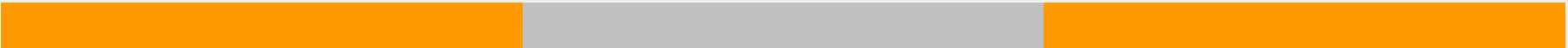


Excesso de carga, pesagem e durabilidade de pavimentos



João Fortini Albano, Dr.

Estrutura:

1. Introdução
2. Revisão
3. Efeitos dos fatores carga, espessura e pressão dos pneus no desempenho dos pavimentos: **uma pesquisa experimental**
4. Excesso de carga e a necessidade de pesagem: **uma pesquisa de campo**
5. A percepção da questão pesagem: **uma pesquisa de opinião**
6. Conclusões
7. Referências
8. Anexo A

O contexto rodoviário:

- ▶ Extensão **pavimentada**:
 - ▶ 57.741,3 federais; 101.304,7 estaduais e,
 - ▶ 22.716,8 km municipais;
- ▶ Totalizando **181.762,8** km, inclusive **9.708,6** km concedidas;
- ▶ Total **1,65** milhões km;
- ▶ **60,5%** cargas são transportadas por rodovias.

Condições da malha:

- ▶ Segundo pesquisa CNT/2004: **75%** com graus de deficiência;
- ▶ Não conservar, deixar deteriorar e reconstruir significa um prejuízo anual de R\$ **10 bilhões**.



Ações do Governo:

- ▶ Plano emergência: restaurar 7000 km (2004); 4200 km até abril/05 e conservar 35000 km;
- ▶ Obras: BR-101, BR-319 e BR-364;
- ▶ Concessão de sete trechos rodoviários;
- ▶ *Implantação de **17 postos pesagem***;
- ▶ **Recursos**: dotações, CIDE, CREMA e as PPP.

Perfil do TRC:

- ▶ Veículos: 1,8 milhões, 71,5mil/ano;
- ▶ Empresas: ETC 47.600, TCP 50.000, TAC 402.000;
- ▶ Participação PIB: 1,6%;
- ▶ Faturamento bruto: 20,4 bilhões;
- ▶ Empregos diretos ETC: 390 mil.

Problemas e rumos TRC:

- ▶ Mercado competitivo
- ▶ Baixo valor dos fretes;
- ▶ Falta regulamentação;
- ▶ Mau estado das rodovias;
- ▶ Valor do pedágio e multas;
- ▶ Frota idade média 18 anos.
- ▶ Roubo de cargas;
- ▶ Falta de pesagens;
- ▶ Sobrejornada, excesso de cargas, aumento oferta;
- ▶ Financiamento Modercarga;
- ▶ Cresce o número de CVC's, (bitrens);
- ▶ Em 2004 vendas caminhões cresceu;
- ▶ Qualidade, tecnologia de ponta, logística, investimentos em conhecimento, informações e preços competitivos.

Objetivos principais tese:

1. Medir efeitos da variação da carga/eixo, pressão inflação pneus e da espessura sobre a durabilidade prevista pavimentos;
2. Conscientizar autoridades e usuários dos problemas decorrentes, principalmente quanto ao excesso de carga e,
3. Justificar a necessidade de implementação de fiscalização por pesagem nas rodovias.

Legislação:

- ▶ Código de Trânsito Brasileiro
 - ▶ (Art. 99) Somente poderá transitar vias terrestres veículo cujo peso e dimensões atenderem limites estabelecidos pelo Contran;
- ▶ Resoluções Contran:
 - ▶ 12 (limites); 102 (tolerâncias); 104 (tolerância PBT e NF) e 164 (libera AET até 57 t)
- ▶ Bom, rigoroso, combatido, delega poderes e responsabilidades, ainda em processo de adaptação.

A deflexão como resposta estrutural de um pavimento



FEC e desempenho estrutural

- ▶ Apoio: AASHTO (1972); DNER (1979); Queirós (1981 e 1982); Pereira A. (1985); DNER PRO 159 (1985); Schmidt e Ceratti (1987); National Research Council (1990); Pereira D. (1992); TRB (1997); DNER (1998); Pinto e Preussler (2001); Timm e Newcomb (2002).

FEC empírico-mecanísticos

- ▶ Para pavimentos espessos

$$FEC = \left(\frac{D_i}{D_p} \right)^{5,959}$$

- ▶ Para pavimentos delgados

$$FEC = \left(\frac{D_{ij}}{D_{pp}} \right)^{5,959}$$

Excessos no Brasil:

- ▶ Excessos de carga:
 - ▶ Quantidade de veículos: 15,0 a 30,0% (100,0%)
 - ▶ Valor da sobrecarga: entre 10,0 e 30,0% (50,0%)
- ▶ Pressão de inflação dos pneus:
 - ▶ Dianteiros: 665 kPa (95 psi)
 - ▶ Não-dianteiros: 717 kPa (104 psi)

Pesagem

O excesso de carga causa danos nos pavimentos. Preconiza-se uso de balanças. Nos 58.000km de rodovias federais, existem 13. No RS, nos 76,0% da malha do Estado, as poucas balanças são precárias e nos 24,0% das concedidas há 5 balanças móveis. Eventualmente as PR's fiscalizam excessos através de NF.

