

**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 A – Avaliação Operacional e Econômica dos Sistemas

Proposição de Alterações na Legislação de Pesagem

Maio de 2012



2-0510

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

Cássia Bretãs Pinto Coelho
Coordenadora 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

Roselane Neckel
Reitora

Lúcia Helena Pacheco
Vice-Reitor

Sebastião Roberto Soares
Diretor do Centro Tecnológico

Jucilei Cordini
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 Guerson, Especialista em Logística e Transportes

Leonardo Soliz, Engº. de Controle e Automação Industrial

Marcelo de Almeida Sarkis, Adv.

Márcio Roberto de Lima Paiva, Dr.

Paulo Roberto Luckmann Martins, M. Eng.

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 serão levantados os caminhos que vêm sendo traçados por diferentes países no mundo em direção à automatização dos sistemas de fiscalização de peso em veículos comerciais. Serão analisados os casos onde os aspectos legais e metrológicos



DNIT

Sistemas de Pesagem em Movimento e Análise de Pavimentos

objetivando a automatização da pesagem já vêm sendo abordados. Uma vez feito o levantamento das experiências vividas por estes países e levando em consideração a realidade do nosso país, será proposta uma série de procedimentos nos âmbitos legal e metrológico para a implementação da fiscalização direta e automática por meio de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) no Brasil.

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



Fase A - Proposição de Alterações na Legislação de Pesagem

Lista de Abreviaturas e Siglas

ASTM	American Society for Testing and Materials – Sociedade Americana de Testes e Materiais
COST	European Cooperation in Science and Technology – Cooperação Européia em Ciência e Tecnologia
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FEHRL	Forum of European National Highway Research Laboratories – Forum Europeu de Laboratório de Pesquisar Rodoviárias
FHWA	Federal Highway Administration – Administração Federal de Rodovias
FMCSA	Federal Motor Carrier Safety Administration – Administração Federal de Segurança de Transportadores
FiWi	FEHRL institutes WIM initiative – Iniciativa WIM dos Intitutos FEHRL
HS-WIM	High Speed WIM - Sistema de pesagem em movimento a alta velocidade
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LS-WIM	Low Speed WIM – Sistema de pesagem em movimento a baixa velocidade
MS-WIM	Multiple Sensor WIM - Sistema de pesagem em movimento com múltiplos sensores
OIML	Organização Internacional de Metrologia Legal
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
WIM	<i>Weigh-in-Motion</i> - Pesagem em movimento

Índice

1	Introdução.....	8
2	Avanços em automatização da pesagem na Europa	11
2.1	França	11
2.1.1	Introdução da pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM)	12
2.2	Holanda	12
2.2.1	Classificação de empresas frequentemente infratoras através de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM).....	12
2.2.2	Mudanças na Legislação	13
2.3	Eslovênia.....	14
2.4	República Tcheca.....	15
2.4.1	Emenda 347/2009 na lei 13/1997 – Lei Nacional de Tráfego.....	16
2.4.2	Documento metrológico: Designation 0111-OOP-C010-10	18
3	Avanços em automatização da pesagem na Ásia.....	20
3.1	Taiwan	20
4	Avanços em automatização da pesagem nos Estados Unidos	23
4.1	Virtual Weigh Station	24
4.2	Definição de padrões e especificações para as tecnologias de pesagem em movimento (WIM) nos Estados Unidos	24
5	Automatização da pesagem no Brasil e modelo de transição para a fiscalização direta por HS-WIM.....	26
5.1	Proposta de mudança na legislação visando à automatização completa do sistema de fiscalização de peso em veículos comerciais no Brasil	27
5.1.1	Possíveis obstáculos à automatização completa da pesagem e soluções propostas	27
5.1.2	Potenciais soluções	31
5.1.3	Outras considerações.....	33
5.2	Implantação da fiscalização direta e automática por meio de sistemas HS-WIM no Brasil	33

5.2.1	Implantação de sistemas HS-WIM na malha rodoviária nacional para pré-seleção na pista de tráfego	35
5.2.2	Introdução do sistema de retirada de multa suspensa	36
5.2.3	Proposta de elaboração, junto ao INMETRO, de parâmetros metrológicos para homologação de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para fiscalização direta	36
5.2.4	Proposta de mudanças e adaptações na legislação de pesagem de veículos comerciais do Brasil	37
5.2.5	Introdução da fiscalização direta por sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM)	37
6	Considerações finais	38

1 Introdução

O contínuo crescimento do comércio e congestionamento de tráfego dificulta o transporte de carga de maneira econômica sem que se aumentem os volumes e pesos dos carregamentos. Essa tendência desafiou os órgãos reguladores de veículos de carga em todo mundo a encontrarem métodos para garantir a eficiência da fiscalização sem aumentar os custos. Esta busca impulsionou o desenvolvimento de tecnologias de automatização capazes de substituir a fiscalização tradicional de peso em veículos comerciais conduzida em estações fixas de pesagem estática. O uso da automatização na fiscalização de veículos de comerciais surgiu como uma alternativa com o potencial de promover os níveis adequados de fiscalização capazes de absorver o crescente número de veículos e coibir os carregamentos ilegais. Uma das principais ferramentas deste conjunto de tecnologias emergentes é a pesagem em movimento, também conhecido como Weigh-in-Motion (WIM).

Atualmente, o desafio do Brasil e de vários outros países está na automatização completa da pesagem de veículos de carga, através da fiscalização direta por pesagem em movimento à velocidade diretriz da via de tráfego. Esta alternativa dispensa a presença de agentes no ato da pesagem e também automatiza em grande parte o processamento de dados. Atualmente, a pesagem em movimento em alta velocidade para fiscalização direta ainda não foi colocada em prática de maneira permanente em nenhum país do mundo. No entanto, o processo para sua implantação definitiva foi introduzido em países como Taiwan e República Tcheca. No Brasil, a implantação deste modelo depende principalmente de três fatores: o desenvolvimento técnico dos sistemas de pesagem frente à realidade local, o estabelecimento de especificações metrológicas para a aprovação legal destes sistemas e a adequação da legislação vigente para viabilizar a nova metodologia de fiscalização.

A busca pela eficiência da fiscalização de peso em veículos comerciais tem levado países em todo mundo a caminharem rumo à automatização de seus sistemas de pesagem. Dentre as principais justificativas de se se garantir a eficiência deste tipo de fiscalização deve-se destacar a preservação da infraestrutura de transportes, a melhoria da segurança nas rodovias, a melhoria na produtividade do setor de

transportes, a diminuição dos níveis de emissões poluentes e a promoção de uma competição justa no setor de transportes.

Veículos com sobrepeso são considerados os maiores responsáveis pela deterioração precoce do pavimento de rodovias e pontes (FHWA, 2007). Uma melhor fiscalização dos veículos que trafegam com excesso de peso sobre a via significa diretamente uma melhor proteção dessa infraestrutura. A automatização da pesagem também permite a melhora na quantidade e qualidade dos dados levantados sobre os veículos que trafegam sobre a pista. Esses dados vão além do peso dos veículos e permitem um melhor planejamento, engenharia e design das obras de infraestrutura.

Outro fator que deve ser levado em consideração é a segurança das vias. Veículos com excesso de peso possuem maiores distâncias de frenagem e menores tempos de reação. Muitas das rodovias também não foram projetadas para a circulação de veículos nessas condições, tornando o tráfego de veículos com sobrepeso ainda mais perigoso.

A redução de emissões poluentes também é um fator resultante da fiscalização efetiva do peso em veículos de carga. Com a automatização da fiscalização, é reduzida a desaceleração desnecessária e o congestionamento dos veículos. Esses fatores resultam na diminuição da emissão de gases poluentes consequentes do tráfego a velocidades abaixo do indicado para a via (FHWA, 2007).

A melhoria na produtividade das empresas transportadoras é outra justificativa a favor do processo de automatização das pesagens. Apesar das empresas muitas vezes lucrarem com os grandes carregamentos, uma fiscalização eficiente favorece os transportadores que trafegam dentro da lei, reduzindo atrasos causados pela fiscalização, e consequentemente, encurtando os tempos de viagem. A melhor conservação das rodovias, resultante de uma melhor fiscalização, também favorece os transportadores, já que estes passam a atuar em uma infraestrutura mais segura e eficiente.

A promoção da competição justa é também um fator de relevância e pode ser analisado em dois escopos diferentes: O primeiro é a competição entre modais. Com a prática do sobrepeso, o modal rodoviário utiliza e deteriora a infraestrutura rodoviária, que por sua vez, é bancada com recursos oriundos dos contribuintes. Isso inviabiliza economicamente a competição com outros modais (por exemplo, ferroviário) que são mais adequados para o transporte de produtos com baixo valor agregado, mas exigem altos investimentos em infraestrutura e implantação. O segundo escopo é a competição dentro do próprio modal rodoviário. As companhias que transportam em conformidade com a lei têm dificuldade de competir com companhias que praticam o sobrepeso, o que as obriga a adotarem práticas similares às companhias infratoras para permanecerem competitivas.

A importância de se ter uma fiscalização eficiente do peso transportado por veículos de carga já é reconhecida em diversos países ao redor do mundo. Estes países têm rumado cada um a sua maneira, à automatização dos seus processos de pesagem de veículos comerciais. A automatização da pesagem depende não só de aspectos técnicos, mas esbarra também em questões legais e metrológicas. A seguir, serão levantados os caminhos que vêm sendo traçados em diferentes países ao redor do mundo objetivando a automatização da pesagem de veículos comerciais. Em alguns países, as questões referentes aos aspectos legais e metrológicos da automatização da fiscalização de peso em veículos comerciais já vem sendo abordadas e a evolução destes países nestes aspectos também será analisada.

