Correções sobre CRV e tensão em sapatas

As tensões atuantes em cada elemento de fundação superficial (sapatas/radiers) não possuem uma distribuição constante para as fundações flexíveis, conforme indicado pelas referências de TEIXEIRA & GODOY (1996), VELLOSO & LOPES (1996) e esquematizados na Figura 7.1. Dessa forma, para simular essa distribuição não constante entre fundação/solo, desenvolveram-se duas metodologias para simular esse efeito.

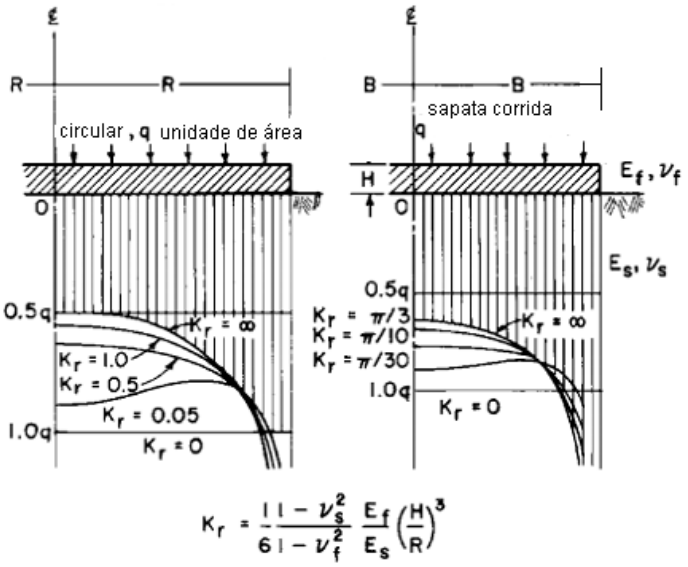


Figura 7.1 - Pressão de contato para fundação flexível – Adap. de Borowicka (1936, 1938)

A primeira, denominada de ”Modelo de Correção do Coeficiente de Mola”, atua sobre o valor de CRV de elemento de fundação. Assim, independentemente do Método de Cálculo do CRV escolhido, aplica-se um ponderador sobre esse valor, levando a influência do solo variar de ponto a ponto da fundação. Assim, as análises de esforços, recalques e tensões do projeto são realizadas sobre essa configuração.

A segunda, denominada de “Modelo de Pressão de Contato”, realiza a correção de contato entre a fundação/solo sobre as tensões constantes obtidas na análise convencional. Essa correção é realizada em função de características mecânicas e geométricas do conjunto fundação/solo, mediante um fator de rigidez relativo - K_r .

Em seguida, são apresentados com mais detalhes os procedimentos de cálculo das tensões de contato fundação/solo desenvolvidos no SISES.

Modelo de Correção do Coeficiente de Mola

Para diversos casos de rigidez relativa entre solo-sapata, se obtém - via Teoria da Elasticidade - valores de deslocamentos para os pontos da sapata, os quais geram uma curva de recalque, a qual é empregada para determinar um coeficiente de rigidez em cada ponto da sapata. Veja exemplo.

Seja a sapata com um pilar em uma determinada posição, conforme Figura 7.2a. Os deslocamentos calculados (via Teoria da Elasticidade, já considerando a sapata, sua rigidez, geometria, tipo de solo), estão esquematicamente indicados na Figura 7.2b.

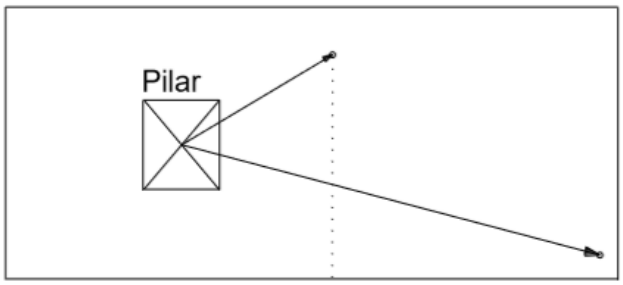


Figura 7.2a – Planta Sapata – Pilar

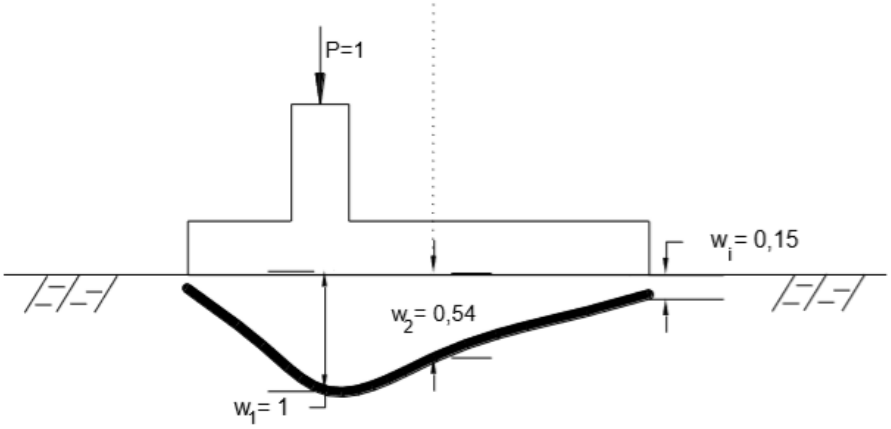


Figura 7.2b – Vista Sapata - Pilar

A relação entre recalque (w) e força aplicada (P) é dada pela relação clássica: $P = k \cdot w$

ou para o caso de força unitária: $k = 1/w$

Assim, para os deslocamentos exemplificados e indicados na Figura 7.2b, têm-se os coeficientes de molas, os quais são apresentados na Figura 7.3:

$$k_1 = \frac{1}{1} = 1\,;\; k_2 = \frac{1}{0{,}54} = 1{,}85\,;\; k_i = \frac{1}{0{,}15} = 6{,}67$$

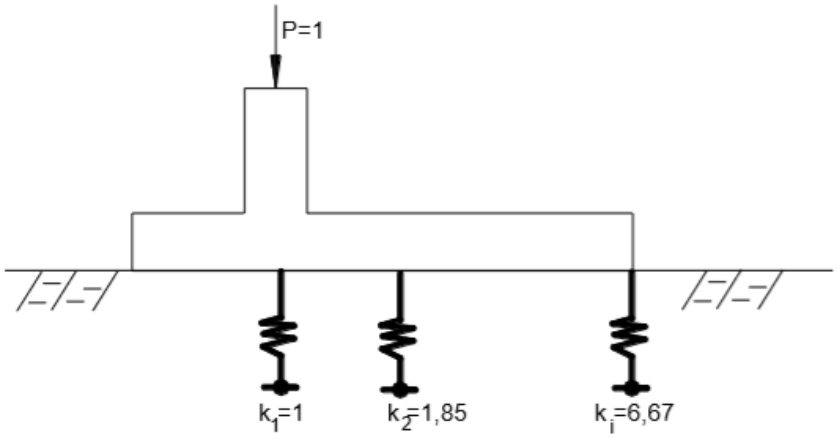


Figura 7.3 – Valores de mola distintos na mesma sapata

O valor do coeficiente de mola calculado conforme método escolhido em "Critérios de Projeto" (k^{SISEs}) é então ponderado da seguinte maneira:

$$k_i^{SISEs} = \left(k^{SISEs}\right) \cdot k_i$$

Veja o modelo adotado esquematicamente nas Figuras 7.4a e 7.4b.

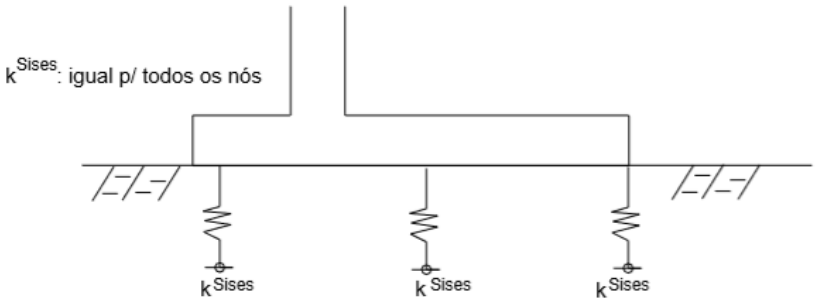


Figura 7.4a – Obtenção do CRV constante para toda a fundação

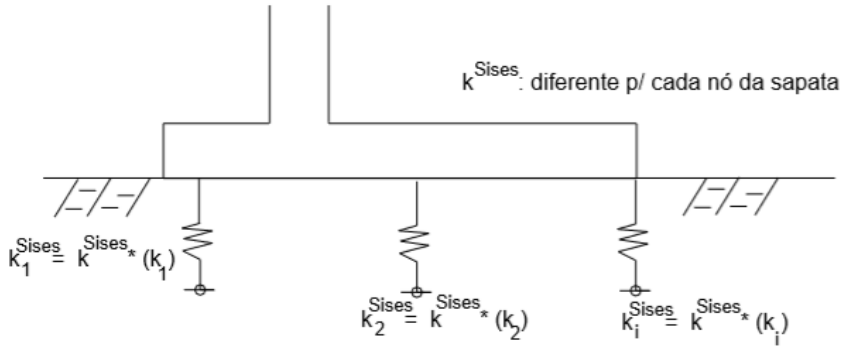


Figura 7.4b – Modelo de correção do CRV na fundação

A avaliação do recalque fora tomado seguinte modelo da teoria da Elasticidade, de modo a considerar a sapata integrada com o solo homogêneo, seguindo referência de Poulos & Davis (1974).