O 1º passo do trabalho foi resolver:

Como verificar os efeitos dos excessos de carga por eixo, das > pressões de inflação nos pneus e deficiências de espessura dos pavimentos.

Pesquisa Experimental

Objetivos:

- ▶ Determinar significância dos C_e , P_i e E e interações sobre as D 's;
- ▶ Hierarquizar efeitos dos fatores segundo maiores danos;
- ▶ Propor modelo previsão das deflexões e,
- ▶ Estimar redução da durabilidade prevista dos pavimentos ensaiados, em condições críticas de carregamento.

Onde?

- ▶ Na Área de Pesquisas e Testes de Pavimentos da UFRGS/DAER.



Como?

- ▶ Medindo D em dois pavimentos: um espesso e outro delgado (SNc);
- ▶ Com os dados gerados desenvolveram-se uma análise de variância e 2 modelos de regressão múltipla;
- ▶ Calcularam-se FEC empírico-mecanísticos;
- ▶ A variação do FEC, permitiu o cálculo da redução da durabilidade prevista;
- ▶ A redução da durabilidade calculada foi comparada com a obtida p/ Elsym5.

Resultados:

- ▶ Significância dos fatores sobre "D":
 - ▶ C; E; CE; PE são significantes;
 - ▶ P é significativa no pavimento delgado;
 - ▶ P não é significativa no espesso;
- ▶ Hierarquia entre os fatores:
 - ▶ 1º E; 2º C; 3º CE; 4º PE; 5º P;
- ▶ Modelo de previsão "D":
 - ▶ $D = 11,78 + 0,44C + 5,81E - 0,16CE$
($R^2=0,927$)

Redução % durabilidade

Tipo de Pavimento	D medida FEC $b = 5,959$	D medida FEC $b = 4,32$	D Elsym5 FEC $b = 5,959$	D Elsym5 FEC $b = 4,32$
Espesso	48,4	38,0	65,2	53,4
Delgado	67,3	55,5	73,7	62,0

Sim, mas...

- ▶ Realmente os resultados expressam *indicações* de redução da vida prevista do pavimento;
- ▶ Porém, os fatores de tráfego atuaram s/pavimentos através do rodado duplo do simulador de tráfego;
- ▶ Quais seriam os resultados com a ação do tráfego expressa por todo o espectro de veículos?

Pesquisa de Campo

Objetivos:

- ▶ Estudar efeitos do excesso de carga sobre a durabilidade pavimentos;
- ▶ Verificar a influência da fiscalização por pesagem sobre a durabilidade e o desempenho estrutural e funcional dos pavimentos;
- ▶ Avaliar repercussões financeiras.

Onde?

- ▶ Rodovias BR-386, BR-290, BR-287 e BR-285, junto aos postos de pedágio.



Como?

