

Neste anexo encontra-se o script APDL para túneis em Axissimetria.

```
1  !*****!
2  !** SCRIPT APDL - TUNEL AXISSIMÉTRICO **!
3  !** Versão: 2021.7 **!
4  !** **!
5  !** Objetivo: faz análise da convergência de tuneis **!
6  !**          profundos com seção circular considerando **!
7  !**          modelo axissimétrico. **!
8  !** **!
9  !** Programador: Felipe Quevedo **!
10 !** Início      : (05/06/2021) **!
11 !** Situação    : OK **!
12 !** Unidades    : MPa,m,dia **!
13 !** **!
14 !*****!
15 !
16 !*****!
17 ! 1. CONFIGURAÇÕES INICIAIS !
18 !*****!
19 ! Inicializando o ANSYS
20 FINISH
21 /CLEAR,NOSTART
22 !
23 !*****!
24 ! 2. DADOS DE ENTRADA PARA O PROBLEMA !
25 !*****!
26 !
27 ! Nessa seção define-se todos os dados de entrada necessarios
28 !
29 !*****!
30 ! 2.1 Parâmetros geométricos !
31 !*****!
32 Ri      = 1      ! [m] raio externo do túnel
33 esp     = 0.1    ! [m] espessura do revestimento
34 R1      = 10     ! [Ri] raio da região de refinamento
35 Lx      = 20     ! [Ri] dimensão da base do domínio
36 Ly2     = 10     ! [Ri] dimensão do trecho não escavado
37 Lp      = 1/3*Ri ! [m] tamanho do passo de escavação
38 np      = 38     ! [un] numero de passos de escavação
39 npi     = 3      ! [un] numero de passos na primeira escavação
40 d0      = 0      ! [lp] dimensão não suportada (multiplo do passo)
41 revested0 = 1    ! 0 - não reveste ultimo d0+Lp, 1 - reveste
42 revesteface = 1  ! 0 - não reveste a ultima face, 1 - reveste
43 !
44 !*****!
45 ! 2.2 Modelos e parâmetros para o material do maciço !
46 !*****!
47 !
48 ! Modelo do material do maciço
49 ! matmacico = 1      ! elastico do ANSYS
50 ! matmacico = 4      ! usermat3D_VM do ANSYS (BISO)
```

```

51 ! matmacico = 5          ! usermat3D_elastico
52 ! matmacico = 6          ! usermat3D_EP
53 ! matmacico = 7          ! usermat3D_VP
54 ! matmacico = 8          ! usermat3D_EPVP
55 !
56 matmacico      = 8      ! Tipo de modelo escolhido
57 !
58 ! Parâmetros de todos os modelos
59 E1              = 1500   ! [MPa] modulo elasticidade (1,4,5,6,7,8)
60 nu1             = 0.498 ! [adm] coeficiente de poisson (1,4,5,6,7,8)
61 !
62 ! Parametros para o modelo 6 e 8
63 superficiefv    = 2      ! função de escoamento: 1-DPI, 2-DPII, 3-DPIII (6,8)
64 superficiegv    = 2      ! função potencial: 1-DPI, 2-DPII, 3-DPIII (6,8)
65 fi             = 0      ! [graus] angulo de atrito (0 - VM ou TR) (6,8)
66 psi            = 0      ! [graus] angulo de dilatação (6,8)
67 c1             = 4*SQRT(3)/2 ! [MPa] coesão inicial (6,8)
68 c2             = 4*SQRT(3)/2 ! [MPa] coesão de pico (6,8)
69 c3             = 4*SQRT(3)/2 ! [MPa] coesão residual (6,8)
70 eps1           = 0.010 ! [adm] deformação equiv. limite da zona 1 (6,8)
71 eps2           = 0.020 ! [adm] deformação equiv. limite da zona 2 (6,8)
72 eps3           = 0.025 ! [adm] deformação equiv. limite da zona 3 (6,8)
73 Dalg           = 0      ! 0 - módulo elastico, 1 - módulo algoritmico
74 !
