

Engenharia - UFJF

II Concurso de Estruturas da UFJF

PONTE DE MACARRÃO

2º Período - 2006

1 Dados para o projeto da ponte

Os dados aqui apresentados foram obtidos pela equipe de professores e alunos coordenados pelo professor Luis Alberto Segovia Gonzalez, do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Conforme informado no *site*:

<http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete>

os dados aqui reproduzidos podem ser utilizados livremente, desde que seja citada a fonte e sejam devidamente mencionados os autores.

Os dados acerca do comportamento mecânico do macarrão - aqui apresentados de forma sucinta - encontram-se no trabalho: **Didactic Games in Engineering Teaching - Case: Spaghetti Bridges Design and Building Contest**, que tem por autores L. A. S. González, I. B. Morsch e J. R. Masuero, da UFRGS, publicado no *18th International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2005)*. Uma versão em formato pdf deste artigo pode ser obtida em:

<http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/arquivos/COBEM2005-1756.pdf>

2 Dados gerais sobre o espaguete

- Número médio de fios de espaguete em cada pacote: 500
- diâmetro médio: 1,8 mm
- raio médio: 0,9 mm
- área da seção transversal: $2,545 \cdot 10^{-2} \text{cm}^2$
- momento de inércia da seção: $5,153 \cdot 10^{-5} \text{cm}^4$
- comprimento médio de cada fio: 25,4 cm
- massa média de cada fio inteiro: 1 g
- peso linear: $3,937 \cdot 10^{-2} \text{g/cm}$
- módulo de elasticidade longitudinal: $36000 \text{ kgf/cm}^2 \approx 3600 \text{MPa}$.

2.1 Dados sobre a resistência à tração do espaguete

A carga de ruptura por tração para um fio de espaguete independe do comprimento do fio, e foi determinada através do ensaio de 6 corpos de prova submetidos a tração até a ruptura. A carga média de ruptura obtida nestes ensaios foi de $4,267 \text{ kgf} \approx 42,67 \text{ N}$.

(Fonte: http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/dados_tracao.html)

2.2 Dados sobre a resistência à compressão do espaguete

A carga de ruptura por compressão dos fios de espaguete, está relacionada com o fenômeno da flambagem, que depende do comprimento do fio de espaguete, das propriedades geométricas da sua seção transversal e das condições de vinculação das extremidades.

Para os alunos que ainda não tenham cursado disciplinas que abordem o estudo da flambagem, a carga de ruptura por compressão para cada barra comprimida da treliça da ponte, pode ser determinada através de curvas que foram obtidas a partir dos resultados de 93 ensaios de compressão de corpos de prova de diferentes comprimentos e formados por diferentes números de fios de espaguete.

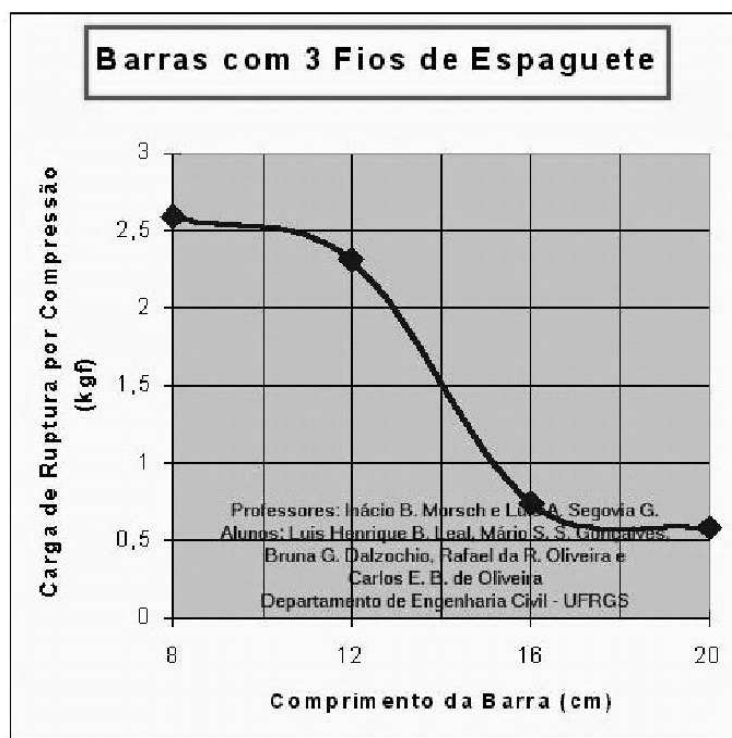
Destas curvas, apresentadas a seguir, pode ser obtida a carga de ruptura por compressão para barras de diferentes comprimentos, formadas por diferentes números de fios de espaguete. O item 2.2.1 mostra curvas de carga de ruptura por compressão x comprimento da barra, para barras formadas com diferentes números de fios de espaguete. O item 2.2.2 mostra curvas de carga de Ruptura por Compressão x Número de Fios de Espaguete da Barra, para barras com diferentes comprimentos.

