



# AVALIAÇÃO DO USO DE AGENTE REMOTO NA PESAGEM RODOVIÁRIA DE VEÍCULOS: IMPACTOS E DESAFIOS

Marcelo Bavier Marcos <sup>1</sup>  
Jessica Venel Alves <sup>2</sup>

## RESUMO

A fiscalização do excesso de peso em veículos rodoviários de carga é fundamental para reduzir o impacto na manutenção do pavimento e as possíveis consequências sociais, financeiras e de segurança viária causadas pelo descumprimento da legislação. O objetivo do artigo é avaliar o uso de agente remoto na pesagem rodoviária de veículos, o que possibilitaria melhorias no processo e efetividade do controle, com destaque às adequações na rotina operacional. É proposta metodologia capaz de qualificar o sistema de controle de peso e sugerir seu aperfeiçoamento, sendo utilizadas para isso ferramentas de coletas de dados e procedimentos técnicos de revisão bibliográfica e pesquisa documental. Pela revisão realizada em bases de pesquisa nacionais e internacionais, não foram identificados estudos específicos voltados para uma avaliação do uso de agente remoto na fiscalização de peso veicular, destacando o valor e originalidade do tema tratado. O escopo da pesquisa é o sistema de controle de peso em rodovias federais concedidas administradas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT. Constatou-se que com a pesagem remota proporciona um aumento na produtividade e efetividade do sistema de controle de peso, pois cada agente passa a fiscalizar até 6 postos ao invés de um, diminuindo a dependência por pessoal. Entretanto, a falta de maturação dos sistemas informatizados e o acesso à internet precário em determinadas localidades é um desafio para a expansão desta metodologia, sendo fundamental a maturação do processo e incorporação tecnológica de todas as instalações para efetiva implantação do modelo.

**Palavras-chave:** Pesagem veicular, Pesagem em movimento, Controle de peso, Agente remoto

## INTRODUÇÃO

De acordo com relatório apresentado pela Confederação Nacional de Transportes, cerca de 52,4% das rodovias brasileiras apresentam problemas no pavimento, cujos pontos críticos referem-se principalmente a buracos grandes e erosão da pista. Tais inadequações impactam diretamente nos custos logísticos do país, elevando-os em torno de 28.5% (CNT, 2019).

Réus et al (2014) aponta a carga excessiva em veículos de passageiros e carga como um dos principais motivos para a degradação da malha rodoviária e aceleração do desgaste do pavimento. Diante deste cenário, a aferição do peso dos veículos é uma medida prevista no Código de Trânsito Brasileiro com limites estabelecidos pela resolução nº 210 do Conselho

---

<sup>1</sup> Discente do Curso do Programa de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ - RJ, [marcelobavier@ufrj.br](mailto:marcelobavier@ufrj.br) ;

<sup>2</sup> Discente do Curso do Programa de Engenharia Urbana da Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ - RJ, [jessicavenel@poli.ufrj.br](mailto:jessicavenel@poli.ufrj.br)



Nacional de Trânsito (Contran) para prevenir a sobrecarga e, conseqüentemente, promover o aumento de vida útil dos pavimentos e evitar acidentes (Brasil, 1997; Contran, 2006; Faruolo et al, 2019). A ininterruptabilidade do monitoramento e coibição do excesso de peso em veículos são fundamentais para o desenvolvimento e sustentabilidade do modal rodoviário (Bock e Brito, 2018).

Conforme apresentado na auditoria TC-014.206/2012-9 do Tribunal de Contas da União – TCU (TCU, 2012), até meados da década de 70, a pesagem de veículos no Brasil era feita por meio de balanças estáticas, o que gerava inúmeros transtornos operacionais, especialmente filas de caminhões aguardando pesagem. Apenas em 1975 foi elaborado o primeiro Plano Diretor de Pesagem, sendo 132 postos previstos, porém, apenas 125 tiveram seus projetos finais elaborados, e 73 foram construídos.

Como objetivo geral, tem-se a avaliação do uso de agente remoto na pesagem rodoviária de veículos, uma vez que foi identificado que o método de controle de pesagem veicular aplicado aparentemente é atrasado, caracterizado por processos feitos de forma manual e baixa utilização de tecnologia na coleta de dados do peso veicular.