75 ! Parametros para o modelo 7 e 8
76 superficiefv    = 2      ! função de escoamento: 1-DPI, 2-DPII, 3-DPIII (7,8)
77 superficiegv    = 2      ! função potencial: 1-DPI, 2-DPII, 3-DPIII (7,8)
78 fivp           = 0      ! [graus] angulo de atrito (0 - VM ou TR) (7,8)
79 psivp          = 0      ! [graus] angulo de dilatação (7,8)
80 cvp            = 3*SQRT(3)/2 ! [MPa] coesão inicial (7,8)
81 n1             = 1      ! [adm] expoente do modelo de Perzyna (7,8)
82 eta            = 4*10000 ! [dia] constante de viscosidade dinâmica (7,8)
83 f0             = 1      ! [MPa] valor de referência (7,8)
84 thetavp        = 0      ! 0 - totalmente explícito, 1 - semi-implícito (7,8)
85 !
86 !
87 !*****!
88 ! 2.3 Modelos e parâmetros para o material do revestimento !
89 !*****!
90 !
91 ! Modelo do material do revestimento
92 ! matrev = 0          ! sem revestimento
93 ! matrev = 1          ! elastico do ANSYS
94 !
95 matrev          = 0      ! Tipo de modelo escolhido
96 E2              = 30000 ! [MPa] modulo elasticidade (1)
97 nu2             = 0.3   ! [adm] coeficiente de poisson (1)
98 !
99 !*****!
100 ! 2.4 Condições de contorno !
101 !*****!
102 !
103 ! Pressão geostática
104 ph              = 9      ! [MPa] Pressão geostática horizontal
105 pv              = 9      ! [MPa] Pressão geostática vertical
106 !
107 !*****!
108 ! 2.5 Discretização do tempo nos passos !
109 !*****!
110 !
111 ! Discretização do tempo durante os passos de escavação

```

```

112 v = 10 ! [m/d] velocidade da escavação
113 tp = lp/v ! [d] tempo do passo de escavação
114 dt = 0.5*tp ! [d] incremento de tempo a cada passo
115 dtmax = dt ! [d] incremento máximo de tempo cada passo
116 !
117 ! Discretização do tempo nos passos após a escavação
118 tp2 = 200 ! [d] tempo de cada passo após a escavação do túnel
119 np2 = 5 ! [un] número de passos após a escavação do túnel
120 dtp2 = 0.5*tp2 ! [d] incremento de tempo de cada passo
121 dtp2max = dtp2 ! [d] incremento máximo de tempo de cada passo
122 !
123 !*****!
124 ! 2.6 Discretização da malha !
125 !*****!
126 !
127 tipoelem = 0 ! 0 - PLANE182, 1 - PLANE183
128 nrev = 2 ! [un] divisões na espessura do revestimento
129 nlp = 1 ! [un] numero de elementos no passo escavado
130 nRi = 10 ! [un] divisões na interface túnel-macizo
131 nRl = 15 ! [un] divisões ao longo do raio da região refinada
132 mRl = 15 ! [%] taxa de crescimento de nrl
133 nLx1 = 5 ! [un] divisões na base fora da região refinada
134 mLx1 = 1.2 ! [%] taxa de crescimento de mLx1
135 nLy2 = 15 ! [un] numero de elementos no trecho não escavado
136 mLy2 = 5 ! [%] taxa de crescimento de nLy2
137 !
138 !*****!
139 ! 2.7 Configurações da solução !
140 !*****!
141 !
142 nr = 2 ! Newton-Raphson
143 ! ! 1 - INIT rigidez não é atualizada
144 ! ! 2 - FULL rigidez atualizada a cada iteração
145 ! ! 3 - UNSYM assimétrica atualizada a cada iteração
146 !
147 psc = 1 ! 1 - Ativa, 0 - desativa a opção de paralelização SMP
148 nlg = 0 ! 1 - Ativa, 0 - desativa a não linearidade geométrica
149 soleq = 1 ! 1 - calcula o equilíbrio do maciço antes de iniciar
150 !
151 !
152 !
153 !.....FIM ENTRADA DE DADOS.....!
154 !
155 !
156 !
157 !
158 !*****!
159 ! 3. Pré-Processamento !
160 !*****!
161 /PREP7 ! inicia módulo de pré-processamento
162 !
163 !*****!
164 ! 3.1 Parâmetros calculados !
165 !*****!
