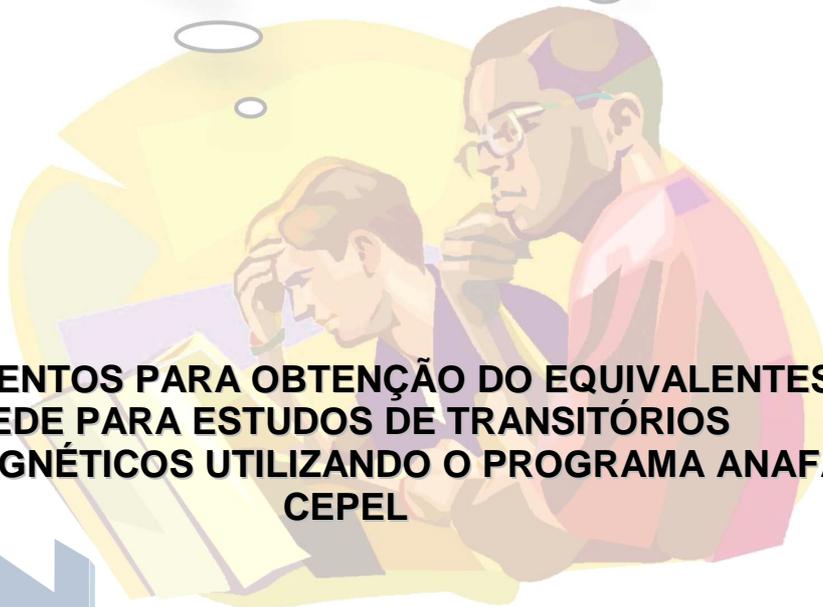


Diretoria de Produção e Comercialização



COT - Superintendência de Engenharia de Operação e Manutenção da Transmissão

COTE- Gerência de Estudos Elétricos da Operação da Transmissão



PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO DO EQUIVALENTES DE REDE PARA ESTUDOS DE TRANSITÓRIOS ELETROMAGNÉTICOS UTILIZANDO O PROGRAMA ANAFAS – CEPEL



ABRIL 2008

1. APRESENTAÇÃO

A realização de estudos elétricos em programas computacionais é prática freqüente no sistema elétrico como um todo.

Para cada tipo de estudo a ser realizado é necessário que o sistema a ser estudado seja modelado de sorte que esta representação computacional possa ser a mais fiel possível, de forma a garantir a confiabilidade desejada. O nível de detalhamento da representação do sistema depende do tipo de estudo a ser realizado.

No caso de estudos de transitórios eletromagnéticos, a rede sobre análise deve ser representada com a maior riqueza de detalhes possível, conforme os modelos a serem utilizados no programa ATP.

No âmbito do sistema interligado, não é interessante a sua representação na íntegra, o que ocasionaria um esforço computacional muito grande, além de um “H/H” considerável, para a montagem do caso em formato texto, já que a sua representação via ambiente gráfico (ATPDraw) seria inexecutável.

2. OBJETIVO

O objetivo deste documento é ajudar na obtenção dos equivalentes de rede quando de estudos de transitórios eletromagnéticos. Este material é auto-explicativo, e é fruto de um procedimento real, para determinação de tal equivalente.

Os equivalentes de rede são obtidos, geralmente, de programas de curto-circuito, a exemplo do ANAFAS – Análise de Falhas Simultâneas, do CEPEL, utilizado em nosso estudo.

Outro programa utilizado é o ATPEQ.EXE, desenvolvido em FORTRAN pela equipe de transitórios eletromagnéticos do ONS, escritório central, Rio de Janeiro, que realiza a transformação dos valores obtidos pelo ANAFAS em cartões de entrada para o programa ATP – (*Alternative Transient Program*) [Leuven EMTP Center, 1987], utilizado no estudo de transitórios eletromagnéticos.