Os alunos que cursem ou já tenham cursado disciplinas que abordem o estudo da flambagem, na determinação da carga de ruptura por compressão de cada barra comprimida da treliça da ponte, podem consultar a uma curva de flambagem mostrada na figura 1, que foi obtida a partir de resultados dos testes de compressão.

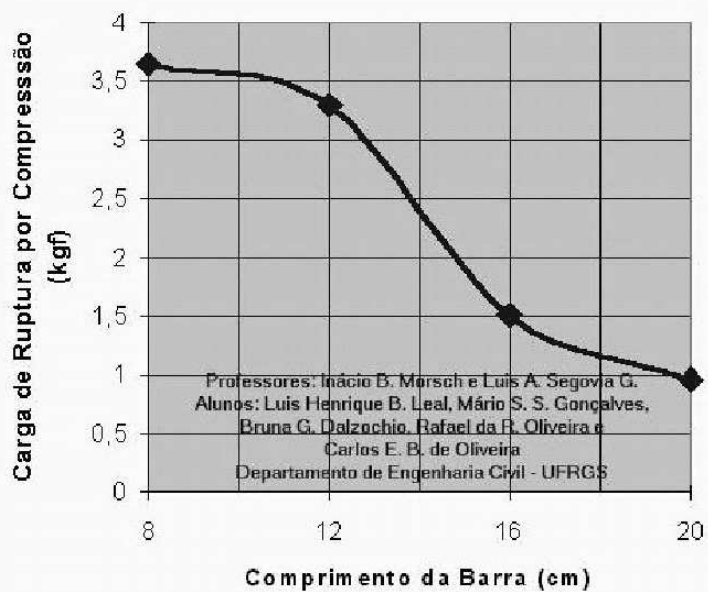
2.2.1 Curvas de carga de ruptura por compressão x comprimento da barra para barras com diferentes números de fios de espaguete

Todas as curvas aqui mostradas foram extraídas de:

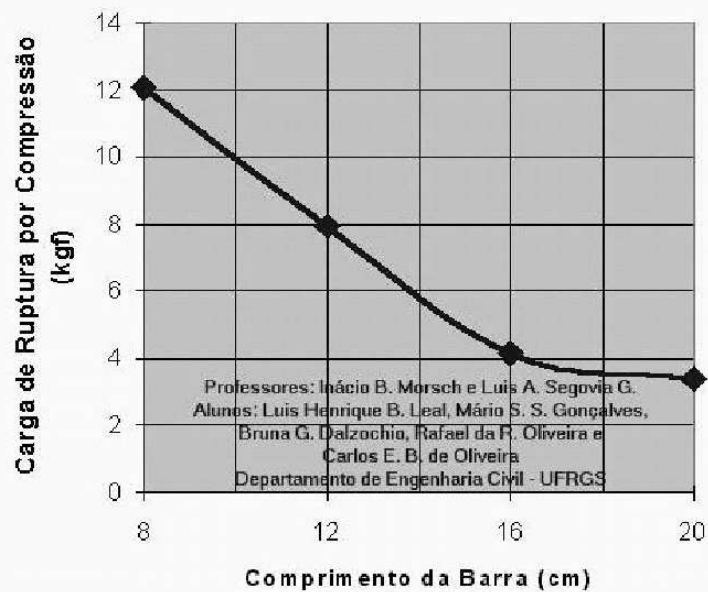
http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/dados_curvasfios.html



