BIBLIOTECA
ESCOLA POLITÉCNICA
U. S. P.
DEP.

Escola Politécnica - EPBC
31200053615

BT/PEF-8717

ESTACAS COM DIVERSOS VÍNCULOS DE EXTREMIDADES
Modelo de Winkler
Coeficiente de reação lateral do solo com distribuição uniforme

Carlos Alberto Soares
Professor Assistente Doutor
(recebido em 18/09/87)

EDITOR CHEFE C.E.N.Mazzilli

COMISSÃO EDITORIAL

- Engenharia de Solos W.Hachich
- Estruturas de Concreto P.B.Fusco
- Estruturas Metálicas e de Madeira P.B.Fusco
- Interação Solo-Estrutura C.E.M.Maffei
- Mecânica Aplicada D.Zagottis
- Métodos Numéricos J.C. André
- Pontes e Grandes Estruturas J.C.Figueiredo Ferraz
- Teoria das Estruturas V.M.Souza Lima

ESTACAS COM DIVERSOS VÍNCULOS DE EXTREMIDADES

Modelo de Winkler

Coeficiente de reação lateral do solo com distribuição uniforme

ÍNDICE

	Pág.
Introdução	1
1. Equação Diferencial da Linha Elástica	1
2. Soluções pelo Método dos Parâmetros Iniciais	5
3. Relações entre os Coeficientes de Matlock-Reese, Sherif e Hahn	9
4. Bibliografia	13
5. Tabelas	14

INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho é oferecer ao profissional de Engenharia de Estruturas e Fundações tabelas contendo coeficientes adimensionais para o cálculo da reação do solo, dos deslocamentos e dos esforços internos solicitantes em estacas enterradas em solo com coeficiente de reação lateral constante ao longo da estaca.

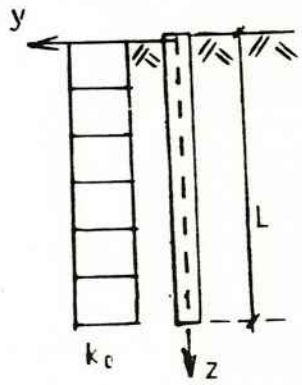
É intenção propiciar ao profissional tabelas mais completas do que as existentes nos trabalhos já consagrados de Matlock-Reese, Sherif e Hahn. São mais completas por abrangerem estacas com diversos vínculos de extremidades.

Para os coeficientes adimensionais das tabelas aqui elaboradas, optou-se pela notação de Matlock-Reese.

Para verificação e complementação de resultados, relacionam-se os coeficientes de Matlock-Reese com os de Sherif e os de Hahn.

1. Equação Diferencial da Linha Elástica

Admite-se que o coeficiente de reação lateral do solo seja constante ao longo da estaca, de acordo com o diagrama retangular ao lado, isto é:



$$\bar{k}(z) = k_0 \qquad (1.1)$$

Sendo b a largura da seção transversal da estaca, a reação lateral do solo escreve-se:

$$p(z) = k_0\, b\, y(z) \qquad (1.2)$$

onde y(z) é a linha elástica da estaca.

Desprezando-se o efeito da força normal na equação diferencial da linha elástica da estaca, tem-se:

$$EI \frac{d^4y}{dz^4} = q(z) - k_0 \, b \, y(z) \tag{1.3}$$

onde:

E = módulo de elasticidade do material da estaca.

I = momento de inércia da seção transversal da estaca.

q(z) = esforço externo aplicado ao longo da estaca.

No caso de q(z) = 0, obtém-se:

$$\frac{d^4y}{dz^4} + \frac{k_0 b}{EI} y(z) = 0 \tag{1.4}$$

pondo $k_0 b/EI = 4\alpha^4$, virá:

$$\frac{d^4y}{dz^4} + 4\alpha^4 \, y(z) = 0 \tag{1.5}$$

Com a mudança da variável $\bar{z} = \alpha z$, a equação diferencial acima transforma-se em:

$$\frac{d^4y}{d\bar{z}^4} + 4y(\bar{z}) = 0 \tag{1.6}$$

Para reduzir a variável independente ao intervalo $-1 \leq x \leq 1$, utiliza-se a nova mudança de variável:

$$\bar{z} = \frac{\lambda}{2} (x + 1) \tag{1.7}$$

ou

$$x = \frac{2}{\lambda} \bar{z} - 1 \tag{1.8}$$

com $\lambda = \alpha L$ e $0 \leq \bar{z} \leq \lambda$. Na variável independente x, a equação diferencial (1.6) passa a:

$$\frac{d^4y}{dx^4} + 0{,}25\lambda^4\, y(x) = 0 \qquad (1.9)$$

É uma equação diferencial de quarta ordem, com coeficientes constantes, que se resolverá pelos polinômios de Chebyshev, de acordo com a referência (4). Resolver-se-á a equação diferencial (1.9) para o intervalo $1 \leq \lambda \leq 4$, com passo igual a 0,20, na variável λ. Indicam-se inicialmente as soluções, na notação de Matlock-Reese, para diversos casos de vínculos de extremidades para a estaca, podendo-se impor, em cada solução, as quatro condições de contorno da equação diferencial. Fornecem-se também soluções para os mesmos casos de vínculos de extremidades, mas utilizando-se o método dos parâmetros iniciais. Pelo método dos parâmetros iniciais há economia considerável, pois a partir de somente quatro soluções fundamentais da equação diferencial, para cada valor de λ, geram-se todas as tabelas referentes aos diversos vínculos de extremidades para a estaca. As soluções abaixo descritas, podendo-se impor cada vez as quatro condições de contorno, servirão para verificar os resultados obtidos pelo método dos parâmetros iniciais.

Para obter os coeficientes adimensionais, nas notações de Matlock-Reese, no caso de força horizontal H aplicada numa das extremidades da estaca, convém colocar:

$$y(x) = \frac{H}{\alpha^3 EI}\, \bar{y}(x) \qquad (1.10)$$

Resultando $\bar{y}(x)$ ser solução da equação diferencial:

$$\frac{d^4\bar{y}}{dx^4} + 0{,}25\lambda^4\, \bar{y}(x) = 0 \qquad (1.11)$$

vindo, diretamente da linha elástica, o coeficiente:

$$A_y = \bar{y}(x) \qquad (1.12)$$

Para deduzir o coeficiente A_S, de Matlock-Reese, referente às rotações das seções transversais da estaca, tem-se:

$$\phi(z) = \frac{dy}{dz} = \alpha\, \frac{dy}{d\bar{z}} = \frac{2}{\lambda}\, \frac{d\bar{y}}{dx} \left(\frac{H}{\alpha^2 EI}\right)$$

decorrendo:

$$A_S = \frac{2}{\lambda} \frac{d\bar{y}}{dx} \tag{1.13}$$

Para conseguir o coeficiente A_M, de Matlock-Reese, referente a momentos fletores na estaca, escreve-se:

$$M(z) = - EI \frac{d^2y}{dz^2} = - \alpha^2 EI \frac{d^2y}{d\bar{z}^2} = - \frac{4}{\lambda^2} \frac{d^2\bar{y}}{dx^2} \left(\frac{H}{\alpha}\right)$$

vindo:

$$A_M = - \frac{4}{\lambda^2} \frac{d^2\bar{y}}{dx^2} \tag{1.14}$$

Para obter o coeficiente A_V, de Matlock-Reese, relativo a forças cortantes na estaca, tem-se:

$$V(z) = - EI \frac{d^3y}{dz^3} = - \alpha^3 EI \frac{d^3y}{d\bar{z}^3} = - \frac{8}{\lambda^3} \frac{d^3\bar{y}}{dx^3} (H)$$

resultando:

$$A_V = - \frac{8}{\lambda^3} \frac{d^3\bar{y}}{dx^3} \tag{1.15}$$

Finalmente, para obter o coeficiente A_p, de Matlock-Reese, referente à reação do solo, escreve-se:

$$p = - (k_0 b)\, y(z) = - 4\alpha^4\, EI \frac{H}{\alpha^3 EI} \bar{y}(x) = - 4A_y (H\, \alpha)$$

vindo:

$$A_p = 4A_y \tag{1.16}$$

Para momento externo M aplicado numa das extremidades da estaca, os coeficientes, na mesma seqüência acima, são agora designados por B_y, B_S, B_M, B_V e B_p.

