



Simulação numérica da estrutura de um ônibus rodoviário submetida a impacto semifrontal contra uma parede rígida



F. Goedel^{a,*}, I. Iturrioz^b, A. Dias de Meira Jr.^a e M. Walber^a

^a Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo/RS, Brasil

^b Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 26 de maio de 2014

Aceite a 15 de outubro de 2014

On-line a 23 de março de 2015

Palavras-chave:

Elementos finitos

Ônibus

Modelo de vigas

Impacto semifrontal

R E S U M O

Neste trabalho se apresenta um estudo paramétrico do impacto semifrontal em um ônibus, no qual se avalia independentemente a influência de cada variável envolvida neste tipo acidente. O cenário de impacto semifrontal é sem dúvida um dos mais severos acidentes envolvendo ônibus, pois parte da lateral do ônibus é totalmente danificada, podendo deixar um elevado número de vítimas. A simulação numérica utiliza um modelo de análise explícita formado por elementos de vigas que utiliza uma lei constitutiva elasto-plástica, a qual leva em conta a influência da taxa de deformação. Com este modelo se realiza um estudo paramétrico das variáveis globais que permitem caracterizar este tipo de cenário. Também são avaliados de forma qualitativa acidentes deste tipo acontecidos nas estradas brasileiras. A discussão dos resultados é finalmente apresentada e serve como um primeiro passo na busca de melhorias a serem introduzidas nas estruturas dos ônibus, objetivando minimizar os danos.

© 2014 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Numerical simulation of the road bus structure submitted a offset frontal impact against a rigid wall

A B S T R A C T

This paper presents a parametric study of the offset frontal impact on a bus, in which is assessed independently an influence of each variable involved in this accident type. The scenario of offset frontal impact is surely one of the most severe accidents involving buses, once the same has part of your lateral totally damaged and can leave a large number of victims. The numerical simulation model uses an explicit analysis formed by beams elements which uses elastic-plastic constitutive law, which takes into account the influence of strain rate. With this model a parametric study of global variables that can characterize this type of scenario is realized. Also are evaluated qualitatively real accidents happened on Brazilian roads. The discussion is finally presented, and serves as a first step in the search for improvements to be made to the structures of the bus, aiming to minimize the damage.

© 2014 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Finite Element Method

Bus

Beam Models

Offset Frontal Impact

1. Introdução

O transporte com ônibus no Brasil, país com dimensões continentais, é fundamental para permitir a mobilidade de pessoas.

* Autor para correspondência.

Correios eletrônicos: goedel@upf.br (F. Goedel), ignacio@mecanica.ufrgs.br (I. Iturrioz), agenor@upf.br (A. Dias de Meira Jr.), mwalber@upf.br (M. Walber).

O número de ônibus que circulam nas estradas brasileiras tem aumentado, mas a qualidade das mesmas não acompanhou tal crescimento. Estas condições produziram um aumento considerável no número de acidentes envolvendo ônibus.

Segundo dados fornecidos em pesquisas divulgadas pela Confederação Nacional de Transporte (CNT) [4], existem no Brasil uma extensão de 1.713.885 km de rodovias, dos quais apenas 202.589 km são pavimentados. As rodovias pesquisadas correspondem a 47,8% (96.714 km) das rodovias pavimentadas, sendo que



a



b

Figura 1. a) Acidente de impacto semifrontal na BR 230, KM 463 (PB/BR) e b) acidente de impacto frontal envolvendo ônibus na Av. Raposo Tavares (SP/BR) [8].

88% (85.114 km) da extensão são de pista simples de mão-dupla. As pistas duplicadas representam apenas 11,7% (11.347 km) do total e 0,3% são de pistas simples de mão única. A segurança nas estradas brasileiras é bastante comprometida, pois grande parte das estradas possui pista dupla de mão simples e também porque 40,5% (39.132 km) da extensão pesquisada não possuem acostamento, o qual possui funções importantes, tal como apoio lateral e área de evasão em situações de emergência. Estes fatos, juntamente com outros problemas como deficiências na sinalização, irregularidades e defeitos na pista e erros humanos, tornam as estradas perigosas, criando um cenário propício para que ocorram acidentes.

Os principais tipos de acidentes envolvendo ônibus são de colisão frontal total ou semifrontal, colisão traseira e tombamento, sendo que os acidentes mais graves registrados são em colisão frontal e semifrontal seguidos de tombamento.