166 R1 = R1*Ri ! [m] raio da região de refinamento próxima do túnel
167 Lx = Lx*Ri ! [m] dimensão da base do domínio
168 ly1 = np*lp ! [m] dimensão do trecho escavado
169 nLy1 = np*nlp ! [un] numero de elementos no trecho escavado
170 nRv = nri/2 ! [un] divisões da parte interna da seção do túnel
171 d0 = d0*lp ! [m] comprimento não revestido
172 ly2 = ly2*Ri ! [m] comprimento do trecho não escavado

```

```

173 Lx1      = Lx-R1      ! [m] altura acima da região de refinamento
174 Ly      = Ly1+Ly2    ! [m] comprimento total do modelo
175 nesc     = np-npi+1  ! [un] total de escavações
176 !
177 ! Parametros para o modelo usermat3D VM do ANSYS (BISO)
178 yield    = 2*c1       ! [MPa] tensão de escoamento
179 Ep       = 2*(c2-c1)/(eps1) ! [MPa] módulo plástico tangente
180 youngt   = Ep*E1/(E1+Ep) ! [MPa] módulo de elastoplástico tangente
181 !
182 !*****!
183 ! 3.2 Configurando elemento finito !
184 !*****!
185 *IF,tipoelem,eq,0,then
186     ET,1,PLANE182
187     KEYOPT,1,1,0
188     KEYOPT,1,3,1
189     KEYOPT,1,6,0
190     !
191 *ELSEIF,tipoelem,eq,1,then
192     ET,1,PLANE183
193     KEYOPT,1,1,0
194     KEYOPT,1,3,1
195     KEYOPT,1,6,0
196 *ENDIF
197 !
198 !*****!
199 ! 3.3 Material do maciço !
200 !*****!
201 *IF,matmacico,eq,1,then
202     ! Definindo o material elastico do Ansys
203     MPTMP,1,0
204     MPDATA,EX,1,,E1
205     MPDATA,PRXY,1,,nul
206 *ELSEIF,matmacico,eq,4,then
207     ! Definindo material usermat3D VM do Ansys
208     TB,USER,1,2,5
209     TBTEMP,1.0
210     TBDATA,1,matmacico,E1,nul,yield,youngt
211     TB,STATE,1,,8
212 *ELSEIF,matmacico,eq,5,then
213     ! Definindo material usermat3D_elastico
214     TB,USER,1,2,3
215     TBTEMP,1.0
216     TBDATA,1,matmacico,E1,nul
217     TB,STATE,1,,8
218 *ELSEIF,matmacico,eq,6,then
219     ! Definindo material usermat3D_EP
220     TB,USER,1,2,14
221     TBTEMP,1.0
222     TBDATA,1,matmacico,E1,nul
223     TBDATA,4,superficieef,superficieeg
224     TBDATA,6,fi,psi,
225     TBDATA,8,c1,c2,c3,eps1,eps2,eps3
226     TBDATA,14,Dalg
227     TB,STATE,1,,20
228 *ELSEIF,matmacico,eq,7,then
229     ! Definindo material usermat3D_VP
230     TB,USER,1,2,13
231     TBTEMP,1.0
232     TBDATA,1,matmacico,E1,nul

```

```

233         TBDATA,4,superficiefv,superficiegv
234         TBDATA,6,fiv,psiv,
235         TBDATA,8,cv,nl,eta,f0,thetav
236         TB,STATE,1,,20
237     *ELSEIF,matmacico,eq,8,then
238         ! Definindo material usermat3D_EPVP
239         TB,USER,1,2,23
240         TBTEMP,1.0
241         TBDATA,1,matmacico,E1,nul
242         TBDATA,4,superficiefv,superficiegv
243         TBDATA,6,fi,psi,
244         TBDATA,8,c1,c2,c3,eps1,eps2,eps3
245         TBDATA,14,Dalg
246         TBDATA,15,superficiefv,superficiegv
247         TBDATA,17,fiv,psiv,
248         TBDATA,19,cv
249         TBDATA,20,nl,eta,f0
250         TBDATA,23,thetav
251         TB,STATE,1,,20
252     *ENDIF
253     !
254     ! *****!
255     ! 3.4 Material do revestimento!
256     ! *****!
257     *IF,matrev,EQ,1,THEN
258         *DO,i,2,nesc,1
259             MPTEMP,1,0
260             MPDATA,EX,i,,E2
261             MPDATA,PRXY,i,,nu2
262         *ENDDO
263     *ENDIF
264     !
265     ! *****!
266     ! 3.5 Modelo sólido!
267     ! *****!
