

## Dilatação de veículos tanque rodoviário

### Dilatation on road tank vehicle

**Luciano Bruno Faruolo, D.Sc.<sup>1</sup>, Edisio Alves de Aguiar Junior, D.Sc.<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.

E-mail: [lbfaruolo@inmetro.gov.br](mailto:lbfaruolo@inmetro.gov.br)

**Resumo:** O controle de peso de veículos tanque nas rodovias brasileiras é obrigatório. O número de veículos de transporte de carga líquida nas estradas é grande. O volume do produto transportado pelos veículos tanque pode variar conforme a influência da temperatura. A legislação de trânsito estabelece os limites de tolerância de excesso de peso. A legislação metrológica determina os requisitos para a construção de veículos tanques. A variação do volume da carga transportada por veículos tanque é importante para o comércio. A análise destes requisitos e possíveis variações nos valores observados são o foco deste trabalho.

**Palavras-chave:** rodovias, metrologia, veículos, volume.

**Abstract:** The vehicles weight control on roadway is mandatory. The number of tank vehicle is high. The volume of the product transported can change caused by temperature influence. The law establishes the tolerance of the overload. The Metrologic ordinance controls the construction of the tank vehicle. The focus of this work is the analysis of these requirements and possible variations.

**Keywords:** weight, roadway, vehicle, volume.

#### 1. INTRODUÇÃO

O controle de peso de veículos tanque rodoviários é regulamentada pelo código de trânsito brasileiro através de lei [1]. O artigo 99 estabelece que os veículos devam ser pesados ou ter seu controle por nota fiscal. A normativa do Contran (Conselho Nacional de Trânsito) estabelece as tolerâncias por eixo, conjunto de eixos e o peso total do veículo [2,3].

A abordagem metrológica do controle de peso dos veículos tanque rodoviários tem foco nas dimensões dos tanques de transporte de carga dos

veículos. A pesagem por eixos para fins comerciais [4] e a pesagem em movimento são vedadas [5]. O controle do produto transportado pode ser realizado por meio do valor da massa, medido antes e depois do carregamento. Através da metrologia legal são estabelecidos os requisitos técnicos metrológicos obrigatórios para utilização dos veículos tanque para a medição do volume. Por meio de regulamentos técnicos de avaliação da conformidade são determinados os requisitos de segurança. Neste trabalho uma simulação da variação do volume do produto transportado por veículos tanque é apresentada.

## 2. CONTROLE METROLOGICO

### 2.1. Relevância

Em 2015, o Brasil produziu 3,9 bilhões de litros de biodiesel e 29,9 bilhões de litros de etanol, anidro e hidratado, e 26,9 bilhões de litros de gasolina segundo a ANP [6]. Foram realizadas um total de 102.927 verificações metrológicas em veículos tanques, considerando rodoviários e ferroviários, no ano de 2015[7]. Esta atividade metrológica impacta na economia.

### 2.2. Tolerância de excesso de peso

O Conselho Nacional de Transito - Contran através de Resolução [2] estabelece as tolerâncias de excesso de peso descritas a seguir:

*“I- 5% (cinco por cento) sobre os limites de pesos regulamentares para o peso bruto total (PBT) e peso bruto total combinado (PBTC);*

*II – 10% (dez por cento) sobre os limites de peso regulamentares por eixo de veículos transmitidos à superfície das vias públicas.*

*Parágrafo Único. No carregamento dos veículos, a tolerância máxima prevista neste artigo não pode ser incorporada aos limites de peso previstos em regulamentação fixada pelo CONTRAN.”*

Algumas exceções são proporcionadas através da Resolução [3];

*Art. 17-A Para fins de fiscalização de peso dos veículos que estiverem transportando produtos classificados como Biodiesel (B-100) e Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) por meio de balança rodoviária ou por meio de Nota Fiscal, ficam permitidos, até 31 de julho de 2019 a tolerância de 7,5% (sete e meio por cento) no PBT ou PBTC.”*

### 2.3. Verificação metrológica

O controle metrológico estabelece as seguintes etapas [8]:

Avaliação de modelos, “*Decisão de caráter legal, baseada no relatório e/ou certificado de avaliação de modelo, reconhecendo que são satisfeitos os requisitos regulamentares, resultando na emissão de um documento de aprovação de modelo*”.

Verificação de um instrumento de medição “*Procedimento de avaliação da conformidade (diferente da avaliação de modelo) que resulta na afixação de marca de verificação e/ou a emissão de certificado de verificação*”

Verificação inicial “*Verificação de um instrumento de medição que não foi anteriormente verificado*”.

Verificação subsequente “*Verificação de um instrumento de medição após uma verificação anterior*”.

## 3. VARIAÇÃO DO VOLUME DE COMBUSTÍVEL

A análise da variação do volume de combustível de um tanque devido à influência da temperatura pode ser modelada de acordo com diferentes modelos físicos, sendo um deles aquele discutido pela norma do *American Petroleum Institute* [7]. Através de seu modelo matemático, e uma simulação computacional, é possível realizar uma avaliação conforme ilustra a figura 1, cujo eixo vertical representa o volume em litros e o eixo horizontal representa a temperatura, em °C.