Estes deslocamentos foram calculados em uma rotina específica para quatro (4) posições do pilar sobre a sapata, indicados na Figura 7.5.

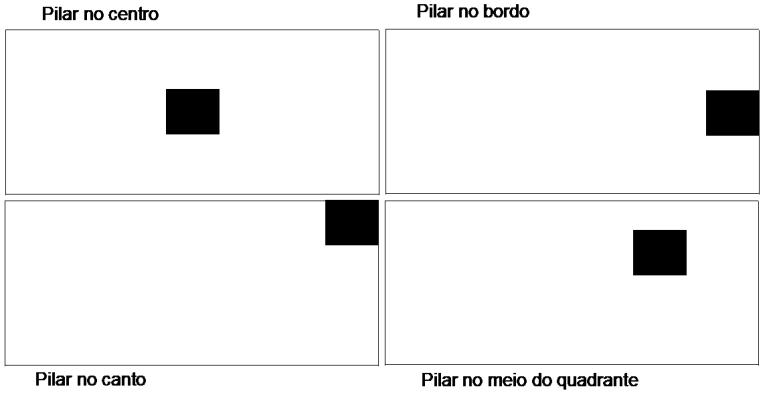


Figura 7.5 – Modelos considerados para posição do pilar na sapata

Foi aproximada então uma curva de ajuste para os quatro (4) casos, de modo que para cada uma destas posições do pilar na sapata, é possível obter o deslocamento de certo ponto qualquer da sapata. Normalizaram-se os deslocamentos para ponderá-los no intervalo de 1.

Isto é feito também para dois (2) casos de geometria de sapata, de comprimento L e largura B: $\frac{L}{B}=1;\frac{L}{B}=2$; onde se notou que os valores não se alteravam significativamente para outras escalas.

Além das curvas para os diferentes fatores de geometria, também se considerou a relação entre rigidez sapata/solo, com o parâmetro kr dado por:

$$k_r = \frac{1}{6}\cdot\frac{\left(1-\nu_{solo}^2\right)}{\left(1-\nu_{sapata}^2\right)}\cdot\frac{E_{sapata}}{E_{solo}}\cdot\left(\frac{H}{R}\right)^3$$

Onde se gerou resultados para dois tipos de kr: kr = 1 e kr = 0,05.

Desse modo, com os dados da geometria de cada fundação, das propriedades mecânicas conhecidas (Módulo de Young e Coeficiente de Poisson) tanto da fundação como do solo, via dados de Sondagens, calcula-se o fator de rigidez relativa entre fundação/solo (kr). Em seguida, em função da posição excêntrica do pilar sobre a fundação, de modo a se enquadrar em um dos quatro casos possíveis indicados na Figura 7.5, se obtém os coeficientes ponderados de mola e realiza a operação conforme esquematizado na Figura 7.4b.

Exemplo 7.1: Sapata semi-flexível – Pilar Centrado

Seja a sapata e o solo com as seguintes propriedades:

$H_{SAPATA} = 0{,}15$ m $\quad \nu_{SAPATA} = 0{,}2$ $\quad \nu_{SOLO} = 0{,}25$
$E_{SAPATA} = 210\,000$ kgf/cm^2 $\quad E_{Solo} = 300$ kgf/cm^2
Raio = 0,5 m

Gerando o fator de rigidez Kr = 3

Define-se os seguintes pontos sobre a sapata, Figura 7.5.

Para o caso do pilar no centro da sapata, os valores de deslocamento vertical e dos coeficientes de mola vertical são calculados e descritos a seguir.

$$\text{Pto } 1 : w = 0{,}7 \rightarrow k_1 = 1{,}5$$
$$\text{Pto } 2 : w = 0{,}7 \rightarrow k_2 = 1{,}5$$
$$\text{Pto } 3 : w = 0{,}7 \rightarrow k_3 = 1{,}5$$
$$\text{Pto } 4 : w = 0{,}7 \rightarrow k_4 = 1{,}5$$
$$\text{Pto } 5 : w = 1 \rightarrow k_5 = 1$$
$$\text{Pto } 6 : w = 0{,}9 \rightarrow k_6 = 1{,}2$$
$$\text{Pto } 7 : w = 0{,}8 \rightarrow k_7 = 1{,}25$$

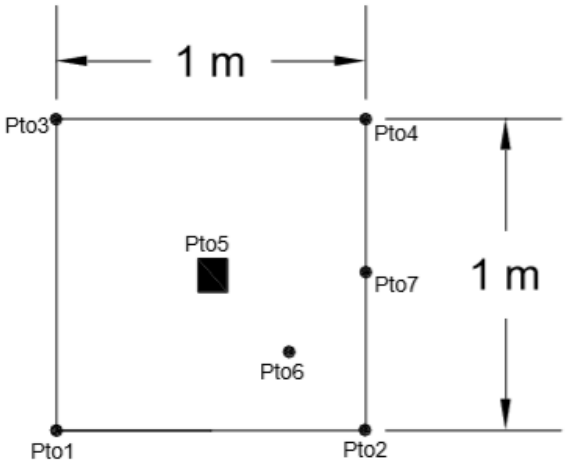


Figura 7.5 – Indicação dos pontos da sapata e com pilar central

Exemplo 7.2: Sapata flexível– Pilar Centrado

Seja a sapata e o solo com as seguintes propriedades:

$H_{SAPATA} = 0{,}05\ m = 5cm$ $\quad \nu_{SAPATA} = 0{,}2$ $\quad \nu_{SOLO} = 0{,}25$
$E_{SAPATA} = 210\ 000\ kgf/cm^2$ $\quad E_{Solo} = 700\ kgf/cm^2$
$Raio = 0{,}5\ m$

Gerando o fator de rigidez Kr = 0,05

Os pontos sobre a sapata é o indicado pela Figura 7.5.

Para o caso do pilar no centro da sapata, os valores de deslocamento vertical e dos coeficientes de mola vertical são calculados e descritos a seguir.

$$\text{Pto } 1 : w = 0{,}3 \rightarrow k_1 = 3{,}4$$
$$\text{Pto } 2 : w = 0{,}3 \rightarrow k_2 = 3{,}4$$
$$\text{Pto } 3 : w = 0{,}3 \rightarrow k_3 = 3{,}4$$
$$\text{Pto } 4 : w = 0{,}3 \rightarrow k_4 = 3{,}4$$
$$\text{Pto } 5 : w = 1 \rightarrow k_5 = 1$$
$$\text{Pto } 6 : w = 0{,}5 \rightarrow k_6 = 1{,}8$$
$$\text{Pto } 7 : w = 0{,}4 \rightarrow k_7 = 2{,}5$$

Exemplo 7.3: Sapata semi-flexível– Pilar Pto 6

Seja a sapata e o solo com as seguintes propriedades:

$H_{SAPATA} = 0{,}15$ m $\quad \nu_{SAPATA} = 0{,}2$ $\quad \nu_{SOLO} = 0{,}25$
$E_{SAPATA} = 210\,000$ kgf/cm^2 $\quad E_{Solo} = 300$ kgf/cm^2
Raio = 0,5 m

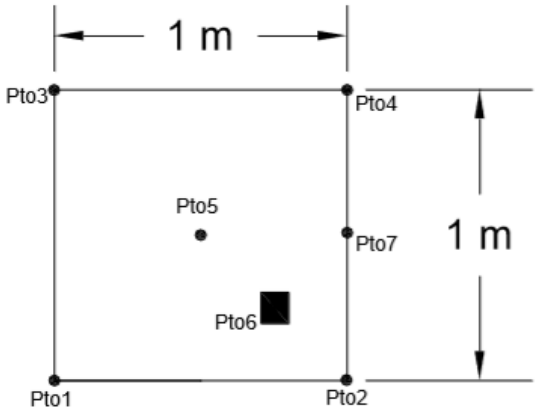


Figura 7.6 – Indicação dos pontos da sapata e com pilar central

Gerando o fator de rigidez Kr = 3

Para o caso do pilar no ponto 6, os valores de deslocamento vertical e dos coeficientes de mola vertical são calculados e descritos a seguir.

Pto 1 : w = 1 → k1 = 1

Pto 2 : w = 0,6 → k2 = 1,6

Pto 3 : w = 0,1 → k3 = 8,2

Pto 4 : w = 1 → k4 = 1

Pto 5 : w = 0,5 → k5 = 1,9

Pto 6 : w = 0,6 → k6 = 1,5

Pto 7 : w = 0,7 → k7 = 1,4

Exemplo 7.4: Sapata flexível – Pilar Pto 6

Seja a sapata e o solo com as seguintes propriedades:

HSAPATA = 5cm SAPATA = 0,2 SOLO = 0,25

$H_{SAPATA} = 0{,}05$ m = 5cm $\quad \nu_{SAPATA} = 0{,}2$ $\quad \nu_{SOLO} = 0{,}25$
$E_{SAPATA} = 210\,000$ kgf/cm^2 $\quad E_{Solo} = 700$ kgf/cm^2
Raio = 0,5 m

Gerando o fator de rigidez Kr = 0,05

Para o caso do pilar no ponto 6, os valores de deslocamento vertical e dos coeficientes de mola vertical são

calculados e descritos a seguir.