2 Avanços em automatização da pesagem na Europa

As tecnologias WIM começaram a ser desenvolvidas na Europa nos anos 60 e 70, primeiramente para aplicações no pavimento, e então para engenharia de pontes e avaliação de carga passante e de fadiga da infraestrutura. A partir dos anos 80 e início dos anos 90, o foco dos trabalhos de pesagem em movimento na Europa passou a ser no desenvolvimento de melhores sensores, ou seja, mais precisos, confiáveis e duráveis. Até então as pesquisas eram realizadas apenas a nível nacional em países como Reino Unido, França e Alemanha. Nos anos 90, diversos projetos envolvendo sistemas WIM passaram a ser desenvolvidos, desta vez com a participação integrada de vários países membros da União Europeia e apoiados pela Comissão Europeia através do Programa de Transportes e Infraestrutura do COST (JACOB; VAN LOO, 2008).

As tecnologias WIM se tornaram mais maduras e estáveis a partir da década de 2000. A integração dos sistemas WIM a outras tecnologias, como por exemplo, captura de imagens digitais, identificação automática de veículos e integração de bancos de dados variados abriu drasticamente o leque de aplicações para estes sistemas. Esta integração de tecnologias possibilitou um grande avanço por parte de vários países em relação à automatização da pesagem em veículos comerciais.

2.1 França

Em 2005, o Ministério dos Transportes Francês lançou uma licitação para projeto e instalação de uma rede de sistemas integrados de 'vídeo-WIM' nas rodovias do país. Nessa nova rede foi aplicado o conceito de pesagem em movimento para pré-seleção de veículos na velocidade diretriz da pista, onde os veículos são pesados enquanto trafegam na pista e apenas aqueles com suspeita de excesso de peso são retirados do tráfego para uma segunda pesagem, desta vez, destinada à confirmação do sobrepeso e fiscalização do veículo. A partir desse novo sistema, a França viabilizou em aspectos legais e metrológicos o uso da pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) para a fiscalização. A licitação foi vencida pela empresa Esterela e os primeiros sistemas entraram em operação em 2007 (JACOB; MARCHADOUR, 2008).

2.1.1 Introdução da pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM)

Após uma série de testes desenvolvidos pelo Laboratório Central de Pontes e Pavimento (LCPC), um sistema de pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) desenvolvido pela empresa CAPTELS, foi certificado pela Metrologia Legal Francesa em novembro de 2005, na classificação 5 da OIML, para fiscalização em velocidades de até 4,5 Km/h. Os locais equipados com LS-WIM, substituindo as balanças estáticas, passaram a fiscalizar até 10 vezes mais veículos do que antes (JACOB; MARCHADOUR, 2008). A introdução da pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) na França foi um grande passo rumo à automatização total da pesagem de veículos comerciais no país.

2.2 Holanda

Em 2000, o Ministério dos Transportes e de Obras Públicas da Holanda iniciou um projeto intitulado *Overloading*. Neste projeto uma série de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) foi instalada no país. Estes sistemas foram projetados com dois laços indutivos e duas linhas de sensores piezos quartzo. Câmeras digitais foram incluídas no sistema para captar imagens dos veículos e suas placas. O requisito de acurácia do sistema é que 95% dos valores medidos de peso por eixo estejam dentro do intervalo de $\pm 15\%$ do valor de referência oriundo de uma balança estática (JACOB; VAN LOO, 2008).

Atualmente, há uma rede de sistemas WIM em operação na Holanda, porém esta não é usada para fiscalização direta. Os sistemas são utilizados para pré-seleção de veículos comerciais para posterior pesagem estática e também para aquisição de dados em um programa de classificação de companhias transportadoras frequentemente infratoras, também conhecido como *company profiling*. Neste programa, um registro dos veículos infratores é feito e armazenado em uma base de dados separada por companhias transportadoras. As companhias com grande frequência de infrações são enquadradas em uma relação e passam a ter o seu comportamento monitorado mais de perto. Essas companhias enquadradas recebem um alerta e caso continuem a praticar o sobrepeso, uma penalidade é emitida.

2.2.1 Classificação de empresas frequentemente infratoras através de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM)

Com uma rede de sistemas comuns de pesagem em movimento em alta velocidade (adequados para pré-seleção) instalados nas pistas de tráfego, todos os veículos com excesso de peso são medidos e um arquivo de registro é armazenado em um banco de dados. O registro contém dados de peso por eixo, peso bruto total (PBT), tipo de veículo e informação das placas (frente e traseira). Usando a informação contida nas

placas, o dono da companhia transportadora pode ser identificado. Esta informação é colocada junto ao registro do veículo e armazenada no banco de dados. A partir deste banco de dados, é gerada uma relação de companhias transportadoras com ocorrências frequentes de excesso de peso. Cada companhia inclusa nesta relação receberá uma carta de advertência, alertando que ocorrências de excesso de peso foram detectadas e que o comportamento da companhia passará a ser monitorado de perto. Se a companhia não melhorar seu comportamento em relação aos excessos de carga, então uma multa suspensa (alta) é emitida. A partir deste momento, se durante uma eventual pesagem estática outra ocorrência de excesso de peso for detectada, a multa suspensa se torna uma multa real (a suspensão da multa é retirada) (VAN LOO, 2012b).

Recentemente, as autoridades holandesas passaram a estudar a possibilidade da emissão da multa (ou a retirada da suspensão da multa) ser feita de forma automática baseada em uma nova série de dados obtidos por balanças HS-WIM. Esta mudança representará a automatização de grande parte das atividades de fiscalização de pesagem de veículos comerciais na Holanda.

2.2.2 Mudanças na Legislação

Na Holanda, a sistemática de classificação de companhias transportadoras e retirada manual de multa suspensa foi implantada há dez anos. Neste procedimento, os inspetores da Superintendência de Transportes geralmente enquadram e procuram as companhias frequentemente infratoras utilizando como base uma série de dados de HS-WIM oriundos de pesagens em alta velocidade realizadas nas pistas de tráfego. Como a multa só é de fato emitida depois de uma pesagem estática, a introdução deste procedimento não necessitou nenhuma mudança ou adequação na legislação (VAN LOO, 2012a).

De acordo com Hans Van Loo, consultor do Ministério dos Transportes holandês e especialista em sistemas de pesagem em movimento, para a sistemática de retirada automática de multa suspensa, a princípio, também não serão necessárias mudanças na legislação. No entanto, neste procedimento, a evidência de uma eventual multa é baseada apenas em dados gerados por sistemas HS-WIM. Por isso, a Superintendência de Transportes da Holanda preparará um caso-teste nos tribunais do país para garantir que um juiz aceitará as provas geradas por este procedimento como sendo suficientes para a emissão de uma multa caso houvesse uma contestação da mesma. Van Loo (2012a) afirma que para que haja aceitação de multas geradas por este procedimento nos tribunais, é essencial que haja alguma certificação da qualidade dos dados gerados. Se não houver uma mínima garantia de qualidade dos dados WIM, é muito difícil que um juiz aceite estes dados como evidência para a emissão de uma multa.

A mudança na legislação vigente não é necessariamente um requisito para a implantação de um sistema de classificação de empresas frequentemente infratoras

(VAN LOO, 2012a). Na experiência holandesa, para a implantação dos dois procedimentos de fiscalização relacionados à classificação de transportadores frequentemente infratores (automática e manual), uma mudança de legislação não foi julgada necessária. Para o sistema automático, entretanto, uma certificação mínima das balanças HS-WIM se faz necessária. É importante lembrar que em ambos os casos é necessária uma grande mudança no modo em que a fiscalização é feita, já que estes procedimentos requerem uma atitude diferente dos agentes de fiscalização. Os agentes passarão a trabalhar ativamente junto às companhias infratoras a fim de fazer uma revisão geral dessas empresas, e não simplesmente a 'capturar' individualmente os veículos infratores (VAN LOO, 2012a).

2.3 Eslovênia

A Eslovênia é um dos menores países da União Europeia, e apesar disso, é um país de grande importância no desenvolvimento de tecnologias de pesagem em movimento no mundo. A partir dos anos 90, a Eslovênia deu um salto significativo no desenvolvimento de tecnologias de pesagem movimento em pontes, também conhecido como bridge-WIM ou B-WIM. Nessa década, o desenvolvimento de um sistema comercial e operacional denominado SiWIM pela empresa CESTEL em parceria com o instituto de pesquisa ZAG abriu novas perspectivas para a fiscalização de sobrepeso no mundo. Os testes mais recentes realizados com sistemas B-WIM na Eslovênia mostraram que uma acurácia de até 5% é possível de ser atingida tanto para peso bruto total, quanto para carga sobre eixos ou grupo de eixos (JACOB; VAN LOO 2008).

Por muitos anos, a fiscalização de peso em veículos comerciais na Eslovênia foi feita apenas por veículos itinerantes de fiscalização. Até hoje o país não possui estações fixas de pesagem de veículos (FHWA, 2007). Além da fiscalização de peso, os veículos itinerantes também possuem equipamentos para medição de dimensões, emissões poluentes, segurança, e também ferramentas necessárias para a revisão de credenciamento de veículos e motorista.

Com o passar dos anos, depois de 2000, os veículos itinerantes passaram a integrar outras tecnologias, incluindo os sistemas de pesagem em movimento em pontes SiWIM. A introdução da tecnologia SiWIM no controle de peso em veículos comerciais na Eslovênia foi feita através de dois procedimentos:

- 1) Pré-seleção em tempo real para fiscalização móvel;
- 2) Suporte ao planejamento de horário e localização da fiscalização móvel.