São obtidos a partir da linha elástica y(x), solução de (1.9), escrita agora sob a forma:

$$y(x) = \frac{M}{\alpha^2 EI} \bar{y}(x) \tag{1.17}$$

Por procedimento análogo ao acima descrito, conseguem-se:

• para a linha elástica da estaca:

$$B_y = \bar{y}(x) \tag{1.18}$$

• para rotações das seções transversais da estaca:

$$B_S = \frac{2}{\lambda} \frac{d\bar{y}}{dx} \tag{1.19}$$

• para momentos fletores na estaca:

$$B_M = -\frac{4}{\lambda^2} \frac{d^2\bar{y}}{dx^2} \tag{1.20}$$

• para forças cortantes na estaca:

$$B_V = -\frac{8}{\lambda^3} \frac{d^3\bar{y}}{dx^3} \tag{1.21}$$

• para a reação do solo:

$$B_p = 4B_y \tag{1.22}$$

2. Soluções pelo Método dos Parâmetros Iniciais

Consegue-se economia considerável quando se resolve a equação diferencial (1.9) pelo método dos parâmetros iniciais, isto é, recorrendo-se às quatro soluções fundamentais da equação diferencial, abaixo descritas. Com as quatro soluções fundamentais, para cada valor de λ, deduzem-se os coeficientes para todas as tabelas, abrangendo os casos de vínculos de extremidades que interessam.

Na variável x, a solução y(x) da equação diferencial (1.9), em função das soluções fundamentais, escreve-se:

$$y(x) = y(-1)\,A_1^*(x) + \left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=-1} B_1^*(x) + \left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_{x=-1} C_1^*(x) +$$

$$+ \left(\frac{d^3y}{dx^3}\right)_{x=-1} D_1^*(x) \qquad (2.1)$$

onde as soluções fundamentais $A_1^*(x)$, $B_1^*(x)$, $C_1^*(x)$ e $D_1^*(x)$ são obtidas da seguinte forma:

$A_1^*(x)$, obtida com as condições:

$$y(-1) = 1, \quad y'(-1) = 0, \quad y''(-1) = 0, \quad y'''(-1) = 0 \qquad (2.2)$$

$B_1^*(x)$, obtida a partir das condições:

$$y(-1) = 0, \quad y'(-1) = 1, \quad y''(-1) = 0, \quad y'''(-1) = 0 \qquad (2.3)$$

$C_1^*(x)$, com as condições:

$$y(-1) = 0, \quad y'(-1) = 0, \quad y''(-1) = 1, \quad y'''(-1) = 0 \qquad (2.4)$$

$D_1^*(x)$, sob as condições:

$$y(-1) = 0, \quad y'(-1) = 0, \quad y''(-1) = 0, \quad y'''(-1) = 1 \qquad (2.5)$$

Para a variável $\bar{z}$, a solução da equação diferencial (1.6), em função dos parâmetros iniciais, escreve-se:

$$y(\bar{z}) = y(0)\,A_1(\bar{z}) + \left(\frac{dy}{d\bar{z}}\right)_{\bar{z}=0} B_1(\bar{z}) + \left(\frac{d^2y}{d\bar{z}^2}\right)_{\bar{z}=0} C_1(\bar{z}) +$$

$$+ \left(\frac{d^3y}{d\bar{z}^3}\right)_{\bar{z}=0} D_1(\bar{z}) \qquad (2.6)$$

De $\phi(z) = dy/dz$, $M(z) = -EI(d^2y/dz^2)$ e $V(z) = -EI(d^3y/dz^3)$, com as duas mudanças de variáveis, $\bar{z} = \alpha z$ e $x = (2/\lambda)\,\bar{z} - 1$, deduzem-se:

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=-1} = \frac{\phi_0}{\alpha}\,\frac{\lambda}{2} \tag{2.7}$$

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_{x=-1} = -\frac{M_0}{\alpha^2 EI}\,\frac{\lambda^2}{4} \tag{2.8}$$

$$\left(\frac{d^3y}{dx^3}\right)_{x=-1} = -\frac{V_0}{\alpha^3 EI}\,\frac{\lambda^3}{8} \tag{2.9}$$

que, substituídas em (2.1), fornecem:

$$y(x) = y_0\,A_1^*(x) + \frac{\phi_0}{\alpha}\,\frac{\lambda}{2}\,B_1^*(x) - \frac{M_0}{\alpha^2 EI}\,\frac{\lambda^2}{4}\,C_1^*(x) - \frac{V_0}{\alpha^3 EI}\,\frac{\lambda^3}{8}\,D^*(x) \tag{2.10}$$

Escrevendo-se daqui em diante a solução (2.6) sob a forma:

$$y(\bar{z}) = y_0\,A_1(\bar{z}) + \frac{\phi_0}{\alpha}\,B_1(\bar{z}) + \frac{M_0}{\alpha^2 EI}\,C_1(\bar{z}) + \frac{V_0}{\alpha^3 EI}\,D_1(\bar{z}) \tag{2.11}$$

e igualando-se (2.10) e (2.11) resultam:

$$A_1(\bar{z}) = A_1^*(x) \tag{2.12}$$

$$B_1(\bar{z}) = \frac{\lambda}{2}\,B_1^*(x) \tag{2.13}$$

$$C_1(\bar{z}) = -\frac{\lambda^2}{4}\,C_1^*(x) \tag{2.14}$$

$$D_1(\bar{z}) = -\frac{\lambda^3}{8}\,D_1^*(x) \tag{2.15}$$

lembrando que $x = (2\,(\bar{z}/\lambda) - 1)$.

Além das funções $A_1(\bar{z})$, $B_1(\bar{z})$, $C_1(\bar{z})$ e $D_1(\bar{z})$ interessam as suas derivadas:

$$A_i = \frac{d}{d\bar{z}} A_{i-1}(z),\ B_i = \frac{d}{d\bar{z}} B_{i-1}(z),\ C_i = \frac{d}{d\bar{z}} C_{i-1}(\bar{z}),$$

$$D_i = \frac{d}{d\bar{z}} D_{i-1}(\bar{z})$$

com i = 2, 3, 4, que irão figurar em:

$$\frac{\phi(\bar{z})}{\alpha} = y_0\, A_2(\bar{z}) + \frac{\phi_0}{\alpha} B_2(\bar{z}) + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_2(\bar{z}) + \frac{V_0}{\alpha^3 EI} D_2(\bar{z}) \tag{2.16}$$

$$\frac{-M(\bar{z})}{\alpha^2 EI} = y_0 A_3(\bar{z}) + \frac{\phi_0}{\alpha} B_3(\bar{z}) + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_3(\bar{z}) + \frac{V_0}{\alpha^3 EI} D_3(\bar{z}) \tag{2.17}$$

$$\frac{-V(\bar{z})}{\alpha^3 EI} = y_0 A_4(\bar{z}) + \frac{\phi_0}{\alpha} B_4(\bar{z}) + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_4(\bar{z}) + \frac{V_0}{\alpha^3 EI} D_4(\bar{z}) \tag{2.18}$$

Pelo método dos parâmetros iniciais, as constantes de integração da equação diferencial de quarta ordem são representadas por y_0, ϕ_0, M_0 e V_0, com significados bem definidos. Nas aplicações, as quatro condições de contorno existentes para a equação diferencial permitem identificar de imediato dois dos quatro parâmetros iniciais, deduzindo-se os outros dois pelas condições de contorno restantes. Assim, por exemplo, para a estaca com ambas as extremidades livres, sujeita à força horizontal H aplicada na extremidade superior, colocam-se de imediato $M_0 = 0$ e $V_0 = H$, deduzem-se y_0 e ϕ_0 impondo $M(\lambda) = 0$, com (2.17), e $V(\lambda) = 0$, com (2.18). Finalmente, determinados y_0, ϕ_0, M_0 e V_0, a partir de (2.11), (2.16), (2.17) e (2.18), tabelam-se os coeficientes adimensionais, funções da variável independente $\bar{z}$, com $0 \leq \bar{z} \leq \lambda$.

3. Relações entre os Coeficientes de Matlock-Reese, Sherif e Hahn

De acordo com o que se afirmou na introdução deste trabalho, julga-se útil, para verificar e complementar resultados, relacionar os coeficientes adimensionais, com as notações dos autores acima mencionados.