Foram estipuladas quatro hipóteses para validação, sendo: falta de atualização tecnológica no processo de pesagem, procedimental operacional de controle ultrapassado, elevado tempo de inoperabilidade dos postos e elevado custo com pessoal para manutenção da atividade.

Como objetivos específicos da pesquisa, têm-se a identificação dos fatores, procedimentos, tecnologias e metodologias na operação por agente remoto que possam ser aprimorados para tornar o monitoramento de peso em rodovias mais eficaz, comprovando ou descaracterizando as quatro hipóteses estipuladas.

Conforme trazido por Ghisolfi et al.(2018), apesar do excesso de peso aumentar a produtividade e os lucros da indústria do transporte de forma imediata, gera ônus para a sociedade com a deterioração das rodovias, aumento de gastos com manutenção viária, além da insegurança nas viagens, causada pelo aumento no índice de acidentes.

A necessidade de desburocratização dos sistemas de fiscalização rodoviária, garantindo maior fluidez do tráfego com menor tempo de parada dos veículos é fundamental, para isso estão em andamento algumas ações que podem contribuir para a diminuição do custo no Brasil ligado ao sistema de infraestrutura, dentre eles a pesagem por agente remoto e automatização dos processos de fiscalização de carga por pórticos rodoviários, como já abordado por Barbosa, R. E. (2017).



Como resultado esperado e justificativa do estudo, vislumbra-se que os resultados subsidiem políticas públicas que terão representativo impacto positivo não só no controle de peso em veículos, mas também em todo o sistema logístico brasileiro, reduzindo custos com a movimentação de bens, trazendo maior segurança para o sistema rodoviário, diminuindo a evasão fiscal e possibilitando a competição equânime entre transportadores.

Para lograr êxito no alcance dos objetivos, foi realizado levantamento bibliográfico e documental dos benefícios e desafios deste formato de operação e apresentados os resultados parciais obtidos, sendo a pesquisa delimitada à análise de postos de pesagem em rodovias federais concedidas com uso parcial ou integral de agente remoto nos últimos dois anos.

O trabalho será desenvolvido em uma fase inicial de apresentação do contexto geral para possibilitar um melhor entendimento pelo leitor, com posterior exposição da revisão da literatura, apresentação da metodologia de pesquisa, avaliação da proposta com discussões dos resultados e por fim as considerações finais com apresentação das referências bibliográficas.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa busca gerar conhecimento para desenvolvimento do sistema de controle de peso em veículos rodoviários, focando na análise e proposição de soluções das situações já apontadas nas hipóteses, definindo a natureza da pesquisa como aplicada.

A abordagem avalia os possíveis avanços metodológicos e procedimentais com o uso de agente remoto para garantir uma melhor efetividade do monitoramento rodoviário em vias federais concedidas, trabalhando com parâmetros mensuráveis de qualidade, direcionando o escopo de pesquisa para uma análise prioritariamente quantitativa, apesar da utilização do modelo qualitativo em algumas abordagens.

A parte introdutória teve direcionamento descritivo para familiarizar o leitor ao tema, expondo o atual cenário que se encontra o sistema de controle de peso, fornecendo uma visão geral sobre o controle de peso em rodovias. Em uma abordagem explicativa demonstrou-se um breve panorama sobre a legislação aplicada e métodos de controle.

No que concerne aos procedimentos técnicos, foi utilizada uma mescla de métodos de pesquisa, iniciando com vasta revisão bibliográfica sobre o tema, sendo direcionada pela análise bibliométrica desenvolvida primariamente. Outras técnicas de pesquisa também foram utilizadas no decorrer dos estudos, como a pesquisa documental, a pesquisa por estudo de caso e a pesquisa Expost-Facto.



A amostra de pesquisa é o conjunto rodoviário federais sob concessão administradas pela ANTT, que em 2020 correspondem a 21 concessões, totalizando aproximadamente 10.134 km (ANTT, 2020). Essas vias têm o cronograma de investimentos e intervenções estabelecidas no Plano de Exploração da Rodovia – PER, sendo o documento que especifica todas as condições para execução do Contrato, caracterizando todos os serviços e obras previstos para realização pelas Concessionárias ao longo do prazo da Concessão.

Para cumprimento dos objetivos, foram lançados instrumentos de coleta de dados, a descrição das atividades realizadas mapeadas por observação. Para entender melhor a motivação e perspectiva dos gestores públicos no que se refere às definições de projetos de implantação de postos, estudos realizados e modelos de operação, foram abordados alguns fatores por meio de formulário encaminhado ao Coordenador de Fiscalização da ANTT no Rio de Janeiro.