268     ! Criando pontos chaves
269     K,1,0,0,0
270     K,10,Ri-esp,0,0
271     K,9,Ri,0,0
272     K,8,R1,0,0
273     K,7,Lx,0,0
274     K,101,0,Ly1,0
275     K,110,Ri-esp,Ly1,0
276     K,109,Ri,Ly1,0
277     K,108,R1,Ly1,0
278     K,107,Lx,Ly1,0
279     K,201,0,Ly,0
280     K,210,Ri-esp,Ly,0
281     K,209,Ri,Ly,0
282     K,208,R1,Ly,0
283     K,207,Lx,Ly,0
284     !
285     ! Criação das linhas e discretização da malha
286     L,1,10,nRv
287     L,10,9,nrev
288     L,9,8,nR1,mR1
289     L,8,7,nLx1,mLx1
290     L,101,110,nRv
291     L,110,109,nrev
292     L,109,108,nR1,mR1

```

```
293 L,108,107,nLx1,mLx1
294 L,201,210,nRv
295 L,210,209,nrev
296 L,209,208,nR1,mR1
297 L,208,207,nLx1,mLx1
298 L,1,101,nLy1
299 L,10,110,nLy1
300 L,9,109,nLy1
301 L,8,108,nLy1
302 L,7,107,nLy1
303 L,101,201,nLy2,mLy2
304 L,110,210,nLy2,mLy2
305 L,109,209,nLy2,mLy2
306 L,108,208,nLy2,mLy2
307 L,107,207,nLy2,mLy2
308 !
309 ! Criação das áreas
310 LSEL,S,LINE,,1
311 LSEL,A,LINE,,14
312 LSEL,A,LINE,,5
313 LSEL,A,LINE,,13
314 AL,ALL
315 CM,A1,AREA
316 !
317 LSEL,S,LINE,,2
318 LSEL,A,LINE,,15
319 LSEL,A,LINE,,6
320 LSEL,A,LINE,,14
321 AL,ALL
322 CMSEL,U,A1,AREA
323 CM,A2,AREA
324 !
325 LSEL,S,LINE,,3
326 LSEL,A,LINE,,16
327 LSEL,A,LINE,,7
328 LSEL,A,LINE,,15
329 AL,ALL
330 CMSEL,U,A2,AREA
331 CM,A3,AREA
332 !
333 LSEL,S,LINE,,4
334 LSEL,A,LINE,,17
335 LSEL,A,LINE,,8
336 LSEL,A,LINE,,16
337 AL,ALL
338 CMSEL,U,A3,AREA
339 CM,A4,AREA
340 !
341 LSEL,S,LINE,,5
342 LSEL,A,LINE,,19
343 LSEL,A,LINE,,9
344 LSEL,A,LINE,,18
345 AL,ALL
346 CMSEL,U,A4,AREA
347 CM,A5,AREA
348 !
349 LSEL,S,LINE,,6
350 LSEL,A,LINE,,20
351 LSEL,A,LINE,,10
352 LSEL,A,LINE,,19
```

```

353 AL,ALL
354 CMSEL,U,A5,AREA
355 CM,A6,AREA
356 !
357 LSEL,S,LINE,,7
358 LSEL,A,LINE,,21
359 LSEL,A,LINE,,11
360 LSEL,A,LINE,,20
361 AL,ALL
362 CMSEL,U,A6,AREA
363 CM,A7,AREA
364 !
365 LSEL,S,LINE,,8
366 LSEL,A,LINE,,22
367 LSEL,A,LINE,,12
368 LSEL,A,LINE,,21
369 AL,ALL
370 CMSEL,U,A7,AREA
371 CM,A8,AREA
372 !
373 !*****!
374 ! 3.6 Atribuindo malha !
375 !*****!
376 ALLSEL,ALL
377 MSHKEY,1
378 MSHAPE,0,2D
379 AMESH,ALL
380 !
381 !*****!
382 ! 3.7 Condições de contorno !
383 !*****!
384 ! Aplicação das tensões iniciais
385 ALLSEL,ALL
386 INISTATE, DEFINE,,,,-pv,-ph,-ph,0,0,0
387 !
388 ! Simetria em x
389 LSEL,ALL
390 LSEL,S,LINE,,1
391 LSEL,A,LINE,,2
392 LSEL,A,LINE,,3
393 LSEL,A,LINE,,4
394 DL,ALL, ,SYMM
395 !