Abaixo escrevem-se, numa mesma linha, as expressões devidas a Matlock-Reese, a Sherif e a Hahn para o cálculo da linha elástica da estaca, deduzindo-se em seguida as relações entre os coeficientes correspondentes. Repete-se o mesmo procedimento para o cálculo das rotações das seções transversais da estaca, de momentos fletores, de forças cortantes e de reação do solo. Nas tabelas de Hahn constam somente os coeficientes η_p, η_M e η_Q. Para que as relações ficassem completas, incluiram-se os coeficientes aqui designados por η_y e η_ϕ, sendo este último tabelado na referência (5).

Para a força horizontal H aplicada numa das extremidades da estaca, a linha elástica da estaca, na seqüência acima descrita, lê-se:

$$y = A_y \frac{H}{\alpha^3 EI} = FS \frac{H}{k_0 LB} = \frac{p}{k_0 b} = \eta_y \frac{H}{k_0 bL} \tag{3.1}$$

resultando:

$$A_y = \frac{FS}{4\lambda} = \frac{\eta_y}{4\lambda} \tag{3.2}$$

Para as rotações das seções transversais da estaca, de acordo com Sherif, distinguem-se:

a) Na seção transversal da extremidade superior:

$$\phi = A_S \frac{H}{\alpha^2 EI} = FO \frac{H}{k_0 L^2 B} = \eta_\phi \frac{\alpha^2 H}{k_0 b} \tag{3.3}$$

vindo:

$$A_S = \frac{FO}{4\lambda^2} = \frac{\eta_\phi}{4}$$

sendo A_S e η_ϕ, relativos a FO, calculados para $\bar{z} = 0$.

b) Na seção transversal da extremidade inferior:

$$\phi = A_S \frac{H}{\alpha^2 EI} = FU \frac{H}{k_0 BL^2} = \eta_\phi \frac{\alpha^2 H}{k_0 b} \tag{3.5}$$

decorrendo:

$$A_S = \frac{FU}{4\lambda^2} = \frac{\eta_\phi}{4} \tag{3.6}$$

sendo agora A_S e η_ϕ, referentes a FU, calculados para $\bar{z} = \lambda$.

Para cálculo de momentos fletores na estaca:

$$M = A_M \frac{H}{\alpha} = FM \,.\, HL = \eta_M HL \tag{3.7}$$

resultando:

$$A_M = \lambda FM = \lambda \eta_M \tag{3.8}$$

Para cálculo de forças cortantes na estaca:

$$V = A_V H = FQ \,.\, H = \eta_Q H \tag{3.9}$$

vindo:

$$A_V = FQ = \eta_Q \tag{3.10}$$

Para a reação do solo:

$$p = A_P H \alpha = FP \frac{H}{L} = \eta_P \frac{H}{L} \tag{3.11}$$

resultando:

$$A_P = \frac{FP}{\lambda} = \frac{\eta_P}{\lambda} \tag{3.12}$$

Recordando que $\alpha = \sqrt[4]{k_0 b/4EI}$, $\lambda = \alpha L$, $KC = Ed^3/k_0 L^4$, com $d^3 = 12I/B$, virá:

$$KC = \frac{3}{\lambda^4} \tag{3.13}$$

De acordo com (3.13) relacionam-se os coeficientes de rigidez relativa solo-estaca, para ingressar nas tabelas de Sherif ou nas aqui elaboradas.

Com o objetivo de relacionar os coeficientes adimensionais para o caso de momento externo M aplicado numa das extremidades da estaca, repetem-se as expressões na mesma seqüência adotada para a força horizontal H.

Para a linha elástica da estaca:

$$y = B_y \frac{M}{\alpha^2 EI} = FS \frac{M}{k_0 bL^2} = \frac{p}{k_0 b} = \eta_y \frac{M}{k_0 bL^2} \tag{3.14}$$

resultando:

$$B_y = \frac{FS}{4\lambda^2} = \frac{\eta_y}{4\lambda^2} \tag{3.15}$$

Para as rotações das seções transversais da estaca:

a) Na extremidade superior da estaca:

$$\phi = B_S \frac{M}{\alpha EI} = FO \frac{M}{k_0 bL^3} = \eta_\phi \frac{M}{4\alpha EI} \tag{3.16}$$

decorrendo:

$$B_S = \frac{FO}{4\lambda^3} = \frac{\eta_\phi}{4} \tag{3.17}$$

sendo B_S e η_ϕ, relativos a FO, calculados para $\bar{z} = 0$.

b) Na extremidade inferior da estaca:

$$\phi = B_S \frac{M}{\alpha EI} = FU \frac{M}{k_0 bL^3} = \eta_\phi \frac{M}{4\alpha EI} \tag{3.18}$$

vindo:

$$B_S = \frac{FU}{4\lambda^3} = \frac{\eta_\phi}{4} \tag{3.19}$$

sendo agora B_S e η_ϕ, referentes a FU, calculados para $\bar{z} = \lambda$.

Para cálculo de momentos fletores na estaca:

$$M = B_M\, M = FM\,.M = \eta_M\, M \tag{3.20}$$

resultando:

$$B_M = FM = \eta_M \tag{3.21}$$

Para cálculo de forças cortantes na estaca:

$$V = B_V\, \alpha\, M = FQ\, \frac{M}{L} = \eta_Q\, \frac{M}{L} \tag{3.22}$$

decorrendo:

$$B_V = \frac{FQ}{\lambda} = \frac{\eta_Q}{\lambda} \tag{3.23}$$

Finalmente, para a reação do solo:

$$p = B_p\, \alpha^2 M = FP\, \frac{M}{L^2} = \eta_p\, \frac{M}{L^2} \tag{3.24}$$

resultando:

$$B_p = \frac{FP}{\lambda^2} = \frac{\eta_p}{\lambda^2} \tag{3.25}$$

lembrando que $B_p = 4B_y$.

4. Bibliografia

(1) Hahn, J. - "Durlauftrëger, Rahmen, Platten und Balken auf elastischer Bettung", 12. Auflage, Düsseldorf, Werner Verlag, 1976

(2) Matlock, H. & Reese, L. C. - "Tables of Non-Dimensional Solutions for Laterally Loaded Piles", The University of Texas at Austin, 1962

(3) Sherif, G. S. - "Elastically Fixed Structures", Aachen, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, 1974

(4) Soares, C. A. - "Aplicações dos Polinômios de Chebyshev na Estática das Construções", Tese de Doutoramento apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1972

(5) Soares, C. A. & Teramoto, R. I. - "Linhas de Influência - Vigas Finitas sobre Apoio Elástico, com Diversas Condições de Extremidades", São Paulo, 1981.

5. Tabelas

Resolveu-se a equação diferencial (1.9), para diferentes valores de λ e estacas com diversos vínculos de extremidades. Na folha que antecede as tabelas, esclarece-se o uso dos coeficientes adimensionais que nelas constam.*

No presente texto conserva-se a ordem em que se geraram as tabelas. As tabelas do número 1 ao número 12 referem-se a esforços aplicados na extremidade superior da estaca, esta com diferentes vínculos de extremidades. As tabelas do número 13 ao número 20 referem-se a esforços aplicados na extremidade inferior da estaca. As tabelas do número 21 ao número 28 referem-se a deslocamentos, linear ou angular, impostos nas extremidades da estaca. Desejando grupar as tabelas de modo que se refiram à mesma estrutura, caracterizada por determinados vínculos de extremidades, sugerem-se as denominações abaixo:

Estrutura 1, estaca com extremidades livres, abrangendo tabelas 1, 2, 13 e 14. São tabelas existentes na referência 5, mais aqui obtidas por processo diferente.

Estrutura 2, estaca com a extremidade superior livre e a extremidade inferior articulada, tabelas 3 e 4.

Estrutura 3, estaca com a extremidade superior livre e a extremidade inferior engastada, tabelas 5 e 6.

* Em anexo incluem-se reproduções parciais das tabelas 5 e 6

Estrutura 4, estaca com a extremidade superior engastada móvel transversalmente e a extremidade inferior livre, tabelas 7, 15 e 16.