A compilação dos dados obtidos foi realizada por meio de banco de dados digitais que possibilitem o uso de ferramentas computacionais, propiciando elaborar diagnósticos de acordo com o lapso temporal desejado e com os dados extraídos de forma simplificada.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Em busca de um referencial teórico adequado, foi realizada análise bibliométrica nas bases de dados Web of Science, Scopus e Science Direct, além de busca por artigos publicados em congressos no Brasil.

Foi observado no material coletado grande diversidade de conteúdo envolvendo o tema de controle de peso rodoviário, porém, nada específico na direção de realizar uma análise sistemática do modelo fiscalização por agente remoto.

Muito se discute sobre a pesagem em alta velocidade, dos treze artigos selecionados na bibliografia internacional, sete já trazem em seu título a expressão “Weigh-in-Motion” (Burnos, P., & Gajda, J. (2020); Feng, M. Q., Leung, R. Y., & Eckersley, C. M. (2020); Gajda, J., et al (2012); Guo, T., et al (2012); Jacob, B., & Cottineau, L. M. (2016); Oskarbski, J., & Kaszubowski, D. (2016) e Xiong, H., & Zhang, Y. (2019)), o que aparenta ser um dos temas mais pesquisados e estudados nos últimos dez anos no que diz respeito ao controle de peso em veículos rodoviários, porém ainda não há uma aplicabilidade coercitiva possível.

Como trazido por Burnos, P.; Rys, D. (2017), vários fatores influenciam na utilização da pesagem em movimento em rodovias, indicando que os relacionados ao pavimento tem



relevante influência na acuracidade dos sensores, em especial requisitos de temperatura e rugosidade presente.

Lizbetin, J., et al (2016), cita a questão da pesagem em movimento para o transporte ferroviário, onde são abordados conceitos e dinâmicas que se assemelham ao modo rodoviário, sendo o trabalho incluído nesse referencial.

Outros materiais, tais como trazidos por Radoicic, G, et al (2016), abordam também o uso de tecnologias embarcadas para controle e monitoramento do peso veicular, ferramentas conhecidas como telemetria, que possibilitam o autocontrole de peso e a verificação sem necessidade de abordagem ou passagem por sensores. Foi destacada que, embora existam semelhanças entre a pesagem em movimento e a pesagem embarcada usadas para medições de peso de veículos em movimento, as soluções embarcadas têm certas vantagens, incluindo um monitoramento contínuo de mudanças de peso, porque são aplicadas dentro do veículos próprios e, portanto, não dependendo de locais para medição.

Helmi, A., et al (2019) buscou elaborar uma análise direcionada aos fatores econômicos, trazendo uma abordagem voltada ao custo de manutenção da infraestrutura rodoviária causado pelo transporte de mercadorias com excesso de peso, observando que a taxa de dano é influenciada pela carga de tráfego de transporte.

Na literatura nacional, o tema que trata do controle de peso em veículos rodoviários foi abordado nos últimos quatro anos em artigos no congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET, dentre eles Meirelles, E. B., et al (2017) buscou determinar os valores de sobrecarga existentes em um trecho rodoviário específico, Ghisolfi et al. (2018) avaliou a relação entre práticas de carregamento com excesso de peso no transporte rodoviário e os custos associados às suas externalidades negativas e Franceschi, L., et al (2019) buscou elaborar um processo multicritérios para apoio à localização de postos de pesagem em malhas rodoviárias.

Marcos, M. B., et al (2019) realizou uma abordagem voltada à realização de diagnóstico técnico-operacionais para implementação de Postos de Pesagem Veicular (PPVs) com agente remoto, o que vai ao encontro do presente estudo, pois, apesar de não tratar especificamente do fator operacional da ação por agente remoto, trata do diagnóstico técnico-operacional para implantação do modelo.

Trazendo grande interação entre o processo de pesagem e outros meios tecnológicos de monitoramento do fluxo rodoviário, Barbosa, R. E. (2017) expôs a metodologia para o estabelecimento de diretrizes para a implantação do Sistema Nacional de Identificação



Automática de Veículos – SINIAV, que possibilita a coleta automatizada de dados de tráfego e de carga, sendo de grande importância para implantação de um programa nacional de pesagem.