Desde 2005, uma rede de cerca de trinta locais de coleta de dados WIM foi estabelecida na malha rodoviária Eslovena. Em cada local de coleta, um sistema portátil B-WIM (SiWIM) realiza medições por períodos de sete dias consecutivos, duas vezes por ano. Utilizando essa sistemática, os órgãos fiscalizadores eslovenos passaram

a atingir níveis mais elevados de eficiência na fiscalização. Os sistemas SiWIM passaram a ser usados para determinar a logística da fiscalização móvel. Os dados coletados pelo sistema permitiram ao departamento de polícia esloveno determinar os locais e horários mais apropriados para a presença da fiscalização. A polícia eslovena passou a usar os sistemas B-WIM também para pré-seleção de veículos, tornando o processo de fiscalização mais eficiente e menos demorado (FHWA, 2007).

A mais nova geração de sistemas B-WIM permite o levantamento de informações medidas sobre o comportamento estrutural das pontes (linhas de influência, distribuição estatística de carga e fatores de impacto de tráfego normal). Na Eslovênia, essas medições são utilizadas na otimização da avaliação de segurança de pontes. Essas avaliações de segurança podem provar que muitas pontes existentes estão seguras em suas condições atuais e para a sua carga atual, ou podem justificar medidas de reabilitação necessárias.

A introdução da pesagem em movimento em pontes foi um grande passo em termos de automatização da fiscalização de peso em veículos comerciais na Eslovênia. Ainda não se sabe quando esse processo se tornará completamente automatizado, mas a atual sistemática de pesagem no país já pode ser considerada avançada frente aos padrões mundiais.

2.4 República Tcheca

A República Tcheca se tornou o primeiro país europeu a aprovar legalmente o uso da pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para fiscalização direta de veículos comerciais. Até a atual data, duas empresas tiveram seus sistemas WIM certificados em concordância com a nova lei nacional de tráfego da República Tcheca, porém, o uso desses sistemas para fiscalização direta em alta velocidade ainda não foi implantado de maneira definitiva. Os testes e análises dos sistemas, assim como os parâmetros para homologação foram estabelecidos pelo Instituto de Metrologia Tcheco (CMI). Os procedimentos usados para os testes são baseados principalmente nos documentos OIML R-134-1, ASTM E-1318 e COST323 (JACOB; VAN LOO, 2012).

A fiscalização automática de veículos com excesso de carga através de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) foi introduzida na legislação Tcheca a partir do dia primeiro de Janeiro de 2010 por meio de uma emenda publicada no dia nove de setembro de 2009 alterando a lei 13/1997 referente ao tráfego nas estradas da República Tcheca. Em 2011, foram homologados os primeiros sistemas para fiscalização direta por pesagem em movimento em alta velocidade, atendendo aos parâmetros estabelecidos pelo Instituto de Metrologia Tcheco (CMI). Na legislação da República Tcheca, a fiscalização por pesagem é dividida em duas categorias que atualmente funcionam paralelamente:

- 1) Fiscalização direta por pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM);

- 2) Fiscalização por pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) ou pesagem estática.

A pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) se tornou mais uma alternativa que pode ser legalmente usada para a fiscalização direta das leis de peso em veículos comerciais. O uso desta ferramenta ainda não é obrigatório. A pesagem estática é a única forma utilizada até o presente momento.

Para a fiscalização direta, apenas equipamentos legalmente certificados e aprovados podem ser utilizados. Através da emenda na lei, com a mudança na legislação acompanhada da lei metrológica, o Ministério da Indústria e do Comércio Tcheco, através do Instituto de Metrologia Tcheco (CMI), publicou os pré-requisitos obrigatórios para homologação e procedimentos de verificação dos sistemas.

De acordo com a lei de metrologia Tcheca, o órgão responsável pelas homologações, verificações iniciais e verificações subsequentes dos sistemas é o Instituto de Metrologia Tcheco (CMI). O CMI elaborou um regulamento estabelecendo os pré-requisitos técnicos e metrológicos, incluindo métodos de teste, para balanças HS-WIM. Este documento foi publicado no dia 21 de Maio de 2010 e é intitulado Designation 0111-OOP-C010-10.

A seguir, serão discutidas as mudanças na legislação Tcheca através da emenda na lei 13/1997 e também a lei metrológica visando à fiscalização direta de veículos por pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM).

2.4.1 Emenda 347/2009 na lei 13/1997 – Lei Nacional de Tráfego

Na Lei Nacional de Tráfego da República Tcheca (lei 13/1997), o parágrafo 38 trata da fiscalização de peso em veículos comerciais. Este parágrafo da lei foi alterado através da emenda 347/2009 em janeiro de 2010, e o foco desta mudança foi a inclusão de um novo sistema de pesagens (HS-WIM), o que não inviabilizou os outros procedimentos até então utilizados: pesagem movimento em baixa velocidade (LS-WIM) e pesagem estática. O modo como a mudança de legislação foi feita na República Tcheca reflete a estratégia de mudança gradual adotada pelas autoridades Tchechas para o processo de automatização da fiscalização de peso em veículos comerciais através da pesagem em movimento em alta velocidade. A fiscalização direta por HS-WIM passou a ser utilizada em paralelo com os outros meios de fiscalização existentes.

Antes da mudança, a legislação referente à pesagem de veículos comerciais na República Tcheca não mencionava aspectos que exigiram uma mudança radical para a viabilização da fiscalização direta por pesagem em movimento em alta velocidade, como por exemplo, a obrigatoriedade da presença de um agente de trânsito no momento da emissão de uma multa. A prática do transbordo também não é abordada pela legislação tcheca, uma vez que os veículos autuados com excesso de peso só podem seguir viagem por meio de uma autorização especial que pode ou não ser

concedida. A ausência de tais aspectos na legislação até então vigente permitiu que fiscalização direta por HS-WIM fosse viabilizada sem mudanças drásticas na lei.

A seguir serão descritas as principais mudanças na legislação Tcheca visando à viabilização da fiscalização direta por pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM):

- ◆ A fiscalização de peso em veículos comerciais, que até então era realizada de maneira estática ou em baixa velocidade (LS-WIM), passou a ser dividida em duas categorias que funcionam paralelamente nas atividades de fiscalização. Já no início do novo documento, o seguinte trecho foi adicionado:

Nesta lei, são distinguidas duas categorias diferentes de controle de peso:

- a. Fiscalização direta por pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM);
- b. Fiscalização por pesagem estática, ou por pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM). (REPÚBLICA TCHECA, 2009)

- ◆ O paragrafo 38 da Lei Nacional de Tráfego, que trata da fiscalização de peso em veículos comerciais, continha três itens (38a, 38b, e 38c) e passou a ter mais um item (38d) descrevendo unicamente os aspectos da pesagem em movimento em alta velocidade:

§ 38d

(1) O motorista deve estar sempre sujeito ao controle de peso do veículo em alta velocidade, o qual é realizado na rota de tráfego dos veículos, independentemente se o motorista estiver familiarizado com o lugar onde a pesagem em alta velocidade é realizada.

(2) O condutor do veículo não pode alterar o percurso do veículo de modo a evitar deliberadamente o local onde a pesagem em movimento em alta velocidade é realizada.

(3) O motorista é obrigado a obedecer a um chamado da polícia ou funcionário da alfândega para se submeter à pesagem de veículos em alta velocidade (se estiver, por exemplo, em rota de fuga).

(4) Se for detectado, através de pesagem em movimento em alta velocidade, que os valores de peso do veículo excedem os valores máximos previstos na legislação, a administração competente pela execução da pesagem em alta velocidade emite uma via do documento de autuação para o operador do veículo (dono da companhia transportadora) e outra via para o condutor.

(5) Se for detectado, através de pesagem em movimento em alta velocidade, que os valores de peso do veículo excedem os valores máximos previstos na legislação, essa violação é tratada em 2 âmbitos diferentes: como uma infração do

condutor, e também como uma infração administrativa do operador do veículo (dono da companhia transportadora). O operador do veículo deve arcar com os custos de operação da pesagem.

(6) Se for detectado, através de pesagem em movimento em alta velocidade, que os valores de peso do veículo excedem os valores máximos previstos na legislação, o operador (dono da companhia transportadora) do veículo deve se fazer disponível à administração rodoviária para fornecer informações de identificação do condutor do veículo sobrecarregado. (REPUBLICA TCHECA, 2009)

Alguns importantes elementos da nova legislação de pesagem na República Tcheca foram introduzidos pela mesma emenda, mas não são exclusivos à pesagem em alta velocidade. Estes elementos estão listados a seguir:

- ◇ LS-WIM/pesagem estática: O desvio da pista principal até a balança de pesagem pode ser de até 16 km, incluindo o caminho de volta à pista. O valor anterior era de 8 km. Isso se refere aos casos em que o indivíduo estiver em suspeita de rota de fuga ou em uma rodovia que não possui fiscalização, tendo a autoridade de trânsito o poder de fazer com que ele se desvie de sua rota para que seja realizada a pesagem;
- ◇ As responsabilidades das empresas transportadoras foram diferenciadas das responsabilidades dos condutores:
 - ◇ Os resultados da pesagem em movimento em baixa velocidade ou pesagem estática são emitidos para o motorista e para o responsável pela companhia transportadora em vias separadas;
 - ◇ Em caso de excesso de peso detectado, o responsável pela companhia transportadora deve pagar pelos custos da pesagem, seja qual for o tipo de pesagem usada (estática, LS-WIM ou HS-WIM);
 - ◇ Em caso de excesso de peso detectado, uma multa é emitida para o condutor do veículo e outra multa é emitida para a companhia transportadora. Se o condutor do veículo for o dono da companhia transportadora, ele será apenas multado como condutor.