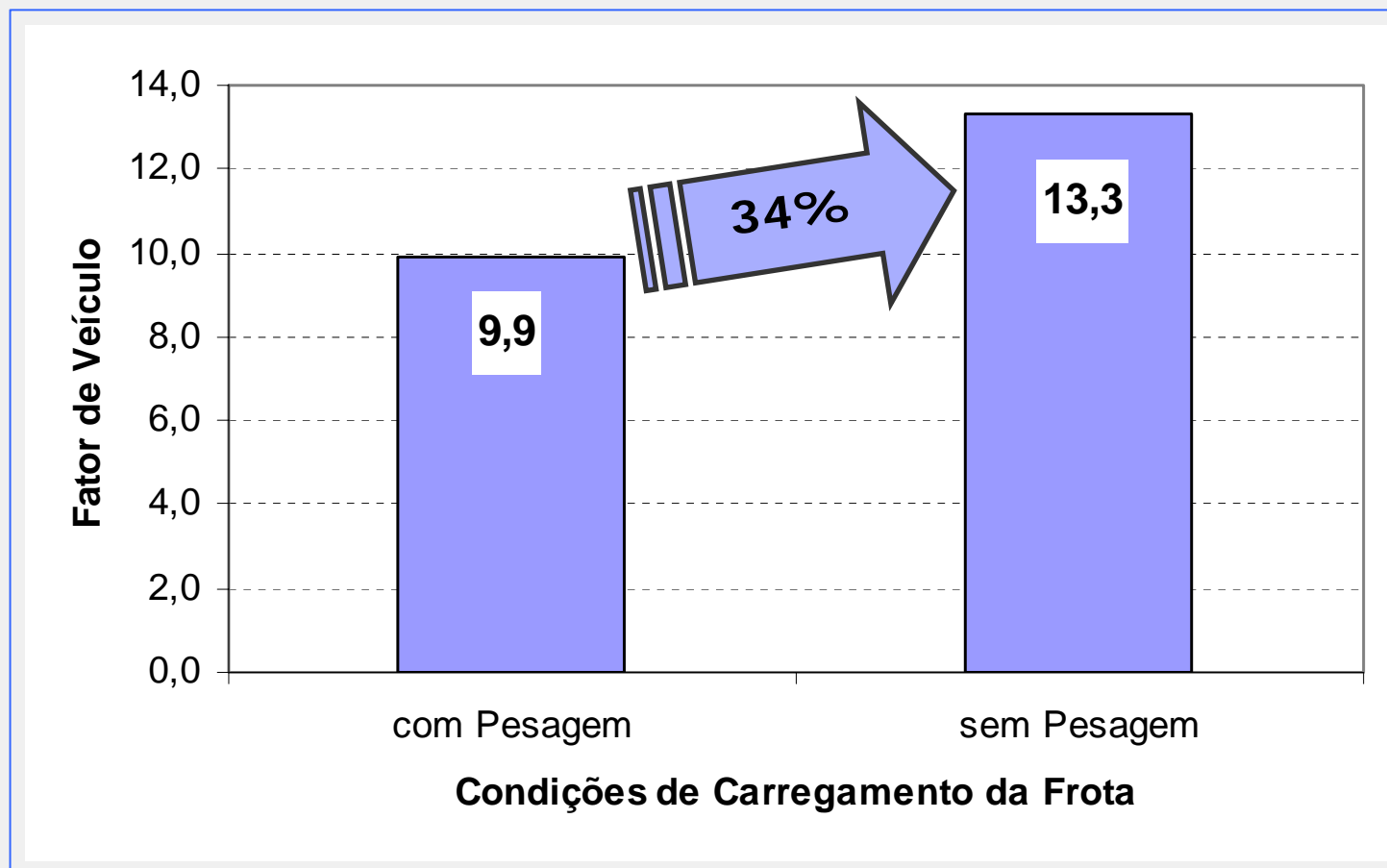
- ▶ Medindo a variação do FV para avaliar o desempenho estrutural do pavimento;
- ▶ Calculando a redução da vida prevista em função de alterações Número N;
- ▶ E, para detectar a evolução IRI e custos manutenção utilizaram-se modelos de previsão de desempenho contidos no programa HDM-4.

Para frota **com** e **sem** pesagem:

Discriminando mais:

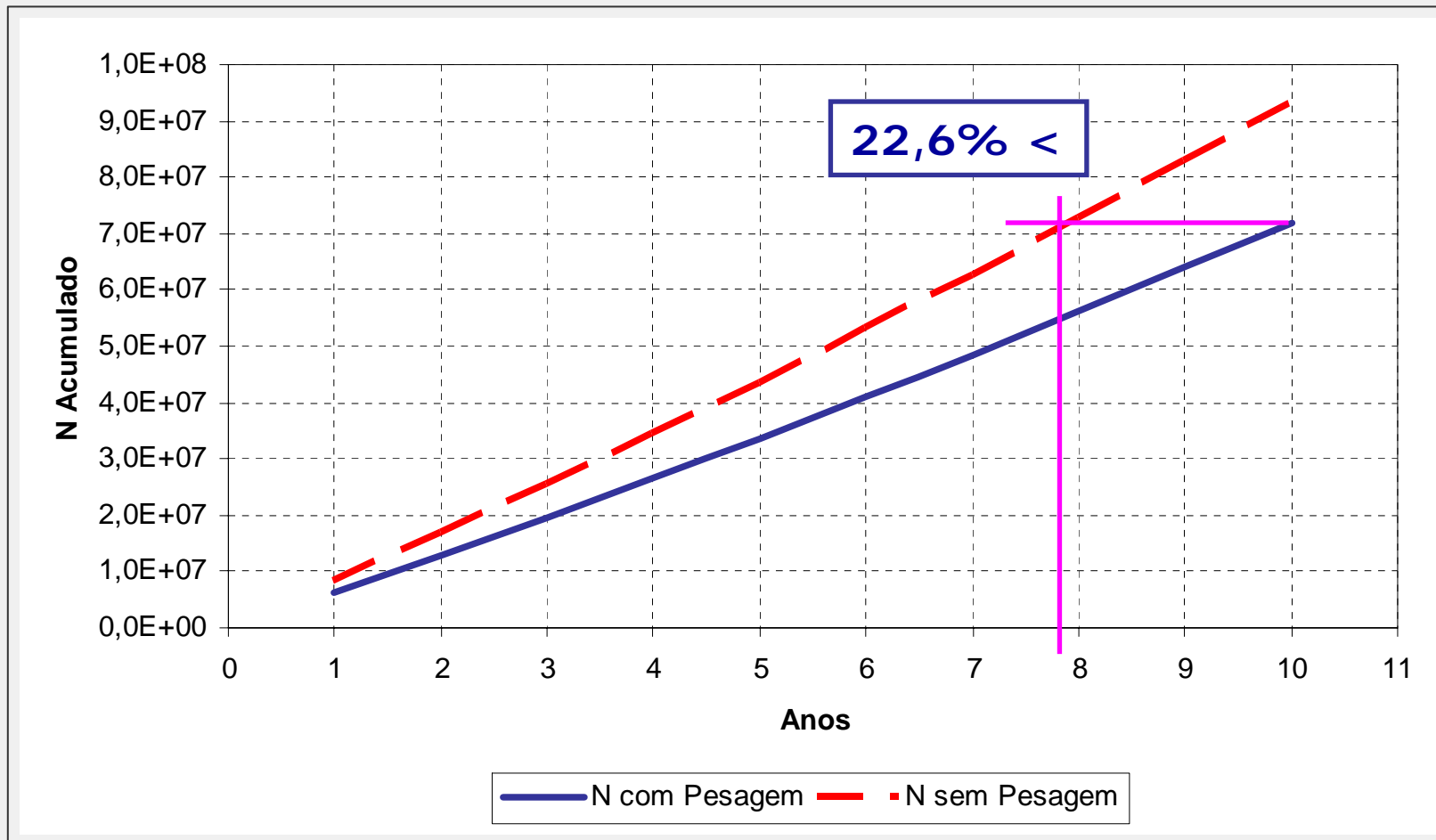
- ▶ Determinação da frota?
 - ▶ Contagens volumétricas e contagens “carregado-vazio”;
- ▶ Hipóteses de carregamento?
 - ▶ Com pesagem: 100% dos veículos carregados trafegam nos limites mais a tolerância;
 - ▶ Sem pesagem: 60% dos carregados trafegam no limite mais a tolerância. 40% com excesso;
- ▶ Determinação da ação do tráfego?
 - ▶ Cálculo do VDMA e projeções do Número N.