396 ! Simetria em y
397 LSEL,ALL
398 LSEL,S,LINE,,13
399 LSEL,A,LINE,,18
400 DL,ALL, ,SYMM
401 !
402 ! Pressão no topo do modelo
403 LSEL,ALL
404 LSEL,S,LINE,,9
405 LSEL,A,LINE,,10
406 LSEL,A,LINE,,11
407 LSEL,A,LINE,,12
408 SFL,ALL,PRESS,ph
409 !
410 ! Pressão na lateral direita do modelo
411 LSEL,ALL
412 LSEL,S,LINE,,22

```

```

413 LSEL,A,LINE,,17
414 SFL,ALL,PRESS,pv
415 !
416 !
417 !*****!
418 ! 3.8 Criando elementos do revestimento !
419 !*****!
420 ! Obs: esses elementos ficam sobrepostos ao do solo. Durante
421 ! a análise, conforme vai desligando os elementos do
422 ! solo vai-se ligando os do revestimento, se houver.
423 !
424 *IF,matrev,NE,0,THEN
425 ! Gerando elementos sobrepostos do revestimento
426 ESEL,ALL
427 ESEL,S,CENT,Y,0,lyl
428 ESEL,R,CENT,X,ri-esp,ri
429 EGEN,2,0,all,all,1,1,,,,0,0,0
430 ESEL,ALL
431 NUMMRG,node, , , ,LOW
432 *ENDIF
433 !
434 !*****!
435 ! 3.9 Criando grupos de escavação-revestimento !
436 !*****!
437 !
438 ! Primeira escavação
439 i = 1
440 ESEL,ALL
441 yi=0
442 yf=npi*lp
443 ESEL,S,CENT,Y,yi,yf
444 ESEL,R,CENT,X,0,Ri
445 ESEL,R,MAT,,1
446 CM,esc %i%,ELEM
447 CMSEL,S,esc %i%,ELEM
448 !
449 ! Proximas escavações e revestimentos
450 *DO,i,2,nesc,1
451 ! criando grupos com os elementos escavados do passo i
452 yi=yf
453 yf=(i-1)*lp+npi*lp
454 ESEL,S,CENT,Y,yi,yf
455 ESEL,R,CENT,X,0,ri
456 CM,esc %i%,ELEM
457 CMSEL,S,esc %i%,ELEM
458 !
459 *IF,matrev,NE,0,THEN
460 ! criando grupos com os elementos revestidos do passo i
461 *IF,i,EQ,2,THEN
462 yi=0
463
464 *ELSE
465 yi=npi*lp+(i-2)*lp-(lp+d0)
466
467 *ENDIF
468 yf=(i-1)*lp+npi*lp-(lp+d0)
469 ESEL,S,CENT,Y,yi,yf
470 ESEL,R,CENT,X,ri-esp,ri
471 ESEL,R,MAT,,2
472 MPCHG,i,ALL
473 CM,rev %i-1%,ELEM
474 CMSEL,S,rev %i-1%,ELEM

```



```

473      *ENDIF
474      !
475      ! revestindo o ultimo trecho
476      *IF,i,EQ,nesc,THEN
477          *IF,matrev,NE,0,THEN
478              *IF,revested0,EQ,1,THEN
479                  yi=Ly1-lp-d0
480                  yf=Ly1
481                  ESEL,S,CENT,Y,yi,yf
482                  ESEL,R,CENT,X,ri-esp,ri
483                  ESEL,R,MAT,,2
484                  MPCHG,i,ALL
485                  CM,rev%i%,ELEM
486                  CMSEL,S,rev%i%,ELEM
487              *ENDIF
488              *IF,revesteface,EQ,1,THEN
489                  yi=Ly1
490                  yf=Ly1+(lp)
491                  ESEL,ALL
492                  ESEL,S,CENT,Y,yi,yf
493                  ESEL,R,CENT,X,0,ri
494                  CM,soloface,ELEM
495                  CMSEL,S,soloface,ELEM
496                  !