Estrutura 5, estaca com a extremidade superior engastada móvel transversalmente e a extremidade inferior articulada, tabela 8.

Estrutura 6, estaca com a extremidade superior engastada móvel transversalmente e a extremidade inferior com engastamento perfeito, tabela 9.

Estrutura 7, estaca com a extremidade superior articulada e a extremidade inferior livre, tabelas 10, 17 e 18.

Estrutura 8, estaca com as extremidades articuladas, tabela 11.

Estrutura 9, estaca com a extremidade superior articulada e a extremidade inferior engastada, tabela 12.

Estrutura 10, estaca com a extremidade superior engastada e a extremidade inferior livre, tabelas 19, 20, 25 e 26.

Estrutura 11, estaca biengastada, tabelas 21, 22, 23 e 24.

Estrutura 12, estaca com a extremidade superior engastada e a extremidade inferior articulada, tabelas 27 e 28.

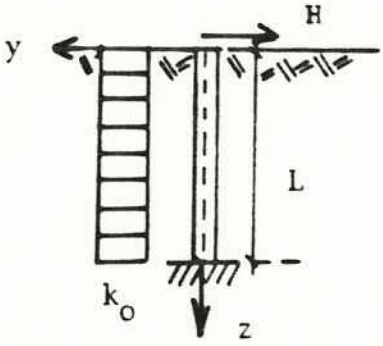


Tabela 5

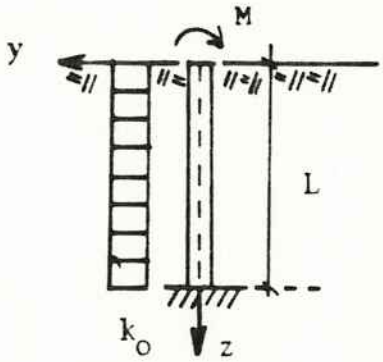


Tabela 6

Linha elástica

$$y(\bar{z}) = \frac{H}{\alpha^3 EI} A_y(\bar{z}) \qquad y(\bar{z}) = \frac{M}{\alpha^2 EI} B_y(\bar{z})$$

Rotação da seção transversal

$$\phi(\bar{z}) = \frac{H}{\alpha^2 EI} A_S(\bar{z}) \qquad \phi(\bar{z}) = \frac{M}{\alpha EI} B_S(\bar{z})$$

Momento fletor

$$M(\bar{z}) = \frac{H}{\alpha} A_M(\bar{z}) \qquad M(\bar{z}) = M B_M(\bar{z})$$

Força cortante

$$V(\bar{z}) = H A_V(\bar{z}) \qquad V(\bar{z}) = \alpha M B_V(\bar{z})$$

Reação do solo

$$p(\bar{z}) = - \alpha H A_p(\bar{z}) \qquad p(\bar{z}) = - \alpha^2 M B_p(\bar{z})$$

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.00

ZT	AY	AS	AM	AV	AP
0.0000	-0.2542	0.3908	-0.0000	1.0000	-1.0167
0.1000	-0.2152	0.3880	0.0952	0.9061	-0.8510
0.2000	-0.1773	0.3720	0.1817	0.8277	-0.7091
0.3000	-0.1411	0.3498	0.2612	0.7641	-0.5645
0.4000	-0.1078	0.3200	0.3350	0.7144	-0.4303
0.5000	-0.0774	0.2830	0.4045	0.6776	-0.3094
0.6000	-0.0512	0.2392	0.4709	0.6520	-0.2048
0.7000	-0.0297	0.1889	0.5352	0.6360	-0.1190
0.8000	-0.0138	0.1322	0.5984	0.6275	-0.0545
0.9000	-0.0035	0.0692	0.6609	0.6243	-0.0141
1.0000	0.0000	0.0000	0.7233	0.6238	0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.20

ZT	AY	AS	AM	AV	AP
0.0000	-0.3513	0.4615	0.0000	1.0000	-1.4050
0.1000	-0.3053	0.4567	0.0933	0.8687	-1.2211
0.2000	-0.2602	0.4432	0.1744	0.7557	-1.0408
0.3000	-0.2169	0.4222	0.2450	0.6603	-0.8675
0.4000	-0.1760	0.3945	0.3070	0.5818	-0.7039
0.5000	-0.1382	0.3610	0.3619	0.5191	-0.5526
0.6000	-0.1039	0.3223	0.4113	0.4708	-0.4158
0.7000	-0.0738	0.2785	0.4565	0.4354	-0.2954
0.8000	-0.0483	0.2311	0.4987	0.4112	-0.1932
0.9000	-0.0278	0.1792	0.5390	0.3961	-0.1110
1.0000	-0.0126	0.1234	0.5782	0.3882	-0.0504
1.1000	-0.0032	0.0636	0.6168	0.3853	-0.0129
1.2000	-0.0000	-0.0000	0.6553	0.3848	-0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.40

ZT	AY	AS	AM	AV	AP
0.0000	-0.4219	0.4938	0.0000	1.0000	-1.6878
0.1000	-0.3727	0.4891	0.0919	0.8411	-1.4509
0.2000	-0.3244	0.4755	0.1685	0.7017	-1.2976
0.3000	-0.2778	0.4557	0.2329	0.5813	-1.1111
0.4000	-0.2335	0.4297	0.2857	0.4792	-0.9338
0.5000	-0.1920	0.3985	0.3293	0.3942	-0.7680
0.6000	-0.1538	0.3641	0.3651	0.3251	-0.6152
0.7000	-0.1193	0.3261	0.3948	0.2707	-0.4771
0.8000	-0.0887	0.2852	0.4197	0.2292	-0.3547
0.9000	-0.0623	0.2423	0.4410	0.1992	-0.2492
1.0000	-0.0403	0.1972	0.4598	0.1788	-0.1612
1.1000	-0.0229	0.1503	0.4770	0.1663	-0.0916
1.2000	-0.0103	0.1018	0.4933	0.1598	-0.0411
1.3000	-0.0026	0.0517	0.5091	0.1574	-0.0104
1.4000	0.0000	-0.0000	0.5248	0.1571	0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.60

ZT	AY	AS	AM	AV	AP
0.0000	-0.4630	0.4995	-0.0000	1.0000	-1.8519
0.1000	-0.4131	0.4952	0.0911	0.8248	-1.6526
0.2000	-0.3642	0.4822	0.1656	0.6694	-1.4568
0.3000	-0.3169	0.4625	0.2256	0.5332	-1.2677
0.4000	-0.2719	0.4375	0.2729	0.4155	-1.0875
0.5000	-0.2296	0.4083	0.3093	0.3153	-0.9182
0.6000	-0.1903	0.3760	0.3365	0.2315	-0.7613
0.7000	-0.1544	0.3412	0.3561	0.1626	-0.6178
0.8000	-0.1221	0.3050	0.3655	0.1074	-0.4885
0.9000	-0.0935	0.2675	0.3780	0.0644	-0.3740
1.0000	-0.0686	0.2295	0.3827	0.0321	-0.2745
1.1000	-0.0476	0.1911	0.3847	0.0090	-0.1904
1.2000	-0.0304	0.1526	0.3848	-0.0065	-0.1217
1.3000	-0.0171	0.1142	0.3836	-0.0158	-0.0683
1.4000	-0.0076	0.0759	0.3818	-0.0206	-0.0303
1.5000	-0.0019	0.0378	0.3796	-0.0224	-0.0076
1.6000	-0.0000	-0.0000	0.3773	-0.0227	-0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.60

ZT	AY	AS	AM	AV	AP
0.0000	-0.4823	0.4947	-0.0000	1.0000	-1.9291
0.1000	-0.4330	0.4900	0.0907	0.8170	-1.7319
0.2000	-0.3848	0.4771	0.1640	0.6535	-1.5380
0.3000	-0.3378	0.4577	0.2220	0.5091	-1.3511
0.4000	-0.2932	0.4332	0.2665	0.3830	-1.1727
0.5000	-0.2512	0.4048	0.2992	0.2740	-1.0050
0.6000	-0.2123	0.3737	0.3219	0.1816	-0.8493
0.7000	-0.1768	0.3407	0.3360	0.1039	-0.7063
0.8000	-0.1442	0.3067	0.3431	0.0399	-0.5768
0.9000	-0.1153	0.2723	0.3444	-0.0110	-0.4610
1.0000	-0.0898	0.2380	0.3411	-0.0528	-0.3590
1.1000	-0.0676	0.2042	0.3342	-0.0842	-0.2708
1.2000	-0.0489	0.1712	0.3245	-0.1074	-0.1955
1.3000	-0.0334	0.1393	0.3129	-0.1237	-0.1335
1.4000	-0.0210	0.1087	0.3000	-0.1345	-0.0839
1.5000	-0.0116	0.0794	0.2862	-0.1409	-0.0463
1.6000	-0.0051	0.0515	0.2719	-0.1441	-0.0202
1.7000	-0.0012	0.0250	0.2574	-0.1457	-0.0050
1.8000	-0.0000	-0.0000	0.2429	-0.1455	-0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.00

