



## **Cargas móveis em pontes rodoviárias de madeira: estudo dos esforços no tabuleiro decorrentes da modificação de peso do veículo-tipo**

Lucas Maia Marques Guerra Cardoso (PIBIC/CNPq/UEM), José Luiz Miotto (Orientador), e-mail: [jlmiotto@uem.br](mailto:jlmiotto@uem.br)

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

### **Engenharias – Engenharia Civil**

**Palavras-chave:** Pontes rodoviárias, cargas móveis, veículo-tipo.

#### **Resumo:**

Dentro da engenharia civil há um tipo específico de estrutura que requer um trabalho minucioso e exato com relação à avaliação dos carregamentos aplicados: as pontes. Essas obras podem ser suscetíveis a várias ações simultâneas, mas as mais importantes a serem consideradas, obviamente, são as denominadas cargas móveis, que no caso das pontes são os carregamentos introduzidos sobre a estrutura pelos veículos, composições ferroviárias e pessoas que a percorrem. A ABNT NBR 7188:1984 fixa as condições exigíveis de cargas móveis a serem consideradas no cálculo das pontes rodoviárias e das passarelas de pedestres. Depois de quase trinta anos, o porte dos veículos que transita sobre as pontes aumentou consideravelmente. Dessa forma, com esta pesquisa pretende-se primeiramente relacionar as várias tipologias de pontes existentes e discutir os possíveis materiais que podem ser usados em sua estrutura. Em seguida, analisar as normas de carregamentos de veículos e comparar com aqueles que ainda não foram catalogados. Por meio da escolha de uma tipologia de ponte, avaliou-se a influência das cargas móveis de diferentes tipos de veículos, utilizando-se o software SAP2000. Ademais, a partir dos dados coletados junto à concessionária de pedágio do norte do Paraná, constatou-se, no período de um ano, a passagem de cerca de 2.200 veículos com excesso de peso sobre as pontes situadas no trecho.

#### **Introdução**

O Brasil é um país enorme, com muitos rios que compõem uma malha hidrográfica complexa. Por esse motivo teve-se que construir muitas pontes no decorrer dos anos que se passaram. Só no Estado de São Paulo, levando em conta apenas as pontes de madeira, considerando que o sistema rodoviário estadual conta com cerca de 220.000 km de estradas vicinais, e estimando-se a existência de 0,5% de pontes, tem-se 1.100 km de



pontes. Estimando-se também o vão médio das pontes em 10 m, tem-se a necessidade de construir 110.000 pontes (CALIL JR et al., 2006).

Contudo, pesquisa realizada pelo Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira (LaMEM) da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, em algumas prefeituras do Estado de São Paulo, mostrou que de cerca de mil pontes e passarelas de madeira construídas, cerca de 30% precisavam ser refeitas ou reformadas (CALIL JR et al., 2006).

Segundo Miotto (2009), pontes de madeira têm um papel importante na distribuição de produtos agrícolas no Brasil e a maioria dessas pontes está localizada em estradas secundárias, cuja manutenção é mínima. Calil et al. (2006) ainda complementam que processos incorretos de construção e de manutenção foram empregados nessas pontes por carências de informações técnicas.

É basicamente nesse contexto que se insere o objetivo principal desta pesquisa, que se traduz por uma avaliação das linhas de influências das cargas móveis de diferentes tipos de veículos em pontes rodoviárias de madeira com eixo reto, por meio de métodos numéricos e visando a discussão das recomendações estabelecidas pela norma da ABNT de trata dos carregamentos em pontes rodoviárias.

## **Materiais e métodos**

- Realização de pesquisa bibliográfica

Nesta etapa foram pesquisados os conceitos de projetos e execução de pontes e as legislações nacionais que se referem às pontes rodoviárias.

- Seleção da tipologia de ponte

Nesta etapa foram relacionadas as diferentes tipologias das pontes, tanto no que se diz respeito ao seu sistema estrutural, quanto ao material utilizado.

- Estudo do software SAP2000

Nesta etapa foi estudado o programa computacional utilizado, SAP2000.

- Identificação das cargas móveis

Foi feita uma pesquisa junto à concessionária de pedágio da região norte do Paraná, identificando o tipo de carregamento nas pontes.

- Seleção e elaboração dos estudos de solicitações nas pontes

Estudou-se as cargas fixas, cargas móveis, esforços máximos e mínimos, ações excepcionais, linhas de influências e geometria estrutural de pontes.

- Análise e interpretação dos resultados

A partir da análise dos resultados obtidos foram gerados relatórios e, como consequências dessa análise, foram comparados todos os dados teóricos em relação às exigências e critérios da norma de carregamentos.

- Elaboração de artigo científico e relatório final



A partir do embasamento teórico e dos resultados das análises procedidas foi possível elaborar as conclusões e o relatório final desta pesquisa.