497                  fi=Ly1
498                  ff=Ly1+(lp)
499                  ESEL,ALL
500                  ESEL,S,CENT,Y,yi,yf
501                  ESEL,R,CENT,X,0,ri
502                  EGEN,2,0,all,all,1,1,,,,0,0,0
503                  NUMMRG,node,,,LOW
504                  ESEL,R,MAT,,2
505                  MPCHG,i,ALL
506                  CM,revface,ELEM
507                  CMSEL,S,revface,ELEM
508              *ENDIF
509          *ENDIF
510      *ENDIF
511  *ENDDO
512  !
513  ! criando grupo de elementos escavados
514  ESEL,S,CENT,Y,0,ly1
515  ESEL,R,CENT,X,0,Ri
516  CM,esctotal,ELEM
517  !
518  ! *****!
519  ! 4. Solução!
520  ! *****!
521  /SOL
522  !
523  ! Configurações iniciais
524  *IF,nlg,eq,0,then
525      NLGEOM,OFF
526  *ELSEIF,nlg,eq,1,then
527      NLGEOM,ON
528  *ENDIF
529  *IF,nr,eq,1,then
530      NROPT,INIT
531  *ELSEIF,nr,eq,2,then
532      NROPT,FULL

```

```

533 *ELSEIF, nr, eq, 3, then
534     NROPT, UNSYM
535 *ENDIF
536 *IF, psc, eq, 0, then
537     PSCONTROL, ALL, OFF
538 *ELSEIF, nlq, eq, 1, then
539     PSCONTROL, ALL, ON
540 *ENDIF
541 OUTRES, SVAR, ALL
542 OUTRES, ALL, ALL
543 ALLSEL, ALL
544 !
545 ! Apaga os elementos do revestimento
546 *IF, matrev, NE, 0, THEN
547     ESEL, S, CENT, Y, 0, Lyl
548     ESEL, R, CENT, X, ri-esp, ri
549     ESEL, R, MAT, , 2, nesc
550     EKILL, ALL
551     ESEL, ALL
552     *IF, revesteface, EQ, 1, THEN
553         CMSEL, S, revface, ELEM
554         EKILL, ALL
555         ESEL, ALL
556     *ENDIF
557 *ENDIF
558 !
559 ! Verifica o equilibrio do maciço
560 *IF, soleg, EQ, 1, THEN
561     ANTYPE, 0, NEW
562     ESEL, ALL
563     TIME, 1
564     DELTIM, 0.5, , 0.5
565     SOLVE
566     FINISH
567     /POST1
568     RSYS, 1
569     PLNSOL, U, SUM, 0, 1.0
570     ESEL, ALL
571 *ENDIF
572 !
573 ! Solução com as escavações
574 /SOL
575 *IF, matmacico, LT, 0, AND, matrev, EQ, 0, THEN
576     !
577     ! Maciço elástico sem revestimento (não precisa escavar)
578     ANTYPE, 0, NEW
579     CMSEL, S, esctotal, ELEM
580     EKILL, ALL
581     SAVE
582     TIME, tp*nesc
583     DELTIM, dt, , dtmax
584     ESEL, ALLSOLVE
585     FINISH
586 *ELSE
587     !
588     ! Necessário fazer vários passos de escavação
589     ANTYPE, 0, NEW
590     !
591     ! Primeiro passo de escavação
592     i=1

```

```

594 CMSEL,S,esc %i%,ELEM
595 EKILL,ALL
596 ESEL,S,LIVE
597 EPLOT
598 TIME,tp*i
599 DELTIM,dt,,dtmax
600 ESEL,ALL
601 SOLVE
602 SAVE
603 FINISH
604 /POST1
605 RSYS,1
606 ESEL,S,LIVE
607 PLNSOL,U,SUM,0,1.0
608 !
609 ! Próximos passos de escavação
610 /SOL
611 ANTYPE,0,RESTART
612 *DO,i,2,nesc,1
613     CMSEL,S,esc %i%,ELEM
614     EKILL,ALL
615     ESEL,S,LIVE
616     EPLOT
617     !
618     ! Ativa o revestimento
619     *IF,matrev,NE,0,THEN
620         CMSEL,S,rev %i-1%,ELEM
621         EALIVE,ALL
622         *IF,revested0,EQ,1,THEN
623             *IF,i,EQ,nesc,THEN
624                 CMSEL,S,rev %i%,ELEM
625                 EALIVE,ALL
626             *ENDIF
627         *ENDIF
628         *IF,revesteface,EQ,1,THEN
629             *IF,i,EQ,nesc,THEN
630                 CMSEL,S,revface,ELEM
631                 EALIVE,ALL
632                 CMSEL,S,soloface,ELEM
633                 EKILL,ALL
634             *ENDIF
635         *ENDIF
636     *ENDIF
637     !
