

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Deptº de Engenharia de Estruturas e Fundações

21 JUL 1998

ISSN 0103-9822

BT/PEF/9806

Sobre o Cabo Pênsil



Lúcio Martins Laginha
Hideki Ishitani

São Paulo - 1998

998552

Laginha, Lúcio Martins

Sobre o cabo pênsil / L.M. Laginha, H. Ishitani.
-- São Paulo : EPUSP, 1998.

12 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica
da USP, Departamento de Engenharia de Estruturas e
Fundações, BT/PEF/9806)

1. Pontes pênsis 2. Cabos I. Ishitani, Hideki
II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Departamento de Engenharia de Estruturas e Funda-
ções III. Título IV. Série
ISSN 0103-9822

CDU 624.5
624.071.23

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP

Dept^o. de Engenharia de Estruturas e Fundações

SOBRE O CABO PÊNSIL

Lúcio Martins Laginha

Hideki Ishitani



São Paulo
1998



Resumo

O comportamento das Pontes Pênsis sem viga de rigidez sob ação de uma carga móvel é analisado conjuntamente com a experimentação. A tradicional hipótese da inextensibilidade do cabo pênsil é substituída por uma nova, a da “Igualdade das Áreas”. São apresentadas novas formulações.

As transições tecnológicas na utilização deste sistema estrutural são estudadas, desde as primeiras pontes chinesas até as mais modernas, assim como as teorias de Rankine, a Teoria Elástica e finalmente a Teoria dos Deslocamentos.

Abstract

The behavior of the suspension bridge without stiffening truss under a concentrated load action is studied also with experimental data. The usual hypothesis of the inextensibility of the suspension cable is replaced by a new one, the hypothesis of the “Equality of the Areas”. New formulations are presented.

The transitions in engineering and the turning points are studied since the old chinese until the modern bridges, as well as the first theories like Rankine's, the Elastic Theory and finally the Deflection Theory.



Introdução

A travessia pênsil é um dos mais antigos sistemas estruturais utilizados pelo homem. As primeiras pontes pênséis registradas são chinesas construídas com cabos principais feitos de fibras vegetais trançadas. A transição das fibras naturais para o metal também contempla a China, nas regiões montanhosas de Yunnan e Sichuan. Pontes pênséis de correntes de ferro já foram construídas antes da era cristã.

A construção da primeira ponte pênsil de correntes de ferro no Ocidente é creditada ao juiz de paz James Finley em Uniontown, Pensilvânia no ano de 1801 [6].

As correntes constituídas por barras de chapas de ferro forjado planas de Sir Samuel Brown, são a solução para o início das pontes pênséis inglesas. Assim, os ingleses e outros resolveram o problema dos cabos principais até a ponte de Florianópolis, no século seguinte, a maior ponte em correntes do mundo [6]. Depois de 1850 o ferro forjado é adotado praticamente em todas as obras, sendo substituído pelo aço no fim desse século.

Em 1826 é inaugurada a ponte de Menai feita por Thomas Telford. Esta obra impressionou Navier e os engenheiros da época, feita de correntes com elos em chapas planas de ferro forjado com olhais nos extremos¹, com vão de 177 m. Em Dezembro de 1864 é inaugurada a Ponte Clifton [1].

Na Inglaterra, a teoria aparece condensada nos livros: “*A Manual of Applied Mechanics*”² (1858) e “*Civil Engineering*” (1863) de Rankine [10]. Nestas publicações, Rankine apresentou sua teoria aproximada para tabuleiros enrijecidos com duas e três articulações. São as bases da futura *Teoria Elástica* [2].

A primeira ponte com *cabos principais de fios de ferro* foi finalizada em 1816 em Fairmont, Estados Unidos. É a Ponte do Rio Schuylkill construída na forjaria e fábrica de arames de Erskine Hazard e Josiah White.

Navier viajando pela Inglaterra em 1821, com o objetivo de estudar as pontes pênséis, escreve as “*Mémoires sur les Ponts Suspendus*” publicada em 1823, em Paris. Foi assunto de grande interesse na época, tanto que Marc Sequin em 1824 publica “*Des Ponts*

¹ Barras em chapas olhadas com pinos de ligação nos olhais, semelhante a uma corrente de bicicleta.

² Escreve Rankine: “...a resistência transversal da viga de rigidez deve ser 4/27 partes da resistência de uma viga de mesmo vão e dimensionada para suportar uma carga distribuída de mesma intensidade.”

em *Fil de Fer*", sendo sua proposta de atravessar o Rio Ródano³, a Ponte Tain-Tournon, realizada em 1825, aplicando-se cabos compostos de fios de ferro [10].

Marc Seguin (1786-1875), Louis Vicat e o suíço Guillaume Henry Dufour (1787-1875), são considerados dos que contribuíram decisivamente para a transição das correntes para os cabos compostos de fios. Vicat⁴ sugere em um relatório de 1831, montar os cabos "*in situ*", de ancoragem a ancoragem sem emendas intermediárias, *dando voltas, utilizando-se de um cabo guia*. Também preconiza o uso de *uma catenária padrão* para a verificação da colocação exata dos fios durante a montagem dos cabos.

Joseph Chaley obtém sucesso na Suíça ao aplicar as idéias de Vicat na "*Grand Pont Suspendu de Fribourg*"⁵ de 273 m em 1834. Este recorde mundial dura apenas dezesseis anos, quando é construída a *Ponte Wheeling de 308 m* sobre o Ohio nos EUA em 1849, por Charles Ellet Jr., que estudou na "*Ecole des Ponts et Chaussées*" [6].

O inglês Henry Bessemer inventa em 1856 um forno para a produção do aço em larga escala, acima de 50 tons/hora.

Cabe ao engenheiro autodidata James Buchanan Eads (1820-1887), a primeira aplicação significativa do aço em 1874 na *Ponte St. Louis* [14], em arcos sobre o rio Mississippi. Seus marcos na engenharia, além da estética, são: maior ponte da época; tráfego misto rodo-ferroviário com dois tabuleiros sobrepostos; *primeira aplicação significativa do aço*; montagem dos arcos em balanço com tirantes, e *os mais profundos e maiores caixões a ar comprimido* até então utilizados nos Estados Unidos para execução das fundações.⁶

John Augustus Roebling ao construir a ponte sobre as *Quedas do Niágara em 1854*, com 250 m, combinou três processos de enrijecimento: pendurais verticais, pendurais radiais até as torres e a treliça de rigidez alta e pesada. É percebida a importância e influência do *peso próprio sobre a rigidez da ponte*. Assim, Roebling obteve evidentemente um entendimento intuitivo da *rigidez devida às forças gravitacionais das pesadas pontes pênséis de grande vão*. Isto, e sua prática no desenvolvimento da fabricação de cabos para pontes pênséis, leva-o finalmente ao bem sucedido projeto da grande *Ponte do Brooklyn de 486 m de vão em 1883* [10]. São empregados pela primeira

³ Rio Ródano é a tradução de Rio Rhône.

⁴ Louis Joseph Vicat (1786-1861) "Ponts suspendus en fil de fer sur le Rhône. Rapport au Conseiller d'Etat, directeur général des Ponts et Chaussées", APC 1831.

⁵ Cada cabo principal era composto de 1056 fios de 3,08 mm.

⁶ Williams Jr., J. W. "J. B. Eads and his St. Louis Bridge", Civil Engineering, Out. 1977 [14].

vez *fios de aço* na montagem dos cabos, pela primeira vez os fios são *zincados* (galvanizados) e pela segunda vez *perfis de aço laminado* em toda estrutura [13].

Na *Teoria Elástica* o cabo se mantém na forma parabólica após a aplicação da carga acidental P . A influência do deslocamento real de seu eixo é considerada desprezível no cálculo da estrutura pênsil [2]. É assumida a deformada parabólica para o cabo, sob quaisquer condições de carregamentos acidentais [3], [8]. Esta simplificação drástica, implica que qualquer carregamento acidental P no tabuleiro, provoca acréscimos de tração verticais nos pendurais uniformemente distribuídos na horizontal. O acréscimo horizontal da força no cabo H_P , é adotado como a força hiperestática para análise pelo método da energia de deformação.

Na *Teoria dos Deslocamentos*, com a carga acidental, os cabos se deslocam no espaço até a nova posição de equilíbrio, não mais permanecendo na forma parabólica. O resultado da mudança de posição dos cabos, é o da redução dos esforços na estrutura, pois surge um aumento no braço de alavanca, a distância vertical y , entre o cabo e sua corda. Resultam assim estruturas mais econômicas. A Teoria Elástica foi superada pela *Teoria dos Deslocamentos*.

Moisseif deu dois grandes passos na Ponte de Manhattan em 1909 com 448 m: o dimensionamento pela *Teoria dos Deslocamentos para viga de três tramos suspensos contínuos e torres flexíveis engastadas nas bases* [11].

Em 1931 é finalizada a *Ponte George Washington de 1.067 m* de vão central, *sem treliça de rigidez*, mostrando que com *tamanho e peso surge uma rigidez natural* [10].

A *Ponte Golden Gate de 1937* vence um vão de 1.280 m, com dois cabos principais de 93 cm de diâmetro, apoiados no topo das torres celulares de aço com 227 m de altura.

O colapso da *Ponte de Tacoma* em Puget Sound no ano de 1940, inaugura o capítulo da estabilidade aerodinâmica na engenharia civil.

A *Ponte Akashi Kaikyo* no Japão é a maior ponte do mundo com 1.990 metros de vão central. Seus cabos piloto são posicionados nos vãos com o auxílio de helicópteros [4]. Ultrapassa em 22 % o vão da *Ponte Store Baelt* na Dinamarca, de 1.624 m de vão central, atualmente também em construção.