É possível observar um direcionamento dos estudos para avaliação de novos meios de controle de peso, com especial atenção à fiscalização em alta velocidade, porém, não nota-se na literatura uma gama de material que busca aprimorar o modelo atual utilizado pelo Estado, o que possibilitaria um impacto imediato com menor investimento, sendo o caso da operação por agente remoto.

Para a análise bibliométrica, foram estabelecidas cinco palavras chaves com ligação direta com o tema, apresentando satisfatório resultado de pesquisa, sendo: veículo, peso, rodovia, clima e transporte.

Após obtenção da massa de dados chegou-se a 181 artigos, posteriormente foram aplicados filtros para retirar os materiais duplicados e finalmente selecionar os termos foco da pesquisa, sendo: pesagem de veículo, pesagem em movimento e pesagem por eixo. Ao final, foram selecionados treze artigos internacionais publicados entre os anos de 2010 e 2020.

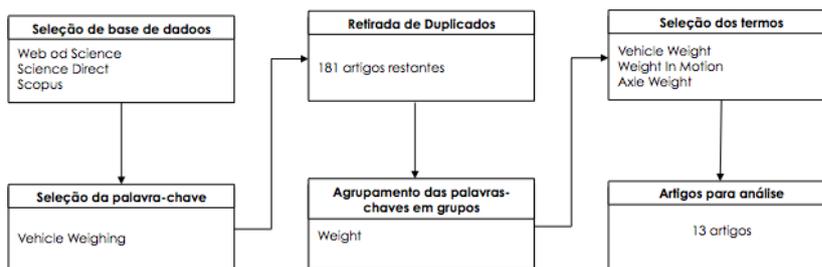
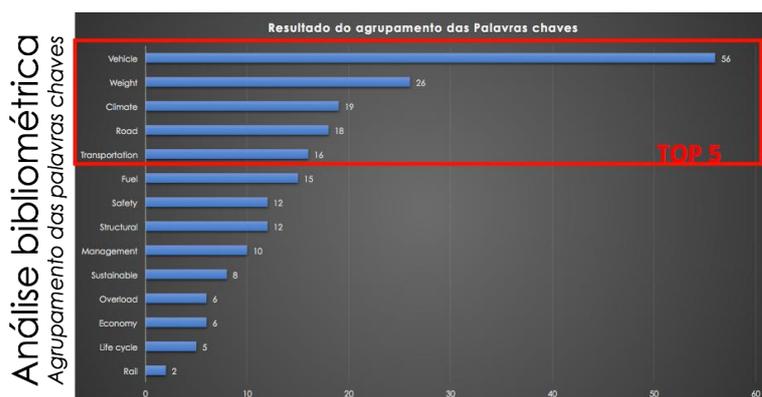


Figura 1: Análise bibliométrica  
Fonte: Autores (2020)



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fica notório que a prática do excesso de peso em veículos prejudica a segurança dos usuários das rodovias, compromete a durabilidade da infraestrutura de pavimentos e de pontes, além de trazer impactos negativos à concorrência leal entre operadores e modais de transportes (Jacob e La Beaumelle, 2010).

A fiscalização ininterrupta possibilita a segurança das vias, fluidez do tráfego e melhoria no tempo de atendimento a caminhoneiros. Conforme exposto por Albuquerque et al (2019), o excesso de peso aumenta a produtividade e os lucros da indústria do transporte de forma imediata, mas gera ônus para a sociedade com a rápida deterioração dos pavimentos, aumento de gastos na manutenção viária, além da insegurança nas viagens, causada pelo aumento no índice de acidentes.

A longo prazo, vislumbra-se ser possível atingir 100% da operação com a fiscalização online com agente remoto, o que viabiliza o melhor aproveitamento da capacidade laboral e alocação de seus fiscais e, portanto, aumento da produtividade e eficiência do processo sem necessariamente aumentar o efetivo, impactando diretamente na redução dos custos operacionais e movimentação de servidores públicos. (ANTT, 2019c).