ZT	AY	AS	AM	AV	AP
0.0000	-0.4894	0.4879	0.0000	1.0000	-1.9576
0.1000	-0.4408	0.4832	0.0905	0.8140	-1.7630
0.2000	-0.3930	0.4704	0.1634	0.6473	-1.5721
0.3000	-0.3469	0.4511	0.2206	0.4994	-1.3876
0.4000	-0.3030	0.4267	0.2639	0.3695	-1.2119
0.5000	-0.2617	0.3987	0.2951	0.2566	-1.0467
0.6000	-0.2233	0.3681	0.3158	0.1597	-0.8933
0.7000	-0.1881	0.3358	0.3275	0.0775	-0.7525
0.8000	-0.1562	0.3028	0.3317	0.0088	-0.6247
0.9000	-0.1276	0.2697	0.3297	-0.0478	-0.5102
1.0000	-0.1022	0.2370	0.3225	-0.0937	-0.4089
1.1000	-0.0801	0.2053	0.3113	-0.1300	-0.3205
1.2000	-0.0611	0.1749	0.2968	-0.1582	-0.2445
1.3000	-0.0451	0.1461	0.2799	-0.1793	-0.1803
1.4000	-0.0318	0.1190	0.2611	-0.1946	-0.1274
1.5000	-0.0212	0.0939	0.2411	-0.2052	-0.0849
1.6000	-0.0130	0.0708	0.2202	-0.2119	-0.0520
1.7000	-0.0070	0.0499	0.1988	-0.2159	-0.0279
1.8000	-0.0030	0.0311	0.1771	-0.2178	-0.0118
1.9000	-0.0007	0.0144	0.1553	-0.2185	-0.0028
2.0000	0.0000	-0.0000	0.1334	-0.2186	0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.20

ZT	AY	AS	AM	AV	AP
0.0000	-0.4931	0.4837	0.0000	1.0000	-1.9645
0.1000	-0.4429	0.4790	0.0905	0.8132	-1.7717
0.2000	-0.3956	0.4652	0.1633	0.6456	-1.5824
0.3000	-0.3499	0.4419	0.2202	0.4905	-1.3996
0.4000	-0.3064	0.4226	0.2632	0.3653	-1.2255
0.5000	-0.2655	0.3940	0.2939	0.2511	-1.0620
0.6000	-0.2275	0.3610	0.3139	0.1505	-0.9100
0.7000	-0.1927	0.3322	0.3249	0.0686	-0.7709
0.8000	-0.1611	0.2995	0.3281	-0.0021	-0.6445
0.9000	-0.1326	0.2658	0.3240	-0.0557	-0.5317
1.0000	-0.1078	0.2347	0.3163	-0.1089	-0.4311
1.1000	-0.0859	0.2038	0.3034	-0.1474	-0.3434
1.2000	-0.0670	0.1741	0.2871	-0.1778	-0.2679
1.3000	-0.0510	0.1462	0.2681	-0.2012	-0.2039
1.4000	-0.0377	0.1205	0.2470	-0.2190	-0.1508
1.5000	-0.0268	0.0970	0.2244	-0.2318	-0.1072
1.6000	-0.0182	0.0757	0.2009	-0.2407	-0.0727
1.7000	-0.0116	0.0568	0.1764	-0.2466	-0.0463
1.8000	-0.0067	0.0404	0.1515	-0.2502	-0.0270
1.9000	-0.0034	0.0265	0.1264	-0.2522	-0.0130
2.0000	-0.0013	0.0152	0.1011	-0.2531	-0.0054
2.1000	-0.0003	0.0063	0.0758	-0.2534	-0.0012
2.2000	0.0000	-0.0000	0.0504	-0.2535	0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.40

ZT	AY	AS	AM	AV	AP
0.0000	-0.4913	0.4827	0.0000	1.0000	-1.9650
0.1000	-0.4431	0.4780	0.0905	0.8131	-1.7726
0.2000	-0.3959	0.4652	0.1633	0.6454	-1.5837
0.3000	-0.3500	0.4459	0.2202	0.4982	-1.4013
0.4000	-0.3069	0.4216	0.2631	0.3648	-1.2276
0.5000	-0.2661	0.3937	0.2937	0.2503	-1.0645
0.6000	-0.2283	0.3632	0.3137	0.1515	-0.9130
0.7000	-0.1935	0.3312	0.3245	0.0673	-0.7741
0.8000	-0.1620	0.2986	0.3278	-0.0037	-0.6481
0.9000	-0.1338	0.2659	0.3242	-0.0528	-0.5352
1.0000	-0.1088	0.2339	0.3154	-0.1112	-0.4353
1.1000	-0.0870	0.2030	0.3022	-0.1502	-0.3479
1.2000	-0.0682	0.1736	0.2856	-0.1812	-0.2727
1.3000	-0.0522	0.1460	0.2662	-0.2052	-0.2088
1.4000	-0.0389	0.1204	0.2448	-0.2233	-0.1556
1.5000	-0.0280	0.0971	0.2217	-0.2366	-0.1122
1.6000	-0.0194	0.0761	0.1978	-0.2460	-0.0776
1.7000	-0.0127	0.0576	0.1726	-0.2524	-0.0509
1.8000	-0.0078	0.0416	0.1472	-0.2564	-0.0312
1.9000	-0.0043	0.0282	0.1214	-0.2585	-0.0173
2.0000	-0.0021	0.0173	0.0954	-0.2601	-0.0083
2.1000	-0.0008	0.0091	0.0694	-0.2606	-0.0031
2.2000	-0.0002	0.0035	0.0433	-0.2608	-0.0007
2.3000	0.0000	0.0004	0.0173	-0.2608	0.0000
2.4000	-0.0000	-0.0000	-0.0088	-0.2608	-0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.60

ZT	AY	AS	AM	BV	AP
0.0000	-0.4935	0.4842	0.0000	1.0000	-1.9658
0.1000	-0.4432	0.4795	0.0905	0.8131	-1.7728
0.2000	-0.3950	0.4657	0.1633	0.6453	-1.5833
0.3000	-0.3501	0.4474	0.2202	0.4962	-1.4003
0.4000	-0.3065	0.4232	0.2631	0.3650	-1.2260
0.5000	-0.2656	0.3952	0.2937	0.2507	-1.0622
0.6000	-0.2275	0.3648	0.3138	0.1521	-0.9102
0.7000	-0.1927	0.3328	0.3247	0.0682	-0.7706
0.8000	-0.1610	0.3001	0.3278	-0.0024	-0.6440
0.9000	-0.1328	0.2674	0.3248	-0.0610	-0.5306
1.0000	-0.1075	0.2353	0.3160	-0.1090	-0.4300
1.1000	-0.0855	0.2044	0.3031	-0.1475	-0.3421
1.2000	-0.0668	0.1748	0.2868	-0.1778	-0.2664
1.3000	-0.0505	0.1471	0.2678	-0.2011	-0.2020
1.4000	-0.0371	0.1214	0.2467	-0.2186	-0.1484
1.5000	-0.0262	0.0978	0.2242	-0.2311	-0.1047
1.6000	-0.0175	0.0765	0.2006	-0.2398	-0.0699
1.7000	-0.0108	0.0577	0.1764	-0.2454	-0.0431
1.8000	-0.0056	0.0413	0.1518	-0.2480	-0.0234
1.9000	-0.0024	0.0274	0.1287	-0.2502	-0.0097
2.0000	-0.0003	0.0150	0.1016	-0.2508	-0.0012
2.1000	0.0008	0.0070	0.0766	-0.2506	0.0034
2.2000	0.0012	0.0036	0.0515	-0.2502	0.0048
2.3000	0.0011	-0.0033	0.0265	-0.2497	0.0042
2.4000	0.0008	-0.0047	0.0016	-0.2494	0.0025
2.5000	0.0002	-0.0036	-0.0234	-0.2492	0.0008
2.6000	0.0000	-0.0000	-0.0483	-0.2492	0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.80