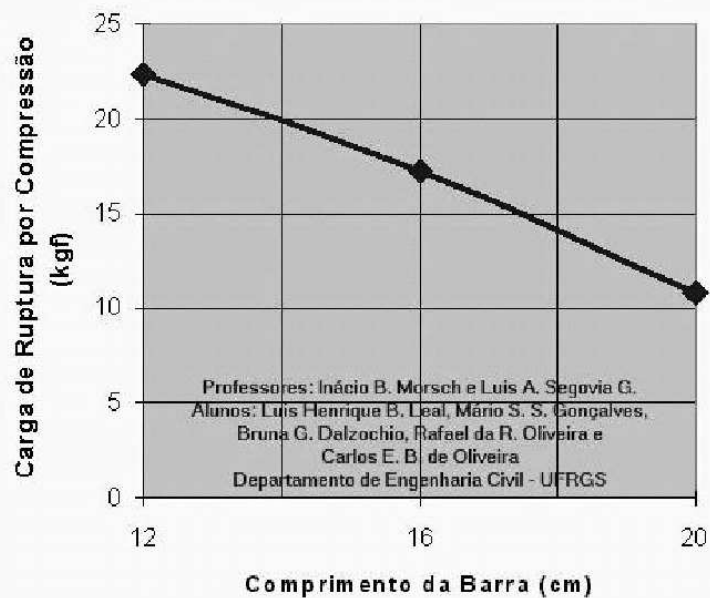
Barras com 4 Fios de Espaguete



Barras com 7 Fios de Espaguete



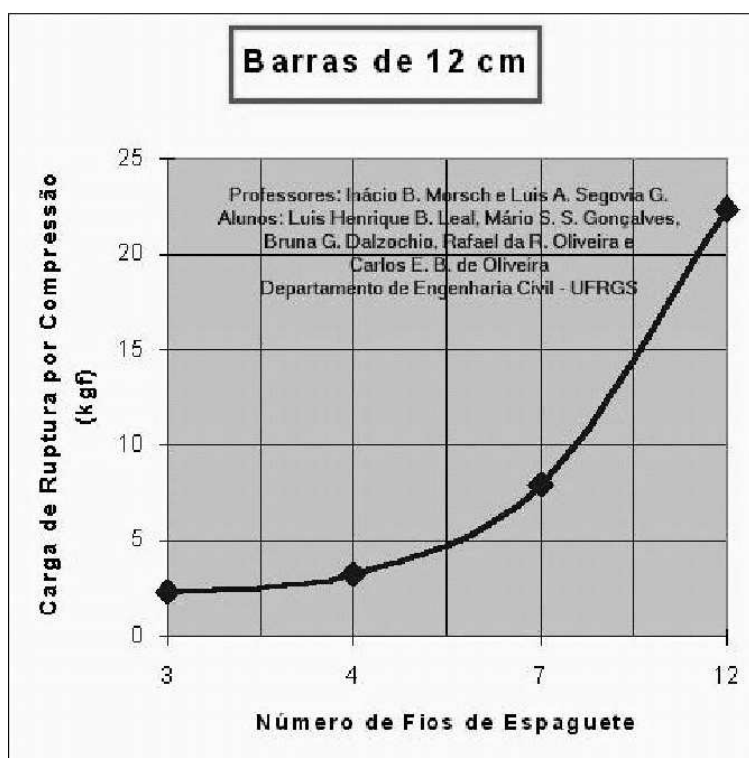
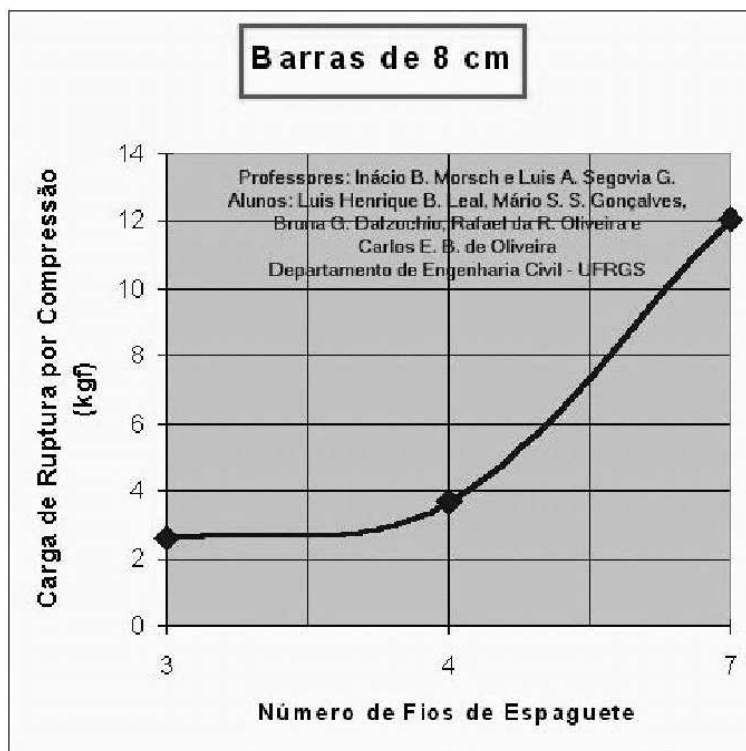
Barras com 12 Fios de Espaguete