Novas Interpretações do Estado da Arte

Para o estudo organizado do problema, definimos a *configuração de referência* como correspondente ao equilíbrio da carga permanente w , e após o cabo receber a carga acidental P , a *configuração deslocada* [5]. Do equilíbrio do cabo pênsil na configuração de referência (Fig. 1) resulta na seção genérica x :

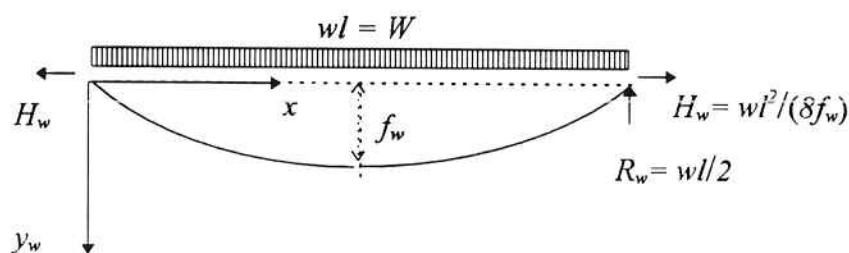


Figura 1 - A configuração de referência.

Ao aplicarmos o Teorema do Cabo, temos: $H_w y_w = M_w$, resultando nas equações do cabo na configuração de referência:

$$y_w H_w = \frac{wl}{2} x - \frac{w}{2} x^2 \quad \text{ou} \quad y_w = \frac{wl}{2H_w} x - \frac{w}{2H_w} x^2$$

A equação acima representa a configuração de referência, ou seja, a posição do cabo em função da carga permanente e da componente horizontal H_w da força de tração T_w . Por hipótese, o peso próprio do cabo foi considerado uniformemente distribuído na horizontal e acrescentado ao peso próprio do tabuleiro, resultando na carga permanente w .

Um ponto muito importante na análise do equilíbrio do cabo, é o centro das forças paralelas devido à carga permanente w . Podemos chama-lo de centro de gravidade [12] do cabo, localizado horizontalmente no meio do vão e na vertical à $2/3 f_w$ da corda que une as ancoragens.

Enfocaremos o estudo do cabo pênsil submetido a apenas uma carga concentrada P , na abscissa de **equilíbrio** genérica kl (Fig. 2 - configuração deslocada). Para isso, criamos o artifício de nos utilizarmos de dois sistemas cartesianos orientados na vertical da linha que une as ancoragens para baixo, e, na horizontal, das ancoragens até a carga concentrada, respectivamente.

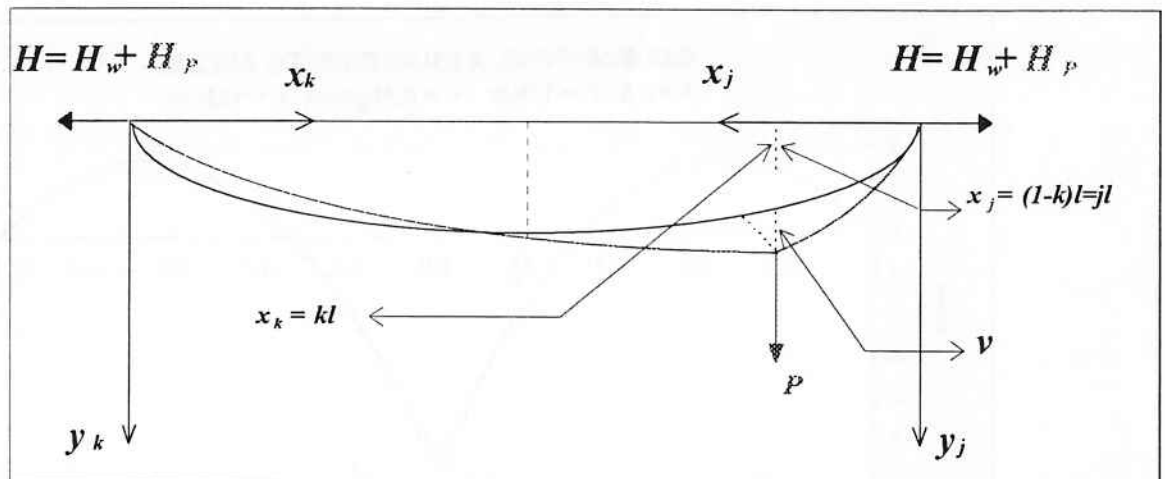


Figura 2 - A configuração deslocada, onde kl é a abscissa de equilíbrio da carga P .

A Igualdade das Áreas

Admitindo nulo o trabalho realizado pela carga permanente w ao ser aplicada a carga concentrada acidental P (Fig. 2), resulta a expressão clássica para o valor de H_P . De fato, considerar nulo o trabalho desenvolvido pela carga permanente w ao longo do cabo, implica em que a integral dos deslocamentos ($v = y_w - y$) seja nula. Matematicamente:

$$\int_0^l wv(x)dx = 0 \quad \Rightarrow \quad \int_0^l v(x)dx = 0 \quad \text{ao longo de todo o cabo.}$$

Isto implica em que a área A_w , englobada pela configuração de referência, e a área A , englobada pela configuração deslocada, sejam iguais. Assim sendo, igualando-se $A_w = A$ obtemos os valores clássicos da literatura:

$$H_P = \frac{6P}{wl} H_w kj \quad \text{ou seja} \quad H_P = \frac{\int_0^l M_P dx}{\int_0^l y_w dx}$$

A Igualdade das Áreas [5] tem o mesmo significado que a imobilidade do centro de gravidade da carga permanente. Como ilustração, a figura 3 apresenta o gráfico dos deslocamentos verticais do cabo para uma carga central, obtidos de forma analítica e, experimental.

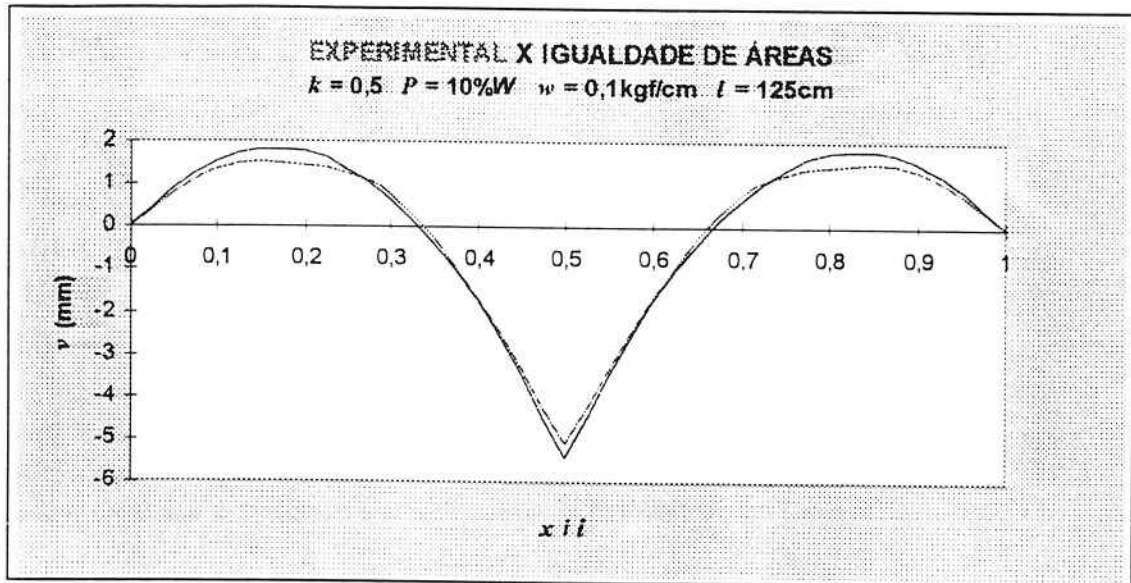


Figura 3 - Deslocamentos devidos a carga central.

Com a hipótese da Igualdade das Áreas, surgem pontos cujas abscissas apresentam deslocamento vertical nulo (Fig. 4) e dependem apenas da posição de equilíbrio $x = kl$ da carga P . Define-se Ponto Fixo como um ponto da configuração de referência y_w onde cruza a configuração deslocada y (y_k ou y_j). Nestas abscissas, resultam $v = 0$, não correspondendo mais ao mesmo ponto físico do cabo. As abscissas que localizam os Pontos Fixos [5] obedecem à seguinte lei:

$$x_x = \frac{(3k - 1)}{3k} l$$

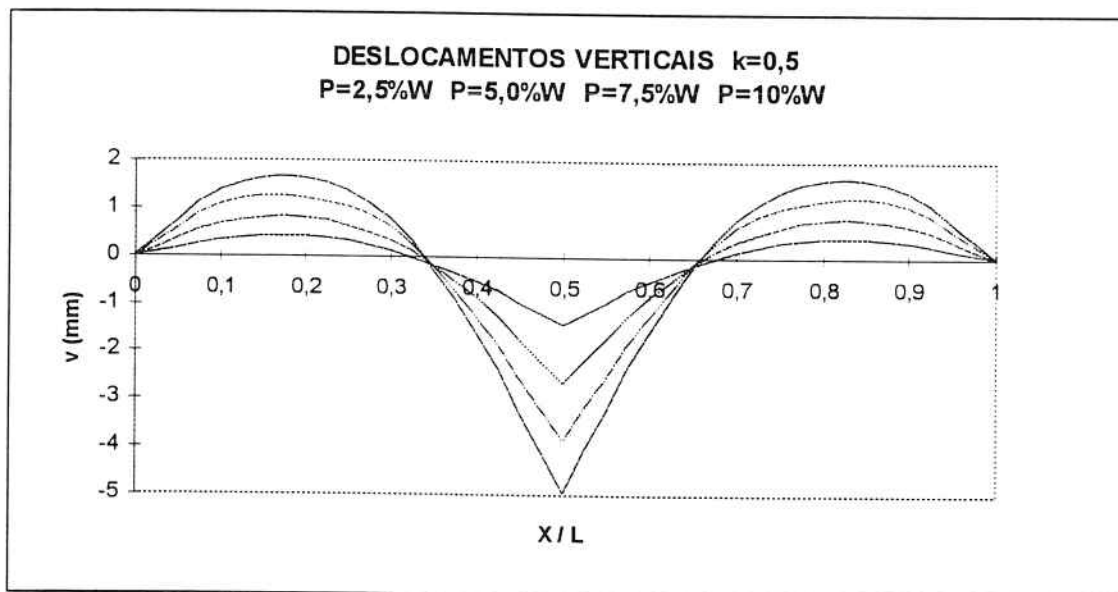


Figura 4 - Deslocamentos verticais experimentais para $k = 0,5$.