Atualmente, a Superintendência de Fiscalização (SUFIS) da ANTT conta com 111 servidores atuando em 38 postos de pesagem e tem a perspectiva de aumentar o número para mais de 50 nos próximos anos. A operação presencial exigiria um contingente mínimo de 250 pessoas (cinco servidores por posto), porém, com a atuação por agente remoto, cada servidor pode monitorar e fiscalizar até 6 postos, o que representa uma redução de 80% do número de fiscais necessários para operação ininterrupta de todas as instalações. A possibilidade de ampliação do funcionamento dos postos existentes com redução de 40% do efetivo acarreta em uma melhor gestão dos recursos públicos, devido a economia com salários e benefícios, assim como o auxílio transporte para lugares ermos (ANTT, 2019c).

Somente no primeiro ano após a implantação, a fiscalização por agente remoto proporcionou colocar em atividade instalações sem servidores lotados, onde seria necessário o aporte mensal de aproximadamente R\$ 238 mil apenas com salários de servidores, totalizando cerca de R\$ 18 milhões em perspectiva da arrecadação dos autos de infração lavrados, conforme dados apresentados no 1ª Seminário Internacional das Agências Reguladoras de Transportes (Siart) (ANTT, 2019c).



O efetivo controle do excesso de peso em veículos rodoviários de carga é fundamental para reduzir o impacto na manutenção do pavimento e as possíveis consequências sociais, financeiras e de segurança viária causadas pelo descumprimento da legislação, sendo fundamental desenvolver novas metodologias e técnicas que garantam a adequada cobertura da malha rodoviária sem que isso gere um custo elevado de implantação e operação.

Conforme apresentado pelo TCU (2012), o sistema tradicional de pesagem exige uma grande infraestrutura, de elevados custos de implantação operacional, demandando uma grande quantidade de servidores efetivos para a fiscalização e controle operacional da via, concluindo-se que o atual modelo se mostra ineficiente e ineficaz, não sendo capaz de atacar plenamente o problema para o qual foi criado.

A baixa efetividade do sistema é um dos maiores problemas, visto que as restrições financeiras e de pessoal existentes não conseguem garantir a inoperabilidade das instalações existentes, assim como a implantação de novos pontos sem a necessidade de concursos públicos e elevado investimento, o que torna ainda mais importante o tema pesquisado.

Cerca de 45% dos veículos autuados não necessitam realocar ou retirar a carga excedente para prosseguir viagem, estando dentro da tolerância admissível, porém, no cenário atual, o tempo de permanência no posto para o simples registro da infração é de 20 minutos. De acordo com a Tabela Sicro (DNIT, 2019), isto representa um ônus anual de R\$8 milhões para os transportadores, que é repassado para o consumidor final. Com a automação dos processos não há mais a necessidade de parada dos veículos nos casos em que não haja necessidade de medida administrativa.

De acordo com informações prestadas pela ANTT, os principais problemas encontrados após o início da nova operação são referentes aos sistemas informatizados, que ainda estão em processo de aprimoramento e à necessidade de comunicações constantes durante a operação (Costa, 2020). Ainda assim, a operação remota tem ido ao encontro do planejamento estratégico do Ministério da Infraestrutura pois aperfeiçoou a fiscalização colaborando para a efetividade da regulação.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo teve por objetivo a avaliação da pesagem por agente remoto como solução operacional para fiscalização em rodovias federais e análise dos pontos positivos e negativos, sendo realizadas pesquisas bibliográficas e documentais, além de solicitação de informações



diretamente à ANTT, que é instituição responsável pela pesagem veicular nas rodovias federais concedidas.

Constatou-se que o modelo de pesagem remota apresenta grande potencial econômico, visto que, amparado pela legislação, é possível otimizar a atividade com um maior número de postos em operação simultânea por servidor, favorecendo e viabilizando uma ampliação progressiva do funcionamento dos postos sem incremento do número de agentes e sem acréscimo de custos.

Além do exposto, a implementação da fiscalização remota viabiliza a redução de deslocamentos e melhoria da segurança dos servidores e colaboradores, já que uma das premissas é a migração e unificação da fiscalização de peso em Centros de Controle Operacional - CCOs localizados em zonas centrais em detrimento do modelo presencial onde são necessários grandes deslocamentos para um atendimento presencial.

Avaliar o uso de métodos alternativo para aprimorar o controle de peso em rodovias é fundamental para garantir a segurança da via e a manutenção do pavimento, além de influenciar em aspectos econômicos, sociais e ambientais. O uso de agente remoto possibilita um incremento imediato dos índices de funcionamento das instalações de checagem, sem que para isso sejam necessários investimentos volumosos em infraestrutura e pessoal.