638     ESEL,S,LIVE
639     EPLOT
640     TIME,tp*i
641     DELTIM,dt,,dtmax
642     OUTRES,ESOL,LAST
643     ESEL,ALL
644     SAVE
645     SOLVE
646 *ENDDO
647 !
648 ! Análise após a escavação (modelos viscosos)
649 *IF,matmacico,GT,6,OR,matrev,GT,1,THEN
650     *DO,i,1,np2
651         TIME,tp*(nesc)+i*tp2
652         DELTIM,dtp2,,dtp2max

```

```

653                                     ESEL,ALL
654                                     SOLVE
655
656                                     SAVE*ENDDO
657
658     *ENDIF
659     FINISH
660 *ENDIF
661 !
662 ! *****!
663 ! 5 Pós-processamento !
664 ! *****!
665 ! *****!
666 ! 5.1 Alterando a cor dos elementos para pós processamento !
667 ! *****!
668 ALLSEL,ALL
669 ASEL,S,AREA,,1
670 ASEL,A,AREA,,5
671 ASEL,A,AREA,,3
672 ASEL,A,AREA,,7
673 ESLA,S
674 /COLOR,ELEM,13,ALL
675 !
676 ALLSEL,ALL
677 ASEL,S,AREA,,2
678 ASEL,A,AREA,,6
679 ASEL,A,AREA,,4
680 ASEL,A,AREA,,8
681 ESLA,S
682 /COLOR,ELEM,14,ALL
683 !
684 ALLSEL,ALL
685 EPLOT
686 !
687 /RGB,INDEX,100,100,100,0
688 /RGB,INDEX,80,80,80,13
689 /RGB,INDEX,60,60,60,14
690 /RGB,INDEX,0,0,0,15
691 !
692 ! *****!
693 ! 5.2 Gráfico de convergências !
694 ! *****!
695 /POST1
696 RSYS,5 ! sistema cilindrico para os resultados
697 ESEL,S,LIVE ! só elementos ativos
698 !
699 ! numero de analises
700 *IF,matmacico,EQ,23,OR,matmacico,EQ,7,THEN
701     nanalises=nesc+np2
702 *ELSE
703     *IF,matmacico,EQ,8,THEN
704         nanalises=nesc+np2
705     *ELSE
706         nanalises=nesc
707     *ENDIF
708 *ENDIF
709 !
710 ! selecionando nós
711 ALLSEL,ALL
712 NSEL,S,LOC,Y,0,Ly
713 NSEL,R,LOC,X,0.999*Ri,1.001*Ri

```

```

714 ESEL,S,LIVE
715 !
716 ! dimensionando arrays
717 *GET,ncount,NODE,,COUNT
718 *GET,ntotal,NODE,,NUM,MAX
719 *DIM,convergence,TABLE,ncount,2+nanalises
720 *DIM,pressure,TABLE,ncount,2+nanalises
721 *DIM,coordy,ARRAY,ntotal
722 *DIM,u_x,ARRAY,ntotal
723 *DIM,s_x,ARRAY,ntotal
724 *DIM,n_sel,ARRAY,ntotal
725 !
726 ! Coloca lista de nós em ordem na primeira coluna
727 *VGET,convergence(1,1),NODE,,NLIST
728 *VGET,pressure(1,1),NODE,,NLIST
729 !
730 ! criando o vetor de coordenadas
731 *VGET,n_sel(1),NODE,1,NSEL
732 *VGET,coordy(1),NODE,1,LOC,y
733 *VOPER,coordy(1),coordy(1),MULT,1/Ri
734 !
735 ! Preenchendo o convergence e pressure com as coordenadas
736 *VMASK,n_sel(1)
737 *VFUN,convergence(1,2),COMP,coordy(1)
738 *VMASK,n_sel(1)
739 *VFUN,pressure(1,2),COMP,coordy(1)
740 !
741 ! preenchendo o convergence com a convergência
742 *DO,i,1,nanalises,1
743     ! identifica o passo
744     *IF,i,EQ,nanalises,THEN
745         SUBSET, LAST
746     *ELSE
747         *IF,matmacico,LT,1,AND,matrev,EQ,0,THEN
748             SUBSET, LAST
749         *ELSE
750             SUBSET,i,,,,,,,,
751         *ENDIF
752     *ENDIF
753     !