2.4.2 Documento metrológico: Designation 0111-OOP-C010-10

Este documento desenvolvido pelo Instituto Metrológico Tcheco (CMI) tratou de estipular requisitos metrológicos e técnicos para balanças de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM), incluindo métodos de testes para verificação destas.

O corpo do documento é formado pelos seguintes capítulos:

- 1) **Requisitos metrológicos:** Os requisitos metrológicos descritos no documento são baseados nos requisitos da recomendação OIML R 134-1 da OIML (Organização Internacional de Metrologia Legal) – Instrumentos automáticos

para pesagem de veículos de carga em movimento e medição de carga sobre eixo. O capítulo inclui diversos itens como condições operacionais do sistema (intervalo de temperatura e de velocidade), intervalo de pesagem (pesos mínimo e máximo detectáveis), erros máximos admissíveis (para pesagem total de veículos e pesagem de eixos), etc.;

- 2) **Requisitos técnicos:** Os requisitos técnicos também foram baseados nos requisitos da recomendação OIML R 134-1 da OIML. Trata-se da especificação tecnológica do sistema de pesagem indicando os sistemas periféricos que devem estar contidos na balança: receptor de carga, equipamento de reconhecimento de veículo, equipamento de detecção de velocidade de veículo, equipamento de indicação (dos resultados das pesagens), equipamento de impressão, etc.;
- 3) **Marcações:** Trata-se de requisitos referentes às marcações necessárias ao sistema de pesagem. O capítulo especifica diversos aspectos como as informações a serem marcadas, a localização das mesmas, a linguagem a ser utilizada, etc. O capítulo também trata de marcações de controle para segurança e manutenção das balanças;
- 4) **Homologação da balança:** Trata-se da descrição das etapas para homologação das balanças. Estas incluem inspeção externa, testes com simulação de funcionamento em laboratório, testes de resistência à influência do ambiente externo e teste de acurácia de sistemas WIM na pista;
- 5) **Verificação inicial:** Trata-se da descrição do processo de verificação inicial, ou seja, verificação do sistema imediatamente antes deste ser colocado em operação. O processo de verificação inicial inclui: inspeção visual, teste em tráfego de rodovia, teste de velocidade operacional e teste de bloqueio do aparelho de reconhecimento de veículos;
- 6) **Verificações subsequentes:** Trata-se da descrição das verificações subsequentes à implantação das balanças, que incluem inspeção visual e testes do sistema frente ao tráfego nas rodovias em questão.

Através deste documento, a República Tcheca se tornou o primeiro país do mundo a pré-estabelecer parâmetros para homologação de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade.

3 Avanços em automatização da pesagem na Ásia

Assim como a Europa, a Ásia possui um cenário de grande utilização de sistemas de pesagem em movimento (WIM). Há muitos anos, os sistemas WIM têm sido usados para coleta de dados e pré-seleção de veículos com sobrepeso no continente. Em Taiwan, a fiscalização direta por pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) já foi introduzida. Em outros países como China, Malásia e Coréia do Sul, a sistemática de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para pré-seleção e subsequente pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) para fiscalização também já é usada (CHOU, 2008), porém não são claras quais mudanças legais e metrológicas foram necessárias para a introdução desses sistemas nesses países.

3.1 Taiwan

Entre os países asiáticos, Taiwan é o que mais se destaca no que diz respeito ao caminho que vem traçando rumo à automatização de seus sistemas de pesagem de veículos comerciais. Este destaque deve-se ao fato de Taiwan ter sido o primeiro país no mundo a utilizar um sistema de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para fiscalização direta. De acordo com Chia-Pei Chou, professora e pesquisadora da National Taiwan University (NTU) em Taiwan, esta implantação foi feita através de uma decisão política frente a uma situação emergencial e não envolveu grandes mudanças legais ou metrológicas (CHOU, 2011).

O sistema de pesagem em movimento para fiscalização direta de veículos comerciais de carga foi introduzido em Taiwan em 1999, com a seguinte metodologia: a 500m de uma estação de pesagem estática, um sistema de pesagem HS-WIM captava as informações de peso dos veículos passantes e indicava, através de um painel de mensagens variável na pista, se foi ou não detectado alguma infração por excesso de peso. Caso fosse indicada alguma irregularidade, os motoristas dos veículos eram advertidos e tinham a opção de parar na estação de pesagem estática para comprovar o excesso de peso detectado, ou então seguir viagem e aceitar que a multa fosse aplicada automaticamente (CHOU, 2011).

A precisão dos sistemas de pesagem era de $\pm 8\%$, utilizando tecnologia *bending plate*. A tolerância para o sobrepeso era de +20% sobre o limite legal. Os veículos com excesso

de peso medido maior que 30% do limite legal eram obrigados a parar no posto de pesagem, e só poderiam seguir viagem caso o descarregamento ou transbordo fosse feito. Segundo Chou (2011), esse sistema funcionou muito bem por dois anos na Provincial Highway, em Taiwan, e foi cancelado assim que o problema de sobrepeso na estrada tornou-se estável e sob controle.

O modo como a fiscalização direta por HS-WIM foi introduzida em Taiwan não pode ser considerado rigoroso, principalmente por dois motivos: o primeiro deve-se ao fato de ter sido adotado um procedimento de multa fixa para a prática de sobrepeso. Ou seja, independente do nível de excesso de peso praticado, a multa era a mesma para todos os veículos infratores. Outro motivo deve-se ao fato de que apenas os veículos com mais de 30% de excesso de carga eram impedidos de seguir viagem. Assim, dependendo da situação e da carga transportada, a prática do sobrepeso até 30% do limite legal poderia ser economicamente vantajosa ao transportador, mesmo com a multa emitida.

Há mais de duas décadas, em Taiwan, balanças de pesagem estática e sistemas portáteis de pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) representam os dois instrumentos de pesagem mais usados no país. Quase 10 anos após o cancelamento da primeira e única sistemática de pesagem em movimento em alta velocidade para fiscalização direta no país, o Ministério dos Transportes de Taiwan voltou a considerar o uso deste procedimento devido à ineficiência dos sistemas tradicionais frente ao crescente número de veículos nas rodovias do país.

O Ministério dos Transportes de Taiwan patrocinou recentemente uma pesquisa para desenvolvimento e teste de um novo sistema de pesagem em movimento em alta velocidade para fiscalização direta integrada ao Sistema de Pedágio Eletrônico na via expressa de Taiwan (Taiwan Freeway). Nessa pesquisa, foi desenvolvido um novo algoritmo que calcula automaticamente a margem de tolerância da balança em função das variáveis que afetam na medição. Através do conhecimento preciso da margem de erro do equipamento e da redução percentual da vida útil do pavimento onde os sensores estão instalados, o algoritmo é capaz de calcular a taxa de tolerância necessária e os respectivos valores máximos para que a emissão das multas seja feita de forma confiável.

Apesar do novo algoritmo, o sistema desenvolvido lembra em grande parte o sistema previamente implementado na Provincial Highway em 1999. A metodologia de operação do novo sistema continua sendo a mesma do sistema antigo: os veículos detectados com sobrepeso são informados a respeito da não conformidade e têm a opção de se dirigirem à pesagem estática para comprovação do excesso de peso, ou aceitarem a multa e seguirem viagem. Assim como na metodologia antiga, os veículos com sobrepeso maior a 30% do limite legal não podem seguir viagem sem que o descarregamento ou transbordo seja feito. Algumas diferenças entre o novo sistema proposto e o antigo sistema, além do algoritmo previamente descrito, está no valor da

multa que passará a ser mais pesado e no uso de um sistema embarcado para comunicação com os motoristas. Este sistema indica através de luzes verde e vermelha se o veículo está em conformidade com os limites legais de peso. Caso o veículo seja detectado com um excesso maior que 30% do limite legal e tenha que ser parado, um alerta sonoro é emitido.

O novo sistema proposto para fiscalização direta de peso em alta velocidade em Taiwan apresentou um algoritmo viável para que se tenha uma fiscalização justa e confiável tendo em mente a falta de acurácia dos sistemas WIM atuais. O sistema, entretanto, ainda não foi implementado devido a questões legais (CHOU, 2011).

4 Avanços em automatização da pesagem nos Estados Unidos

Em 1952, os Estados Unidos tornou-se o primeiro país do mundo a iniciar o desenvolvimento de sistemas WIM. Os primeiros esforços para desenvolvimento desses sistemas foram feitos pelo Bureau de Rodovias Públicas do país. Os dados obtidos por esses sistemas tratavam-se de traços osciloscópios que levavam 10 segundos para serem adquiridos para cada veículo. Os dados de peso, espaçamento e velocidade dos veículos eram computados manualmente a partir da análise dessas leituras. Em 1955, a Faculdade Estadual do Mississippi iniciou um novo experimento com sistemas WIM, mas foram encontrados problemas no comportamento dos sensores em relação à variação de temperatura, forças de tração e impactos. Apesar dos problemas na concepção de um sistema robusto, pode se dizer que a partir daí os Estados Unidos começaram a caminhar rumo à automatização de seus sistemas de pesagem de veículos comerciais (KONIDITSIOTIS, 2000).

Com o passar dos anos, os sistemas de pesagem em movimento foram se desenvolvendo e passaram a ser usados em diversas atividades, principalmente como base para a operação e manutenção de rodovias e pontes. Os dados coletados através de sistemas WIM passaram a servir como base para programas como o Programa de Desempenho de Pavimentos em Longo Prazo, também conhecido como LTPP, e o Programa de Desempenho de Pontes em Longo Prazo. Estes programas tratam-se, respectivamente, da instrumentação e monitoramento de pavimentos e pontes em um horizonte de até 40 anos (KEARNEY, 2011).