3. PROCEDIMENTOS

As figuras a seguir trazem o passo a passo para a obtenção do equivalente de rede do sistema. O caso exemplo foi a obtenção de um equivalente de rede da área Pará, para realização de estudo de transitório eletromagnético quando da entrada em operação da terceira unidade transformadora da SE Guamá.



Figura 01 – Tela de abertura do ANAFAS. Tecla “ENTER”.

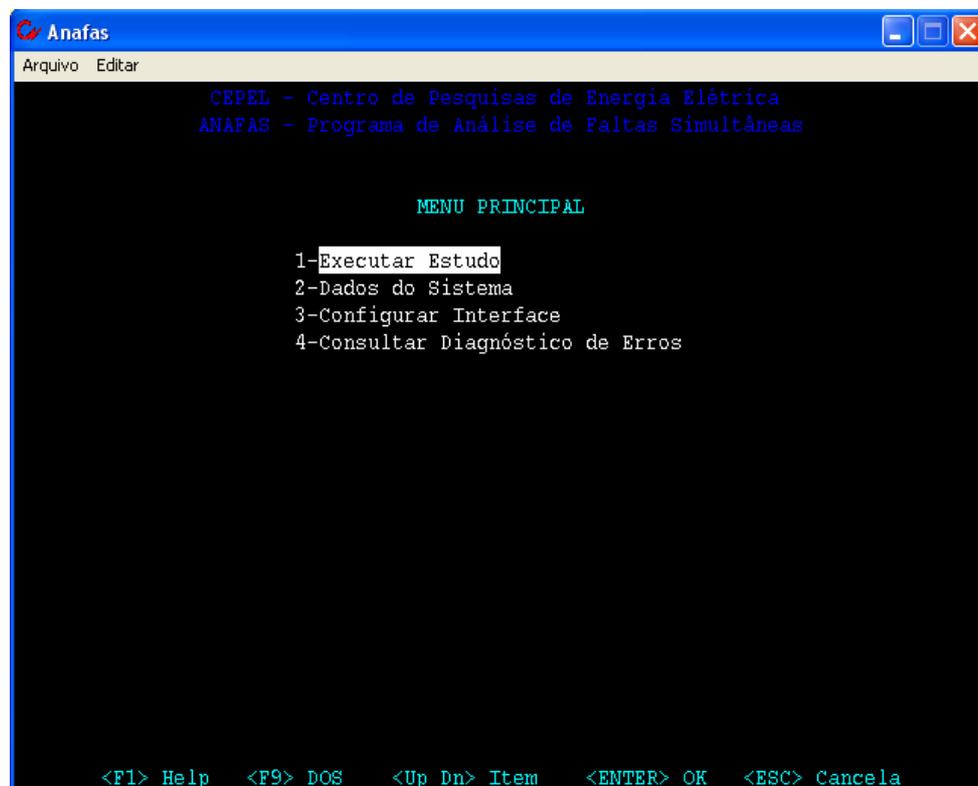


Figura 02 – Tela do menu principal. Escolher “2” (Dados do sistema).