ZT	AY	AS	AM	AV	AF
0.0000	-0.4922	0.4871	0.0000	1.0000	-1.9689
0.1000	-0.4437	0.4825	0.0905	0.8128	-1.7746
0.2000	-0.3960	0.4696	0.1632	0.6450	-1.5840
0.3000	-0.3500	0.4503	0.2201	0.4558	-1.3998
0.4000	-0.3061	0.4251	0.2630	0.3647	-1.2244
0.5000	-0.2649	0.3982	0.2936	0.2506	-1.0594
0.6000	-0.2265	0.3677	0.3136	0.1524	-0.9062
0.7000	-0.1914	0.3357	0.3246	0.0689	-0.7655
0.8000	-0.1594	0.3030	0.3279	-0.0011	-0.6377
0.9000	-0.1308	0.2704	0.3248	-0.0590	-0.5230
1.0000	-0.1053	0.2383	0.3164	-0.1061	-0.4213
1.1000	-0.0831	0.2072	0.3038	-0.1437	-0.3323
1.2000	-0.0638	0.1776	0.2879	-0.1730	-0.2554
1.3000	-0.0475	0.1497	0.2695	-0.1952	-0.1900
1.4000	-0.0338	0.1238	0.2491	-0.2114	-0.1353
1.5000	-0.0227	0.0999	0.2274	-0.2226	-0.0906
1.6000	-0.0136	0.0783	0.2047	-0.2298	-0.0551
1.7000	-0.0069	0.0590	0.1815	-0.2339	-0.0277
1.8000	-0.0019	0.0420	0.1580	-0.2356	-0.0075
1.9000	0.0016	0.0274	0.1345	-0.2356	0.0063
2.0000	0.0037	0.0151	0.1110	-0.2345	0.0147
2.1000	0.0047	0.0052	0.0878	-0.2328	0.0187
2.2000	0.0048	-0.0024	0.0644	-0.2309	0.0192
2.3000	0.0043	-0.0077	0.0414	-0.2290	0.0171
2.4000	0.0033	-0.0107	0.0186	-0.2275	0.0134
2.5000	0.0022	-0.0114	-0.0042	-0.2264	0.0089
2.6000	0.0011	-0.0099	-0.0267	-0.2257	0.0045
2.7000	0.0003	-0.0061	-0.0453	-0.2254	0.0013
2.8000	-0.0000	0.0000	-0.0718	-0.2254	-0.0000

TABELA 5 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
FORCA HORIZONTAL NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 3.00

ZT	AY	AS	AM	AV	AP
0.0000	-0.4934	0.4934	-0.0000	1.0000	-1.9738
0.1000	-0.4446	0.4857	0.0905	0.8124	-1.7782
0.2000	-0.3966	0.4729	0.1631	0.6442	-1.5863
0.3000	-0.3502	0.4536	0.2199	0.4949	-1.4008
0.4000	-0.3060	0.4294	0.2627	0.3638	-1.2240
0.5000	-0.2644	0.4015	0.2933	0.2498	-1.0577
0.6000	-0.2258	0.3711	0.3132	0.1518	-0.9031
0.7000	-0.1903	0.3392	0.3241	0.0687	-0.7610
0.8000	-0.1580	0.3065	0.3274	-0.0008	-0.6319
0.9000	-0.1290	0.2739	0.3244	-0.0581	-0.5158
1.0000	-0.1032	0.2418	0.3162	-0.1044	-0.4127
1.1000	-0.0806	0.2108	0.3038	-0.1410	-0.3222
1.2000	-0.0610	0.1812	0.2882	-0.1692	-0.2439
1.3000	-0.0443	0.1532	0.2702	-0.1902	-0.1771
1.4000	-0.0303	0.1272	0.2504	-0.2050	-0.1210
1.5000	-0.0188	0.1032	0.2294	-0.2147	-0.0750
1.6000	-0.0096	0.0813	0.2076	-0.2203	-0.0382
1.7000	-0.0024	0.0617	0.1854	-0.2226	-0.0097
1.8000	0.0029	0.0443	0.1632	-0.2225	0.0114
1.9000	0.0065	0.0290	0.1410	-0.2206	0.0260
2.0000	0.0087	0.0152	0.1191	-0.2175	0.0350
2.1000	0.0098	0.0052	0.0975	-0.2137	0.0392
2.2000	0.0099	-0.0035	0.0763	-0.2098	0.0394
2.3000	0.0092	-0.0101	0.0556	-0.2060	0.0367
2.4000	0.0079	-0.0146	0.0351	-0.2025	0.0317
2.5000	0.0063	-0.0171	0.0150	-0.1997	0.0253
2.6000	0.0046	-0.0176	-0.0048	-0.1975	0.0183
2.7000	0.0029	-0.0161	-0.0245	-0.1960	0.0114
2.8000	0.0014	-0.0127	-0.0441	-0.1952	0.0056
2.9000	0.0004	-0.0073	-0.0635	-0.1948	0.0015
3.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0830	-0.1948	-0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.00

ZT	BY	BS	BM	BV	BP
0.0000	-0.3906	0.8485	1.0000	0.0000	-1.5632
0.1000	-0.3109	0.7488	0.9927	-0.1400	-1.2437
0.2000	-0.2410	0.6504	0.9730	-0.2501	-0.9640
0.3000	-0.1808	0.5545	0.9436	-0.3341	-0.7231
0.4000	-0.1300	0.4619	0.9069	-0.3959	-0.5199
0.5000	-0.0883	0.3733	0.8650	-0.4393	-0.3530
0.6000	-0.0552	0.2890	0.8196	-0.4677	-0.2207
0.7000	-0.0303	0.2094	0.7719	-0.4845	-0.1212
0.8000	-0.0131	0.1347	0.7229	-0.4930	-0.0526
0.9000	-0.0032	0.0649	0.6734	-0.4960	-0.0128
1.0000	0.0000	-0.0000	0.6238	-0.4964	0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.20

ZT	BY	BS	BM	BV	BP
0.0000	-0.4615	0.9006	1.0000	-0.0000	-1.8460
0.1000	-0.3764	0.8009	0.9914	-0.1673	-1.5057
0.2000	-0.3013	0.7028	0.9676	-0.3025	-1.2050
0.3000	-0.2358	0.6078	0.9318	-0.4095	-0.9430
0.4000	-0.1796	0.5168	0.8865	-0.4923	-0.7183
0.5000	-0.1322	0.4307	0.8340	-0.5544	-0.5289
0.6000	-0.0932	0.3502	0.7762	-0.5992	-0.3730
0.7000	-0.0620	0.2758	0.7147	-0.6300	-0.2480
0.8000	-0.0379	0.2073	0.6506	-0.6498	-0.1517
0.9000	-0.0203	0.1455	0.5850	-0.6612	-0.0813
1.0000	-0.0086	0.0903	0.5185	-0.6668	-0.0344
1.1000	-0.0020	0.0418	0.4517	-0.6688	-0.0081
1.2000	-0.0000	-0.0000	0.3848	-0.6690	-0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.40

ZT	BY	BS	BM	BV	BP
0.0000	-0.4938	0.9158	1.0000	-0.0000	-1.9752
0.1000	-0.4172	0.8162	0.9907	-0.1799	-1.6288
0.2000	-0.3505	0.7182	0.9651	-0.3271	-1.3220
0.3000	-0.2634	0.6238	0.9263	-0.4456	-1.0538
0.4000	-0.2156	0.5333	0.8768	-0.5391	-0.8226
0.5000	-0.1566	0.4485	0.8192	-0.6112	-0.6264
0.6000	-0.1057	0.3697	0.7552	-0.6654	-0.4630
0.7000	-0.0824	0.2976	0.6866	-0.7048	-0.3297
0.8000	-0.0560	0.2325	0.6146	-0.7323	-0.2240
0.9000	-0.0357	0.1747	0.5404	-0.7505	-0.1428
1.0000	-0.0208	0.1245	0.4648	-0.7616	-0.0832
1.1000	-0.0105	0.0818	0.3883	-0.7677	-0.0422
1.2000	-0.0042	0.0468	0.3113	-0.7705	-0.0167
1.3000	-0.0009	0.0198	0.2342	-0.7715	-0.0037
1.4000	-0.0000	-0.0000	0.1571	-0.7716	-0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.60

