legal), concentram-se atualmente nas possibilidades de generalização:

- ⊙ da oferta de *web sites* onde o motorista pode, considerando as restrições de via existentes, planejar sua própria rota, como é feito na Suíça;
- ⊙ do uso de sistemas B-WIM, como o SiWIM, tanto para a verificação da capacidade de carga efetiva das pontes/vias a serem percorridas por um

transporte especial, quanto para a monitoração remota da execução deste transporte, como é feito na Eslovênia.

Ter certeza de que os veículos para transporte especial estão de fato credenciados para tal é, no entanto, considerado o desafio maior. Estima-se que na Holanda cerca de 40 (quarenta por cento) destes veículos operem sem credenciais apropriadas. Para educar este setor da indústria, a fiscalização tem optado mais por uma abordagem preventiva (cartas, visitas técnicas, etc.), do que pela aplicação pura e simples da Lei.

A Eslovênia experimenta desafio similar, relativamente aos veículos de transporte especial. Mais de 70% (setenta por cento) dos veículos deste tipo, fiscalizados no campo, apresentavam pelo menos um tipo de irregularidade. Destas, 47% (quarenta e sete por cento) eram relativas a excesso de carga. A porcentagem restante referia-se a autorização vencida ou outros tipos de infração.