Análise Experimental

O objeto desta análise é o cabo pênsil livremente suspenso. Foram realizados dois experimentos no Laboratório de Estruturas e Materiais Estruturais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em uma cordoalha com 1,5 mm de diâmetro nominal, formada por 19 fios de aço galvanizado com 0,3 mm. O vão de 125 cm foi dividido em dez segmentos, resultando em 9 estações para as medições dos deslocamentos no modelo [7], [9]. A flecha de construção f_w adotada foi de 12,5 cm ($\varphi = P/W$ e $W = wl$).

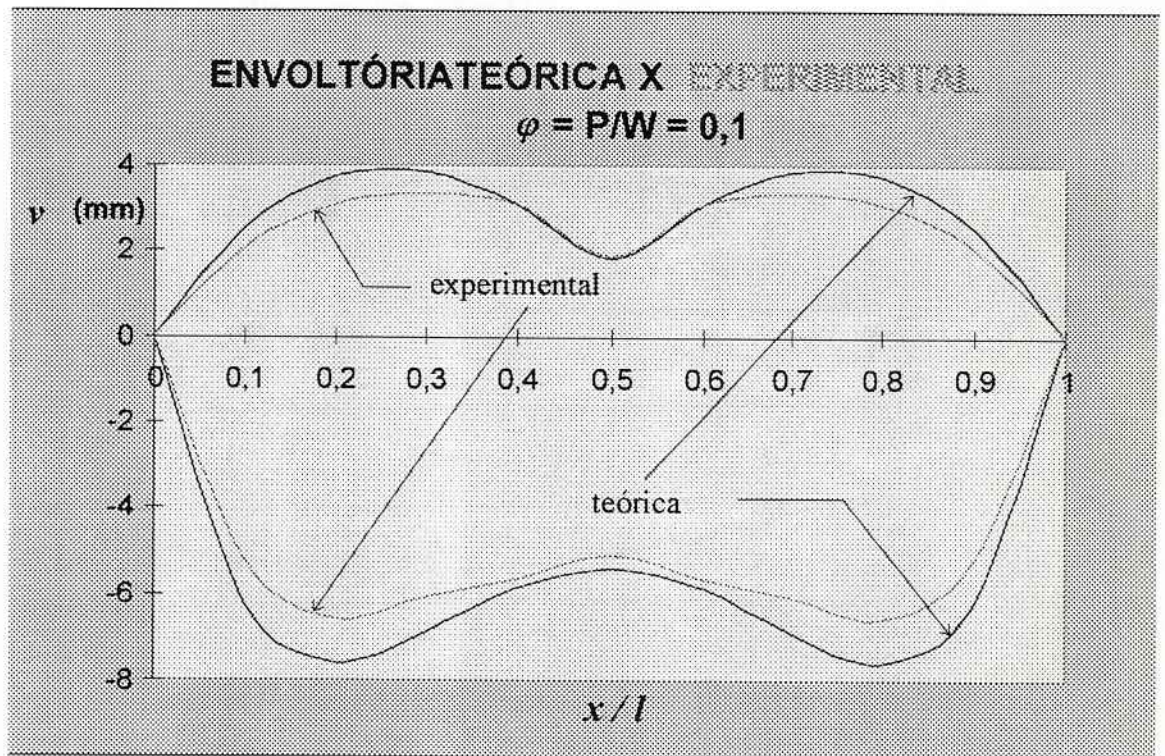


Figura 5 - Comparação das envoltórias dos deslocamentos, teórica com a experimental, para $\varphi = 0,1$.

A Energia Potencial total Π , é a soma das parcelas U_P , Wv_{cg} e P_P , onde U_P é a energia de deformação devida a aplicação da carga P , Wv_{cg} é a energia potencial da carga permanente, ou do centro de gravidade de w e P_P é a energia potencial da carga acidental P . W é a carga permanente total e v_{cg} é o deslocamento do centro de gravidade de W [5].

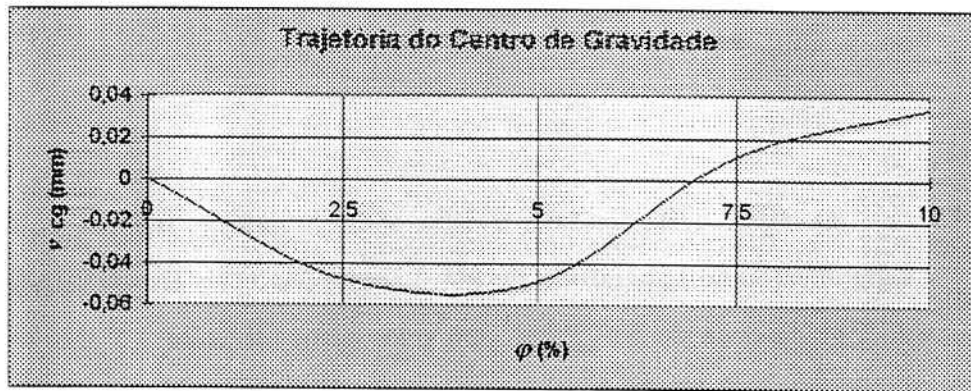


Figura 6 - Trajetória experimental do Centro de Gravidade.

Então, a energia potencial total [5] pode ser definida como:

$$\Pi = U_P + W_{v_{cg}} + P_P$$

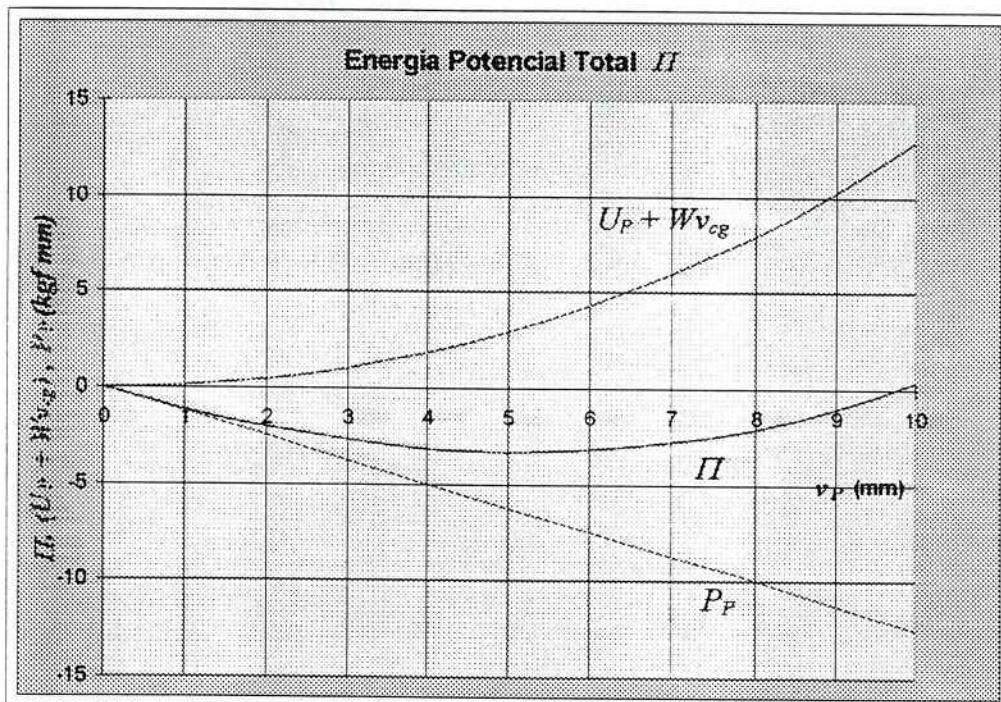


Figura 7 - Energia potencial total experimental.
Carga central $P=1,25\text{kgf}$.

A Igualdade de Áreas simula satisfatoriamente o problema do comportamento do cabo submetido a cargas concentradas, pois é coerente com a mínima energia potencial, apesar de ignorar a compatibilidade das deformações axiais e o pequeno movimento do centro de gravidade no entorno de sua posição original.

Novos Desenvolvimentos

Para a determinação do comprimento do cabo pênsil foi deduzida a seguinte formulação [5] a partir de suas forças:

$$s = \frac{RT}{wH} + \frac{H}{2w} \ln \frac{T+R}{T-R} \quad (1)$$

onde: T - força de tração no cabo, no apoio; R - componente vertical de T , no apoio; H - componente horizontal de T , invariante em x ; e w - carga vertical uniformemente distribuída na horizontal. É a fórmula exata do comprimento do cabo pênsil parabólico, explicitando as forças presentes no polígono das forças.

O alongamento total [5] do cabo na configuração deslocada Δs é dado por:

$$\Delta s = \frac{1}{EA_C} \left[Hl + wA_w (12\varphi^2 m + 12\varphi m + 1) \right]$$

Sendo:

$$\Delta s_w = \int_0^{s_w} \frac{T_w}{EA_C} ds_w, \quad T_w ds_w = H_w dx + V_w dy_w \quad e$$

$$dy_w = \frac{V_w}{H_w} dx \quad \text{obtem-se} \quad \Delta s_w = \frac{1}{EA_C} \left(H_w \int_0^l dx + \frac{1}{H_w} \int_0^l V_w^2 dx \right)$$

$$\text{resultando:} \quad \Delta s_w = \frac{1}{EA_C} \left(H_w l + \frac{w^2 l^3}{12 H_w} \right) = \frac{1}{EA_C} (H_w l + w A_w)$$

onde Δs_w é o alongamento do cabo na configuração de referência. Sendo Δs_P o acréscimo de alongamento devido à carga P , tem-se: $\Delta s_P = \Delta s - \Delta s_w$.