Pto 1 : w = 0,4 → k1 = 2,8

Pto 2 : w = 0,5 → k2 = 2,1

Pto 3 : w = 0,1 → k3 = 9,9

Pto 4 : w = 0,4 → k4 = 2,8

Pto 5 : w = 0,5 → k5 = 2

Pto 6 : w = 0,9 → k6 = 1,1

Pto 7 : w = 0,6 → k7 = 1,8

Exemplo 7.5: TQS: Projeto Sap_areia

Seja o projeto Sap_areia, indicado na Figura 7.7.

O modelo gerou o fator de rigidez Kr = 76

A distribuição do coeficiente de mola para esse fator é indicada na Figura 7.8.

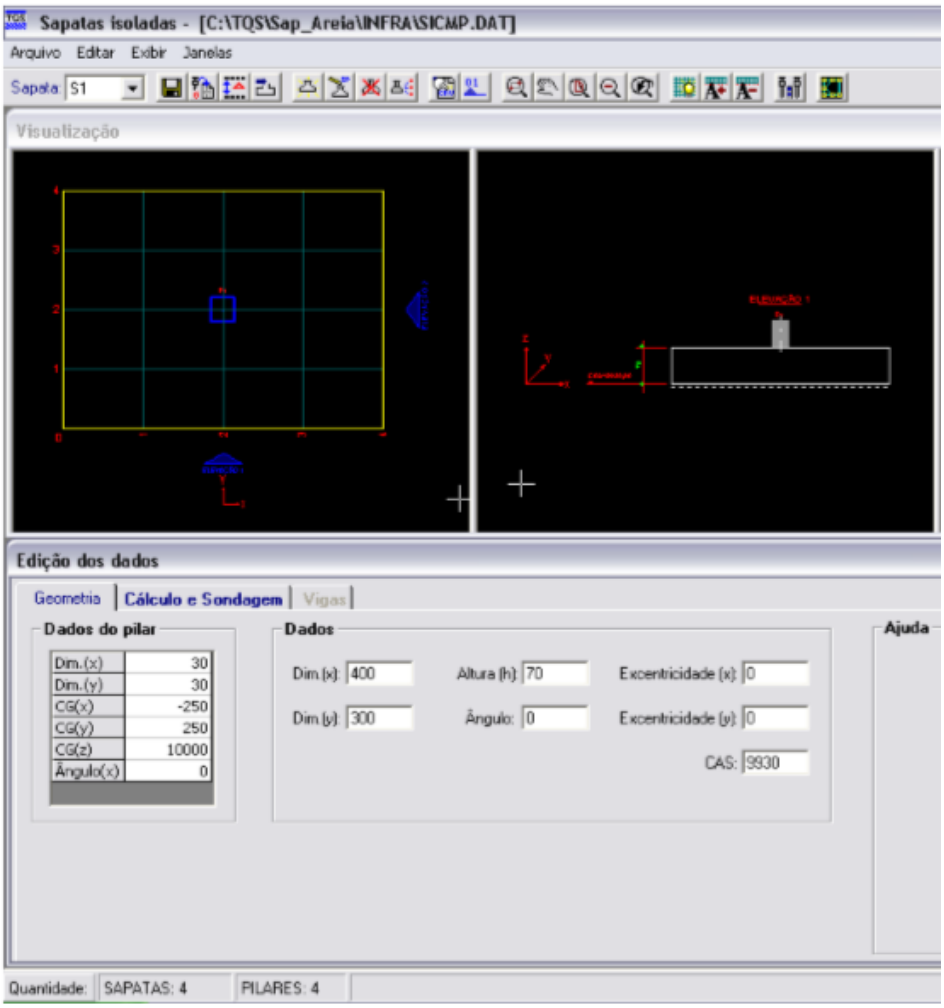


Figura 7.7 – Geometria da sapata com pilar centrado

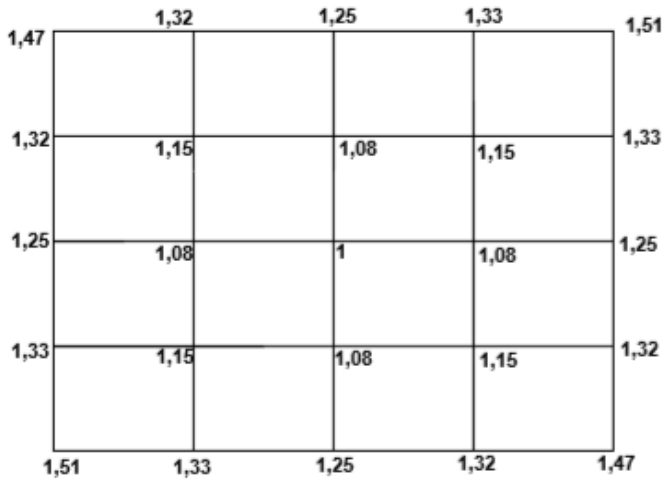


Figura 7.8 – Distribuição do Coeficiente de Mola na Sapata S1

Nas figuras 7.9 e 7.10 mostram-se outro recurso do SISES para visualização dos isovalores de tensões das fundações do projeto, respectivamente, para o caso de não se aplicar e aplicar a correção do CRV.

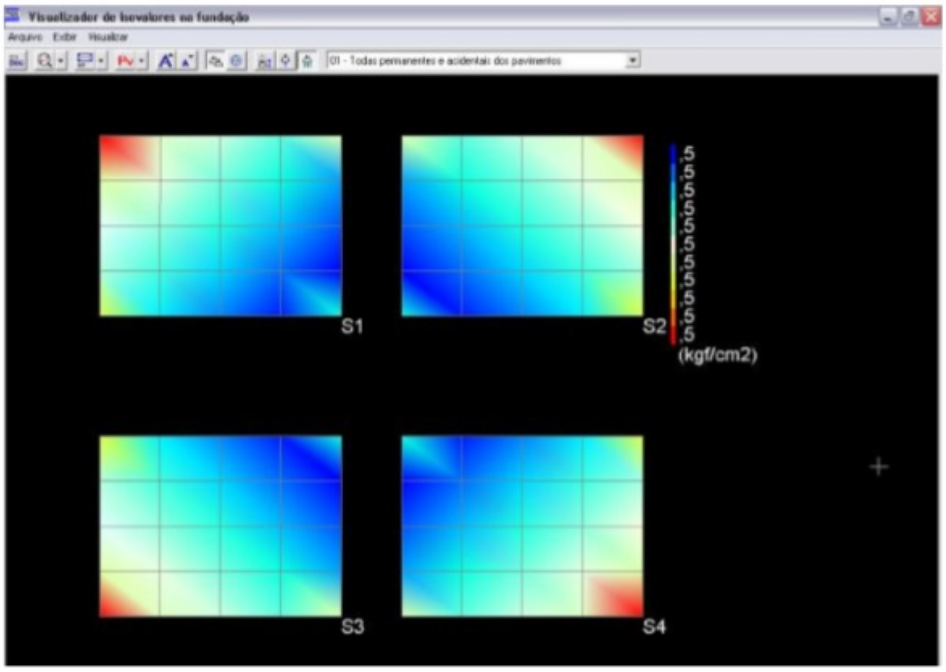


Figura 7.9 – Isovalores de tensão para o modelo de Não-Correção do CRV

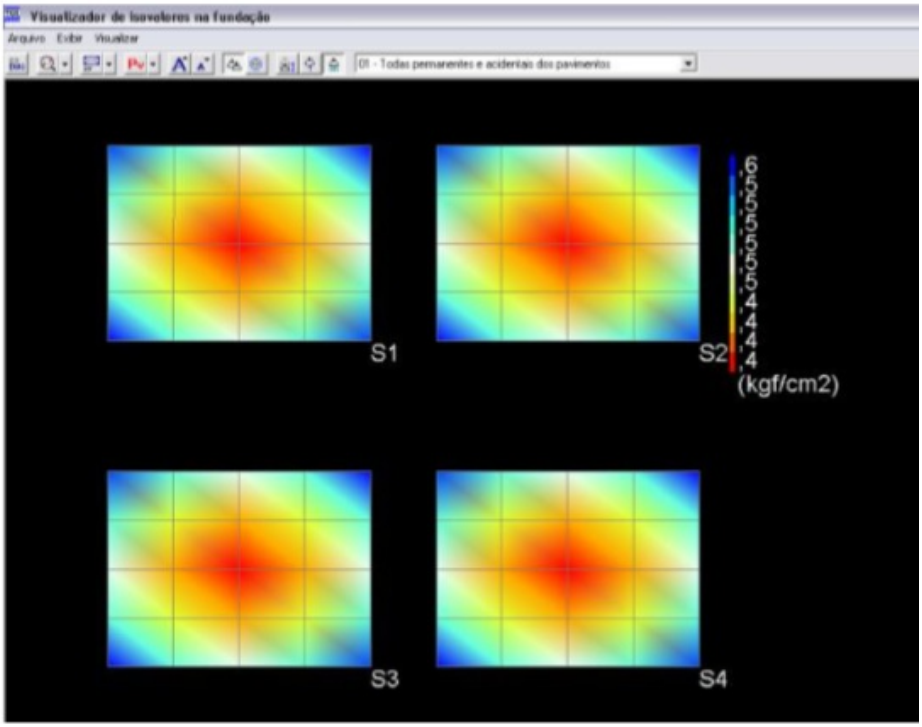


Figura 7.10 – Isovalores de tensão para o modelo de Correção do CRV

Para o caso de Não Correção do CRV, nos relatórios de tensões das fundações, observe nas figuras 7.11 e 7.12 que em função das tensões admissíveis definidas pelo usuário, Figura 7.11, e confrontando-as com as atuantes na fundação, Figura 7.12, não há avisos de verificação de valores ultrapassados, figura 7.11.