Entretanto, há alguns impasses para que todos disponham do acesso remoto, já que há localidades com acesso à internet precário ou inexistente e os sistemas informatizados da própria Agência ainda estão em aprimoramento para atender a todas as necessidades da operação. Entende-se que por tratar de uma metodologia inovadora, ainda demande um tempo maior para desenvolvimento dos sistemas de T.I.

Por fim, é observado que o escopo do estudo deve ser ampliado para uma análise universal do sistema de pesagem nacional, possibilitando uma visão sistêmica dos métodos, técnica e procedimentos utilizados. Outras soluções aplicáveis merecem ser analisadas em conjunto com a implantação da fiscalização por agente remoto, como a pesagem e alta velocidade e telemetria, garantindo uma sistemática que proporcione elevado ganho de eficiência e eficácia ao controle de peso em veículos rodoviários no Brasil.

A última parte do trabalho, também é considerada uma das mais importantes, tendo em vista que nesta sessão, deverão ser dedicados alguns apontamentos sobre as principais conclusões da pesquisa e prospecção da sua aplicação empírica para a comunidade científica. Também se abre a oportunidade de discussão sobre a necessidade de novas pesquisas no campo de atuação, bem como dialogos com as análises referidas ao longo do resumo.



## REFERÊNCIAS

- Albuquerque B. C. P. et al (2019) Metodologia para avaliação do impacto do sobrepeso nos custos da manutenção rodoviária. Anais do 33º Congresso ANPET, Balneário Camboriú, p 1431-1442.
- ANTT (2020) Concessões rodoviárias. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/concessoes-rodoviaras-> Acesso em 30 Set. 2020.
- ANTT (2019c) Seminário das AR debate cenário de transportes. Disponível em [http://www.antt.gov.br/salaImprensa/noticias/arquivos/2019/06/Seminario\\_das\\_ARs\\_debate\\_cenario\\_de\\_transportes.html](http://www.antt.gov.br/salaImprensa/noticias/arquivos/2019/06/Seminario_das_ARs_debate_cenario_de_transportes.html) Acesso em 19 Mar. 2020..
- Bock, A. L., & Brito, L. A. T. (2018). Fiscalização de cargas rodoviárias: estudo comparativo entre posto de pesagem veicular móvel e um sistema WIM implantado na rodovia BR-290/RS – Freeway. Anais Do 32º Congresso Da ANPET - Gramado - RS, 3550–3561.
- Barbosa, R. E. (2017). Metodologia para o estabelecimento de diretrizes para a implantação do Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos - SINIAV. Tese de Doutorado Em Transportes, Publicação T.TD-006/2017, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 279p. <http://repositorio.unb.br/handle/10482/31037>
- Burnos, P.; Rys, D. (2017) "The Effect of Flexible Pavement Mechanics on the Accuracy of Axle Load Sensors in Vehicle Weigh-in-Motion Systems." Sensors 17, no. 9: 2053. <https://doi.org/10.3390/s17092053>.
- Burnos, P., & Gajda, J. (2020). Optimised autocalibration algorithm of weigh-in-motion systems for direct mass enforcement. Sensors (Switzerland), 20(11). <https://doi.org/10.3390/s20113049>
- BRASIL (1997) *Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997- Institui o Código de Trânsito Brasileiro.* Brasília: DF. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm) Acesso em 30Set. 2020.
- CNT (2019) *Pesquisa CNT de rodovias 2019.* Confederação Nacional de Transportes, Brasília - DF. Disponível em [https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/resumo\\_de\\_imprensa.pdf](https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/resumo_de_imprensa.pdf) Acesso em 30 Set. 2020.
- CONTRAN (2006) *Resolução nº 210, de 13 de novembro de 2006 - Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitam por vias terrestres e dá outras providências.* Conselho Nacional de Trânsito, Ministério da Infraestrutura, Brasília, DF.
- Costa, A. W. A (2020) Informações sobre a Pesagem Remota [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <jessicavenel@poli.ufrj.br> em 09 mar. 2020
- DNIT (2019) Tabela Sicro. Disponível em <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/sudeste/sudeste> Acesso em 30 Set. 2020.
- Feng, M. Q., Leung, R. Y., & Eckersley, C. M. (2020). Non-Contact vehicle Weigh-in-Motion using computer vision. Measurement, 153, 107415. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107415>
- Faruolo, L. B., Silva, P. R. M., & Gaspareto, D. dos S. (2019). Avaliação de impacto regulatório da pesagem de veículos direta na rodovia. Anais do X Congresso Brasileiro de Metrologia, CBM, Florianópolis, 8p.