Ao longo de sua história e ainda nos dias de hoje, os Estados Unidos foi um país que se destacou pela busca do uso de sistemas WIM integrado a outros sistemas. A partir de 2008 foi lançada uma parceria denominada Iniciativa Beira de Estrada Inteligente (Smart Roadside Initiative) entre os dois grandes órgãos reguladores do setor rodoviário: A Administração Federal de Rodovias (FHWA) e a Administração Federal de Segurança de Transportadores (FMCSA). Diante de um cenário desfavorável, onde o tráfego na pista tem aumentado significativamente e os recursos para fiscalização têm diminuído, a FHWA e a FMCSA passaram a trabalhar juntos para desenvolverem um

novo modelo de operações rodoviárias com o objetivo de coordenar a aplicação de soluções tecnológicas que ajudem na fiscalização mais eficaz e eficiente nas rodovias. Nesta parceria, a FMCSA tem como objetivo alcançar avanços na fiscalização de aspectos de segurança e credenciamento de motoristas, veículos e companhias transportadoras. Já a FHWA visa à proteção da infraestrutura viária e garantia de uma competição justa no setor de transportes através do controle de peso e dimensões de veículos comerciais (KEARNEY, 2011).

Dentre os programas iniciados pela Iniciativa Beira de Estrada Inteligente relacionados à automatização da pesagem de veículos, destacam-se o conceito de Estação de Pesagem Virtual (Virtual Weigh Station) e também os esforços para desenvolvimento de padrões e especificações para as tecnologias de pesagem em movimento (WIM) nos Estados Unidos.

4.1 Virtual Weigh Station

A FHWA e a FMCSA desenvolveram em 2011 a arquitetura de uma estação de sistemas integrados com soluções de automatização para diversas atividades de fiscalização rodoviárias. A arquitetura desenvolvida inclui ferramentas e tecnologias para apoio das atividades tanto da FHWA quanto da FMCSA, refletindo a visão da Iniciativa Beira de Estrada Inteligente (Smart Roadside Initiative). Esta arquitetura tem como objetivo apoiar a fiscalização em rodovias de forma abrangente, incluindo todas as atividades realizadas em uma estação tradicional de pesagem, com adaptações e melhorias necessárias para que se tenham Estações de Pesagem Virtuais portáteis, temporárias e agregadas a outras tecnologias com finalidades além da pesagem de veículos. O sistema agrega tecnologias de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para pré-seleção de veículos na pista à tecnologias e ferramentas para classificação, dimensionamento, identificação e credenciamento de veículos, além de sistemas de interface de dados e comunicação. A arquitetura da estação foi baseada em práticas já existentes em diferentes estados dos EUA, e propõe um modelo uniforme para ser implantado pelas autoridades locais e estaduais (BATTELLE, 2011).

4.2 Definição de padrões e especificações para as tecnologias de pesagem em movimento (WIM) nos Estados Unidos

Os Estados Unidos é um país que apesar de bastante desenvolvido nos aspectos técnicos de sistemas de pesagem em movimento (WIM), apresenta grandes dificuldades para o estabelecimento de padrões e especificações legais para estas tecnologias. Pode-se dizer que entre os países mencionados neste relatório, os EUA é um dos que se apresentam mais distantes de alcançar a viabilização da fiscalização direta de veículos comerciais à velocidade diretriz da pista de tráfego. Isto se deve ao fato de não existir no país um plano para a implementação de sistemas HS-WIM para fiscalização direta em curto prazo. A automatização total das pesagens sem o uso de

sistemas HS-WIM para fiscalização direta, entretanto, pode ser uma meta bastante viável, principalmente se uma vez for aprovada no país a pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) para fiscalização direta. É importante salientar que a dificuldade na aprovação legal dos sistemas de pesagem em movimento nos EUA não se deve à falta de desenvolvimento tecnológico, mas sim a outros fatores, como por exemplo, a complexidade na unificação das leis americanas que se apresentam extremamente descentralizadas entre os cinquenta estados do país.

A Administração Federal de Rodovias nos Estados Unidos (FHWA) tem buscado a padronização de design, testes, instalação, e desempenho das tecnologias de pesagem em movimento (WIM) no país, e conseqüentemente, encorajar as agências reguladoras (nos âmbitos judicial e administrativo) a respeito da validação de sistemas WIM para atividades de fiscalização de peso em veículos comerciais. Considerando esta demanda, a FHWA tem feito esforços para incluir as tecnologias WIM na lista de especificações do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologias (NIST). Este instituto, apesar de não tratar-se de uma agência reguladora, tem sido adotado por todos os estados americanos como referência para formulação de leis e procedimentos (MIDDLETON, 2012).

Os Estados Unidos vem rumando à automatização de seus sistemas de pesagem de uma maneira peculiar. Tem-se desenvolvido largamente sistemas de pesagem integrados a outras tecnologias, que permitem uma fiscalização mais eficiente e com menor interferência humana. Porém, a falta de especificação metrológica e aprovação legal dos sistemas de pesagem em movimento (WIM) impede, por enquanto, a automatização total da fiscalização de peso em veículos comerciais. Por isso, em paralelo ao desenvolvimento e integração tecnológica, os Estados Unidos vem também buscando a definição de padrões e especificações para as tecnologias de pesagem em movimento. Este esforço significa um grande passo rumo à futura automatização total dos sistemas de fiscalização de peso em veículos comerciais no país.

5 Automatização da pesagem no Brasil e modelo de transição para a fiscalização direta por HS-WIM

Em 1978, o Brasil tornou-se o primeiro país do mundo a implantar sistemas de pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) para fiscalização direta de peso em veículos comerciais. A adoção destes sistemas foi feita em resposta a um forte aumento do tráfego de veículos rodoviários, ocorrido nos anos 70 após um período de grande crescimento econômico que ficou conhecido como o 'milagre brasileiro'. A implantação desses sistemas foi feita através de uma forte ação governamental, com o objetivo de proteger a infraestrutura rodoviária e conseqüentemente, assegurar as condições para a continuidade do crescimento do país (DNIT/UFSC, 2007a).

O Plano Diretor de Pesagem foi lançado no Brasil em 1975 já prevendo a implantação das novas tecnologias. Em 1977 foram realizadas licitações internacionais para construção dos postos fixos e para a aquisição dos equipamentos de pesagem. Estes equipamentos incluíam balanças de pesagem em média velocidade (até 60 km/h) para serem usadas como ferramentas de pré-seleção e balanças de pesagem em movimento em baixa velocidade (até 10 km/h) para fiscalização.

Para serem aceitas para fiscalização direta, as balanças de pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) tiveram que ser testadas e certificadas pelo INMETRO, para uma acurácia de 0,5% em velocidades de até 10 km/h.

A introdução da pesagem em movimento em baixa velocidade (LS-WIM) para fiscalização no Brasil significou um enorme passo rumo à automatização da fiscalização de peso em veículos comerciais no país. No entanto, ainda se utiliza no Brasil praticamente a mesma sistemática de pesagem implantada em 1978, e pouco se avançou desde então.

O atual modelo de fiscalização de peso em veículos comerciais no Brasil exige um grande volume de recursos humanos para a sua efetividade, considerando às normas vigentes. A operação dos postos de pesagem requer, pela legislação vigente, a presença em tempo integral de agentes de trânsito nos postos de pesagem para emissão dos autos de infração. Além disso, diversos processos na operação dos atuais

postos de pesagem dependem da interferência humana. Atualmente o DNIT não possui quantidade suficiente de agentes de trânsito para a fiscalização presencial em todos os postos de pesagem, uma vez que dispõe de 116 agentes de trânsito e o número ideal de agentes para o atual sistema de fiscalização de peso gira em torno de 484 (SANTIAGO, 2012).

Uma possível solução para esta dificuldade está na automatização completa da fiscalização de peso em veículos comerciais. Esse conceito pode ser introduzido no Brasil através de um processo gradual, iniciando com o uso de sistemas WIM para pré-seleção de veículos na pista de rolamento, e então evoluir rumo a pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para fiscalização direta. Como já foi descrito anteriormente, a automatização completa da pesagem significaria uma grande melhoria na efetividade das atividades de fiscalização. No Brasil, a implantação de um sistema de fiscalização direta de peso depende de avanços técnicos, metrológicos e legais.

5.1 Proposta de mudança na legislação visando à automatização completa do sistema de fiscalização de peso em veículos comerciais no Brasil

O Brasil tem visado avançar na automatização de seus processos de fiscalização de peso em veículos comerciais. No entanto, para a adoção de um sistema completamente automatizado podem ser necessárias mudanças na atual legislação de trânsito do Brasil. Dessa forma, a seguir serão apontados os possíveis obstáculos na legislação vigente à automatização completa dos sistemas de pesagem, bem como as potenciais soluções para cada obstáculo e outras considerações a respeito da legislação para a viabilização da automatização completa dos sistemas de pesagem no Brasil.

5.1.1 Possíveis obstáculos à automatização completa da pesagem e soluções propostas

Conforme exposto, no Brasil, alguns dos principais obstáculos à automatização completa da fiscalização de peso em veículos comerciais estão presentes na legislação de trânsito do país. Com isso, paralelo à definição do modelo de como a automatização completa da pesagem de veículos comerciais funcionará no Brasil, inicia-se a avaliação da legislação que regula essas atividades. Nesse sentido, a seguir, serão apontados os possíveis gargalos à automatização completa da pesagem no Brasil:

a) Artigos da Resolução CONTRAN nº 258/2007

◆ Art. 16º da Resolução 258 do CONTRAN:

É obrigatória à presença da autoridade ou do agente da autoridade no local da aferição de peso dos veículos, na forma

prevista do § 4º do artigo 280 do CTB.