Desempenho estrutural



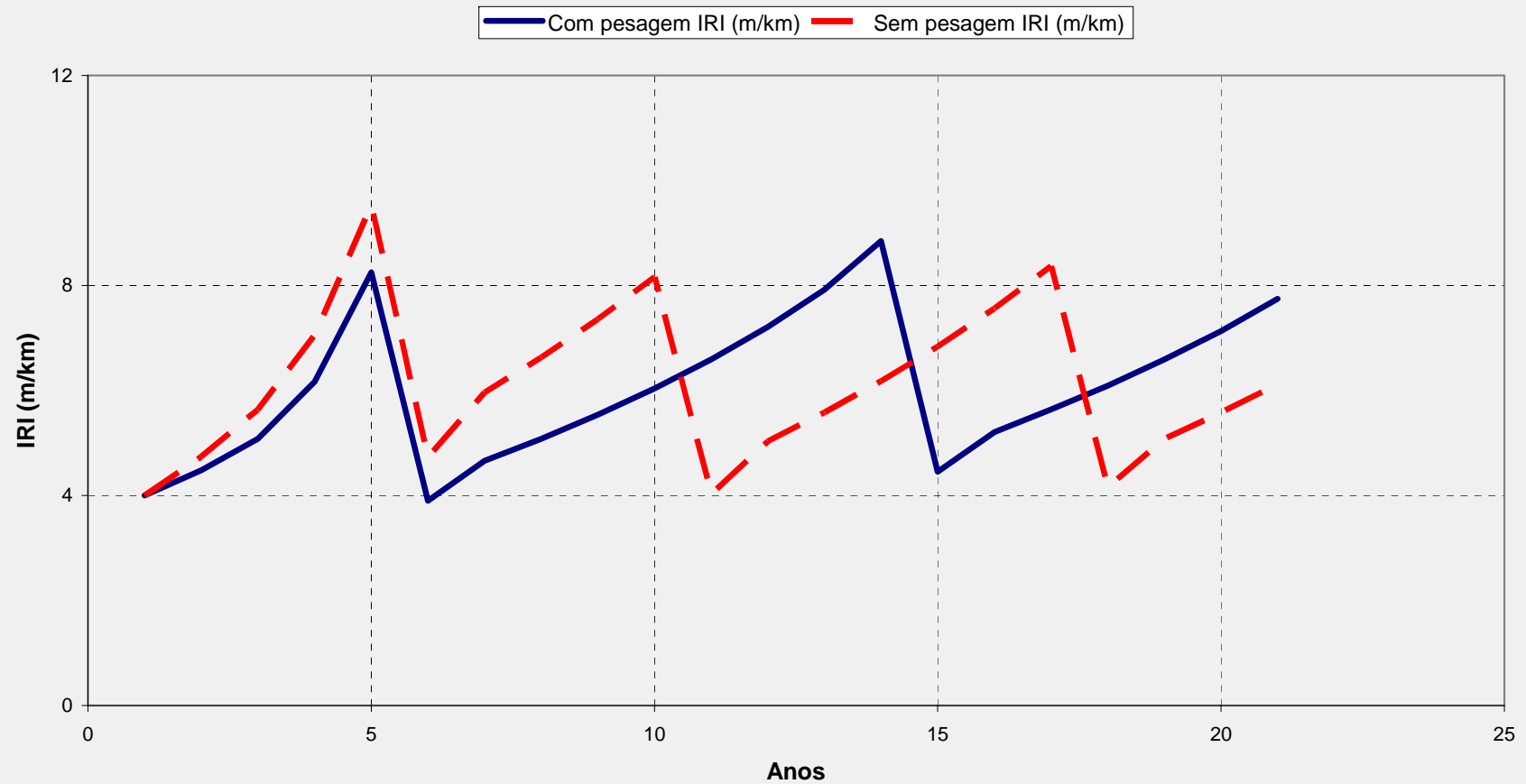
Frota da BR-386

Durabilidade



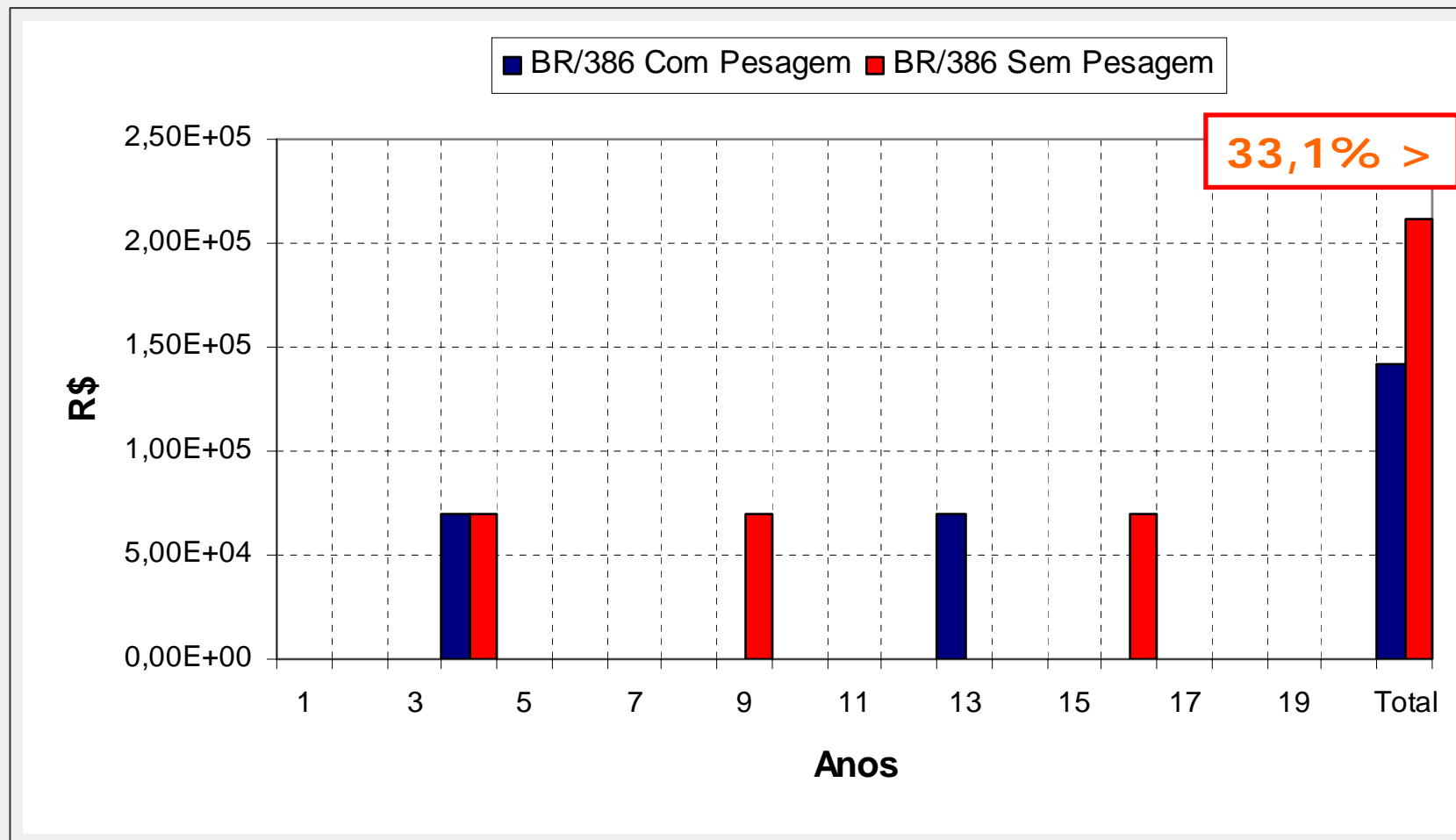
Evolução do tráfego na BR/386

Desempenho funcional



Pavimento da BR/386

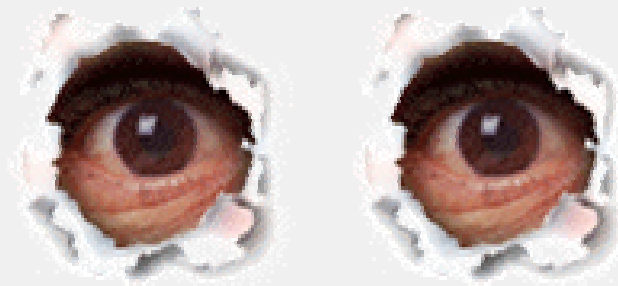
Custos de manutenção



Evolução dos custos de manutenção

Pergunta-se:

- ▶ Sabendo redução da durabilidade, problemas estruturais e funcionais e, ainda, > custos de manutenção, é possível implementar pesagem sem considerar a opinião dos integrantes do sistema?
- ▶ Não é fundamental buscar a **visão** do usuário?



Pesquisa de Opinião

Objetivos:

- ▶ Levantar percepção de motoristas, técnicos e empresários sobre questões de pesagem e,
- ▶ Fornecer informações às autoridades e usuários para planejamento, operação e fiscalização dos excessos de carga.

Onde?

- ▶ Motoristas: nos eixos de carga POA – RG, POA – CXS, POA – SAO;
- ▶ Técnicos: no curso de atualização rodoviária no SICEPOT;
- ▶ Empresários: com os filiados do SETCERGS.