ZT	BY	BS	BM	BV	BF
0.0000	-0.4999	0.9172	1.0000	0.0000	-1.9995
0.1000	-0.4131	0.8175	0.9906	-0.1823	-1.6526
0.2000	-0.3363	0.7198	0.9648	-0.3318	-1.3453
0.3000	-0.2691	0.6250	0.9252	-0.4526	-1.0765
0.4000	-0.2112	0.5349	0.8749	-0.5484	-0.8447
0.5000	-0.1620	0.4503	0.8162	-0.6227	-0.6478
0.6000	-0.1209	0.3715	0.7510	-0.6790	-0.4836
0.7000	-0.0874	0.3003	0.6809	-0.7204	-0.3494
0.8000	-0.0606	0.2358	0.6073	-0.7498	-0.2424
0.9000	-0.0399	0.1785	0.5313	-0.7697	-0.1598
1.0000	-0.0246	0.1296	0.4536	-0.7825	-0.0983
1.1000	-0.0138	0.0882	0.3750	-0.7900	-0.0550
1.2000	-0.0067	0.0548	0.2957	-0.7940	-0.0267
1.3000	-0.0026	0.0290	0.2162	-0.7957	-0.0103
1.4000	-0.0006	0.0114	0.1366	-0.7963	-0.0024
1.5000	-0.0000	0.0017	0.0570	-0.7964	-0.0001
1.6000	0.0000	-0.0000	-0.0227	-0.7964	0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 1.80

ZT	BY	BS	BM	BV	BF
0.0000	-0.4947	0.9190	1.0000	0.0000	-1.9787
0.1000	-0.4070	0.8193	0.9907	-0.1802	-1.6311
0.2000	-0.3308	0.7214	0.9651	-0.3275	-1.3231
0.3000	-0.2634	0.6267	0.9262	-0.4461	-1.0538
0.4000	-0.2053	0.5365	0.8767	-0.5395	-0.8211
0.5000	-0.1559	0.4517	0.8190	-0.6114	-0.6236
0.6000	-0.1147	0.3729	0.7550	-0.6653	-0.4589
0.7000	-0.0811	0.3008	0.6864	-0.7042	-0.3244
0.8000	-0.0543	0.2357	0.6145	-0.7311	-0.2174
0.9000	-0.0337	0.1780	0.5405	-0.7485	-0.1349
1.0000	-0.0185	0.1277	0.4652	-0.7589	-0.0740
1.1000	-0.0079	0.0850	0.3889	-0.7639	-0.0317
1.2000	-0.0015	0.0499	0.3124	-0.7657	-0.0061
1.3000	0.0023	0.0225	0.2359	-0.7653	0.0093
1.4000	0.0035	0.0027	0.1594	-0.7641	0.0141
1.5000	0.0021	-0.0094	0.0830	-0.7625	0.0125
1.6000	0.0019	-0.0139	0.0068	-0.7617	0.0076
1.7000	0.0006	-0.0107	-0.0693	-0.7612	0.0024
1.8000	-0.0000	0.0000	-0.1455	-0.7612	-0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.00

ZT	BY	BS	BM	BV	BP
0.0000	-0.4879	0.9260	1.0000	-0.0000	-1.9517
0.1000	-0.4003	0.8263	0.9908	-0.1773	-1.6012
0.2000	-0.3226	0.7283	0.9656	-0.3216	-1.2904
0.3000	-0.2545	0.6336	0.9275	-0.4367	-1.0181
0.4000	-0.1957	0.5432	0.8791	-0.5264	-0.7830
0.5000	-0.1457	0.4580	0.8229	-0.5944	-0.5829
0.6000	-0.1039	0.3788	0.7609	-0.6441	-0.4158
0.7000	-0.0698	0.3060	0.6946	-0.6788	-0.2790
0.8000	-0.0425	0.2399	0.6256	-0.7008	-0.1701
0.9000	-0.0215	0.1809	0.5548	-0.7135	-0.0861
1.0000	-0.0061	0.1290	0.4831	-0.7188	-0.0244
1.1000	0.0045	0.0843	0.4112	-0.7190	0.0180
1.2000	0.0110	0.0468	0.3394	-0.7157	0.0440
1.3000	0.0141	0.0164	0.2681	-0.7108	0.0564
1.4000	0.0145	-0.0069	0.1973	-0.7048	0.0581
1.5000	0.0130	-0.0231	0.1271	-0.6993	0.0519
1.6000	0.0101	-0.0323	0.0574	-0.6948	0.0406
1.7000	0.0067	-0.0346	-0.0118	-0.6912	0.0269
1.8000	0.0035	-0.0299	-0.0809	-0.6892	0.0138
1.9000	0.0010	-0.0184	-0.1497	-0.6884	0.0039
2.0000	0.0000	0.0000	-0.2186	-0.6882	0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.20

ZT	BY	BS	BM	BV	BP
0.0000	-0.4837	0.9374	1.0000	-0.0000	-1.9347
0.1000	-0.3949	0.8377	0.9909	-0.1754	-1.5797
0.2000	-0.3161	0.7397	0.9660	-0.3173	-1.2645
0.3000	-0.2479	0.6449	0.9285	-0.4295	-0.9875
0.4000	-0.1870	0.5544	0.8810	-0.5160	-0.7478
0.5000	-0.1355	0.4690	0.8260	-0.5803	-0.5433
0.6000	-0.0930	0.3893	0.7655	-0.6259	-0.3719
0.7000	-0.0578	0.3160	0.7014	-0.6557	-0.2310
0.8000	-0.0296	0.2491	0.6349	-0.6729	-0.1152
0.9000	-0.0077	0.1890	0.5671	-0.6800	-0.0288
1.0000	0.0085	0.1357	0.4991	-0.6798	0.0339
1.1000	0.0197	0.0892	0.4313	-0.6740	0.0787
1.2000	0.0265	0.0494	0.3644	-0.6647	0.1060
1.3000	0.0298	0.0163	0.2985	-0.6532	0.1192
1.4000	0.0300	-0.0103	0.2337	-0.6412	0.1201
1.5000	0.0279	-0.0325	0.1702	-0.6290	0.1107
1.6000	0.0241	-0.0444	0.1078	-0.6191	0.0965
1.7000	0.0193	-0.0521	0.0463	-0.6104	0.0770
1.8000	0.0139	-0.0537	-0.0144	-0.6038	0.0557
1.9000	0.0087	-0.0492	-0.0745	-0.5992	0.0349
2.0000	0.0043	-0.0338	-0.1343	-0.5967	0.0[illegible]
2.1000	0.0012	-0.0224	-0.1939	-0.5957	0.0047
2.2000	-0.0000	0.0000	-0.2535	-0.5955	-0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.40

ZT	BY	BS	BM	BV	BF
0.0000	-0.4827	0.9508	1.0000	-0.0000	-1.9308
0.1000	-0.3926	0.8511	0.9910	-0.1747	-1.5704
0.2000	-0.3124	0.7531	0.9662	-0.3154	-1.2497
0.3000	-0.2419	0.6583	0.9289	-0.4259	-0.9675
0.4000	-0.1806	0.5677	0.8819	-0.5101	-0.7225
0.5000	-0.1282	0.4822	0.8276	-0.5716	-0.5127
0.6000	-0.0840	0.4023	0.7682	-0.6138	-0.3360
0.7000	-0.0475	0.3280	0.7054	-0.6398	-0.1900
0.8000	-0.0181	0.2813	0.6407	-0.6527	-0.0722
0.9000	0.0050	0.2005	0.5752	-0.6551	0.0199
1.0000	0.0223	0.1463	0.5059	-0.6495	0.0891
1.1000	0.0344	0.0985	0.4455	-0.6380	0.1378
1.2000	0.0422	0.0571	0.3824	-0.6225	0.1687
1.3000	0.0461	0.0220	0.3211	-0.6048	0.1843
1.4000	0.0468	-0.0071	0.2615	-0.5861	0.1871
1.5000	0.0448	-0.0304	0.2038	-0.5677	0.1794
1.6000	0.0409	-0.0480	0.1479	-0.5505	0.1635
1.7000	0.0354	-0.0600	0.0937	-0.5352	0.1417
1.8000	0.0291	-0.0668	0.0408	-0.5223	0.1162
1.9000	0.0223	-0.0682	-0.0109	-0.5120	0.0890
2.0000	0.0156	-0.0646	-0.0617	-0.5045	0.0623
2.1000	0.0095	-0.0569	-0.1119	-0.4995	0.0380
2.2000	0.0048	-0.0422	-0.1610	-0.4967	0.0182
2.3000	0.0012	-0.0236	-0.2113	-0.4956	0.0049
2.4000	-0.0000	0.0000	-0.2608	-0.4954	-0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.60