§ 4º do art. 280 do CTB:

O agente da autoridade de trânsito competente para lavrar o auto de infração poderá ser servidor civil, estatutário ou celetista ou, ainda, policial militar designado pela autoridade de trânsito com jurisdição sobre a via no âmbito de sua competência.

- ◇ Possível obstáculo: Obrigatoriedade da presença da autoridade, ou seu agente, no local da aferição de peso dos veículos.

- ◇ Art. 6º da resolução 258 do CONTRAN:

Quando o peso verificado for igual ou inferior ao PBT ou PBTC estabelecido para o veículo, acrescido da tolerância de 5% (cinco por cento), mas ocorrer excesso de peso em algum dos eixos ou conjunto de eixos aplicar-se-á multa somente sobre a parcela que exceder essa tolerância.

§1º A carga deverá ser remanejada ou ser efetuado transbordo, de modo a que os excessos por eixo sejam eliminados.

§2º O veículo somente poderá prosseguir viagem depois de sanar a irregularidade, respeitado o disposto no artigo 9º desta Resolução sem prejuízo da multa aplicada.

- ◇ Possível obstáculo: Obrigatoriedade do transbordo como condição para o veículo infrator seguir viagem.

- ◇ Art. 7º da resolução 258 do CONTRAN:

Quando o peso verificado estiver acima do PBT ou PBTC estabelecido para o veículo, acrescido da tolerância de 5% (cinco por cento), aplicar-se-á a multa somente sobre a parcela que exceder essa tolerância.

Parágrafo único: O veículo somente poderá prosseguir viagem depois de efetuar o transbordo, respeitado o disposto no artigo 9º desta Resolução”.

Artigo 9º:

Independentemente da natureza da sua carga, o veículo poderá prosseguir viagem sem remanejamento ou transbordo, desde que os excessos aferidos sejam simultaneamente inferiores a 5% (cinco por cento) do limite para cada tipo de eixo, ou seja:

I - 300 kg no eixo direcional;

II - 500 kg no eixo isolado;

III - 850 kg por conjuntos de eixos em tandem duplo, e;

IV - 1275 kg no conjunto de eixos em tandem triplo.

- ◇ Possível obstáculo: Obrigatoriedade do transbordo como condição para o veículo infrator seguir viagem.

- ◇ Art. 8, § 2º da Resolução 258 do CONTRAN:

Art. 8º. O veículo só poderá prosseguir viagem após sanadas as irregularidades, observadas as condições de segurança.

[...]

§2º A critério do agente, observadas as condições de segurança, poderá ser dispensado o remanejamento ou transbordo de produtos perigosos, produtos perecíveis, cargas vivas e passageiros.

- ◇ Possível obstáculo: Obrigatoriedade da verificação da carga transportada para a dispensa de transbordo e/ou de remanejamento de certos tipos de carga.

- ◇ Art. 9º da Resolução 258 do CONTRAN:

Independentemente da natureza da sua carga, o veículo poderá prosseguir viagem sem remanejamento ou transbordo, desde que os excessos aferidos sejam simultaneamente inferiores a 5% (cinco por cento) do limite para cada tipo de eixo, ou seja:

I - 300 kg no eixo direcional;

II - 500 kg no eixo isolado;

III - 850 kg por conjuntos de eixos em tandem duplo, e;

IV - 1275 kg no conjunto de eixos em tandem triplo.

- ◇ **Possível obstáculo:** Obrigatoriedade do transbordo como condição para o veículo infrator seguir viagem.

b) Artigos do Código de Trânsito Brasileiro - Lei nº 9.503/97

- ◇ Art. 231, inciso V, do CTB:

Art. 231. Transitar com o veículo:

[...]

V- com excesso de peso, admitido percentual de tolerância quando aferido por equipamento, na forma a ser estabelecida pelo CONTRAN.

[...]

Penalidade - multa acrescida a cada duzentos quilogramas ou fração de excesso de peso apurado, constante na seguinte tabela:

a) até seiscentos quilogramas - 5 (cinco) UFIR;

b) de seiscentos e um a oitocentos quilogramas - 10 (dez) UFIR;

c) de oitocentos e um a um mil quilogramas - 20 (vinte) UFIR;

d) de um mil e um a três mil quilogramas - 30 (trinta) UFIR;

e) de três mil e um a cinco mil quilogramas - 40 (quarenta) UFIR;

f) acima de cinco mil e um quilogramas - 50 (cinquenta) UFIR;
Medida administrativa - retenção do veículo e transbordo da carga excedente.

◇ Possível obstáculo: Retenção do veículo e transbordo como medida administrativa.

◇ Art. 231, inciso X, parágrafo único, do CTB:

Art. 231. Transitar com o veículo:

[...]

X - excedendo a capacidade máxima de tração:

[...]

Medida Administrativa - retenção do veículo e transbordo de carga excedente.

Parágrafo único: Sem prejuízo das multas previstas nos incisos V e X, o veículo que transitar com excesso de peso ou excedendo à capacidade máxima de tração, não computado o percentual tolerado na forma do disposto na legislação, somente poderá continuar viagem após descarregar o que exceder, segundo critérios estabelecidos na referida legislação complementar.

◇ Possível obstáculo: Retenção e transbordo como medida administrativa.

◇ Art. 248 do CTB:

Transportar em veículo destinado ao transporte de passageiros carga excedente em desacordo com o estabelecido no art. 109.

[...]

Medida administrativa - retenção para o transbordo.

Art. 109

O transporte de carga em veículos destinados ao transporte de passageiros só pode ser realizado de acordo com as normas estabelecidas pelo CONTRAN.

◇ Possível obstáculo: Retenção e transbordo como medida administrativa.

◇ Art. 275 do CTB:

O transbordo da carga com peso excedente é condição para que o veículo possa prosseguir viagem e será efetuado às expensas do proprietário do veículo, sem prejuízo da multa aplicável.

Parágrafo único. Não sendo possível desde logo atender ao disposto neste artigo, o veículo será recolhido ao depósito, sendo liberado após sanada a irregularidade e pagas as despesas de remoção e estada.

◇ Possível obstáculo: Obrigatoriedade do transbordo como condição para o veículo seguir viagem.

Como se depreende dos dispositivos do Código de Trânsito Brasileiro e da Resolução CONTRAN nº 258/07, os possíveis obstáculos na legislação para a automatização da pesagem estão relacionados à obrigatoriedade da presença de um agente de trânsito no momento da pesagem e à obrigatoriedade do transbordo ou remanejamento para que os veículos infratores sigam viagem. É sabido que a proposta definitiva de mudança de legislação depende de como será o modelo de fiscalização direta por HS-WIM a ser adotado. Porém, tomando como base os modelos encaminhados por Taiwan e República Tcheca, pode-se, desde já, analisar algumas possibilidades de aplicação à realidade Brasileira, e assim, apontar algumas possíveis alternativas para a solução destes obstáculos.

5.1.2 Potenciais soluções

Como já foi abordado anteriormente, a atual legislação de pesagem no Brasil possui uma série de disposições que constituem basicamente dois possíveis obstáculos à implantação da fiscalização direta de peso em veículos comerciais por uso de sistemas HS-WIM: a obrigatoriedade da presença do agente de trânsito no momento da pesagem e a retenção para o transbordo ou remanejamento dos veículos infratores. Pela ordem:

a) Obrigatoriedade da presença do agente no momento da pesagem

Atualmente, o Art. 16 da Resolução 258 do Contran torna obrigatória a presença do agente no local da pesagem, impedindo que se tire vantagem da principal função do procedimento de pesagem automática: uma fiscalização eficiente, sem necessidade de um grande volume de recursos humanos necessários à sua implementação. Tendo em vista a real existência deste obstáculo na regulamentação da pesagem no Brasil, algumas possíveis soluções podem ser apontadas:

- 1) Modificar o texto do Art. 16 da resolução 258 do Contran de modo a possibilitar a operação à distância do agente por uso de câmeras ou outros equipamentos previamente regulamentados.
- 2) Modificar o texto do Art. 16 da resolução 258 do Contran de modo a possibilitar a aferição da penalidade pelo agente por meio de verificação em momento posterior à pesagem.
- 3) Revogar do Art. 16 da resolução 258 do Contran, incluindo novo artigo que regule os requisitos de validade para a aferição de peso dos veículos comerciais.

A forma como a mudança na legislação deverá ser feita, dependerá dos detalhes da concepção do modelo de fiscalização direta por HS-WIM, que definirá diversos aspectos como o nível de interferência humana nos processos e as tecnologias de automação a serem aplicadas.

b) Retenção dos veículos infratores para transbordo ou remanejamento de carga

A questão da retenção dos veículos com excesso de peso para transbordo ou remanejamento de carga se torna um problema no momento em que, para a realização de tal tarefa, precisa-se de um espaço físico adequado para isso. Com a eliminação dos postos de pesagem para a implantação da pesagem direta na pista, eliminam-se também os pátios para retenção dos veículos e a sua regularização para seguir viagem. Baseado nas experiências de Taiwan e República Tcheca, pode-se propor algumas soluções para tal obstáculo:

- 1) Modificar ou revogar as leis que implicam a obrigatoriedade da retenção dos veículos com excesso de peso para transbordo ou remanejamento de carga (Arts. 7º e 8º, § 2º da resolução 258 do Contran, Arts. 231 incisos X e V, 248 e 275 do CTB);
- 2) Modificar o Art. 9º da resolução 258 do Contran de forma a estabelecer o transbordo apenas para os casos mais graves de excesso de peso, assim como é feito em Taiwan.
- 3) Não alterar a essência da legislação vigente em relação à retenção dos veículos infratores para transbordo ou remanejamento e implementar soluções que satisfaçam as necessidades de espaço físico para retenção dos veículos infratores.