Por outro lado, para o caso de se aplicar a correção do CRV, nas Figuras 7.13 e 7.14, os limites são ultrapassados, veja aviso de verificação em 7.14.

EDITW - [Projeto Sap_Areia - 1000 - STubSapVer]

Arquivos Editar Formatar Visualizar Exibir Ajuda

```
 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO DE PROJETO(GLOBAL) PARA FUNDAÇÃO SUPERFICIAL:
 (TσV)     : MÉTODO DE TERZAGHI&VESIC       -- [kgf/cm2]
 (TTB)     : TABELA DE TENSÕES BÁSICAS      -- [kgf/cm2]
 (CES)     : CORRELAÇÃO EMPÍRICA SPT       1.76[kgf/cm2]
 (TUS)     : DEFINIDA PELO USUÁRIO          .55[kgf/cm2]
 ================================================================================================================================


 VERIFICAÇÃO GERAL DE TENSÕES ADMISSÍVEIS DE PROJETO(GLOBAL E LOCAL) E TRAÇÃO

 PROJETO MINORADO - REAÇOES VERTICAIS - CASO  1 - ELU1/ACIDCOMB/TODAS+VENT1

 COEF. DE MAJORAÇÃO P/ COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTO = 1.0    (ITEM 5.5.3 DA NORMA NBR 6122/96)

 NOTAÇÃO:   PP(CCC) onde,
            PP   :  PORCENTAGEM MÁXIMA DA ÁREA DA SAPATA QUE ULTRAPASSA  (TσV),(TTB),(CES) e (TUS)
            (CCC):  CASO DE CARREGAMENTO ONDE OCORREU PP
            "AVISO"  :  INDICAÇÃO DE LIMITES ULTRAPASSADOS
            [   ]:  Valor da tensão admissível da fundação
 ---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
 ELEM.       |              GLOBAL              |                          LOCAL                                | ÁREA          VERIFICAÇÃO|
 FUNDAÇ.     |>TσV %   >TTB %  >CES %  >TUS %|  >TσV %          >TTB %        >CES %        >TUS %       | TRACIONADA                |
 ------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|-----------|
 S1          |   --      --     0( 1)   0( 1)|   --             --          0( 1)[  1.8]  0( 1)[   .6]  |  0( 1)        --          |
 S2          |   --      --     0( 1)   0( 1)|   --             --          0( 1)[  1.8]  0( 1)[  2.0]  |  0( 1)        --          |
 S3          |   --      --     0( 1)   0( 1)|   --             --          0( 1)[  1.8]  0( 1)[  2.0]  |  0( 1)        --          |
 S4          |   --      --     0( 1)   0( 1)|   --             --          0( 1)[  1.8]  0( 1)[  2.0]  |  0( 1)        --          |
 ---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
```

Figura 7.11 – Relatório de tensões admissíveis e de verificação no modelo de Não-Correção do CRV

TENSÕES ADMISSÍVEIS ATUANTES(LOCAL) E VERIFICAÇÃO DE LIMITES POR CARREGAMENTO

CASO 1 - ELU1/ACIDCOMB/TODAS+VENT1 - COEF. MAJORAÇÃO POR CARREGAMENTO = 1.0

FUNDAÇÃO S1

TENSÃO ADMISSÍVEL LOCAL: MÉTODO -> (T&V)= -- (TTB)= -- (CES)= 1.76 (TUS)= .55

TSMédia Minorada = .5

PROJETO MINORADO		
INTERVALO		
Tmin	Tmáx	% DA AREA TOTAL
.5	.5	20
.5	.5	20
.5	.5	20
.5	.5	20
.5	.5	20

VERIFICAÇÃO	% DA ÁREA TOTAL
> (T&V) GLOBAL	--
> (T&V) LOCAL	--
> (TTB) GLOBAL	--
> (TTB) LOCAL	--
> (CES) GLOBAL	0
> (CES) LOCAL	0
> (TUS) GLOBAL	0
> (TUS) LOCAL	0

TSMédia Majorada = .5

PROJETO MAJORADO		
INTERVALO		
Tmin	Tmáx	% DA ÁREA TOTAL
.5	.5	20
.5	.5	20
.5	.5	20
.5	.5	20
.5	.5	20

VERIFICAÇÃO	% DA ÁREA TOTAL
> (T&V) GLOBAL	--
> (T&V) LOCAL	--
> (TTB) GLOBAL	--
> (TTB) LOCAL	--
> (CES) GLOBAL	0
> (CES) LOCAL	0
> (TUS) GLOBAL	0
> (TUS) LOCAL	0

Figura 7.12 – Relatório de distribuição de tensões atuantes no modelo de Não-Correção do CRV

(T&V) : METODO DE TERZAGHI/PESAT -- [kgf/cm2]
(TTB) : TABELA DE TENSÕES BÁSICAS -- [kgf/cm2]
(CES) : CORRELAÇÃO EMPÍRICA SPT 1.76[kgf/cm2]
(TUS) : DEFINIDA PELO USUÁRIO .55[kgf/cm2]

VERIFICAÇÃO GERAL DE TENSÕES ADMISSÍVEIS DE PROJETO(GLOBAL E LOCAL) E TRAÇÃO

PROJETO MINORADO - REAÇOES VERTICAIS - CASO 1 - ELU1/ACIDCOMB/TODAS+VENT1

COEF. DE MAJORAÇÃO P/ COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTO = 1.0 (ITEM 5.5.3 DA NORMA NBR 6122/96)

NOTAÇÃO: PP(CCC) onde,
PP : PORCENTAGEM MÁXIMA DA ÁREA DA SAPATA QUE ULTRAPASSA (T&V),(TTB),(CES) e (TUS)
(CCC): CASO DE CARREGAMENTO ONDE OCORREU PP
"AVISO" : INDICAÇÃO DE LIMITES ULTRAPASSADOS
[ ]: Valor da tensão admissivel da fundação

ELEM. FUNDAÇ.	GLOBAL				LOCAL				ÁREA TRACIONADA	VERIFICAÇÃO
	>T&V %	>TTB %	>CES %	>TUS %	>T&V %	>TTB %	>CES %	>TUS %		
S1	--	--	0(1)	24(1)	--	--	0(1)[1.8]	24(1)[.6]	0(1)	AVISO
S2	--	--	0(1)	24(1)	--	--	0(1)[1.8]	0(1)[2.0]	0(1)	AVISO
S3	--	--	0(1)	0(1)	--	--	0(1)[1.8]	0(1)[2.0]	0(1)	--
S4	--	--	0(1)	0(1)	--	--	0(1)[1.8]	0(1)[2.0]	0(1)	--

Figura 7.13 – Relatório de tensões admissíveis e de verificação no modelo de Correção do CRV

f0bba51fec3f70dfe736e3b47e487d76.png

Figura 7.14 – Relatório de distribuição de tensões atuantes no modelo de Correção do CRV

Modelo de Pressão de Contato

Conforme Borowicka (1936, 1938), e também indicado no livro de Teixeira & Godoy (1996), as distribuições de tensões de contato entre fundação superficial e o solo se configuram conforme gráfico apresentado na Figura 7.1, onde se tem a resposta desta para o caso de fundação de base circular de raio R e para o caso de sapata corrida.

Com o intuito de simular esta distribuição, foram aproximados curvas, via uma aproximação por mínimos quadrados com função polinomial, para os fatores de rigidezes ($K_r = \infty, K_r = 1, K_r = 0{,}5, K_r = 0{,}05$). Onde K_r é dado por:

$$K_r = \frac{1}{6} \cdot \frac{\left(1 - \nu_{solo}^2\right)}{\left(1 - \nu_{sapata}^2\right)} \cdot \frac{\left(E_{sapata}\right)}{\left(E_{solo}\right)} \cdot \left(\frac{H_{sapata}}{R_{sapata}}\right)^3$$

Com

ν_{solo}: coeficiente de Poisson do solo;

ν_{sapata}: coeficiente de Poisson da sapata;

E_{solo}: módulo de elasticidade longitudinal do solo;

E_{estaca}: módulo de elasticidade longitudinal da sapata;

H: espessura da sapata;

R: raio equivalente da sapata.

Obs.:

Estipulou-se no Sises que se usará como referência o gráfico para a fundação circular, sendo obtido, para cada fundação retangular, um raio equivalente usando a seguinte regra:

Raio equivalente estimado em 70% do maior valor entre as dimensões da fundação, ou seja:

R = 0,7*Max[Dim(x);Dim(y)];

Emprega-se um valor fixo do Coeficiente de Poisson de 0,2, sapata = 0,2;

Foram definidos os seguintes intervalos para ponderar as pressões de contato:

$$K_R > 1;\ \ 0{,}5 < K_R \leq 1;\ \ 0{,}05 < K_R \leq 0{,}5;\ \ 0{,}01 \leq K_R \leq 0{,}05$$

Assim, após definir o parâmetro Kr da fundação, calcula-se - para cada ponto (X,Y) - seu fator de ponderação da pressão de contato, com o uso das curvas ajustadas conforme a Figura 7.1. Este valor calculado é usado para multiplicar o valor que fora obtido no Sises para cada ponto da fundação. Veja exemplos a seguir.