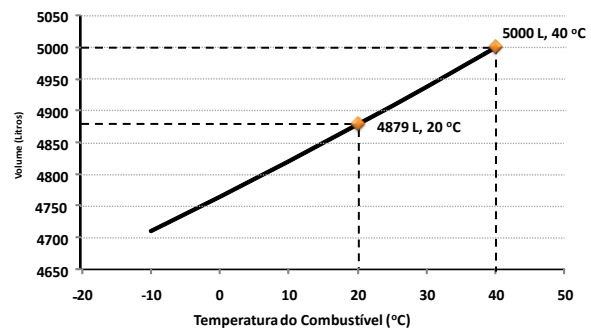


Figura 1. Curva de volume de combustível com a temperatura.

Os cálculos demonstram a variação de um volume, inicialmente medido a 40 °C, de 5000 litros de gasolina. Seguindo o modelo descrito na norma internacional [7], um volume aparente de 5000 litros a 40°C varia para 4879 litros a 20°C.

A variação percentual pode ser observada na tabela 1. Onde podem ser comparadas as variações nas diferentes temperaturas para o mesmo volume inicial. Pode-se identificar uma variação de até 6,1% do volume, considerando um carregamento em 10°C e posterior medição em 60°C. Embora uma variação desta magnitude seja pouco usual no transporte, variações menores são recorrentes e podem levar a leituras errôneas.

**Tabela 1.** Dilatação da gasolina

Temperatura °C	Volume (litros)	Variação Percentual do volume
10	4821	-3,6%
15	4850	-3%
20	4879	-2,4%
40	5000	0
60	5126	2,5%

A quantidade de produto inserida nos tanques de veículos rodoviários é medida por meio de setas indicativas onde estão marcados os volumes anteriormente verificados metrologicamente. A dilatação do produto pode aumentar o volume ou diminuir de acordo com o produto e variação da temperatura durante o processo de carregamento e descarregamento.

O limite de tolerância para carregamentos como Biodiesel (B-100) e Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) é de 7,5%, mas há diferença na dilatação destes produtos em relação à gasolina. Neste trabalho foi apresentada a variação em relação à gasolina o qual é o produto mais transportado.

#### 4. VARIAÇÃO DO VOLUME DO TANQUE

Foi desenvolvido um modelo para a simulação da variação do volume de um caminhão tanque. Utilizou-se o coeficiente de dilatação do aço de  $12 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$  [10] e a equação (1):

$$V_f = V_i (1 + \alpha \cdot \Delta t) \quad (1)$$

Onde  $V_f$  é o volume final,  $V_i$  é o volume inicial,  $\alpha$  é o coeficiente de dilatação e  $\Delta t$  é a variação da temperatura. Para as condições de variação de temperatura de 40°C, para o volume de 5000 l. No modelo os resultados obtidos foram de variação percentual de 0,144% ou de 7,2 litros.

#### 5. CONCLUSÃO

A legislação de trânsito proporciona uma tolerância de 5% para a variação do peso total dos veículos. Neste trabalho foi demonstrado que há a possibilidade de variação próxima deste valor, caso haver a rara variação de temperatura do produto transportado de 20°C para 60°C, durante o trajeto do caminhão. Deve-se observar também, que os procedimentos de carregamento e descarregamento de carga líquida de um caminhão, quando realizados a temperaturas diferentes, podem levar a erros no volume aparente, havendo então necessidade de compensação do volume observado de acordo com a temperatura medida.

## 6. REFERÊNCIAS

[1] Código de Trânsito Brasileiro [www.dentran.gov.br/publicações](http://www.dentran.gov.br/publicações), acesso em 28 de abril de 2017.

[2] RESOLUÇÃO Nº 526, DE 29 DE ABRIL DE 2015. [www.dentran.gov.br/publicações](http://www.dentran.gov.br/publicações), acesso em 28 de abril de 2017.

[3] RESOLUÇÃO Nº 604, DE 24 DE MAIO DE 2016, [www.dentran.gov.br/publicações](http://www.dentran.gov.br/publicações), acesso em 28 de abril de 2017.

[4] Portaria Inmetro 236/94, [www.inmetro.gov.br/legislação](http://www.inmetro.gov.br/legislação).

[5] Portaria Inmetro nº 47 de 22 de janeiro de 2016, [www.inmetro.gov.br/legislação](http://www.inmetro.gov.br/legislação), acesso em 28 de abril de 2017.

[6] ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, "ANUÁRIO ESTATÍSTICO 2015," ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 23 julho 2016. [Online].

[http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/Anuario\\_Estatistico\\_ANP\\_2016.pdf](http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/Anuario_Estatistico_ANP_2016.pdf)  
[Acesso em 13 setembro 2017].

[7] RODRIGUES FILHO B.A. and SORATTO A.N., An overview of legal metrology activities in Brazil, OIML BULLETIN VOLUME LXIII • NUMBER 1 • JANUARY 2017.

[www.oiml.org/en/publications/bulletin/pdf/oiml\\_bulletin\\_jan\\_2017.pdf](http://www.oiml.org/en/publications/bulletin/pdf/oiml_bulletin_jan_2017.pdf), Acesso em 13 setembro 2017].

[8] Vocabulário Internacional de Metrologia, VIM.

[9] API - Manual of Petroleum Measurement Standards.

[10] [www.webcalc.com.br/engenharia/dilat\\_alfa.html](http://www.webcalc.com.br/engenharia/dilat_alfa.html), Acesso em 13 setembro 2017].