A implantação de um modelo de fiscalização direta por HS-WIM similar ao que está prestes a ser implantado na República Tcheca exigiria a modificação ou revogação de todos os itens na lei que implicam a obrigatoriedade da retenção dos veículos com excesso de peso para transbordo ou remanejamento de carga. Isso por que no modelo da República Tcheca, para a pesagem automática, os veículos com excesso de peso serão multados, mas seguirão viagem normalmente sem interferência da fiscalização.

Para a implantação de um modelo similar ao que foi adotado em Taiwan nos anos 90, onde o transbordo ou remanejamento de carga só eram necessários se o excesso de peso fosse maior que 30% do limite legal, deve-se levar em consideração o Art. 9º da resolução 258 do Contran, que estabelece que o veículo com excesso de peso por eixos ou grupo de eixos de até 5% do limite legal pode seguir viagem sem necessidade de transbordo ou remanejamento. Este modelo, apesar de eficiente quanto à quantidade de veículos fiscalizados, pode manter outros aspectos vulneráveis como a segurança do tráfego e a vida útil do pavimento.

Além das opções abordadas, existe a possibilidade de aplicar a fiscalização direta por sistemas HS-WIM no Brasil sem alterar a legislação vigente no que diz respeito à necessidade de retenção do veículo para realização do transbordo ou remanejamento de carga. No entanto, é necessário que se encontrem soluções viáveis de tecnologia de automação e espaço físico para realização destes procedimentos. Um modelo bastante

viável pode ser integrar as áreas de descanso para caminhões às atividades de fiscalização de peso em veículos comerciais. Nestas áreas de descanso seriam providos espaço e orientação necessários para que o transportador realize o transbordo por sua própria conta e risco.

Nos três possíveis casos citados o veículo seria ou não dispensado da realização do transbordo, em concordância com o § 2º do art. 8º, da resolução 258 do CONTRAN, ao estabelecer que "poderá ser dispensado o remanejamento ou transbordo de produtos perigosos, produtos perecíveis, cargas vivas e passageiros.

5.1.3 Outras considerações

Além da mudança ou adequação de alguns itens existentes na atual legislação do Brasil, a automatização da fiscalização de peso em veículos comerciais pode exigir a adição de novos itens, abordando aspectos que surgirão como consequência da implantação da nova sistemática. A seguir, trata-se de alguns possíveis casos:

- ◆ Para fins de identificação do transportador, embarcador, proprietário e condutor dos veículos infratores, pode-se tornar obrigatório o uso de etiqueta eletrônica (tag) nos veículos, contendo informações sobre o condutor, veículo, carga e OD (origem e destino) a ser lido automaticamente por sensor instalado na pista. Esse objetivo poderá ser alcançado através do projeto SINIAV, do DENATRAN, que prevê a colocação de tags em todos os veículos automotivos até o ano de 2014.
- ◆ Pode-se modificar o Art. 278 do CTB, de modo a incluir um parágrafo que disponha sobre o respaldo à autoridade de trânsito para que solicite ao veículo que desvie seu caminho até certo limite caso haja suspeita de que o veículo evitou, de algum modo, passar pela pesagem automática ou que o veículo esteja com excesso de peso em uma rota sem pesagem.. Assim, o condutor estará sujeito à ordem da autoridade responsável pela rodovia de modificar levemente seu percurso e passar pelo local de pesagem automática.

5.2 Implantação da fiscalização direta e automática por meio de sistemas HS-WIM no Brasil

O principal desafio do Brasil e de vários outros países está na automatização completa da pesagem de veículos de carga através da fiscalização direta por pesagem em movimento à velocidade diretriz da via, ou seja, com uso de sistemas HS-WIM para notificação de infração e emissão de multas. No entanto, como já foi discutido, para atingir este patamar serão necessários avanços técnicos, metrológicos e legais.

Baseado nas experiências de outros países analisadas neste relatório e adaptando-as à realidade do Brasil, a seguir será apresentada, de forma generalizada, uma possível série de procedimentos técnicos e legais visando à transição gradual para a

implantação da sistemática de fiscalização direta por pesagem em movimento à velocidade diretriz da pista (HS-WIM) no Brasil, a saber:

- 1) Implantação de sistemas HS-WIM na malha rodoviária nacional para pré-seleção na pista de tráfego;
- 2) Introdução do sistema de retirada de multa suspensa, também conhecido como classificação de companhias frequentemente infratoras ou *Company Profiling*;
- 3) Proposta de elaboração, junto ao INMETRO, de parâmetros metrológicos para homologação de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para fiscalização direta.;
- 4) Proposta de mudanças e adaptações na legislação de pesagem de veículos comerciais do Brasil;
- 5) Introdução da fiscalização direta por sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM).

A ilustração apresentada na Figura 1 – descreve esta série de procedimentos que teriam como possível consequência o avanço gradual à automatização completa dos sistemas de pesagem no Brasil. A situação desejada, com sistemas HS-WIM sendo usados para fiscalização direta, pode se tornar viável após uma serie de ações e objetivos alcançados.

Objetivos Alcançados →		Avanços em automatização	Rede Nacional HS-WIM	Experiência com HS-WIM	Mercado HS-WIM	HS-WIM para fiscalização direta
SITUAÇÃO ATUAL						
Ações ↓	1. HS-WIM para pré-seleção	X	X			
	2. Sistema de retirada de multa suspensa	X	X	X		
	3. Parâmetros para homologação HS-WIM	X	X	X	X	
	4. Mudança de legislação	X	X	X	X	X
SITUAÇÃO DESEJADA HS-WIM para fiscalização		X	X	X	X	X

Figura 1 – Série de procedimentos para mudança gradual da sistemática de pesagem de veículos comerciais no Brasil

5.2.1 Implantação de sistemas HS-WIM na malha rodoviária nacional para pré-seleção na pista de tráfego

Trata-se de um importante passo a ser tomado, pois representará o primeiro uso oficial de balanças HS-WIM no Brasil. Atualmente, não existe uso oficial da nova geração de sensores para pesagem em movimento em alta velocidade no Brasil, e por isso tem-se investido em pesquisas para análise do comportamento e operação desses sistemas frente à realidade nacional. A introdução do uso desses sistemas nas atividades de fiscalização tende a elevar grandemente a experiência nacional de uso destes sistemas.

A introdução deste procedimento poderá ser realizada através do conceito de Estação Virtual de Sistemas Integrados (*Virtual Station*), assim como tem sido feito nos Estados Unidos. Esta nova sistemática de pesagem, utilizando sistemas HS-WIM para pré-seleção de veículos na pista de tráfego, representará um grande avanço na automatização da pesagem e permitirá o estabelecimento de uma rede nacional de sistemas HS-WIM, abrindo portas para outras atividades como o monitoramento de infraestrutura e obras de arte, e também outros modelos de fiscalização (como o

sistema de classificação de companhias frequentemente infratoras e a fiscalização direta por HS-WIM).

5.2.2 Introdução do sistema de retirada de multa suspensa

A viabilidade deste sistema holandês, conhecido como classificação de companhias frequentemente infratoras ou *Company Profiling*, deve ser estudada através da elaboração de um 'caso-teste', assim como efeito na Holanda. Nesse teste, o sistema é implantado temporariamente e os casos de penalidades aplicadas são levados à corte. Os resultados da corte indicarão se a justiça aceitará as penalizações impostas pelo sistema, e conseqüentemente, se o sistema será viável.

Se o sistema for viável, deve-se analisar posteriormente a possibilidade de progressão, assim como na Holanda, do sistema manual para o sistema automático. No sistema automático a necessidade de uma pesagem de precisão (estática ou LS-WIM) para emissão das multas é eliminada, e assim passa-se a ter uma fiscalização automática e totalmente baseada em dados de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM). A aceitação das multas aplicadas através deste sistema deverá também ser estudada, principalmente pelo fato de todas as provas das infrações serem obtidas a partir de sistemas HS-WIM. De acordo com Hans Van Loo, consultor do Ministério dos Transportes holandês e especialista em sistemas de pesagem movimento, este sistema só é viável com pelo menos uma mínima certificação (oficial) da qualidade dos dados obtidos.

5.2.3 Proposta de elaboração, junto ao INMETRO, de parâmetros metrológicos para homologação de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para fiscalização direta

A autoridade responsável por esta regulamentação é o INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, uma autarquia federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. No caso presente, a regulamentação do INMETRO de interesse é a que versa sobre os meios e métodos considerados válidos na pesagem de veículos comerciais para efeito de fiscalização pelo DNIT (DNIT/UFSC, 2007b).

Para o desenvolvimento de um documento com parâmetros metrológicos para homologação dos equipamentos e periféricos dos sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM), uma análise detalhada da experiência da República Tcheca será de grande valia, já que este país foi o único a desenvolver tal especificação até hoje. Em 2010, o Instituto Metrológico Tcheco (CMI) desenvolveu um documento (Designation 0111-OOP-C010-10) tratando de estipular requisitos metrológicos e técnicos para balanças de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM), e também métodos de testes para verificação das mesmas. Este trabalho foi baseado em especificações contidas nos seguintes documentos: OIML R-134-1 (2006),

FiWi (2010), COST 323 (1997) e ASTM E1318 (2009). O trabalho Tcheco, assim como os trabalhos que o fundamentaram, poderá servir como base de estudo para os avanços brasileiros na área de especificação e aprovação metrológica, visando à viabilização do uso de sistemas HS-WIM para fiscalização de peso em veículos comerciais.