Exemplo 7.5: Fundação quadrada

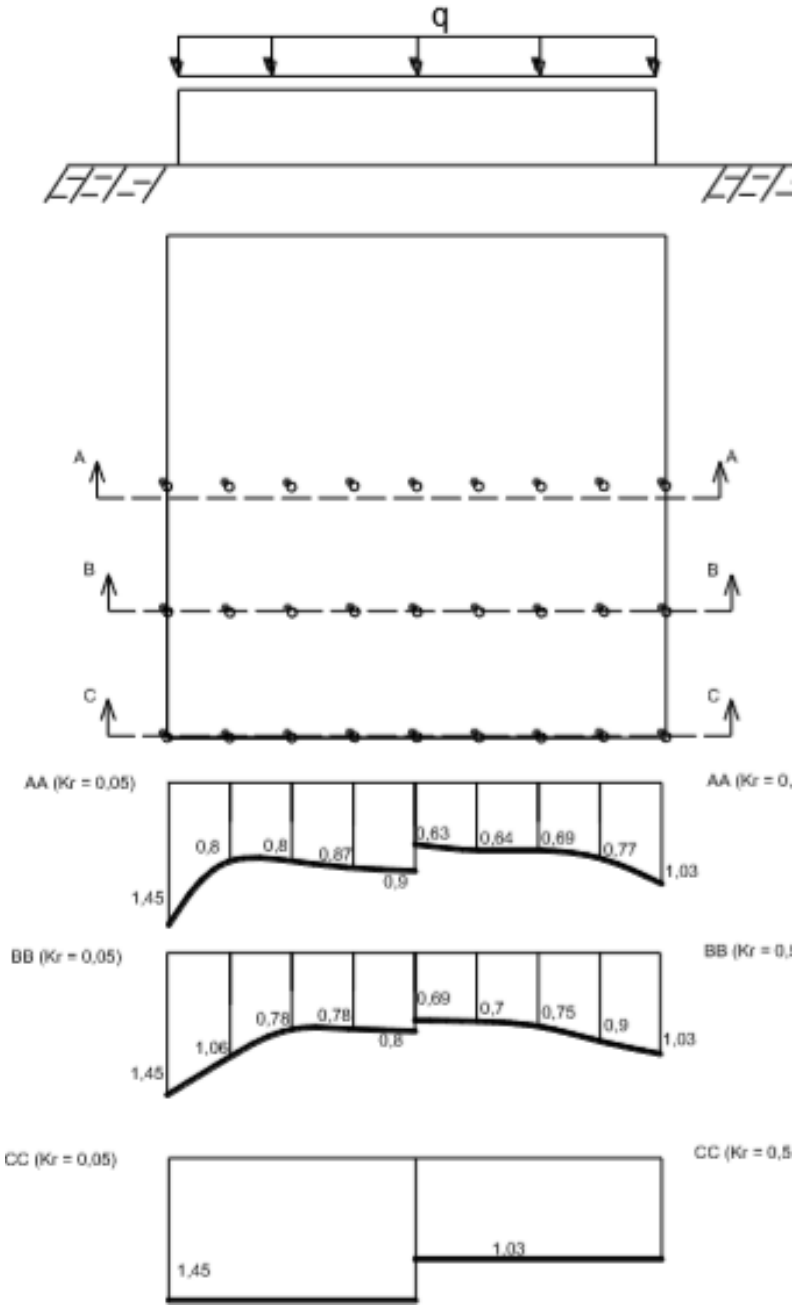


Figura 7.15 – Fatores de ponderação da pressão de contato para Kr = 0,5 e Kr = 0,05 em diversos pontos da fundação flexível.

Obs. No Sises, na escolha do presente modelo, os valores da figura 7.15 devem ser multiplicados pela tensão obtida com o modelo sem correção para cada ponto da fundação, gerando a distribuição não-uniforme.

Dessa forma, é possível escolher no Arquivo de Critérios, veja na Figura 7.16, os seguintes procedimentos para escolha da distribuição de tensão de contato.

Modelo de Tensões de Contato com Distribuição Uniforme:

Nesse caso, como os CRVs são formulados para serem iguais para um mesmo elemento de fundação, portanto, para as combinações onde as ações verticais são predominantes as tensões de contato, em geral, também uniformes, veja Figura 7.17.

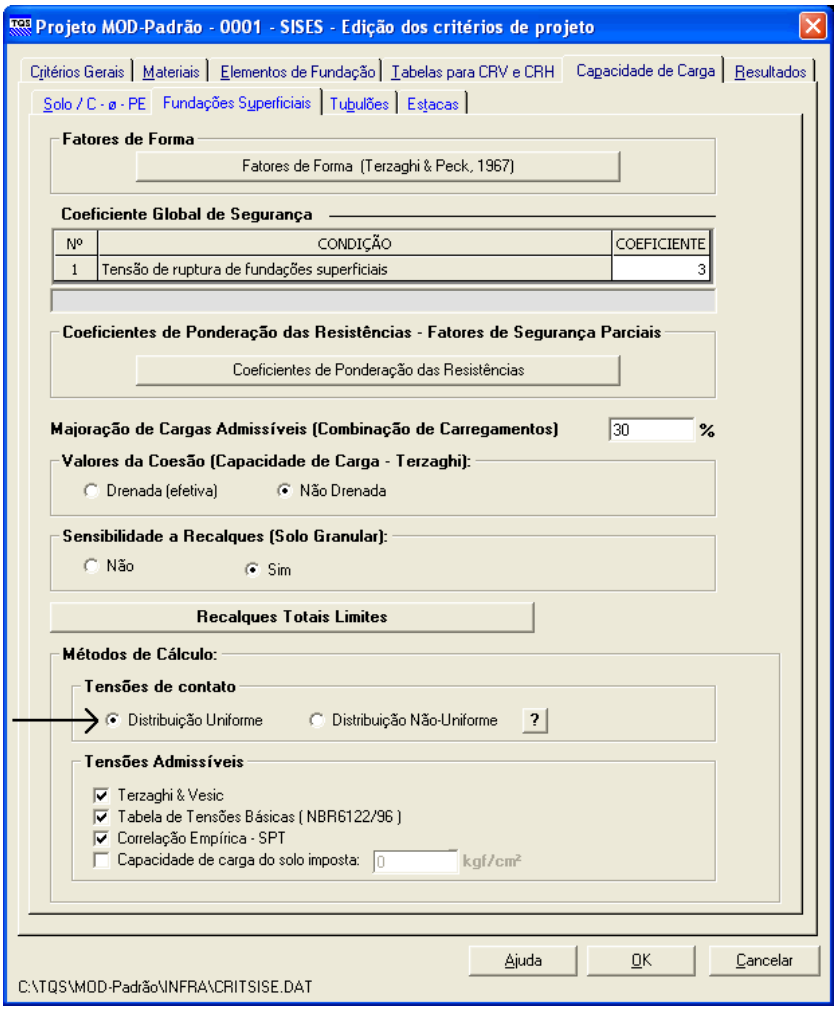


Figura 7.16 – Escolha do Modelo Uniforme de Tensões de Contato em arquivos de Critérios

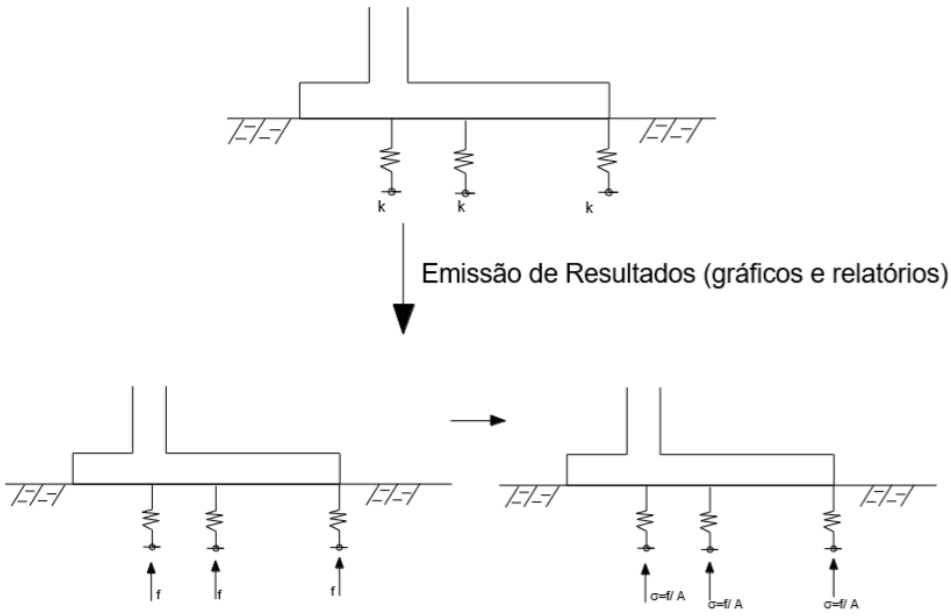


Figura 7.17 – Modelo Uniforme de Tensões de Contato

Modelo de Tensões de Contato com Distribuição Não-Uniforme:

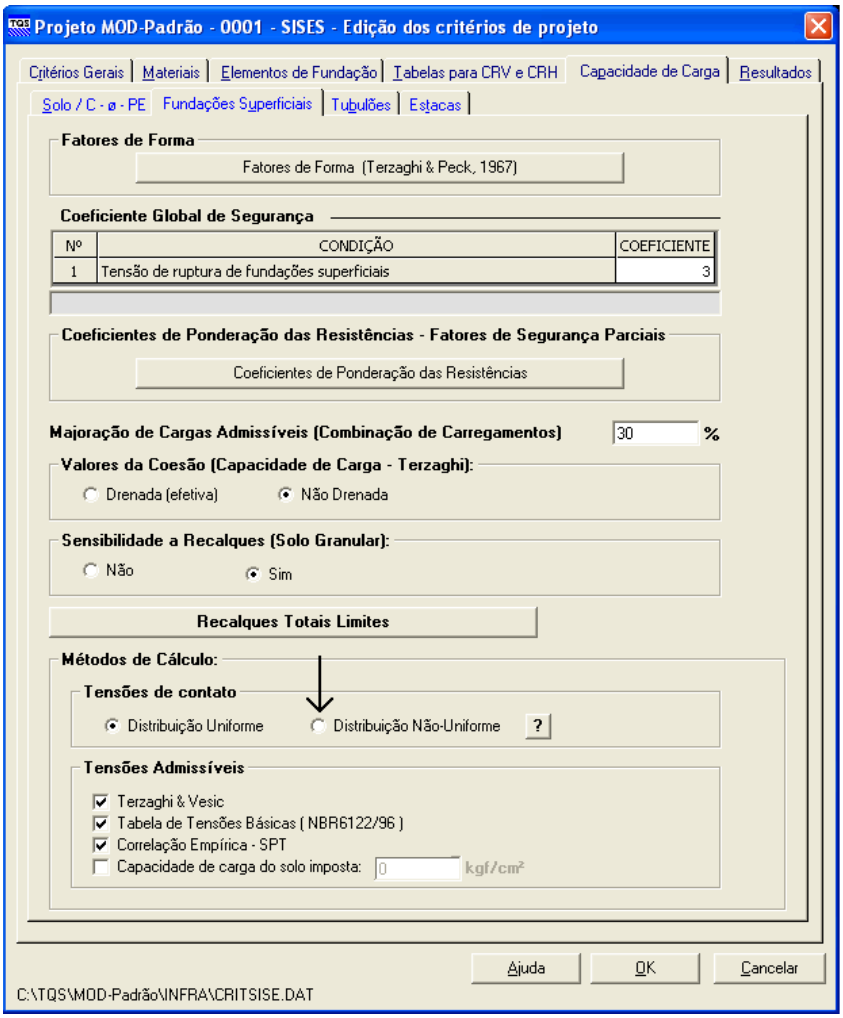


Figura 7.18 – Escolha do Modelo Não-Uniforme de Tensões de Contato em arquivos de Critérios

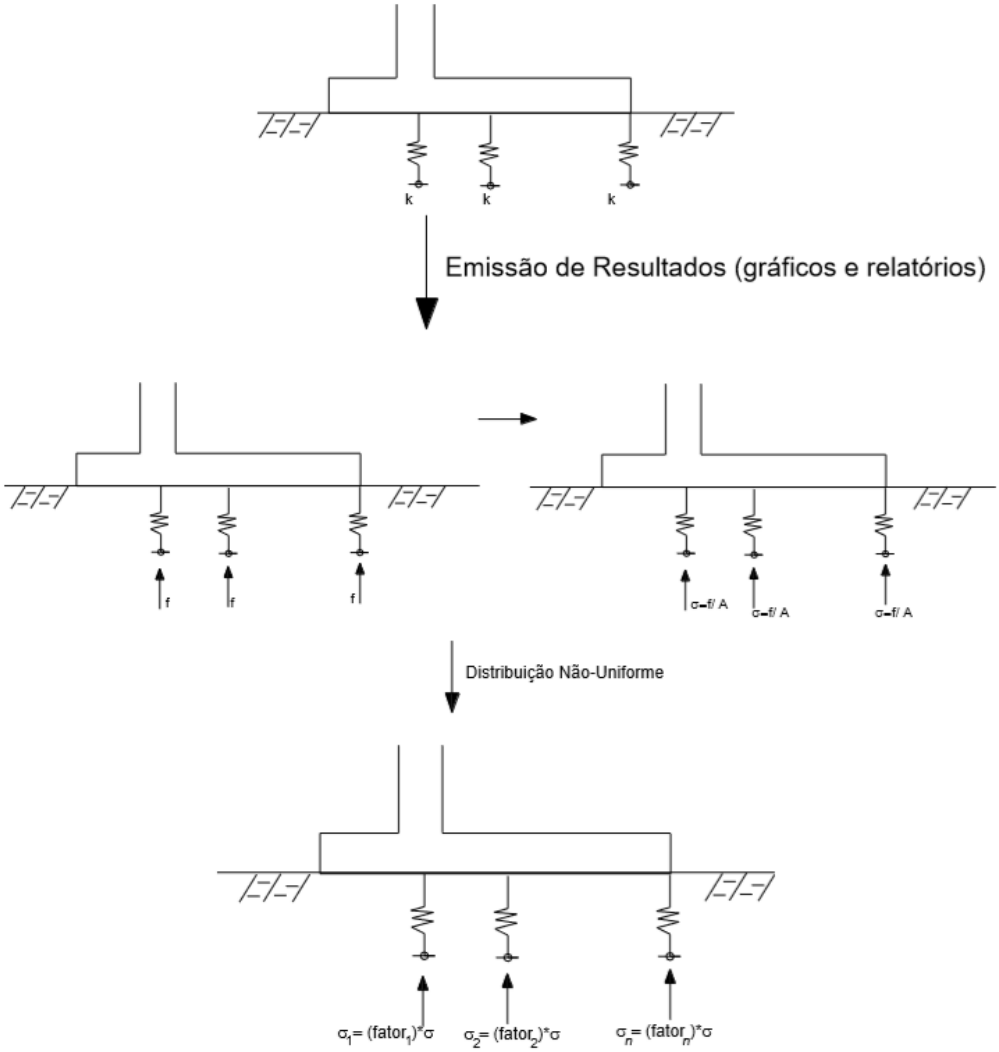
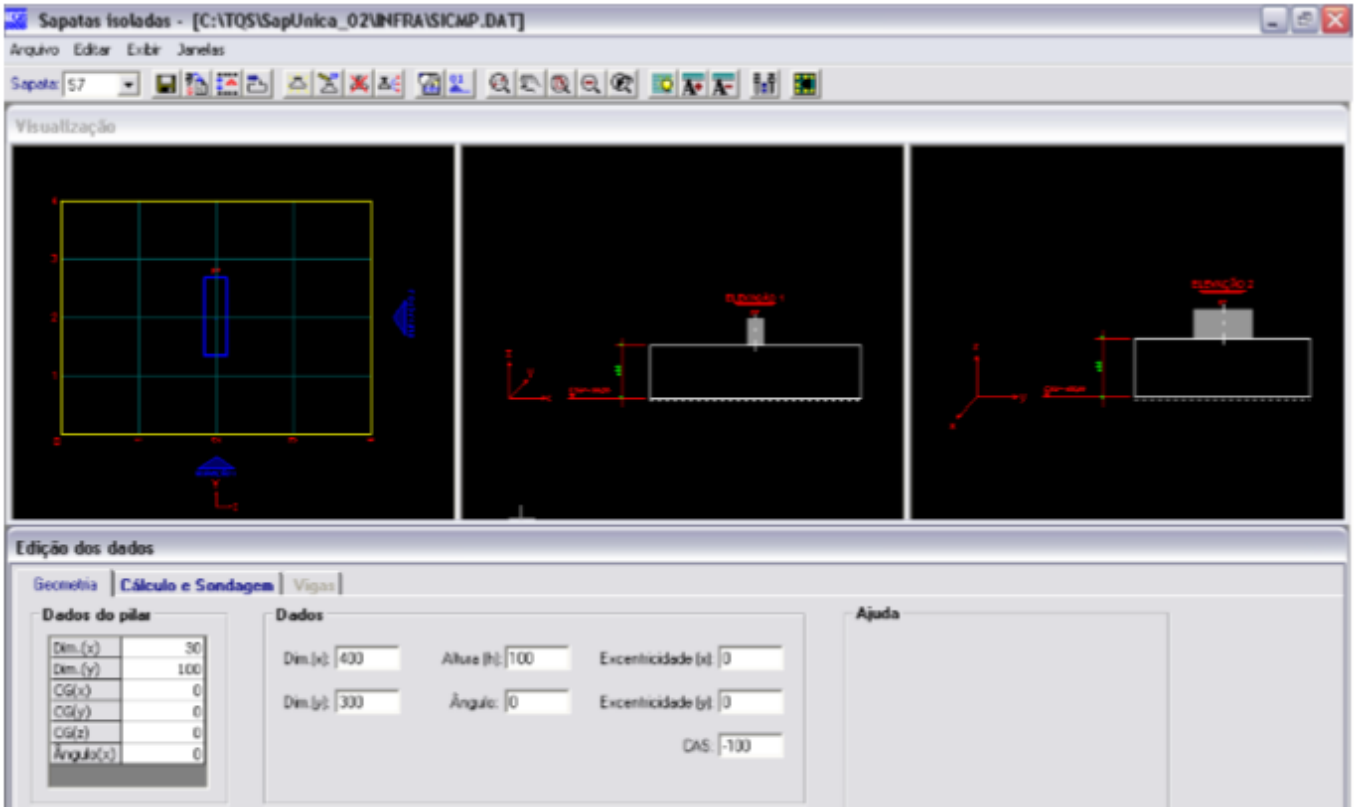


Figura 7.19 – Modelo Não-Uniforme de Tensões de Contato

Exemplo 7.6: Projeto SapUnica_02

Nesse exemplo, com geometria indicada na Figura 7.20, mostra-se os resultados dos relatórios do Sises em forma de texto e gráficos para as duas situações: Tensão Uniforme e ao Uniforme.