Como $T_P = T - T_w$ e $A_w = w^2 l^3 / (12 H_w)$ resulta:

$$\Delta s_P = \frac{1}{EA_c} \left[\beta H_w l + w A_w (12 \varphi^2 m + 12 \varphi m) \right] \quad (2)$$

O comprimento inicial s_0 do cabo descarregado, é obtido pela expressão:

$s_0 = s_w - \Delta s_w$, onde s_w é o comprimento do cabo na configuração de referência.

No caso do cabo estar carregado também com a carga acidental P , o comprimento inicial s_0 do cabo descarregado é obtido por: $s_0 = s - \Delta s$, onde s é o comprimento do cabo na configuração deslocada.

Análise dos Deslocamentos Verticais no Meio do Vão para Carga Central

Comparam-se os deslocamentos verticais no meio do vão obtidos sob vários enfoques:

- a) Solucionou-se o problema da compatibilidade das deformações axiais do cabo, igualando-se a diferença de comprimento $\Delta s_P = s - s_w$ obtida através da fórmula (1) com o alongamento elástico calculado através da expressão (2). Resultou uma equação transcendente resolvida pela função "FindRoot" do programa "Mathematica" [5], sendo obtido o valor de $H_P = \beta H_w$, aliás a única incógnita do problema. Verificou-se o efeito da variação da rigidez axial EA_c do cabo, comparando-se os valores obtidos com EA_c e com $EA_c / 2$.
- b) Calculou-se os deslocamentos obtidos com a hipótese da *Igualdade das Áreas*.
- c) Finalmente determinaram-se os deslocamentos obtidos sob a hipótese da inextensibilidade com: $\Delta s_P = s - s_w = 0$ através do programa "Mathematica".

Assim, desenhamos os gráficos da figura 8 na página seguinte:

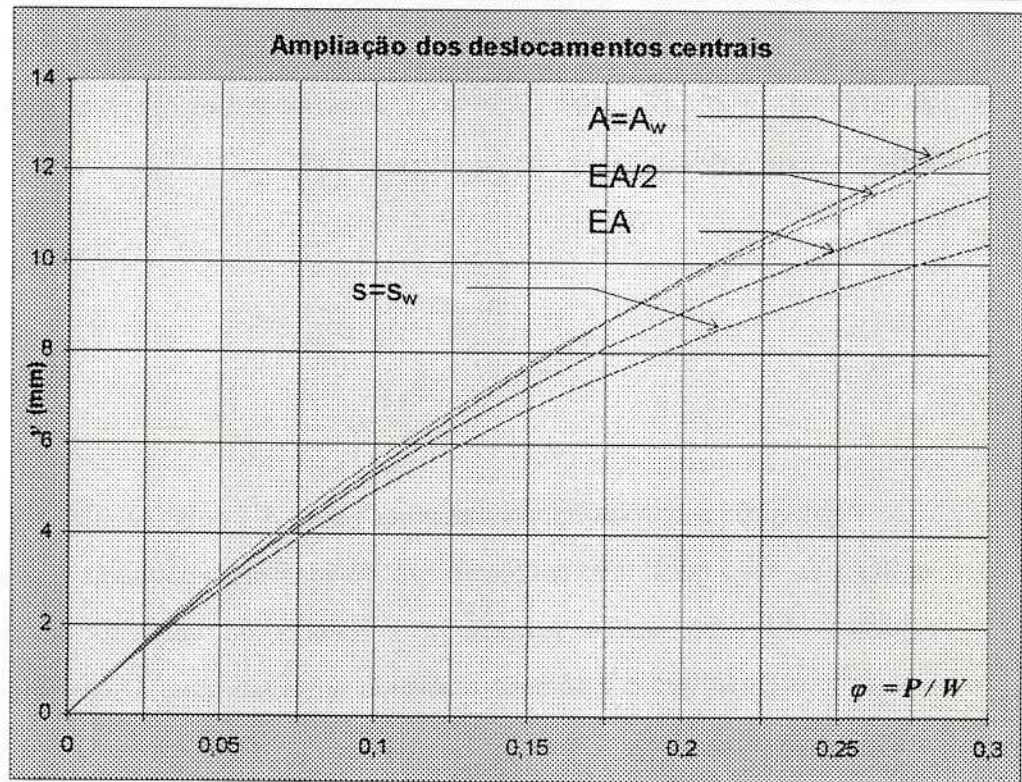
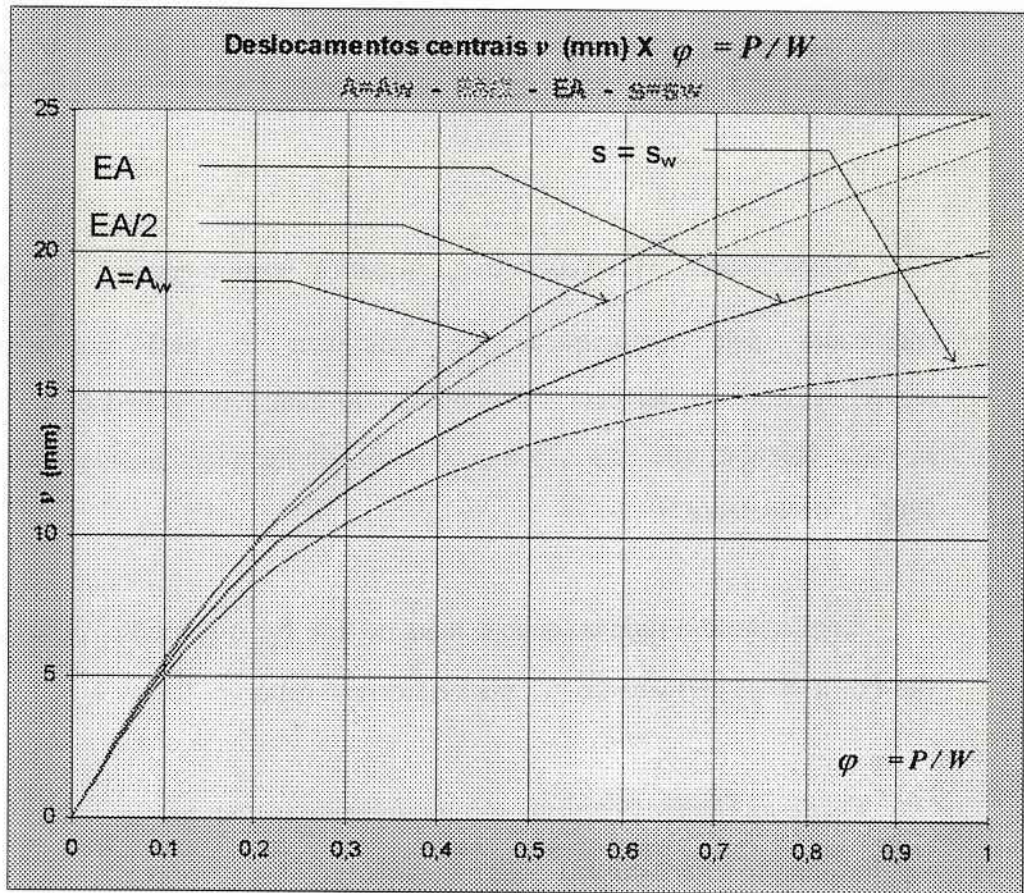


Figura 8 - Comparação dos Deslocamentos Centrais com a Igualdade das Áreas, Elástico, Elástico com $EA/2$ e Inextensível.

Conclusões

A expressão $\int_0^l wv dx = 0$, significa exatamente a Igualdade das Áreas englobadas pela configuração de referência e pela configuração deslocada, respectivamente, ou também a imobilidade do centro de gravidade da carga permanente w . Cabe salientar, que esta não é a condição de inextensibilidade do cabo, aproximação adotada usualmente.

Com relação à rigidez, quanto mais pesado for o tabuleiro, ou seja, quanto maior o vão l ou a carga permanente w , mais rígido é o cabo.

Os deslocamentos verticais são diretamente proporcionais à flecha de construção f_w na formulação *aproximada* das Igualdades das Áreas. Nesta *aproximação*, os deslocamentos verticais não dependem diretamente do vão l (o vão l está oculto no fator de carga $\varphi = P / W$, pois $W = wl$), como podemos observar na fórmula seguinte⁷, deduzida para o deslocamento do ponto central [5]:

$$v_C = -\frac{\varphi}{2 + 3\varphi} f_w$$

Analisando as curvas apresentadas na figura 8, pode-se afirmar: os deslocamentos verticais do cabo pênsil não enrijecido são devidos principalmente à mudança da linha de equilíbrio do cabo, sendo pequena a influência da variação da rigidez axial EA_c . Concluimos então que o fenômeno analisado apresenta pouca sensibilidade à variação do valor da rigidez axial do cabo.

⁷ Note que não foi necessário calcular o valor de H_P nem de H_w !