A elaboração de requisitos e parâmetros para homologação de balanças HS-WIM, em conjunto com o uso extensivo de sistemas WIM para atividades de fiscalização, terá como principal resultado a possibilidade de abertura de um mercado para a produção de balanças HS-WIM devidamente certificadas. As empresas fabricantes poderão se basear nos parâmetros lançados para produzir os equipamentos, buscando atender aos requisitos necessários para o seu futuro uso na fiscalização direta.

5.2.4 Proposta de mudanças e adaptações na legislação de pesagem de veículos comerciais do Brasil

Este é um importante passo a ser tomado para alcançar a situação desejada da fiscalização de peso em veículos comerciais. Uma vez feitas às modificações e adaptações na legislação de trânsito, necessárias para a viabilização da automatização completa da pesagem, estas mudanças abrirão portas para a introdução da pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para fiscalização direta na pista.

5.2.5 Introdução da fiscalização direta por sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM)

Em um cenário ideal, a sistemática envolvendo sistemas HS-WIM para fiscalização direta seria implantada posteriormente às ações descritas até aqui. Desta forma, esta sistemática seria introduzida quando no Brasil já existisse uma rede de sistemas HS-WIM em funcionamento por toda malha rodoviária nacional, e os conhecimentos teóricos e práticos a respeito dos equipamentos HS-WIM frente à realidade nacional já estivessem avançados. Do mesmo modo, a fiscalização direta por pesagem em movimento em alta velocidade seria introduzida no país em um momento em que já houvesse experiência, desenvolvimento técnico de mercado e viabilização legal necessária para a implantação desta nova sistemática.

Similarmente ao modelo de transição adotado pela República Tcheca, os sistemas HS-WIM podem ser implantados gradativamente, como apenas um dos diferentes modos de fiscalização de peso em veículos comerciais. Uma vez que o sistema estiver completamente consolidado, este será progressivamente adotado como única ferramenta de fiscalização de peso em veículos comerciais no país.

6 Considerações finais

Apesar do desenvolvimento tecnológico dos sistemas de pesagem em vários países do mundo, poucos têm conseguido avanços significativos nos aspectos metrológicos (definição de padrões e aprovação) e legais (adequações na legislação local) para viabilização da automatização total dos procedimentos de fiscalização de peso em veículos comerciais.

O país a chegar mais próximo de alcançar todos os requisitos necessários (tecnológicos, metrológicos e legais) para a automatização total de seus sistemas de pesagem de veículos comerciais é a República Tcheca. Este país está próximo à implantar a fiscalização direta com o uso de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM). Alguns países como Holanda e Taiwan têm adotado políticas criativas como meio de utilizar sistemas HS-WIM para fiscalização sem a necessidade de adequações em legislação e aprovação metrológica dos novos equipamentos. Taiwan adotou temporariamente um procedimento no qual após uma pesagem por sistemas HS-WIM, era dada ao condutor infrator a opção de assumir a culpa pelo excesso de peso e seguir viagem, ou se dirigir a um posto de pesagem para contestar a medição. Já na Holanda, adotou-se uma sistemática onde uma relação de companhias frequentemente infradoras é gerada através de dados obtidos por sistemas HS-WIM e um trabalho de conscientização é realizado junto a essas companhias. Caso uma dessas empresas seja pega novamente em flagrante praticando o sobrepeso através de uma pesagem estática (homologada para fiscalização), uma multa alta é aplicada.

Para o Brasil, a experiência de outros países pode ser usada como subsídio para um processo de transição, tendo como objetivo final a implantação de uma sistemática totalmente automatizada, com o uso de sistemas de pesagem em movimento em alta velocidade (HS-WIM) para fiscalização direta. Para alcançar esse patamar, o Brasil pode incluir gradativamente o uso de sistemas HS-WIM em suas atividades de fiscalização, principalmente enquanto não há aprovação legal e metrológica desses equipamentos no país.

Referências Bibliográficas

Battelle Memorial Institute. Electronic Permitting / Virtual Weigh Station Architecture. Ago. 2011. 56 p.

CHOU, C. Applying the high speed weigh-in-motion to law enforcement. In: 1º SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESAGEM EM MOVIMENTO, 2011. Florianópolis. Disponível em: <http://wim.labtrans.ufsc.br/?page_id=142> Acesso: Jun. 2012.

CHOU, C. Recent development and implementation of Weigh-in-Motion in some Asian countries. In: 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEIGH-IN-MOTION, 2008. Paris. Disponível em: <http://wim.labtrans.ufsc.br/?page_id=142> Acesso: Jun. 2012.

CORNU, D.; DOUPAL, E.; KRIS, I.; STAMBERG, R. One year "WIM direct enforcement" experiences in Czech Republic. In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF WEIGH-IN-MOTION, 2012, Dallas. Proceedings... Dallas: CD-ROM, 2012. 450 p. 138-145.

CZECH METROLOGY INSTITUTE – CMI (República Tcheca). Designation O111-OOP-C010-10: stipulating metrological and technical requirements for specified measuring devices, including test methods for verifying "high-speed weigh-in-motion road vehicle scales". Brno, 21 mai. 2010. 20 p.

Departamento Nacional de Infraestrutura Viária – DNIT / Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Departamento Nacional de Infraestrutura Viária – DNIT. Identificação de Sistemas de Pesagem em Movimento - Fase 3 - Levantamento de Sistemas de Pesagem em Movimento Existentes no Mundo. Nov. 2007. 50 p. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/convenios-com-a-ufsc/tt-102-2007-fase-3.pdf>>

Departamento Nacional de Infraestrutura Viária – DNIT / Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Identificação de Sistemas de Pesagem em Movimento – Fase 8 - Legislação de Pesagem. Ago. 2009. 133 p.

Federal Highway Administration - FHWA. Commercial Motor Vehicle Size and Weight Enforcement in Europe: International technology Scanning Program, 2007. Disponível em <http://international.fhwa.dot.gov/pubs/pl07002/vsw_eu07.pdf> Acesso em: Jun. 2012.

Federal Highway Administration – FHWA. Truck Size and Weight Enforcement Technologies: State of the Practice, 2009. Disponível em: <<http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop09050/index.htm>> Acesso em: Jun. 2012.

JACOB, B.; MARCHADOUR, Y. Development and Implementation of a WIM network for enforcement in France. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEAVY VEHICLES: ICWIM 5, 2008, Paris. Proceedings... Paris: Wiley-ISTE, 2009. 460 p. 266-274.

JACOB, B.; VAN LOO, H. Standardization of Weigh-in-Motion in Europe. In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF WEIGH-IN-MOTION, 2012, Dallas. Proceedings... Dallas: CD-ROM, 2012. 450 p. 156-163.

JACOB, B.; VAN LOO, H. Weigh-in-motion for enforcement in Europe. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEAVY VEHICLES, 5, 2008, Paris. Proceedings... Paris: Wiley-ISTE, 2009. 460 p. 15-24.

KEARNEY, T. WIM in ITS Programs: Strategic Efforts in the United States. . In: 1º SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESAGEM EM MOVIMENTO, 2011. Florianópolis. Disponível em: <http://wim.labtrans.ufsc.br/?page_id=142> Acesso: Jun. 2012.

KONIDITSIOTIS, C. (2000) Weigh-in-Motion Technology. Austroroads. Disponível em: <http://www.pc.gov.au/_data/assets/pdf_file/0005/47984/sub024attachment2.pdf> Acesso em Jun. 2012.

MIDDLETON, D. Integration of Weigh-in-Motion technology into NIST's handbook 44. In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF WEIGH-IN-MOTION, 2012, Dallas. Proceedings... Dallas: CD-ROM, 2012. 450 p. 146-153.

REPÚBLICA TCHECA. Lei nº 13/1997 – Lei Nacional de Tráfego, de 23 de janeiro de 1997. Disponível em: <<http://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/zakon-o-pozemnich-komunikacich-651.html>> Acesso em: Jun. 2012.

REPÚBLICA TCHECA. Emenda nº 347/2009 da lei nº 13/1997, de 9 de Setembro de 2009. Disponível em: <<http://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/zakon-ze-dne-9-zari-2009-kterym-se-meni-zakon-c-131997-sb-o-pozemnich-komunikacich-ve-zneni-pozdejsich-predpisu-zakon-c-1042000-sb-o-statnim-fondu-dopravni-infrastruktury-a-o-zmene-zakona-c-1711991-sb-o-pusobnosti-organu-ceske-republiky-ve-vecech-prevodu-majetku-statu-na-jine-osoby-a-o-fondu-narodniho-majetku-ceske-republiky-ve-zneni-pozdejsich-predpisu-ve-zneni-pozdejsich-predpisu-a-zakon-c-562001-sb-o-podminkach-provozu-vozidel-na-pozemnich-komunikacich-a-o-zmene-zakona-c-1681999-sb-o-pojisteni-odpovednosti-za-skodu-zpusobenou-provozem-vozidla-a-o-zmene-nekterych-souvisejicich-zakonu-zakon-o-pojisteni-odpovednosti-z-provozu-vozidla-ve-zneni-zakona-c-3071999-sb-ve-zneni-pozdejsich-predpisu-17399.html>> Acesso: Jun. 2012.

SANTIAGO, Carla. CGPERT/DIR (pesagem). Resumo da sistemática atual da pesagem. Respostas concedidas por e-mail ao Labtrans / UFSC. 4 Jul. 2012.

VAN LOO, Hans. Automatic Company Profiling. 2012. Respostas concedidas por e-mail ao LabTrans / UFSC. 17 jul. 2012.

VAN LOO, Hans. Procedure for Automatic Company Profiling using WIM. 2012. Descrição de metodologias de fiscalização de sobrepeso na Holanda concedida através da empresa Kalibra. Jun. 2012.