2.2.2 Curvas de carga de Ruptura por Compressão x Número de Fios de Espaguete da Barra, para barras com diferentes comprimentos

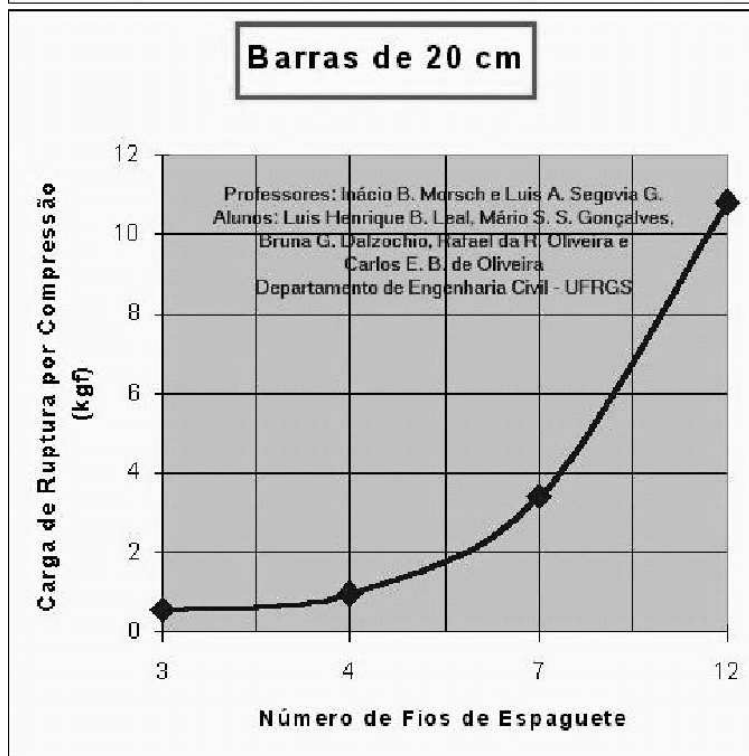
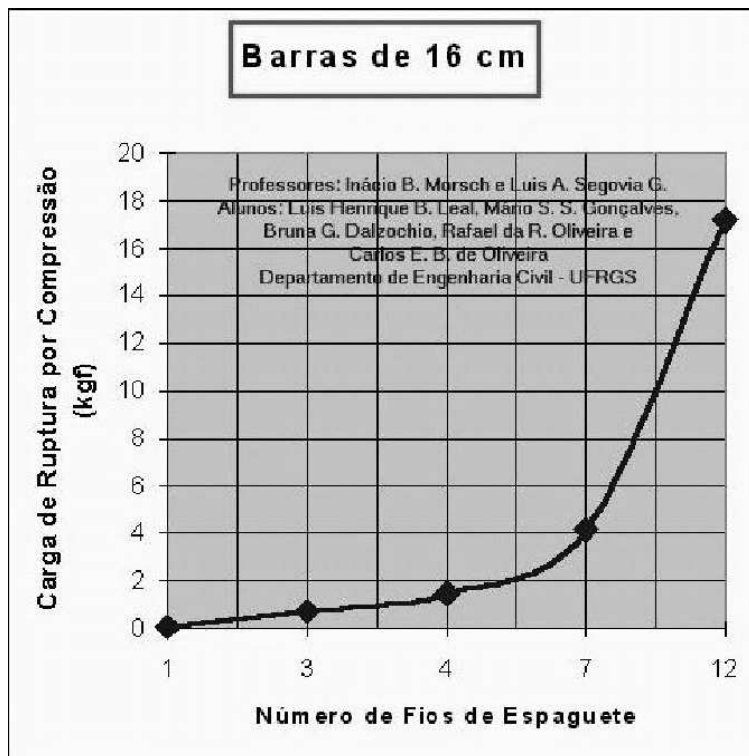
Todas as curvas aqui mostradas foram extraídas de:

http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/dados_curvascomprimentos.html



2.2.3 Compressão: curva de flambagem

Os dados dos testes de flambagem foram condensados na curva de flambagem (figura 1), onde os pontos menores (losangos) representam os resultados experimentais, ajustados pela curva indicada, e os pontos maiores (quadrados) são os resultados para diversos índices de esbeltez, considerando-se a curva de Euler com um Módulo de Young $E = 36000 \text{ kgf/cm}^2 \approx 3600 \text{ MPa (N/mm}^2\text{)}$.