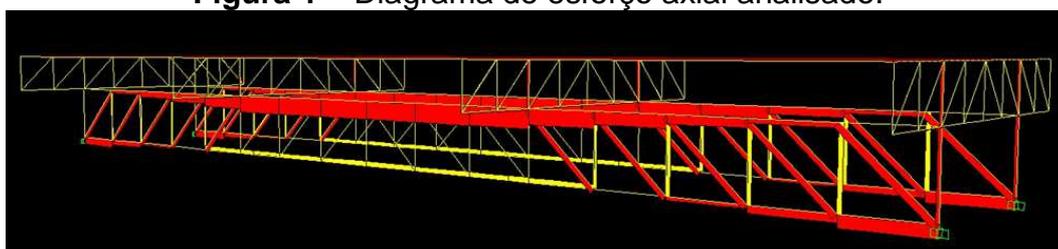
## Resultados e Discussão

**Tabela 1** – Dados gerais referentes aos postos de pesagem analisados (Nova Esperança, Peabiru e Arapongas)

Resumo de Operações de Pesagens							
GERAL ANUAL							
Categoria de Veículos	Julho 2012	Agosto 2012	Setembro 2012	Outubro 2012	Novembro 2012	Dezembro 2012	Total 2012
Quantidade de veículos pesados	56.253	60.982	57.023	51.061	55.800	49.539	322.739
Quantidade de Caminhões com excesso	260	339	337	316	698	450	2.391
Quantidade de Caminhões com excesso	215	256	251	275	350	322	1.673
Quantidade de Ônibus com excesso	345	156	253	244	302	315	1.619
Outros veículos com excesso	57	60	47	66	284	132	716
Quantidade Total de Veículos com excesso	912	810	891	903	1.544	1.318	6.376
Quantidade de Veículos com excesso no PBT	375	285	333	352	464	459	2.268
Total de excessos no PBT em ton	532,15	470	463,57	413,47	464,44	501,31	2.535,39
Quantidade de Veículos com excesso nos EPCS	455	612	493	491	1.011	737	3.798
Total de excessos no eixo simples em ton	341,51	413,78	393,52	313,45	330,46	317,74	2.115,06
Total de excessos no eixo duplo em ton	350,03	442,74	531,03	353,97	609,35	504,57	2.532,65
Total de excessos no eixo triplo em ton	52,72	125,62	63,53	62,95	59,21	72,30	479,00
Total geral de excessos no eixo em ton	624,55	982,14	893,11	732,27	999,02	395,11	5.220,31
Quantidade de Veículos Autorizados/Modificados	912	810	891	903	1.544	1.316	6.376
Valores em Reais	229.746,55	136.991,41	201.323,42	223.913,89	312.521,52	260.512,30	1.423.108,20

Fonte: VIAPAR (2012)

**Figura 1** – Diagrama de esforço axial analisado.



Fonte: O autor (2014)

Fazendo uma comparação global anual dos três postos de pedágio (Tab. 1), chegou-se ao alarmante número de cerca de 2.270 veículos com excesso no peso bruto total. Segundo a norma ABNT NBR 7188:1984, o peso bruto total é de 45 tf para o trem-tipo avaliado (classe 45). Sendo assim, através dos dados coletados, percebe-se que os veículos trafegaram no período com média de 46,3 tf, o que provoca sobrecarga nas estruturas das pontes construídas nesses trechos. Tal ocorrência implica em problemas de segurança e durabilidade destas obras.



## Conclusões

Com o auxílio do software SAP 2000, elaborou-se um modelo numérico baseado em dimensões hipotéticas, porém reais, o qual foi submetido às ações previstas na ABNT NBR 7188:1984. Com as simulações efetuadas, foram registrados os resultados de esforços normais para barras da estrutura e elaboradas as envoltórias desses esforços.

Por fim, novamente tendo como base o trem-tipo recomendado pela norma da ABNT supracitada, compararam-se os dados coletados pela concessionária de pedágio VIAPAR, registrados durante o ano de 2012, em três postos de pesagem (Peabiru, Nova Esperança e Arapongas). Dessa maneira, foi plausível verificar que para todos os postos, havia irregularidades em um número relevante de veículos pesados.

Portanto, a partir destes resultados e da constatação de que o excesso de peso por eixo acarreta em danos ao sistema estrutural das pontes existentes no trecho, reforça-se a recomendação do uso criterioso e rígido das normas de dimensionamento e carregamento, uma vez que esses carregamentos geram esforços significativos em toda a estrutura, como ilustrado por meio das linhas de influência.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de recursos necessários à realização desta pesquisa, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Estadual de Maringá.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7188:** Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre. Rio de Janeiro, 1984.

CALIL JR., C.; DIAS, A. A.; DE GÓES, J. L. N.; CHEUNG, A. B.; STAMATO, G. C.; PIGOZZO, J. C.; OKIMOTO, F. S.; LOGSDON, N. B.; BRAZOLIN, S.; LANA, E. L. **Manual de projeto e construção de pontes de madeira**. São Carlos: Suprema, 2006.

MIOTTO, J.L. Log-concrete composite bridge decks in Brazil: requirements and applications. **The Structural Engineer (London)**, v. 87, n. 2, 2009. p. 24-31.