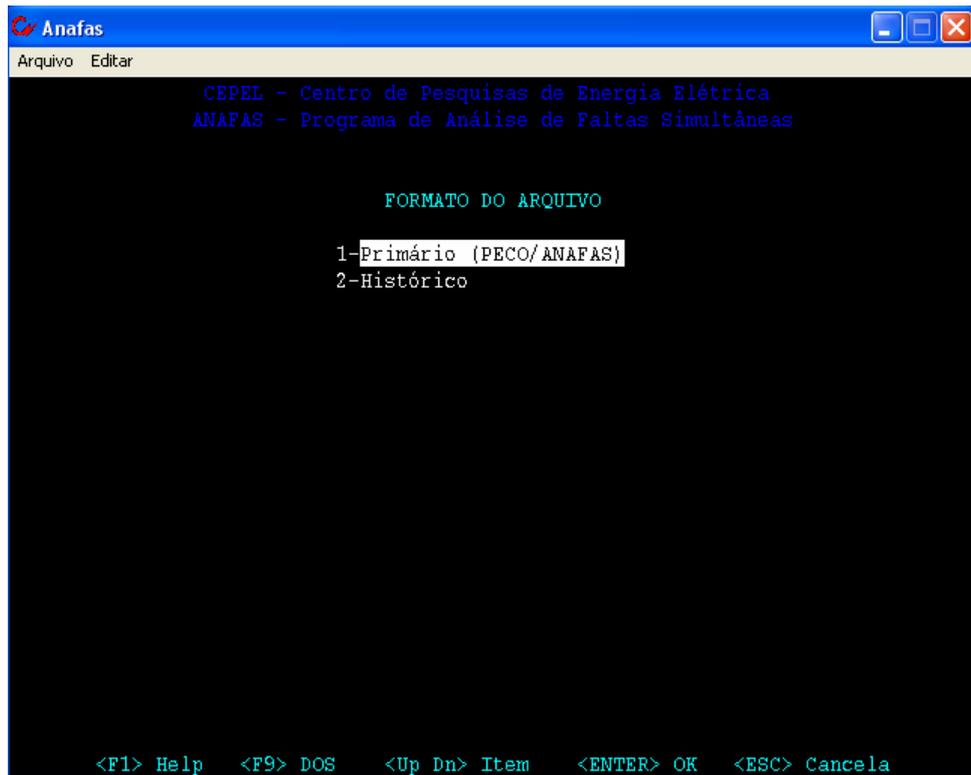


Figura 03 – Tela formato do arquivo: Escolher “Primário (PECO/ANAFAS).