As figuras 7.21 e 7.22 indicam os valores obtidos para o Modelo de Tnsão de Contato Uniforme e as Figuras 7.23 e 7.24 para as Não-Uniformes.



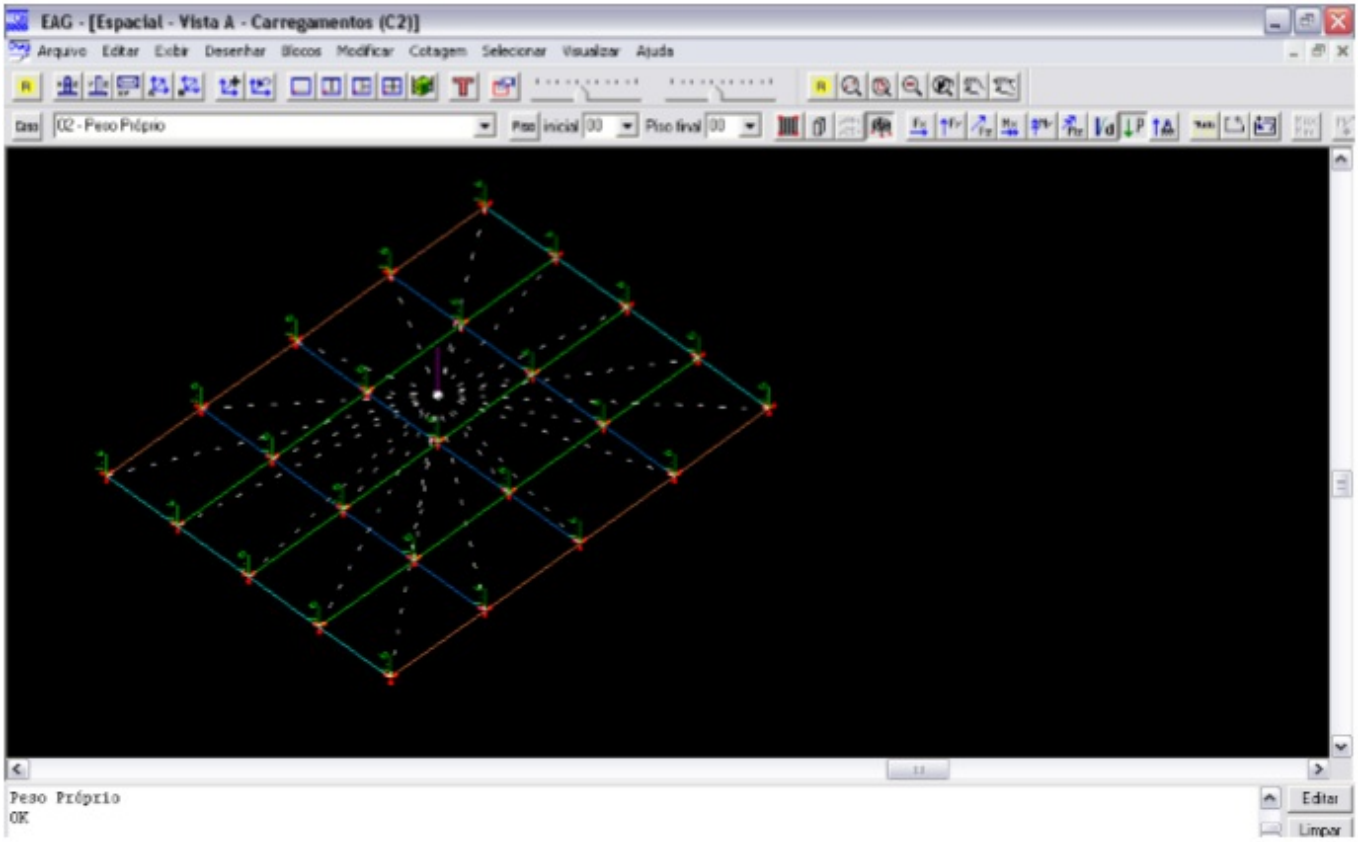


Figura 7.20 – Geometria da sapata do projeto

TOTAL DE ELEMENTOS: 1

s7

TENSÃO DE RUPTURA DO SOLO DE PROJETO(GLOBAL) PARA FUNDAÇÃO SUPERFICIAL:
(T&V) : MÉTODO DE TERZAGHI&VESIC 5.17 [kgf/cm2]

TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO DE PROJETO(GLOBAL) PARA FUNDAÇÃO SUPERFICIAL:
(T&V) : MÉTODO DE TERZAGHI&VESIC 1.72[kgf/cm2]
(TTB) : TABELA DE TENSÕES BÁSICAS 2.75[kgf/cm2]
(CES) : CORRELAÇÃO EMPÍRICA SPT 3.88[kgf/cm2]
(TUS) : DEFINIDA PELO USUÁRIO 1.05[kgf/cm2]

VERIFICAÇÃO GERAL DE TENSÕES ADMISSÍVEIS DE PROJETO(GLOBAL E LOCAL) E TRAÇÃO

PROJETO MINORADO - REAÇOES VERTICAIS - CASO 5 - ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

COEF. DE MAJORAÇÃO P/ COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTO = 1.0 (ITEM 5.5.3 DA NORMA NBR 6122/96)

NOTAÇÃO: PP(CCC) onde,
PP : PORCENTAGEM MÁXIMA DA ÁREA DA SAPATA QUE ULTRAPASSA (T&V),(TTB),(CES) e (TUS)
(CCC): CASO DE CARREGAMENTO ONDE OCORREU PP
"AVISO" : INDICAÇÃO DE LIMITES ULTRAPASSADOS
[ ]: Valor da tensão admissível da fundação

ELEM. FUNDAÇ.	GLOBAL >T&V %	>TTB %	>CES %	>TUS %	LOCAL >T&V %	>TTB %	>CES %	>TUS %	ÁREA TRACIONADA	VERIFICAÇÃO
s7	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)[1.7]	0(5)[2.8]	0(5)[3.9]	0(5)[1.1]	0(5)	--

TENSÃO ADMISSÍVEL LOCAL: MÉTODO -> (T&V)= 1.72 (TTB)= 2.75 (CES)= 3.88 (TUS)= 1.05

TSMédia Minorada = .9

PROJETO MINORADO

INTERVALO Tmín	Tmáx	% DA AREA TOTAL
.9	.9	16
.9	.9	48
.9	.9	0
.9	.9	0
.9	.9	36

VERIFICAÇÃO	% DA ÁREA TOTAL
> (T&V) GLOBAL	0
> (T&V) LOCAL	0
> (TTB) GLOBAL	0
> (TTB) LOCAL	0
> (CES) GLOBAL	0
> (CES) LOCAL	0
> (TUS) GLOBAL	0
> (TUS) LOCAL	0
Área Tracionada	0

TSMédia Majorada = .9

PROJETO MAJORADO

INTERVALO Tmín	Tmáx	% DA ÁREA TOTAL
.9	.9	48
.9	.9	0
.9	.9	0
.9	.9	0
.9	.9	52

VERIFICAÇÃO	% DA ÁREA TOTAL
> (T&V) GLOBAL	0
> (T&V) LOCAL	0
> (TTB) GLOBAL	0
> (TTB) LOCAL	0
> (CES) GLOBAL	0
> (CES) LOCAL	0
> (TUS) GLOBAL	0
> (TUS) LOCAL	0
Área Tracionada	0

Figura 7.21 – Relatórios de distribuição uniforme das tensões atuantes e admissíveis no Sises