Bibliografia

- [1] CULLIMORE, M. S. "*The Clifton Suspension Bridge-Preservation for Utilisation*" IABSE Proceedings P-100/86, Agosto de 1986.
- [2] GRAVINA, P. B. J. "*Teoria e Cálculo das Pontes Pênséis*", EPUSP, 1951.
- [3] HARDESTY, S.; WESSMAN, H. E. "*Preliminary Design of Suspension Bridges*", Transactions, ASCE, Paper N^o 2029, 1939.
- [4] HONSHU - SHIKOKU BRIDGE AUTHORITY "*The Akashi Kaikyo Bridge*".
- [5] LAGINHA, L. M. "*O Equilíbrio do Cabo Pênsil*", Dissertação de Mestrado EPUSP, 1997.
- [6] PETERS, Tom F. "*Transitions in Engineering*", Birkhäuser Verlag, 1987.
- [7] PIPPARD, A. J. S. "*The Experimental Study of Structures*", Edward Arnold & Co., 1947, p.5.
- [8] PIPPARD, A. J. S; BAKER, John "*The Analysis of Engineering Structures*" Edward Arnold Ltd., 4^a Edição, 1968.
- [9] PUGSLEY, A. G. "*Some Experimental Work on Model Suspension Bridges*", The Structural Engineer, Aug.1949, Vol.27, N^o 8, p.327-347.
- [10] PUGSLEY, A. G. "*The Theory of Suspension Bridges*", Edward Arnold Ltd., 2^a Edição, 1968.
- [11] STEINMAN, D. B., GROVE, W. G. "*The Eye-Bar Cable Suspension Bridge at Florianópolis, Brazil*", Transactions ASCE, N^o 1662, Jan. 1926, p.267-393.
- [12] TIMOSHENKO, S. P.; YOUNG, D. H. "*Mecânica Técnica - Estática*", Editora Gertum Carneiro, 1945, p.123.

- [13] VOGEL, R. "*Building Brooklyn Bridge, the Design and Construction: 1867 - 1883*", Smithsonian Institution, Civil Engineering, Maio de 1983.
- [14] WILLIAMS Jr., J. W. "*J. B. Eads and his St. Louis Bridge*", Civil Engineering, Out. 1977.

BOLETINS PUBLICADOS

- 8501 - "Métodos Variacionais Aplicados à Estabilidade dos Taludes e Fundações" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8502 - "O Processo de Cross Derivado do Método dos Deslocamentos" - JOÃO CYRO ANDRÉ
- 8503 - "Fundações por Bloco" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8504 - "Investigação Experimental sobre o Valor Limite W_u das Tensões de Cisalhamento no Concreto Estrutural" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 8505 - "Investigação Experimental sobre o Cisalhamento em Lajes de Concreto Armado" - PERICLES BRASILIENSE FUSCO
- 8506 - "Cálculo das Alterações de Tensão, ao Longo do Tempo, nas Peças de Concreto Protendido: Procedimentos Diretos, Simples, Alternativos ao do CIB" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8507 - "Elementos de Cálculo Variacional e suas Aplicações nas Estruturas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8508 - "Spline Cúbico e suas Aplicações" - CARLOS ALBERTO SOARES
- 8509 - "Correlação Paramétrica Deformatória Flexão Composta, Concreto Armado" - PIETRO CANDREVA
- 8510 - "Lugares Geométricos Notáveis na Flexão Composta - Concreto Armado" - PIETRO CANDREA
- 8511 - "Regiões Deformatórias Notáveis Flexão Composta - Concreto Armado" - PIETRO CANDREVA
- 8512 - "Diagramas Momentos - Curvaturas Flexão Composta Normal - Seções Retangulares Armadura Qualquer nas Barras" - PIETRO CANDREVA
- 8601 - "Alterações, ao Longo do Tempo, dos Estados de Tensão nas Seções de Concreto, Armadas para Diferentes Etapas de Carregamento" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8602 - "Peças de Concreto Armadas com Barras Protendidas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8603 - "A Relaxação do Concreto e a Redistribuição das Tensões nas Peças Armadas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8604 - "Análise Não Linear de Treliças Especiais" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8605 - "Variação, no Tempo, do Estado de Tensão nas Seções de Concreto Armado" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8606 - "Evolução ao Longo do Tempo, das Tensões de Cisalhamento nas Vigas de Concreto Protendido" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8607 - "Cômputo de Fluência por Problemas de Estabilidade" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8608 - "Erros Usuais Cometidos nas Determinações das Tensões de Cisalhamento nas Peças de Altura Variável" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8609 - "Contribuição da Fluência do Aço, da Fluência e Retração do Concreto nos Deslocamentos Devidos à Flexão, nas Peças de Concreto Protendido" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8610 - "Sistema VX-IQB para Processamento de Textos Científicos" - IVAN DE QUEIROZ BARROS
- 8611 - "Análise Não Linear de Pórticos Planos" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8612 - "Erros a Serem Evitados no Cálculo de Pórticos, em Particular no dos Edifícios" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8613 - "Mínima Correctio Methodi Inveniendi Lineas Curvas Elastici" - PAULO DE MATTOS PIMENTA, CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI
- 8614 - "Nova Técnica para Codificações de Procedimentos Envolvendo Matrizes - Avaliação de Desempenho" - IVAN DE QUEIROZ BARROS
- 8615 - "Casos Especiais de Flambagem de Pórticos de Edifícios Altos" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8616 - "Vigas Protendidas: Alterações das Tensões, das Deformações e dos Deslocamentos ao Longo do Tempo" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ

- 8701 - "Consideração sobre Não-Linearidade Geométrica em Estruturas Reticuladas Planas" - CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI
- 8702 - "Consideração da Não-Linearidade Geométrica em Estruturas Laminas Planas" - Parte I - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 8703 - "Consideração da Não-Linearidade Geométrica em Estruturas Laminas Planas" - Parte II - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 8704 - "Estado Plano de Tensão (Método dos Resíduos Ponderados e Método dos Elementos Finitos)" - VICTOR M. DE SOUZA LIMA
- 8705 - "Aplicação das Equações de diferenças a um Caso Particular de Estrutura" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8706 - "Verificação da Estabilidade dos Pilares de Pontes" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8707 - "Aplicação do Método Variacional ao Cálculo do Empuxo sobre as Paredes de Arrimo" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8708 - "Análise das Chapas em Regime Elasto - Plástico pelo Método dos Elementos Finitos" - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 8709 - "Análise das Placas em Regime Elasto-Plástico pelo Método dos Elementos Finitos" - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 8710 - "A Flambagem de Euler e a "Elástica" Revisitadas: Uma Formulação Unificada para os Cinco Casos Clássicos" - CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI
- 8711 - "Laje Protendida e Perdas de Protensão Resultantes da Retração, Fluência do Concreto e do Aço" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8712 - "O Método dos Elementos Finitos na Solução de Placa, Solicitadas no seu Plano ou Fletidas. Vinculação com o Método de Ritz" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8713 - "Sobre o Conceito de Corpo Material Linearmente Elástico" - PAULO BOULOS
- 8714 - "Rotações Finitas" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8715 - "Efeitos Estruturais de Segunda Ordem nas Treliças" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, YZUMI TAGUTI
- 8716 - "Estudo das Placas: Resíduos Ponderados e Elementos Finitos" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, VICTOR M. DE SOUZA LIMA
- 8717 - "Estacas com Diversos Vínculos de Extremidades Modelo de Winkler. Coeficiente de Reação Lateral do Solo com Distribuição Uniforme" - CARLOS ALBERTO SOARES
- 8718 - "Estacas com Diversos Vínculos de Extremidades - Modelo de Winkler. Coeficiente de Reação Lateral do Solo com Distribuição Triangular" - CARLOS ALBERTO SOARES
- 8719 - "Estacas com Diversos Vínculos de Extremidades - Modelo de Winkler. Coeficiente de Reação Lateral do Solo com Distribuição Trapezoidal" - CARLOS ALBERTO SOARES
- 8720 - "Sobre a Matriz de Rigidez Tangente das Barras de Treliças Planas Sujeitas a Rotações Grandes" - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 8721 - "Um Método Geral para a Redução da Matriz de Rigidez Tangente de Elementos Finitos" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8722 - "A Matriz de Rigidez Tangente do Elemento de Pórtico Plano - Teoria de Timoshenko" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8801 - "Distribuição Transversal de Carga nas Pontes de Vigas Justapostas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8802 - "O Método de Galerkin no Problema das Placas Fletidas - Teoria de Reissner" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA
- 8803 - "Um Algoritmo para o Cálculo do Tensão Rotação e do Tensão das Deformações Logarítmicas em Problemas Incrementais" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8804 - "Um Algoritmo para a Integração das Tensões na Plasticidade Perfeita" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8805 - "Análise das Cascas Cilíndricas em Regime Elasto Plástico pelo Método dos Elementos Finitos" - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 8806 - "Consideração do Efeito de Membrana nas Placas pelo Método dos Elementos Finitos" - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 8807 - "Alteração do Estado de Tensão nas Estruturas Hiperestáticas Devida à Fluência do Aço, do Concreto e Retração" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ

- 8808 - "O Método dos Mínimos Quadrados no Exame de alguns Casos de Instabilidade, Computada à Fluência do Material" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8809 - "A Matriz de Rigidez Tangente do Elemento de Pórtico Espacial" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8810 - "Consideração da Fluência do Material da Determinação da Carga Crítica das Barras Mergulhadas em Meio Elástico" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8811 - "Um Programa para Solução do Problema Generalizado de Autovalores e Autovetores para Matrizes Reais Densas" - PRISCILA GOLDENBERG, REYOLANDO M. L. R. F. BRASIL, MARCIA CIMERMANN
- 8812 - "Pilar de Pontes: Riscos dos Cálculos Correntes" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8813 - "Sugestes à Norma, em Discussão, sobre Projeto de Estrutura de Concreto Protendido" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8814 - " Esforços Resistentes do Concreto" - LAURO MODESTO DOS SANTOS
- 8815 - "Tabelas Momento - Curvatura" - LAURO MODESTO DOS SANTOS
- 8816 - "Análise Não-Linear de Arcos" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8817 - "Estados Limites das Unies Pregadas de Madeira" - PERICLES BRASILIENSE FUSCO, PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA
- 8818 - "O Emprego da Técnica de Aceleração da Convergência para a Resolução de Problemas Estruturais Através do Método dos Elementos Finitos por Algoritmo do Tipo Resíduo das Tensões" - FRANCISCO BRASILIENSE FUSCO JR., RUBENS AKEL
- 8819 - "Um Critério para o Estabelecimento dos Estimadores de Erro para os Elementos Finitos Adaptativos na Modalidade P" - FRANCISCO BRASILIENSE FUSCO JR., JARBAS A. GUEDES
- 8820 - "Non-Linear Finite-Element Formulation in Dynamic" - CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI
- 8821 - "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica de Newton: 300 Anos" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8822 - "A Estabilidade das Fundações Arenosas Estratificadas, Segundo V. V. Sokolovisky" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8823 - "Flambagem de Estacas Totalmente Enterradas. Solo com Coeficiente de Reação Variável" - CARLOS ALBERTO SOARES
- 8824 - "As Equações de Vlasov e a Estabilidade Espacial das Barras de Seção Delgada" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8825 - "Um Programa para Solução de Sistemas Lineares de Grande Porte - Aplicação à Engenharia de Estruturas" - PRISCILA GOLDENBERG, REYOLANDO M. L. R. F. BRASIL
- 8826 - "Sobre a Aceleração do Centro Instantâneo de Rotação" - NELSON ACHCAR, PAULO BOULOS
- 8827 - "Esforços Resistentes do Concreto" - LAURO MODESTO DOS SANTOS
- 8828 - "Tabelas Momento-Curvatura" - LAURO MODESTO DOS SANTOS
- 8901 - "A Estimativa da Coesão para o Cálculo da Estabilidade de Aterros e Fundações sobre Argilas Moles" - CARLOS DE SOUSA PINTO
- 8902 - "Trelças Espaciais de Madeira em Regime Viscoelástico sob Não-Linearidade Geométrica" - PAULO DE MATTOS PIMENTA, TAKASHI YOJO
- 8903 - "O Método dos Prismas Equivalentes Aplicado ao Cálculo das Variações de Tensão, ao Longo do Tempo, nas Seções de Concreto" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8904 - "Efeitos de Laje Concretada Posteriormente sobre Viga Protendida" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ, JOSÉ LOURENÇO BRAGA DE ALMEIDA CASTANHO
- 8905 - "O Cálculo das Grelhas de Pontes pelo Método de Courbon: Uma Hipótese por Demonstrar" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8906 - "Erosão - Erosão em Área Urbana - Erosão Associada à Construção de Estradas Vicinais" - VERA MARY NINETA COZZOLINO

- 8907 - "Solos Tropicais - Proposta de Classificação Baseada nas Características de Compactação" - VERA MARY NINETA COZZOLINO
- 8908 - "Método Variacional de Cálculo de Construções Estaiadas sob Cargas Dinâmicas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8909 - "Métodos Aproximados de Determinação de Frequência de Vibração" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8910 - "Non-Linear Analysis of Plane Framer I. Quasi-Static Analysis of Plane Framer with Initially Curved Members" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8911 - "Non-Linear Analysis of Plane Framer II. Dynamic Analysis of Plane Framer with Initially Curved Members" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8912 - "Derivation of Tangent Stiffness Matrices of Simple Finite Elements 1. Straight Bar Elements" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8913 - "A Stress Integration Algorithm for the Analysis of Elastic-Plastic Solids by the Finite Element Method I. Small Deformation Analysis" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8914 - "A Stress Integration Algorithm For the Analysis of Elastic-Plastic Solids by the Finite Elements Method II. Large Deformation Analysis" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8915 - "Flambagem de Estacas Parcialmente Enterradas Solo com Coeficiente de Recalque Constante" - CARLOS ALBERTO SOARES
- 8916 - "Caracterização da Deformabilidade na Elasticidade Linear" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 8917 - "Um Pacote de Subrotinas Matemáticas para o LMC" - PAULO DE MATTOS PIMENTA, PRISCILA GOLDENBERG
- 8918 - "Relatório de Subrotinas Matemáticas (I)" - PRISCILA GOLDENBERG, PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 8919 - "Relatório de Subrotinas Matemáticas (II)" - PAULO DE MATTOS PIMENTA, PRISCILA GOLDENBERG
- 8920 - "Viga Contínua Mista Aço-Concreto, Conectada Elasticamente, sob a Aço da Fluência e Retração" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8921 - "Relatórios de Subrotinas Matemáticas (III)" - PAULO DE MATTOS PIMENTA, PRISCILA GOLDENBERG
- 8922 - "O Problema da Flexão Plana na Teoria da Elasticidade dos Corpos Não Homogêneos" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 8923 - "Alterações das Tensões de Cisalhamento nas Peças de Concreto Protendido, devidas à Fluência e Retração" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9001 - "Os Deslocamentos Devidos a Flexão das Vigas Protendidas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9002 - "Dinâmica das Estruturas Aporticadas Planas e Comportamento Geometricamente Não Linear" - REYOLANDO M. L. R. F. BRASIL, CARLOS E. N. MAZZILLI
- 9003 - "Teoria de Segunda Ordem das Placas - Estudo da Rigidez Secante" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, VICTOR M. DE SOUZA LIMA
- 9004 - "Influência das Tensões de Cisalhamento na Deformação da Viga sob o Regime Elasto-Plástico" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9005 - "Ainda a Estabilidade dos Sistemas Elásticos. Aceno Histórico. O Erro de Euler" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9006 - "A Origem das Funções de Bessel com algumas Aplicações em Problemas Estruturais" - AUGUSTO CARLOS DE VASCONCELOS
- 9007 - "Considerações sobre o Emprego do Teorema dos Trabalhos Virtuais na Resolução de Estruturas Hiperestáticas" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 9008 - "Non-linear Finite-element Formulation in Dynamics II" - CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI
- 9009 - "Fatores de Forma e Fatores de Carga Generalizados" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9010 - "Corpos Hipereásticos Homogêneos Transversalmente Isotrópicos No Ortotrópicos" - NELSON ACHCAR
- 9011 - "Análise das Cascas de Revolução em Regime Elasto Plástico pelo Método dos Elementos Finitos" - JOSÉ MARQUES FILHO, LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO

Boletins Técnicos -- Títulos Publicados

- 9012 - "O Algoritmo de Mínimo Grau para Reordenação e Solução de Sistemas Lineares Esparsos" - PRISCILA GOLDENBERG, REYOLANDO M. L. R. F. BRASIL, SÉRGIO PINHEIRO
- 9101 - "Consideração da Não-Linearidade Física e da Não-Linearidade Geométrica na Análise das Placas pelo Método dos Elementos Finitos - Parte 1" - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 9102 - "Introdução ao Estudo dos Pórticos Esbeltos - Matriz de Rigidez Secante" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, ALFONSO PAPPALARDO JR.
- 9103 - "Cálculo de Estruturas Sujeitas a Terremotos" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, SELMA H. SHIMURA
- 9104 - "Análise Não - Linear de Pórticos Espaciais - Parte I: Teoria e Método dos Elementos Finitos" - PAULO M. PIMENTA, TAKASHI YOJO
- 9105 - "Flambagem de Edifícios Altos" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9106 - "Programas de Microcomputador para Análise Dinâmica de Estruturas nos Domínios do Tempo e da Frequência" - REYOLANDO M. L. R. DA F. BRASIL
- 9107 - "Variação nas Peças Protendidas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9108 - "Análise das Placas Sujeitas a Grandes Rotações Mediante o Uso do Método dos Elementos Finitos" - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 9109 - "Consideração Tópica sobre o Código Modelo 1990 do CEB-FIP" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9110 - "Materiais Compatíveis com as Barras Cujas Secções Normais Permanecem Planas" - NELSON ACHCAR
- 9111 - "Dinâmica das Placas: Elementos Finitos via Resíduos Ponderados" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, FLAVIO JOSÉ GARZERI, REYOLANDO M. L. R. FONSECA BRASIL
- 9112 - "Estabilidade do Equilíbrio dos Sistemas no Campo Conservativo de Forças" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9113 - "Sobre a Estabilidade Elástica de Arcos Abatidos" - REYOLANDO M. L. R. FONSECA BRASIL, VICTOR M. DE SOUZA LIMA
- 9114 - "Considerações Teóricas sobre o Adensamento Secundário" - HELOISA HELENA SILVA GONÇALVES
- 9115 - "Teoria de Vlassov sobre Barras, Placas e Cascas, de Parede Fina, Protendidas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9201 - "Consideração da Não-Linearidade Física e da Não-Linearidade Geométrica na Análise das Placas pelo Método dos Elementos Finitos - Parte II" - LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 9202 - "Sobre a Interpretação de Provas de Carga em Estacas Considerando as Cargas Residuais de Ponta e a Reversão do Atrito Lateral" - FAIÇAL MASSAD
- 9203 - "Um Programa para Análise Limite de Pórticos Planos em Regime Elasto-Plástico" - REYOLANDO M. L. R. DA FONSECA BRASIL
- 9204 - "Equação Constitutiva das Barras Hiperelásticas Transversalmente Isotrópicas" - NELSON ACHCAR
- 9205 - "Análise Não-Linear de Pórticos Espaciais de Madeira" - PAULO DE MATTOS PIMENTA, TAKASHI YOJO
- 9206 - "Perda de Estabilidade à Tração" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9207 - "Teoria de Segunda Ordem das Placas - Estudo da Rigidez Tangente" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, VICTOR M. DE SOUZA LIMA
- 9208 - "Vibrações Não-Lineares de Placas" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, REYOLANDO M. L. R. DA FONSECA BRASIL, PAULO SHIGUEME IDE
- 9209 - "Variedades Vinculadas Reduzidas" - PAULO BOULOS, NELSON ACHCAR,
- 9210 - "Estudo da Perda de Estabilidade Segundo Critérios Dinâmicos" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9211 - "Programas de Microcomputador para Análise Dinâmica de Estruturas - Parte II - Vários Graus de Liberdade" - REYOLANDO M. L. R. DA FONSECA BRASIL
- 9212 - "Otimização da Deposição de Rejeitos" - LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