A fim de ilustrar a severidade desses tipos de acidentes, pode-se citar o acidente de um ônibus contra um caminhão, que deixou 7 mortos e 15 feridos. Este acidente aconteceu na BR 230, ao km 463, no estado da Paraíba, no Brasil, conforme figura 1 (a). Outro exemplo, considerado o pior acidente registrado de trânsito envolvendo ônibus em estradas brasileiras, deixou 32 pessoas mortas e 21 pessoas feridas. Neste caso os 2 veículos colidiram frontalmente num trecho conhecido como «corredor da morte», no estado de São Paulo. O choque foi tão violento que um dos ônibus entrou até à metade do outro veículo. Na figura 1 (b) é apresentada a estrutura do ônibus após o acidente.

Segundo dados fornecidos pelo último anuário estatístico da Agência Nacional de Transportes terrestres (ANTT) [2], a quantidade de empresas que fornecem transporte com ônibus no Brasil é de 197 e o número de veículos que trafegam nas estradas brasileiras chega a 13.907. A tabela 1 mostra a evolução dos acidentes ocorridos em linhas interestaduais e internacionais de passageiros no Brasil, no período de 2007-2010.

Os fabricantes de ônibus, com objetivo de aprimorar os projetos e para aumentar a competitividade, vêm construindo veículos

Tabela 1
Evolução dos acidentes [7]

Ano	Acidentes envolvendo transporte coletivo
2007	8.852
2008	10.185
2009	9.495
2010	9.417

mais leves e duráveis que resultam em estruturas de ônibus que tenham um investimento econômico mais conveniente para seus clientes, as empresas de transporte. No entanto, estas premissas muitas vezes se contrapõem a conceber estruturas mais seguras frente a cenários de impacto e pela falta de normas regulamentadoras adequadas quanto ao desempenho do ônibus frente a impacto frontal ou semifrontal, cenários de acidentes comuns nas estradas brasileiras, resulta que o desempenho das estruturas seja inadequado nestes tipos de acidentes. Muitas vezes para cumprir com estes requisitos de durabilidade e economia esquecem o item de segurança frente a cenários de impacto, o qual deve ser regulamentado de maneira mais efetiva por normas que exijam a avaliação da capacidade de absorção de impacto (CAI) de estruturas de ônibus. A CAI de veículos é regida por 4 conceitos básicos [3]:

- controlar sobre níveis de tolerância as desacelerações que são aplicadas ao ocupante;
- providenciar formas de absorver energia de colisão mantendo, ao mesmo tempo, a segurança dentro do espaço de sobrevivência do ocupante;
- manter o ocupante dentro do espaço de sobrevivência durante a colisão, evitando a ejeção do mesmo;
- proteger o ocupante de riscos após a colisão.

Em geral, normas regulamentadoras exigem que condições mínimas de segurança sejam verificadas com respeito ao tombamento e impacto frontal, sendo apresentado através de normas como a Resolução N.º 316/09 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) [5]. Quanto ao tombamento, essa resolução esclarece de maneira efetiva simulações numéricas ou ensaios para garantir a segurança dos passageiros, mas sem dúvida a regulamentação desta resolução quanto à rigidez mínima ao impacto frontal, baseadas no ensaio do pêndulo, não é suficiente para garantir a segurança dos passageiros. O ensaio do pêndulo, que essencialmente consiste em submeter a frente da estrutura de um ônibus ao impacto de uma massa de 1.000 kg lançada desde uma altura de 4,75 metros, aplica sobre o ônibus uma quantidade de energia 30-40 vezes menor do que a energia envolvida num acidente de impacto frontal de um ônibus colidindo a 50 km/h contra uma parede rígida, conforme analisado por Dias de Meira Jr. [6]. Neste contexto, é importante que estes tipos de distorções normativas sejam revistas para tornar os ônibus mais seguros.

O arranjo estrutural de uma carroceria de ônibus basicamente é composto de uma estrutura denominada carroceria acoplada em um chassi. Na figura 2 se apresentam as principais partes que compõem a estrutura de um ônibus. Normalmente a resistência estrutural em cenários de impacto era cumprida principalmente pelo chassi do veículo, no entanto, existe uma tendência de alguns fabricantes separarem o chassi e desta forma alcançarem uma maior flexibilidade no projeto do ônibus, com objetivo principal de permitir a ampliação do tamanho do bagageiro. A eliminação da parte central do chassi, caso particular apresentado na figura 2, leva a diminuição da rigidez do conjunto, sendo que a rigidez da parte central do veículo deve ser garantida pela carroceria. São utilizados diversos materiais na fabricação da carroceria de ônibus, sendo o aço um dos mais utilizados para elementos estruturais. No entanto, outros materiais tais como alumínio e fibra de vidro são

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1702471>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1702471>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)