ZT	BY	BS	BM	BV	BP
0.0000	-0.4842	0.9639	1.0000	-0.0000	-1.9369
0.1000	-0.3928	0.8642	0.9909	-0.1751	-1.5713
0.2000	-0.3113	0.7653	0.9661	-0.3156	-1.2453
0.3000	-0.2395	0.6714	0.9288	-0.4254	-0.9579
0.4000	-0.1769	0.5808	0.8815	-0.5084	-0.7076
0.5000	-0.1231	0.4953	0.8279	-0.5681	-0.4925
0.6000	-0.0776	0.4154	0.7690	-0.6080	-0.3106
0.7000	-0.0398	0.3418	0.7069	-0.6313	-0.1594
0.8000	-0.0091	0.2741	0.6432	-0.6408	-0.0365
0.9000	0.0152	0.2130	0.5791	-0.6394	0.0607
1.0000	0.0337	0.1582	0.5156	-0.6295	0.1347
1.1000	0.0470	0.1098	0.4534	-0.6131	0.1881
1.2000	0.0559	0.0675	0.3931	-0.5924	0.2234
1.3000	0.0607	0.0311	0.3350	-0.5690	0.2429
1.4000	0.0623	0.0004	0.2794	-0.5443	0.2490
1.5000	0.0610	-0.0249	0.2262	-0.5196	0.2440
1.6000	0.0575	-0.0449	0.1754	-0.4958	0.2299
1.7000	0.0522	-0.0600	0.1270	-0.4738	0.2087
1.8000	0.0456	-0.0704	0.0806	-0.4542	0.1825
1.9000	0.0383	-0.0762	0.0360	-0.4374	0.1530
2.0000	0.0305	-0.0776	-0.0070	-0.4237	0.1221
2.1000	0.0229	-0.0748	-0.0488	-0.4130	0.0915
2.2000	0.0157	-0.0679	-0.0897	-0.4053	0.0628
2.3000	0.0094	-0.0569	-0.1300	-0.4003	0.0377
2.4000	0.0045	-0.0419	-0.1699	-0.3978	0.0178
2.5000	0.0012	-0.0229	-0.2095	-0.3985	0.0047
2.6000	0.0000	0.0000	-0.2492	-0.3984	0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 2.80

ZT	BY	BS	BM	EV	BP
0.0000	-0.4871	0.9753	1.0000	-0.0000	-1.9485
0.1000	-0.3948	0.8756	0.9909	-0.1760	-1.5784
0.2000	-0.3120	0.7776	0.9660	-0.3170	-1.2478
0.3000	-0.2390	0.6828	0.9215	-0.4269	-0.9559
0.4000	-0.1753	0.5922	0.8015	-0.5094	-0.7010
0.5000	-0.1203	0.5068	0.8274	-0.5682	-0.4814
0.6000	-0.0737	0.4269	0.7885	-0.6068	-0.2948
0.7000	-0.0348	0.3531	0.7366	-0.6282	-0.1390
0.8000	-0.0029	0.2856	0.6434	-0.6355	-0.0115
0.9000	0.0226	0.2245	0.5799	-0.6314	0.0903
1.0000	0.0422	0.1696	0.5174	-0.6182	0.1689
1.1000	0.0567	0.1209	0.4565	-0.5983	0.2268
1.2000	0.0666	0.0782	0.3979	-0.5735	0.2665
1.3000	0.0726	0.0413	0.3419	-0.5455	0.2902
1.4000	0.0751	0.0098	0.2888	-0.5159	0.3002
1.5000	0.0747	-0.0166	0.2387	-0.4859	0.2987
1.6000	0.0719	-0.0391	0.1918	-0.4565	0.2876
1.7000	0.0672	-0.0550	0.1474	-0.4286	0.2688
1.8000	0.0610	-0.0676	0.1058	-0.4029	0.2442
1.9000	0.0538	-0.0763	0.0667	-0.3799	0.2153
2.0000	0.0459	-0.0811	0.0298	-0.3599	0.1837
2.1000	0.0377	-0.0823	-0.0054	-0.3432	0.1509
2.2000	0.0296	-0.0800	-0.0390	-0.3298	0.1183
2.3000	0.0218	-0.0745	-0.0714	-0.3195	0.0873
2.4000	0.0148	-0.0658	-0.1030	-0.3122	0.0591
2.5000	0.0088	-0.0539	-0.1340	-0.3075	0.0352
2.6000	0.0041	-0.0390	-0.1646	-0.3050	0.0164
2.7000	0.0011	-0.0210	-0.1950	-0.3040	0.0043
2.8000	-0.0000	0.0000	-0.2254	-0.3039	-0.0000

TABELA 6 - ESTACA COM EXTR. SUP. LIVRE E INF. ENG.
MOMENTO NA EXTR. SUP.
LAMBDA= 3.00

ZT	BY	BS	BM	EV	BP
0.0000	-0.4904	0.9842	1.0000	0.0000	-1.9617
0.1000	-0.3970	0.8845	0.9908	-0.1772	-1.5880
0.2000	-0.3135	0.7865	0.9657	-0.3189	-1.2539
0.3000	-0.2396	0.6917	0.9281	-0.4292	-0.9584
0.4000	-0.1750	0.6012	0.8808	-0.5118	-0.6999
0.5000	-0.1192	0.5158	0.8265	-0.5704	-0.4767
0.6000	-0.0716	0.4351	0.7674	-0.6083	-0.2865
0.7000	-0.0318	0.3624	0.7055	-0.6287	-0.1270
0.8000	0.0011	0.2950	0.6422	-0.6346	0.0043
0.9000	0.0275	0.2340	0.5789	-0.6287	0.1098
1.0000	0.0481	0.1792	0.5166	-0.6134	0.1923
1.1000	0.0635	0.1306	0.4565	-0.5909	0.2540
1.2000	0.0744	0.0878	0.3987	-0.5632	0.2975
1.3000	0.0813	0.0507	0.3440	-0.5320	0.3250
1.4000	0.0847	0.0189	0.2924	-0.4987	0.3388
1.5000	0.0852	-0.0079	0.2443	-0.4646	0.3408
1.6000	0.0833	-0.0300	0.1995	-0.4308	0.3331
1.7000	0.0793	-0.0479	0.1580	-0.3982	0.3174
1.8000	0.0738	-0.0618	0.1198	-0.3676	0.2953
1.9000	0.0671	-0.0719	0.0845	-0.3393	0.2685
2.0000	0.0596	-0.0787	0.0518	-0.3140	0.2382
2.1000	0.0515	-0.0824	0.0216	-0.2918	0.2059
2.2000	0.0432	-0.0831	-0.0060	-0.2728	0.1727
2.3000	0.0349	-0.0811	-0.0331	-0.2572	0.1398
2.4000	0.0270	-0.0765	-0.0582	-0.2448	0.1082
2.5000	0.0197	-0.0695	-0.0822	-0.2355	0.0789
2.6000	0.0132	-0.0601	-0.1054	-0.2290	0.0529
2.7000	0.0078	-0.0484	-0.1281	-0.2248	0.0311
2.8000	0.0036	-0.0345	-0.1504	-0.2226	0.0144
2.9000	0.0009	-0.0184	-0.1720	-0.2217	0.0037
3.0000	-0.0000	0.0000	-0.1948	-0.2216	-0.0000