754
755     !
756     ! Preenchendo o array com os deslocamentos radiais e tensões radiais
757     *VMASK,n_sel(1)
758     *VGET,u_x(1),NODE,1,U,X
759     *VOPER,u_x(1),u_x(1),MULT,-1/Ri*100
760     !
761     *VMASK,n_sel(1)
762     *VGET,s_x(1),NODE,1,S,X
763     *VOPER,s_x(1),s_x(1),MULT,1
764     !
765     ! Preenchendo o convergence e pressure
766     *VMASK,n_sel(1)
767     *VFUN,convergence(1,2+i),COMP,u_x(1)
768     *VMASK,n_sel(1)
769     *VFUN,pressure(1,2+i),COMP,s_x(1)
770 *ENDDO
771 !
772 ! ordena a tabela de acordo com a segunda coluna (das coordenadas)
773 *MOPER,ORDER,convergence,SORT,convergence(1,2)
774 *MOPER,ORDER,pressure,SORT,pressure(1,2)

```

```

775 !
776 ! Coleta o maior valor das convergências
777 *VSCFUN,umaximofinal,max,convergence(1,2+nanalises)
778 *VSCFUN,smaximofinal,max,pressure(1,2+nanalises)
779 *VSCFUN,sminimofinal,min,pressure(1,2+nanalises)
780 !
781 ! formatando grafico de convergencia
782 /RGB,INDEX,100,100,100,0
783 /RGB,INDEX,0,0,0,15
784 /AXLAB,X,Y/Ri
785 /AXLAB,Y,U=-u(r=Ri)/Ri (%)
786 /XRANGE,0,ly/Ri
787 /YRANGE,umaximofinal*1.2,0
788 /GROPT,DIVY,20
789 /GROPT,DIVX,10
790 /GROPT,DIG1,3
791 /GTHK,CURVE,1
792 /PLOPTS,INFO,on
793 !
794 ! graficando na tela do Ansys
795 /ERASE
796 *DO,i,1,nanalises,1
797     *IF,i,EQ,nanalises,THEN
798         /COLOR,CURVE,MAGE,1
799     *ELSEIF,i,EQ,nesc,THEN
800         /COLOR,CURVE,YELL,1
801     *ELSE
802         /COLOR,CURVE,LGRA,1
803     *ENDIF
804     *VPLOT,convergence(1,2),convergence(1,2+i)
805     /NOERASE
806 *ENDDO
807 /ERASE
808 !
809 !
810 ! formatando grafico do pressure
811 /RGB,INDEX,100,100,100,0
812 /RGB,INDEX,0,0,0,15
813 /AXLAB,X,Y/Ri
814 /AXLAB,Y,Sx (MPa)
815 /XRANGE,0,ly/Ri
816 /YRANGE,smaximofinal*1.2,sminimofinal*1.2
817 /GROPT,DIVY,20
818 /GROPT,DIVX,10
819 /GROPT,DIG1,3
820 /GTHK,CURVE,1
821 /PLOPTS,INFO,on
822 !
823 ! graficando na tela do Ansys
824 /ERASE
825 *DO,i,1,nanalises,1
826     *IF,i,EQ,nanalises,THEN
827         /COLOR,CURVE,MAGE,1
828     *ELSEIF,i,EQ,nesc,THEN
829         /COLOR,CURVE,YELL,1
830     *ELSE
831         /COLOR,CURVE,LGRA,1
832     *ENDIF
833     *VPLOT,pressure(1,2),pressure(1,2+i)
834     /NOERASE

```

```
835 *ENDDO
836 /ERASE
837 !
838 ! Escrevendo em arquivo as convergências
839 *CREATE,ansuitmp
840 *MWRITE,convergence,convergencias,txt
841 (1000 (E10.4,3X))
842 *END
843 /INPUT,ansuitmp
844 !
845 ! Escrevendo em arquivo as pressões
846 *CREATE,ansuitmp
847 *MWRITE,pressure,pressure,txt
848 (1000 (E10.4,3X))
849 *END
850 /INPUT,ansuitmp
851 !
852 ! Cria arquivo com os parâmetros
853 PARSAV,SCALAR,parametros,txt
```