Como?

- ▶ Estratificação de amostras;
- ▶ Elementos de estatística descritiva:
Tamanho da amostra; nº questionários; média; desvio padrão; distribuição de dados agrupados; etc.
- ▶ Elaboração de questionário aberto;
- ▶ **Elaboração de questionário fechado;**
- ▶ Entrevistas;
- ▶ Cálculo das estatísticas e elaboração de gráficos.

Perguntou-se sobre níveis qualitativos de:

Nível primário	Nível secundário
1. PROBLEMAS PROVOCADOS PELO EXCESSO DE CARGA	Estraga o pavimento Estraga o caminhão Diminui a segurança Diminui o frete disponível
2. TRANSTORNOS DURANTE A PESAGEM	Atrasa a viagem Redistribuição da carga Atrito com a fiscalização Possibilidade de multa Desconfiança da balança
3. Motivos pelos quais o Governo faz pesagens	Proteger o pavimento Aumentar a arrecadação Aumentar a segurança
4. Trafegar com sobrecargas	Grau de compensação
5. Controle excessos de carga	Importância do controle

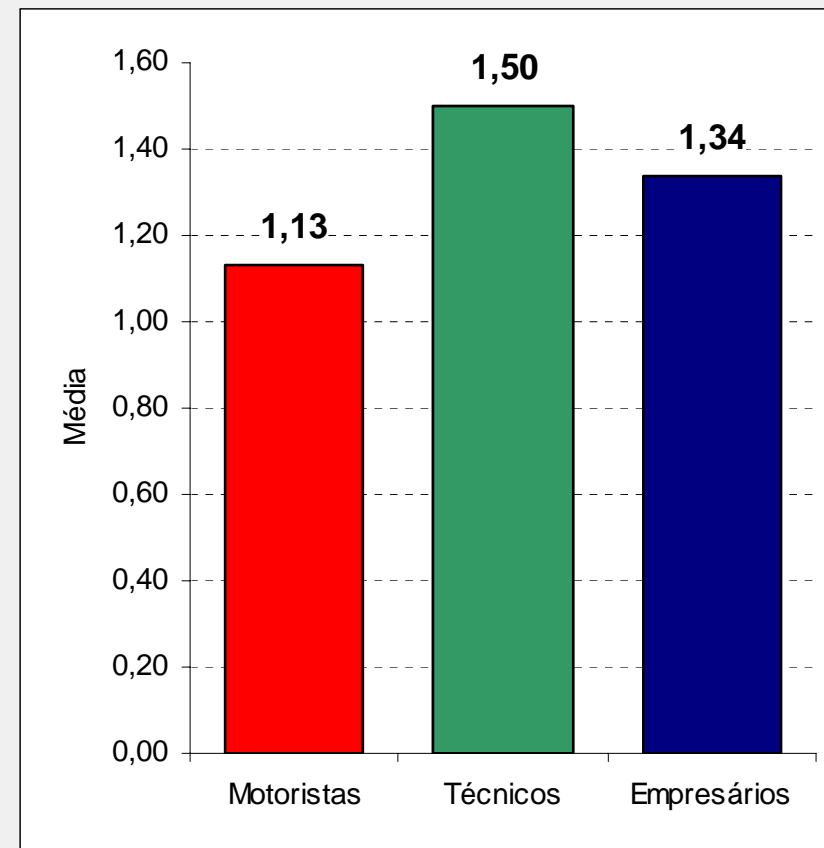
Problemas provocados excesso de carga

Variável:

Estraga o pavimento

Escala de valores

Nenhuma Importância	0,0
Pouca Importância	0,5
Importância Média	1,0
Importância Grande	1,5

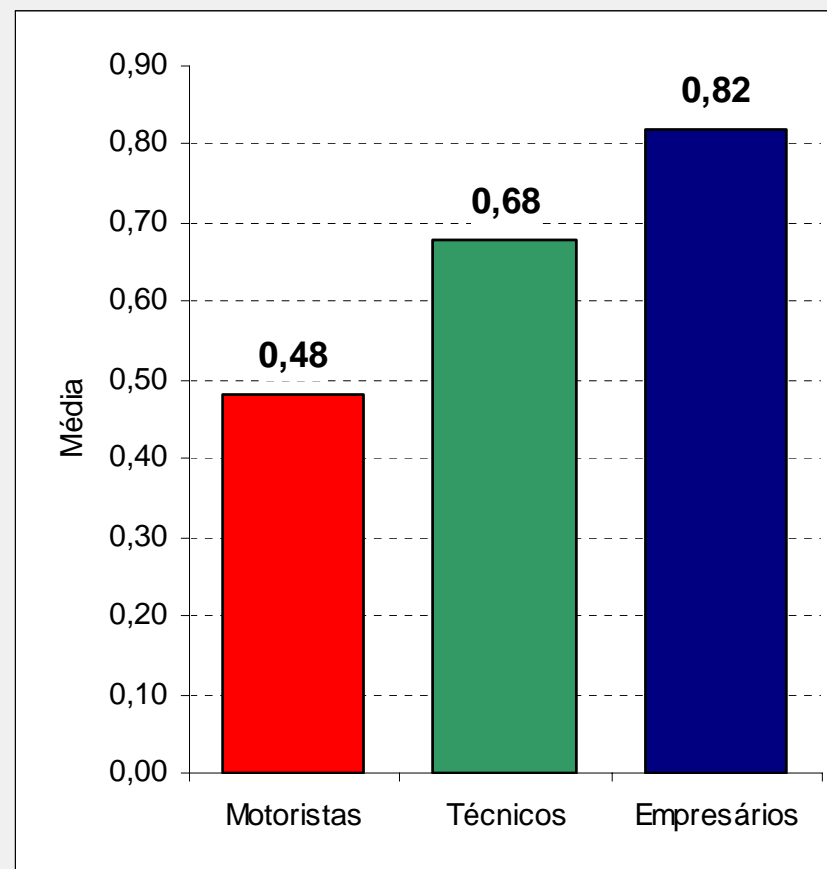


Transtornos pesagem

Variável:

Desconfiança da balança

Escala de valores	
Nenhuma	0,0
Pouca desconfiança	0,5
Média	1,0
Grande	1,5
Muito grande	2,0



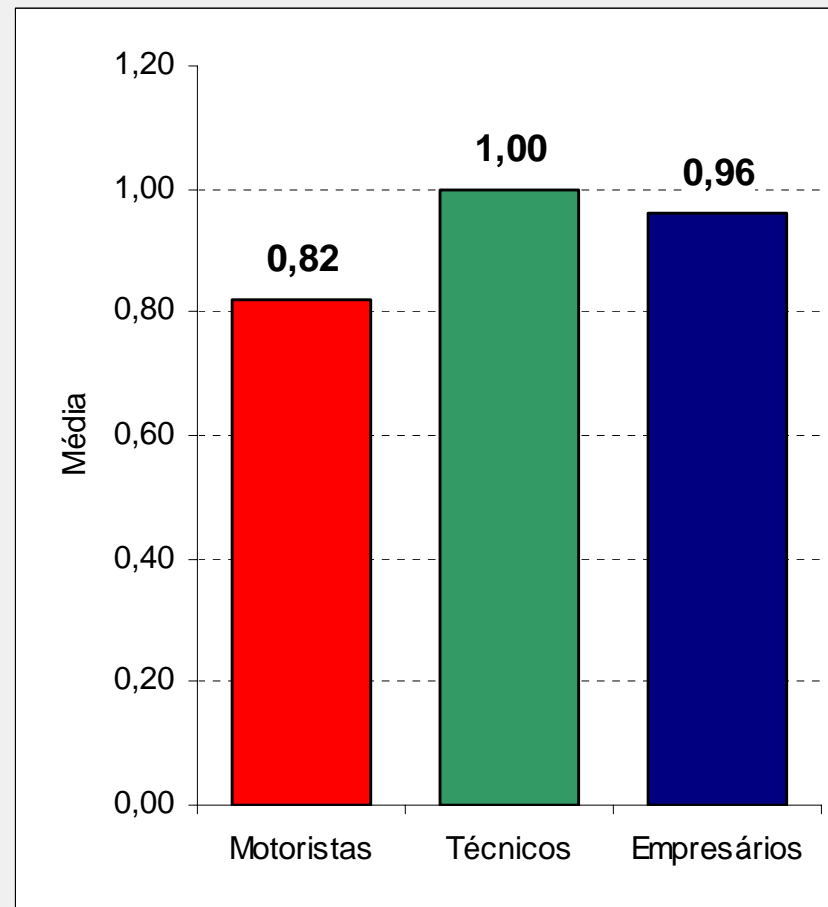
Motivos pesagem

Variável:

Aumentar a arrecadação

Escala de valores

Não é motivo	0,0
Motivo pequeno	0,5
Motivo Médio	1,0
Motivo grande	1,5



Compensações com sobrecargas

Variável: **Grau de compensação**

Nenhuma ou pequena:

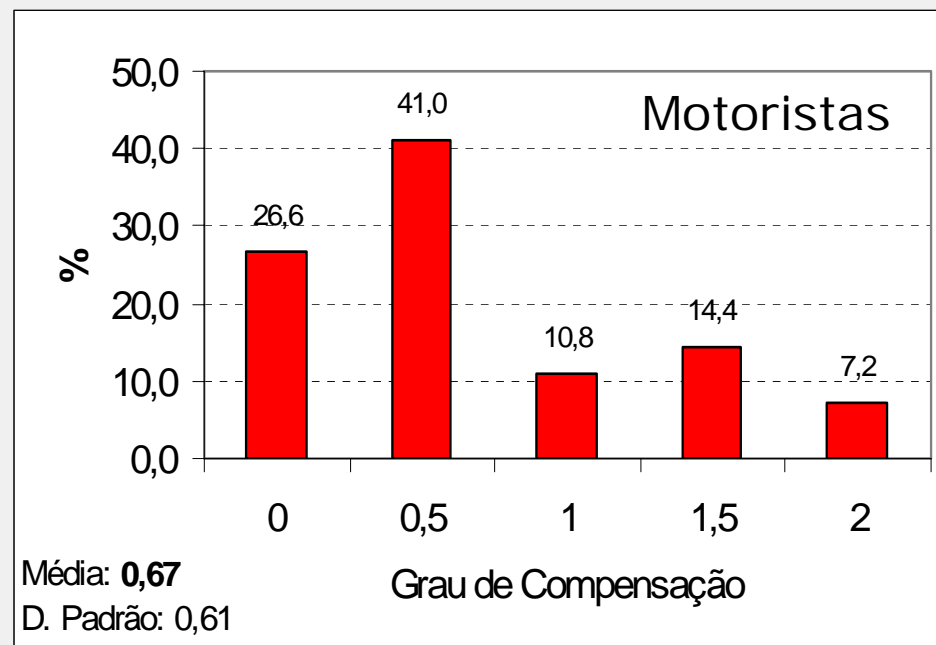
67,6% Motoristas

64,8% Técnicos

62,5% Empresários

Escala de valores

Nenhuma	0,0
Pequena	0,5
Média	1,0
Grande	1,5
Muito grande	2,0



Principais conclusões:

1. Pressão inflação afeta pavimentos delgados;
2. Hierarquização magnitude fatores:
1° E; 2° C; 3° CE; 4° PE e 5° P;
3. $D = 11,78 + 0,44C + 5,81E - 0,16CE$;
4. Quando carga/eixo (simulador) passa de 100 para 120KN (20%), há redução de **48,3%** na vida prevista do pavimento espesso. No delgado, a redução é de **67,3%**;

5. Dimensionando pavimento para tráfego Cpesagem e Spesagem, o FV da frota aumenta **34,5%**. Surgem defeitos prematuros;
6. Estudos nas BR's indicam que, Spesagem, há uma redução média de **23,0%** na durabilidade;
7. Para horizonte de 20 anos, Spesagem necessita-se **três** recapeamentos (5,0cm). Cpesagem, são necessários apenas **dois** recapes;
8. O estudo econômico apresentou diferença de **33,0%** de gastos adicionais para manutenção dos pavimentos quando não se faz o controle de carga;

9. PO, indica que **54,7%** motoristas, **100,0%** técnicos e **76,0%** empresários atribuem grande importância aos danos que excessos carga provocam nos pavimentos. Resultados indicam conscientização técnicos e um trabalho educativo para motoristas;
10. Falta *segurança* há certo consenso: **75,6%** motoristas, **81,6%** técnicos e **84,0%** empresários acreditam que a segurança tem importância média ou grande como motivo de pesagem;

11. Sobre grau de importância do controle de cargas, constatou-se que **66,9%** motoristas, **100,00%** técnicos e **80,0%** empresários atribuem grande importância à pesagem. Estes % indicam a necessidade de maiores esclarecimentos (motoristas) sobre os benefícios da pesagem.

Uma síntese final



FIM

Muito Obrigado !