- 9213 - "Andros - a Finite Element Program From Nonlinear Dynamics" - CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI, REYOLANDO M. L. R. DA FONSECA BRASIL
- 9214 - "Considerações sobre o Cálculo Dinâmico de Estruturas Usando Transformadas de Fourier" - ALFREDO PINTO DA CONCEIÇÃO NETO, VICTOR M. DE SOUZA LIMA
- 9215 - "Placas Delgadas" - ALFONSO PAPPALARDO JUNIOR, HENRIQUE DE BRITTO COSTA
- 9216 - "Excitação Paramétrica em Sistemas com um Grau de Liberdade" - MARIO EDUARDO SENATORE SOARES, CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI
- 9301 - "PEFMAT - Relatórios de Subrotinas Matemáticas - Parte IV" - PRISCILA GOLDENBERG, PAULO DE MATTOS PIMENTA, MARCIA CIMERMAN
- 9302 - "Vibrações de Pórticos com Vigas de Rigidez Infinita" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9303 - "Direct Along - Wind Dynamic Analysis of Tall Structures" - MARIO FRANCO
- 9304 - "Comportamento Pós-Crítico de Barra Delgada Protendida" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9305 - "Os Polinômios Trigonômétricos na Solução de Problemas de Vibração Mecânica" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9306 - "Linhas de Influência Dinâmicas para Deslocamentos, Momentos Fletores e Forças Cortantes nas Vigas Simples" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9307 - "O Modelo Clam-Clay Revisto" - JOSÉ JORGE NADER
- 9308 - "Patologia da Concepção Estrutural: Danos por Efeitos de Segunda Ordem em Edifícios Altos, um Exemplo" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9309 - "Vibração de Sistemas Não Lineares: Método de Aproximações Sucessivas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9310 - "Normalização dos Símbolos Gráficos para Projetos de Estruturas de Madeira" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9311 - "Ensaio de Adensamento" - HELOISA HELENA SILVA GONÇALVES
- 9312 - "Comentários sobre a Normalização das Ações e Segurança nas Estruturas" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9313 - "Introdução à Análise Dinâmica de Estruturas por Meio de Elementos Finitos - Parte I - Galerkin e Elementos Finitos" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, SELMA HISSAE SHIMURA
- 9314 - "Vibrações Aleatórias na Dinâmica de Estruturas" - REYOLANDO M. L. R. F. BRASIL
- 9315 - "Determinação da Equação para Cálculo do Momento Crítico à Flambagem Lateral" - VALDIR PIGNATTA E SILVA, LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 9316 - "Efeito dos Sismos nas Estruturas Aporticadas" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9317 - "As Estruturas Aporticadas com Vigas de Rigidez Infinita, Submetidas ao Sismo" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9318 - "Uma Proposta de Normalização das Resistências da Madeira Estrutural" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9319 - "Resistência dos Materiais Anisotrópicos" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9401 - "Soluções Analíticas para a Deformação do Material Elasto - Plástico Cam - Clay úteis na Interpretação de Ensaio Triaxiais com Diferentes Trajetórias de Tensão" - JOSÉ JORGE NADER
- 9402 - "Introdução à Fotoelasticidade por Reflexão" - PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA, FRANCISCO ROURE FERNANDEZ, FREDERIC MARINON CARVAJAL
- 9403 - "Numerical Conditioning in Structural Solutions: a Proposal for a new Condition Number" - HENRIQUE LINDENBERG NETO
- 9404 - "A Esbeltez Estrutural e sua Influência nas Frequências de Vibrações" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9405 - "Determinação do Momento Crítico à Flambagem Lateral de Viabilizadas de Aço" - VALDIR PIGNATTA E SILVA, LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 9406 - "Uma Análise dos Parâmetros de Ensaio Utilizados para Cálculo de Recalques por Adensamento" - HELOISA HELENA SILVA GONÇALVES

- 9407 - "Programação Matemática Aplicada à Análise Limite de Estruturas" I - PAULO DE MATTOS PIMENTA, PRISCILA GOLDENBERG, ERNESTO COUTINHO COLLA
- 9408 - "Programação Matemática Aplicada à Análise Limite de Estruturas II" - PAULO DE MATTOS PIMENTA, PRISCILA GOLDENBERG, ERNESTO COUTINHO COLLA
- 9409 - "Formulação de um Elemento Finito de Cabo Incorporando o Efeito do Atrito" - RUY M. PAULETTI, PAULO M. PIMENTA
- 9410 - "A Descrição do Domínio para o Projeto por Elementos Finitos" - JOSÉ ANTONIO LEROSA SIQUEIRA, JOÃO CYRO ANDRÉ
- 9411 - "O Método dos Elementos Finitos Aplicado a uma Formulação Mista da Teoria das Placas" - MYRIAM RENATA DIAS FERREIRA, HENRIQUE DE BRITTO COSTA
- 9412 - "Problemas Envolvendo Ponto, Reta e Plano, Tratados Vetorialmente" - JOSÉ CARLOS DE FIGUEIREDO FERRAZ
- 9413 - "Auto - Sincronização de Motores Não - Ideais Apoiados em Estruturas Elásticas" - PETRUS GORGONIO BULHES DA NOBREGA, CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI
- 9501 - "Global and Local Instability of Concrete Tall Buildings" - M. FRANCO
- 9502 - "Um Elemento Finito Giroscópio" - MARCELO GONZALES BERGWELER, CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI
- 9503 - "Teoria da Segunda Ordem das Placas - Uma Formulação Mista" - SELMA HISSAE SHIMURA, HENRIQUE DE BRITTO COSTA
- 9504 - "Modelagem de Corpos Sólidos: Topologia e Operadores de Euler" - BENEDITO ROQUE DE GUIMARÃES ARANTES JUNIOR, JOÃO CYRO ANDRÉ, JOSÉ ANTONIO LEROSA DE SIQUEIRA
- 9505 - "Investigação Experimental em Laje de Concreto Armado Apoiada em Vigas Flexíveis" - ANTONIO RUBENS PORTUGAL MAZZILLI
- 9506 - "Influência da Flexibilidade das Vigas e das Lajes nos Esforços das Estruturas de Concreto Armado" - ANTONIO RUBENS PORTUGAL MAZZILLI
- 9507 - "A Calibração da Segurança na Nova Norma de Projeto de Estruturas de Madeira" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9508 - "Método de Ensaio de Punção Excêntrica em Placa de Concreto" - FÁBIO ARMANDO BOTELHO CORDOVIL, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9509 - "Ensaio de Placas de Concreto Armado - Punção Excêntrica" - FÁBIO ARMANDO BOTELHO CORDOVIL, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9510 - "Armadura de Cisalhamento para Punção em Placas de Concreto" - FÁBIO ARMANDO BOTELHO CORDOVIL, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9511 - "Aspectos Normativos sobre Punção em Placas de Concreto Armado" - FÁBIO ARMANDO BOTELHO CORDOVIL, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9512 - "Alternativas de Representação da Protensão, no Projeto de Estruturas de Concreto" - KALIL J. SKAF, FERNADO R. STUCCHI
- 9513 - "Aplicações do Lagrangeano Aumentado em Otimização Estrutural" - PAULO DE MATTOS PIMENTA, PRISCILA GOLDENBERG, REYOLANDO BRASIL
- 9514 - "Análise Linear da Estabilidade de Trelças Utilizando o Método de Lanczos" - CÉLIA REGINA MORETTI MEIRELLES, PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 9515 - "Análise Dinâmica de Pórticos Planos sob Ação de Carregamentos Transientes Considerando Formação de Rótulas Plásticas" - REYOLANDO M. L. R. F. BRASIL, CESAR FERNANDES JUNIOR
- 9516 - "A Engenharia da Fusão Termonuclear Controlada. Sua História e seu Futuro" - RUY MARCELO DE OLIVEIRA PAULETTI, VICTOR MANOEL DE SOUZA LIMA
- 9517 - "Considerações sobre o Emprego do Teorema dos Trabalhos Virtuais na Resolução de Estruturas Hiperestáticas: - Pórticos" - HENRIQUE DE BRITTO COSTA, LUIZ ANTONIO CORTESE DIOGO
- 9518 - "Flambagem Lateral de Vigas de Madeira" - VALDIR PIGNATTA E SILVA
- 9519 - "Diagramas Tensão-Deformação dos Aços Estruturais Submetidos a Altas Temperaturas" - VALDIR PIGNATTA E SILVA, PAULO DE MATTOS PIMENTA