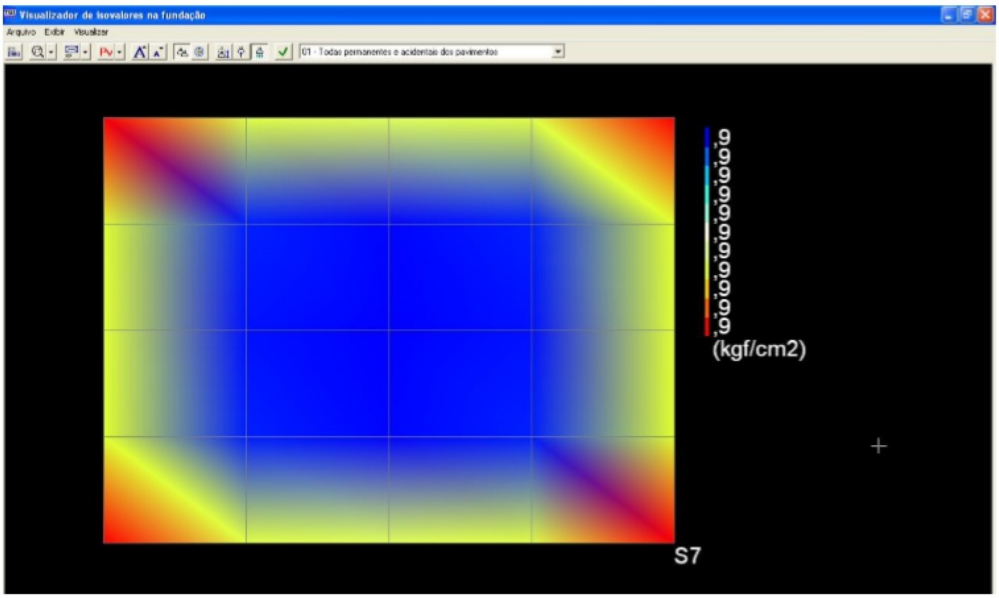


Figura 7.22 – Isovalores de tensão para o modelo de tensões de contato uniforme

```
TOTAL DE ELEMENTOS:   1

S7


 TENSÃO DE RUPTURA DO SOLO DE PROJETO(GLOBAL) PARA FUNDAÇÃO SUPERFICIAL:
 (T&V)      : MÉTODO DE TERZAGHI&VESIC     5.17 [kgf/cm2]

 TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO DE PROJETO(GLOBAL) PARA FUNDAÇÃO SUPERFICIAL:
 (T&V)      : MÉTODO DE TERZAGHI&VESIC       1.72[kgf/cm2]
 (TTB)      : TABELA DE TENSÕES BÁSICAS      2.75[kgf/cm2]
 (CES)      : CORRELAÇÃO EMPÍRICA SPT        3.88[kgf/cm2]
 (TUS)      : DEFINIDA PELO USUÁRIO          1.05[kgf/cm2]
=====================================================================================================================


VERIFICAÇÃO GERAL DE TENSÕES ADMISSÍVEIS DE PROJETO(GLOBAL E LOCAL) E TRAÇÃO

PROJETO MINORADO - REAÇOES VERTICAIS - CASO  5 - ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

COEF. DE MAJORAÇÃO P/ COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTO = 1.0    (ITEM 5.5.3 DA NORMA NBR 6122/96)

NOTAÇÃO:   PP(CCC) onde,
           PP   :  PORCENTAGEM MÁXIMA DA ÁREA DA SAPATA QUE ULTRAPASSA  (T&V),(TTB),(CES) e (TUS)
           (CCC):  CASO DE CARREGAMENTO ONDE OCORREU PP
           "AVISO"  :  INDICAÇÃO DE LIMITES ULTRAPASSADOS
           [   ]:  Valor da tensão admissível da fundação
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
ELEM.        |                GLOBAL          |                          LOCAL                          | ÁREA        | VERIFICAÇÃO|
FUNDAÇ.      |>T&V %   >TTB %  >CES %  >TUS %|  >T&V %          >TTB %        >CES %        >TUS %      | TRACIONADA  |            |
-------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------|------------|
S7           |  0( 5)   0( 5)   0( 5)  64( 5)|  0( 5)[  1.7]   0( 5)[  2.8]  0( 5)[  3.9] 64( 5)[  1.1]  |  0( 5)      |   AVISO    |
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
```

TENSÃO DE RUPTURA DO SOLO DE PROJETO(GLOBAL) PARA FUNDAÇÃO SUPERFICIAL:
(T&V) : MÉTODO DE TERZAGHI&VESIC 5.17 [kgf/cm2]

TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO DE PROJETO(GLOBAL) PARA FUNDAÇÃO SUPERFICIAL:
(T&V) : MÉTODO DE TERZAGHI&VESIC 1.72[kgf/cm2]
(TTB) : TABELA DE TENSÕES BÁSICAS 2.75[kgf/cm2]
(CES) : CORRELAÇÃO EMPÍRICA SPT 3.88[kgf/cm2]
(TUS) : DEFINIDA PELO USUÁRIO 1.05[kgf/cm2]

VERIFICAÇÃO GERAL DE TENSÕES ADMISSÍVEIS DE PROJETO(GLOBAL E LOCAL) E TRAÇÃO

REAÇOES VERTICAIS - CASO 5 - ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID - CMAJPP

					PROJETO MINORADO				PROJETO MAJORADO			
ELEM.	LOCAL					%ÁREA	VERIFICAÇÃO			%ÁREA	VERIFICAÇÃO
FUNDAÇ.	T&V	TTB	CES	TUS	Tmin	Tmáx	TRACIONADA		Tmin	Tmáx	TRACIONADA	
S7	1.72	2.75	3.88	1.05	.93	.93	0	--	.93	.93	0	--

COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTO - CASO 6 - ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID - CMAJCB

					PROJETO MINORADO				PROJETO MAJORADO			
ELEM.	LOCAL					%ÁREA	VERIFICAÇÃO			%ÁREA	VERIFICAÇÃO
FUNDAÇ.	T&V	TTB	CES	TUS	Tmin	Tmáx	TRACIONADA		Tmin	Tmáx	TRACIONADA	
S7	2.24	3.58	5.04	1.05	.93	.93	0	--	.93	.93	0	--

TENSÕES ADMISSÍVEIS ATUANTES(LOCAL) E VERIFICAÇÃO DE LIMITES POR CARREGAMENTO

CASO 5 - ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID - COEF. MAJORAÇÃO POR CARREGAMENTO = 1.0

FUNDAÇÃO S7

TENSÃO ADMISSÍVEL LOCAL: MÉTODO -> (T&V)= 1.72 (TTB)= 2.75 (CES)= 3.88 (TUS)= 1.05

TSMédia Minorada = 1.0 TSMédia Majorada = 1.0

PROJETO MINORADO			PROJETO MAJORADO		
INTERVALO			INTERVALO		
Tmín	Tmáx	% DA AREA TOTAL	Tmín	Tmáx	% DA ÁREA TOTAL
.5	.6	12	.5	.6	12
.6	.7	8	.6	.7	8
.7	.9	0	.7	.9	0
.9	1.0	16	.9	1.0	16
1.0	1.1	64	1.0	1.1	64

VERIFICAÇÃO	% DA ÁREA TOTAL	VERIFICAÇÃO	% DA ÁREA TOTAL
> (T&V) GLOBAL	0	> (T&V) GLOBAL	0
> (T&V) LOCAL	0	> (T&V) LOCAL	0
> (TTB) GLOBAL	0	> (TTB) GLOBAL	0
> (TTB) LOCAL	0	> (TTB) LOCAL	0
> (CES) GLOBAL	0	> (CES) GLOBAL	0
> (CES) LOCAL	0	> (CES) LOCAL	0
> (TUS) GLOBAL	64	> (TUS) GLOBAL	64
> (TUS) LOCAL	64	> (TUS) LOCAL	64
Área Tracionada	0	Área Tracionada	0

ENVOLTÓRIA COM FATOR DE MINORAÇÃO

FUNDAÇÃO:S7

NÓ	Tx - Horizontal (caso)		Ty - Horizontal (caso)		Tz - Vertical (caso)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
6	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
7	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
8	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
9	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
10	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
11	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
12	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.9 (6)	.9 (5)
13	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.5 (6)	.5 (5)
14	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.9 (6)	.9 (5)
15	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
16	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
17	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.7 (6)	.7 (5)
18	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.5 (6)	.5 (5)
19	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.7 (6)	.7 (5)
20	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
21	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	1.1 (6)	1.1 (5)
22	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.9 (6)	.9 (5)
23	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.5 (6)	.5 (5)
24	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.0 (5)	.9 (6)	.9 (5)

Figura 7.23 – Relatórios de distribuição não-uniforme das tensões atuantes e admissíveis no Sises

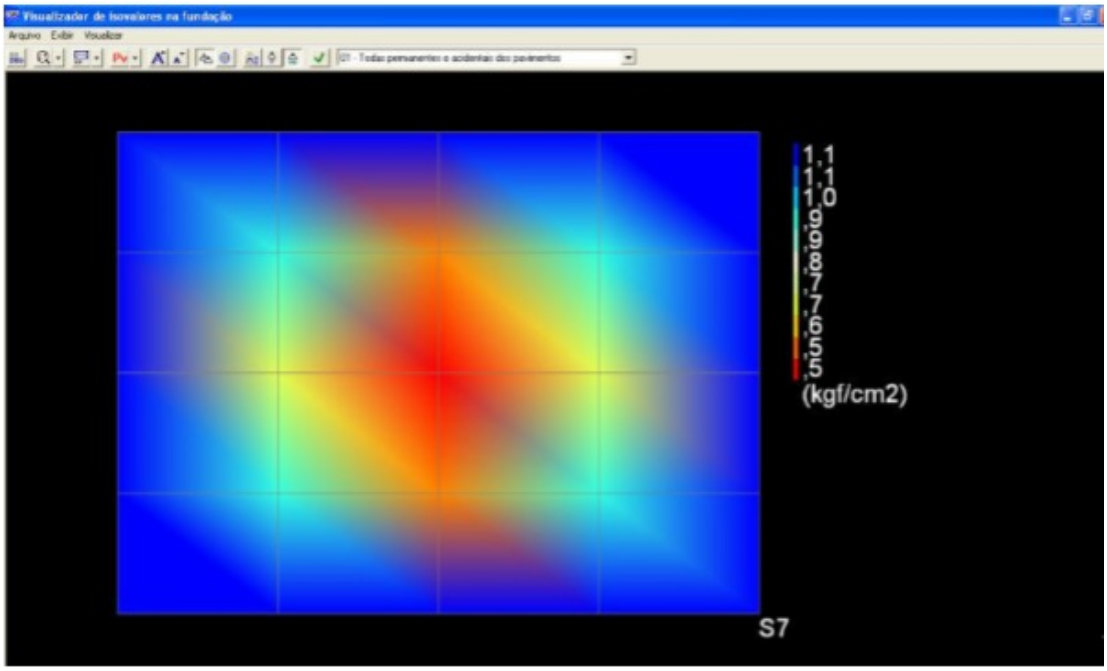


Figura 7.24 – Isovalores de tensão para o modelo de tensões de contato não-uniforme