Referências:

L. A. S. González, I. B. Morsch e J. R. Masuero, *Didactic Games in Engineering Teaching - Case: Spaghetti Bridges Design and Building Contest*, 18th International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2005)

<http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete>, site do concurso de Pontes de Espaguete da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

<http://www.jhu.edu/virtlab/spaghetti-bridge/>, site do concurso de Pontes de Espaguete da Johns Hopkins University, EUA.

Organização:

Prof. Flávio de Souza Barbosa

Prof. Luis Paulo S. Barra

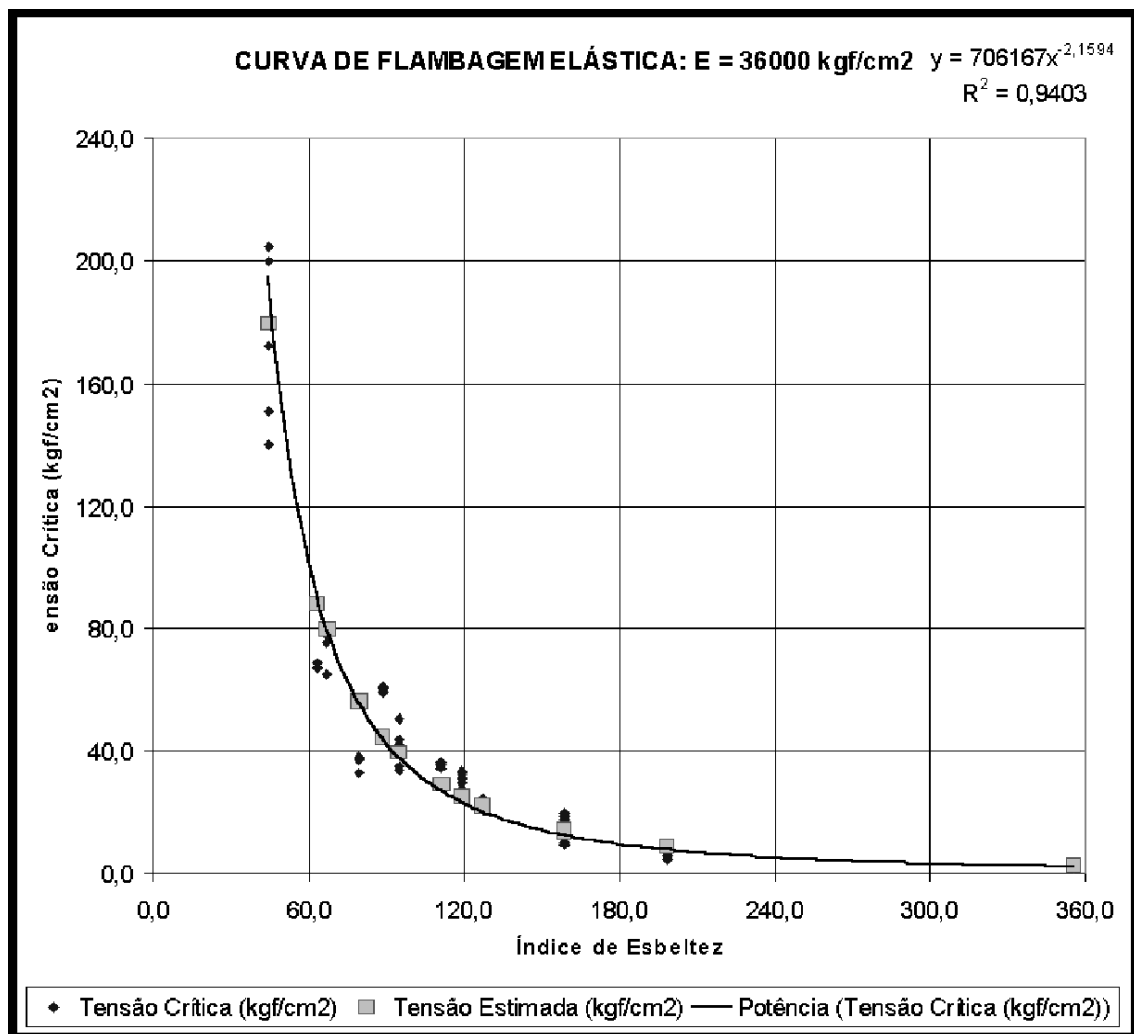


Figura 1: Curva de flambagem

Prof.^a Michèle C. R. Farage

Departamento de Estruturas
NUMEC

Núcleo de Pesquisa em Métodos Computacionais em Engenharia