- 9520 - "Uma Aplicação da Teoria Constitutiva dos Materiais Elásticos-Lineares Sujeitos a Vínculos Internos: Dedução Exata da Equação de Lagrange para Placas Finas" - JOÃO MAURÍCIO SAPIENZA, NELSON ACHCAR
- 9521 - "Conceitos Básicos sobre Geração Automática de Malha" - JOSÉ FERNANDO MANTOVANI MICALI, JOÃO CYRO ANDRÉ
- 9522 - "Equações Constitutivas do Concreto Baseadas na Mecânica do Dano Contínuo" - FLÁVIO LUIZ DE S. BUSSAMRA, PAULO DE M. PIMENTA
- 9601 - "Engineering Design of the Central Core of the TBR-E Small Aspect Ratio Tokamak" - R. M. O. PAULETTI, R. M. O. GALVÃO, G. O. LUDWIG, F. T. DEGASPERI, I. C. NASCIMENTO
- 9602 - "Norma de Projeto de Estruturas de Madeira" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO, CARLITO CALIL JÚNIOR, PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA
- 9603 - "Desenho de Estruturas de Madeira" - CARLITO CALIL JÚNIOR, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO, PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA
- 9604 - "Determinação das Propriedades das Madeiras para Projeto de Estruturas" - PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA, CARLITO CALIL JÚNIOR, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9605 - "Determinação de Resistências das Ligações Mecânicas das Estruturas de Madeira" - PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO, CARLITO CALIL JÚNIOR
- 9606 - "Recomendações Sobre a Durabilidade das Madeiras" - CARLITO CALIL JÚNIOR, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO, PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA
- 9607 - "Valores Médios Usuais de Resistência e Rigidez de Algumas Madeiras Nativas e de Florestamento" - CARLITO CALIL JÚNIOR, ALMIR SALES, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9608 - "Isotropia e Ortotropia em Lajes de Concreto Armado, Charneiras Plásticas - Apoios Rígidos" - ANTONIO RUBENS PORTUGAL MAZZILLI
- 9609 - "Considerações sobre a Resistência da Madeira Serrada Brasileira" - PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA
- 9610 - "LAOS - Um Pacote Computacional Orientado para Objetos para Manipulação de Matrizes e Vetores" - I. Q. BARROS, T. N. BITTENCOURT, C. WAKAMATSU
- 9611 - "Computer Simulation of Arbitrary, Cohesive Crack Propagation in Concrete" - T. N. BITTENCOURT, A. R. INGRAFFEA, J. LLORCA
- 9612 - "Métodos Numéricos para Análise Dinâmica de Estruturas Duplamente Calçadas" - LAU KWAN FU, CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI
- 9613 - "Análise Não-Linear de Treliças Espaciais: Teoria Exata vs. Teoria de Segunda Ordem" - PAULO M. PIMENTA
- 9614 - "Gradientes Conjugados Pré-Condicionados: Aplicação em Problemas Estruturais" - MARCIA CIMERMAN, PRISCILA GOLDENBERG, PAULO M. PIMENTA
- 9615 - "Sugestões para um Curso Intuitivo de Teoria das Estruturas" - MARTIN PAUL SCHWARK
- 9616 - "A Investigação Experimental de Estruturas" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9617 - "Charneiras Plásticas - Considerações Iniciais Lajes de Concreto Armado Apoios Rígidos - Carga Concentrada" - ANTONIO RUBENS PORTUGAL MAZZILLI
- 9618 - "Análise Não-Linear de Pórticos Planos: Teoria Exata vs. Teoria de Segunda Ordem" - PAULO M. PIMENTA
- 9619 - "Dinâmica dos Sólidos Rígidos: Uma Formulação Lagrangiana" - PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 9620 - "Demonstração do Pacote LAOS na Programação de um Problema de Elementos Finitos" - IVAN DE QUEIROZ BARROS
- 9621 - "O Túnel de Vento de Camada Limite do Laboratório de Estruturas e Materiais Estruturais" - CÉLIO FONTÃO CARRIL JUNIOR
- 9622 - "Dimensionamento de Elementos de Fôrmas de Madeira para o Concreto Armado em Edifícios de Andares Múltiplos" - JOSÉ EDWARD RODRIGUES CRISTIANI, PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA
- 9623 - "Curvas Temperatura-Tempo de um Incêndio" - VALDIR PIGNATTA E SILVA, PAULO DE MATTOS PIMENTA

Boletins Técnicos -- Títulos Publicados

- 9624 - "Determinação da Curva Temperatura-Tempo de um Incêndio Natural Compartimentado" - VALDIR PIGNATTA E SILVA, PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 9625 - "Estabilidade Elástica de Treliças Espaciais Simples" - GRACIA MENEZES VIANNA DE ASSIS, CARLOS EDUARDO NIGRO MAZZILLI, ODULPHO BARACHO NETO
- 9626 - "A Estabilidade no Método de Newmark" - GENY PAULA SLUYTMAN RODRIGUEZ, PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 9627 - "Configuração Básica de Charneiras em Lajes de Concreto Armado Carga Concentrada Apoios Rígidos Contorno Convexo Simplesmente Apoiado" - ANTONIO RUBENS PORTUGAL MAZZILLI
- 9701 - "Integração Explícita Aplicada à Análise Dinâmica de Treliças Espaciais de Comportamento Elasto-Plástico" - REYOLANDO M. L. R. F. BRASIL, ALEXANDRE F. BARTOLOMUCCI
- 9702 - "Estudo da Estabilidade de uma Estrutura Simples sob Carregamento Dinâmico de Impacto" - FLÁVIO JOSÉ GARZERI, REYOLANDO M. L. R. F. BRASIL
- 9703 - "Um Elemento Finito Triangular de Casca de Sete Nós Baseado no Conceito de Degeneração e na Interpolação Mista" - DANIEL LEPIKSON C. DE OLIVEIRA, MIGUEL L. BUCALEM
- 9704 - "Alvenaria Estrutural sob Ações de Longa Duração" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO, JEFFERSON SIDNEY CAMACHO
- 9705 - "Alvenaria Estrutural: Aplicação da Técnica de Modelagem Física Reduzida" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO, JEFFERSON SIDNEY CAMACHO
- 9706 - "Cohesive-Crack Modeling for Fiber-Reinforced Ceramic Composites" - TÚLIO NOGUEIRA BITTENCOURT, JOSÉ LUIZ ANTUNES DE OLIVEIRA SOUZA
- 9707 - "Crack Evolution in Residual Stress-Strain Fields Driven by Contact Loads" - TÚLIO NOGUEIRA BITTENCOURT
- 9708 - "A Programação Orientada para Objetos: Conceitos Fundamentais e Introdução à Linguagem de Programação C++" - GILSON FUJII, TÚLIO NOGUEIRA BITTENCOURT
- 9709 - "Aspectos Gerais da Computação Paralela e do Sistema PVM" - CÉLIO ODA MORETTI, TÚLIO NOGUEIRA BITTENCOURT
- 9710 - "Análise Limite de Estruturas Reticuladas" - LILIAN TERESA B. GOLDNER, PAULO DE MATTOS PIMENTA, PRISCILA GOLDENBERG
- 9711 - "Discrete Approaches to Cohesive-Crack Modeling through the Finite Element Method" - TÚLIO NOGUEIRA BITTENCOURT
- 9712 - "Aspectos de Monitoração de Estádios de Futebol - Caso Particular de Estudo - Morumbi" - PEDRO AFONSO DE O. ALMEIDA
- 9713 - "Proposta para Método de Monitoração de Edificações Sujeitas a Vibrações Induzidas por Pessoas" - PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9714 - "Efeitos das Vibrações Sobre os Seres Humanos" - PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO, PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA
- 9715 - "Uma Introdução à Análise de Problemas de Contato" - ALEX ALVES BANDEIRA, PAULO DE MATTOS PIMENTA, PRISCILA GOLDENBERG
- 9716 - "Determinação da Resistência do Perfil Sigma enrijecido empregado em "Porta-Pallets" - CÉLIO FONTÃO CARRIL JR., PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA, PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO
- 9717 - "Análise Computacional de Estruturas por meio da Programação Orientada para Objetos" - FUJII, G.; MARTHA, L. F.; BITTENCOURT, T. N.
- 9718 - "Critérios de Projeto das Ligações com Chapas de Dentes Estampados" - PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA
- 9719 - "Estudos das Oscilações não Lineares em Cordas" - FÁBIO MÓDOLO SIQUEIRA, CHRISTIAN BOTELHO BORGES, RUY MARCELO DE OLIVEIRA PAULETTI, HUGO FRANCO
- 9720 - "Overview of Procedures for Evaluating the Effect of Wind on Tall Buildings" - M. FRANCO, N. ISYUMOV
- 9721 - "Análise Não-Linear de Membranas Espaciais" - RUY MARCELO DE OLIVEIRA PAULETTI, JOSÉ BATISTA DAL FARRA MARTINS, PAULO DE MATTOS PIMENTA
- 9722 - "Determinação da Rigidez Efetiva das Vigas de Madeira Composta" - PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA, CHRISTIANEAREIAS TRINDADE FERREIRA

- 9723 - "A Reduction Technique Applied to Discrete Models in Nonlinear Dynamic Analysis" - CARLOS E. N. MAZZILLI, ODULPHO G. P. BARACHO NETO
- 9724 - "Um Modelo Aperfeiçoado, com dois Graus de Liberdade, para a Análise Dinâmica Não-Linear de um Pórtico Simples" - CARLOS E. N. MAZZILLI, ODULPHO G. P. BARACHO NETO
- 9725 - "Geração Automática das Equações Reduzidas de Movimento para a Análise Não-Linear: Aplicação ao Caso de Um Pórtico Biengastado Simples" - CARLOS E. N. MAZZILLI, ODULPHO G. P. BARACHO NETO
- 9726 - "Fabricação e Caracterização de Películas para Fotoelasticidade de Reflexão" - PEDRO AFONSO DE OLIVEIRA ALMEIDA, OSCAR JOSÉ LUÍS MAIZMAN MARTÍNEZ
- 9801 - "Identificação de Processos de Fraturamento no Concreto Estrutural" - WANG TAI KANG, TÚLIO NOGUEIRA BITTENCOURT
- 9802 - "Um Sistema Paralelo Integrado para Análise de Estruturas" - C.O. MORETTI, T. N. BITTENCOURT, J. C. ANDRÉ, L. F. MARTHA
- 9803 - "Algoritmos Automáticos de Partição de Domínio" - C.O. MORETTI, T. N. BITTENCOURT, J. C. ANDRÉ, L. F. MARTHA
- 9804 - "FRANC3D: Idéias Básicas, Conceitos Fundamentais e Utilização" - CÉLIO ODA MORETTI, TÚLIO NOGUEIRA BITTENCOURT
- 9805 - "Introdução aos Conceitos Básicos da Mecânica da Fratura Elasto-Plástica" - ESTELA MARI RICETTI BUENO, TÚLIO NOGUEIRA BITTENCOURT