- Franceschi, L., Otto, G. G., Kaesemodel, L., & Valente, A. M. (2019). Elaboração de um processo multicritérios para apoio à localização de postos de pesagem em malhas rodoviárias. Anais 33º Congresso Da ANPET - Balneário Camboriú - SC.
- Gajda, J., Sroka, R., Stencil, M., Zeglen, T., Piwowar, P., & Burnos, P. (2012). Analysis of the temperature influences on the metrological properties of polymer piezoelectric load sensors applied in Weigh-in-Motion systems. 2012 IEEE I2MTC - International Instrumentation and Measurement Technology Conference, Proceedings, May, 772–775. <https://doi.org/10.1109/I2MTC.2012.6229482>
- Ghisolfi V.; G. M. R.; Filho R. D. O.; Chaves G. L. D.; Hoffmann I. C. S.; Júnior L. A. R. T. L. R. (2018) Avaliação de impactos do excesso de peso no transporte rodoviário de cargas. Anais do 32º Congresso ANPET, Gramado, p 576-587
- Guo, T., Frangopol, D. M., & Chen, Y. (2012). Fatigue reliability assessment of steel bridge details integrating weigh-in-motion data and probabilistic finite element analysis. *Computers and Structures*, 112–113, 245–257. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2012.09.002>
- Helmi, A., Wardani, S. P. R., & Riyanto, B. (2019). Analysis of cost of road infrastructure maintenance caused by overweight goods transportation in primary arterial roads. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(2), 1526–1545.
- Jacob, B., & Feypell-de La Beaumelle, V. (2010). Improving truck safety: Potential of weigh-in-motion technology. *IATSS Research*, 34(1), 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2010.06.003>
- Jacob, B., & Cottineau, L. M. (2016). Weigh-in-motion for Direct Enforcement of Overloaded Commercial Vehicles. *Transportation Research Procedia*, 14(0), 1413–1422. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.214>
- Lizbetin, J., Vejs, P., Caha, Z., Lizbetinova, L., & Michalk, P. (2016). The possibilities of dynamic shipment weighing in rail freight transport. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 18(2), 113–117.
- Marcos, M. B., Guerson, L. P., Espíndola, V., Tani, V. Z., & Valente, A. M. (2019). Diagnóstico Técnico-Operacional para implementação de Postos De Pesagem Veicular (PPVs) com agente remoto. Anais Do 33º Congresso ANPET, Balneário Camboriú - SC, 767–778.
- Oskarbski, J., & Kaszubowski, D. (2016). Implementation of Weigh-in-Motion System in Freight Traffic Management in Urban Areas. *Transportation Research Procedia*, 16(March), 449–463. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.042>
- Radoicic, G., Jovanovic, M., & Arsic, M. (2016). Experience with an on-board weighing system solution for heavy vehicles. *ETRI Journal*, 38(4), 787–797. <https://doi.org/10.4218/etrij.16.0115.0183>
- Reis, F. P. dos, Tiefensee, M. D., Quebaud, M. R., Luzzi, F. C., Meirelles, E. B., Brito, L. A. T., & Mensh, N. G. (2017). Avaliação da influência da sobrecarga dos veículos pesados na rodovia BR-290/RS. Anais do 31º Congresso ANPET, Recife-PE, 2017, 2961–2968.
- Réus, T. F., Júnior, C. A. P. da S., & Fontenele, H. B. (2014). Dano pelo sobrepeso de veículos comerciais ao pavimento flexível. *Revista Tecnologia*, 55–65. <https://doi.org/10.5020/23180730.2014.v35.1/2.55-65>
- TCU (2012) Auditoria operacional TC-014.206/2012-9. Avaliação da sistemática de pesagem de veículos adotada nas rodovias federais brasileiras. Tribunal de Contas da União – TCU, Brasília-DF, 50p.
- Xiong, H., & Zhang, Y. (2019). Feasibility study for using piezoelectric-based weigh-in-motion (WIM) system on public roadway. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(15). <https://doi.org/10.3390/app9153098>