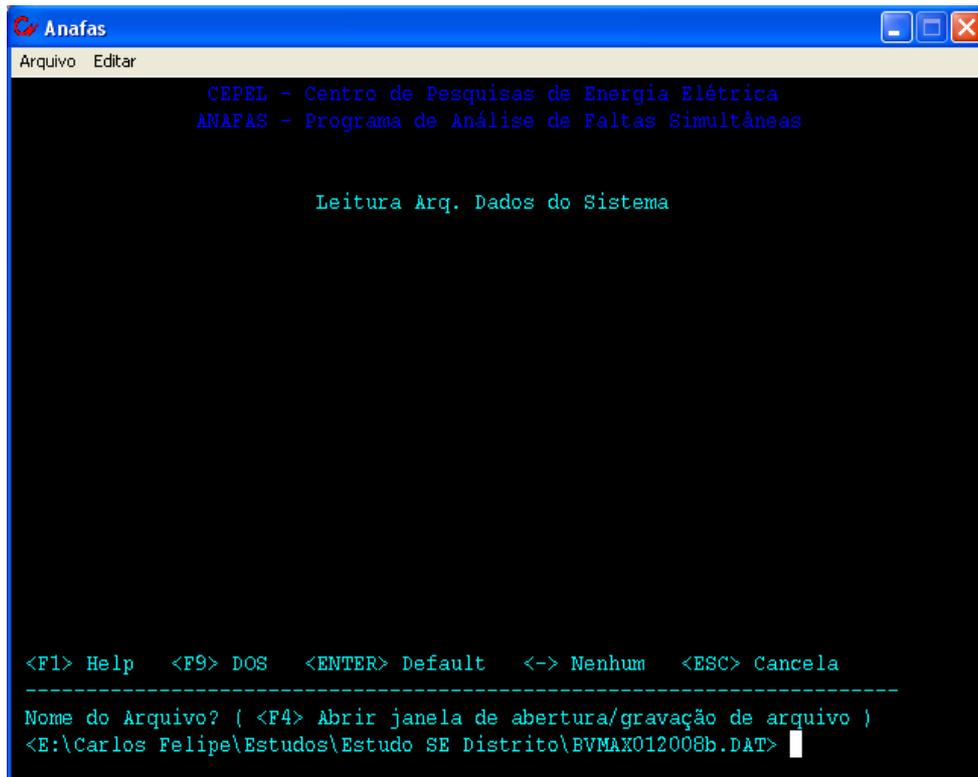


Figura 04 – Tela de leitura de arquivo de dados do sistema. Aperte F4 para abrir o arquivo que será objeto de alteração da configuração.

```

Anafas
Arquivo  Editar

<F1> Help  <F9> DOS  <ENTER> Default  <-> Nenhum  <ESC> Cancela
-----
Nome do Arquivo? ( <F4> Abrir janela de abertura/gravação de arquivo )
<D:\Arquivos_Estudos\Equivalentes_Anafas\Equiv_P_Dutra\BR0812PN.ANA>
AVS DAD (MONTKV) 119> Tensao base da barra ausente em ANAFAS.VBA (*)
-N. 8055
AVS DAD (MONTKV) 119> Tensao base da barra ausente em ANAFAS.VBA (*)
-N. 8052
AVS DAD (MONTKV) 119> Tensao base da barra ausente em ANAFAS.VBA (*)
-N. 7769
AVS DAD (MONTKV) 119> Tensao base da barra ausente em ANAFAS.VBA (*)
-N. 7604
<ENTER> Continua ...

```

Figura 05 – Após aberto o arquivo, é normal aparecer alguns erros. Prossiga teclando (ENTER).

```

Anafas
Arquivo  Editar

      CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
      ANAFAS - Programa de Análise de Falhas Simultâneas

      RESUMO DOS DADOS DO SISTEMA

Dados com Aviso(s)

ONS = SISTEMA INTERLIGADO = CONFIG DEZ/2008 = VERSAO 13/01/2007 - BR0812PN.ANA
=====
CICLO DO PAR ANO 2006 / 2009
BASE DE DADOS BR0812PN.ANA GERADO A PARTIR DA BASE DE DADOS BR0712PN.ANA DE
13/01/2007, APLICANDO-SE OS ARQUIVOS DE ALTERACOES MNE812PN.ALT; SECO812PN.ALT
E SUL812PN.ALT.
=====

6404 Barras
12245 Circuitos ( 6238 Trafos)
1716 Mutuas

<ENTER> OK  <ESC> Cancela

```

Figura 06 – Resumo dos dados do sistema (Sistema carregado).

```

1 ( Cálculo dos equivalentes utilizados nos estudos de energização do segundo
2 ( transformador 230/69/13,8kV, 150MVA, da SE Guamá
3 (
4 ( Autores: Antonio Samuel Neto - MMNE /ONS
5 (       Filipe Rodrigues Lopes - ELN
6 (       Nilo Sérgio Soares Ribeiro - ELN
7 (
8 ( Primeira versão: 4/4/2008
9 ( Última atualização: 4/4/2008 10:53:34
10 ( Caso Base do ANAFAS: BR0812PN.ANA
11 (       Configuração Dezembro/2008, atualizado em 13/01/2007
12 (
13 38
14 (NB C M      BN          VBAS          IA
15 (--- - - - - - - - - - - - - - - - - -
16 99999
17 (
18 37
19 (BF C      BT  NC T  R1    X1    RO    XO    CN          IADEF  KM
20 (--- - - - - - - - - - - - - - - - - -
21 ( Tucuruí Etapa 1 500kV ---> 3000
22 (Maquinas
23 3000 1 3001
24 3000 1 3002
25 3000 1 3003
26 3000 1 3004
27 3000 1 3005
28 3000 1 3006
29 3000 1 3007
30 3000 1 3008
31 3000 1 3009
32 3000 1 3010
33 3000 1 3011

```

Figura 07 – Editar o arquivo contendo as barras a serem retiradas. Este arquivo tem extensão .ANA, e pode ser aberto no bloco de notas.

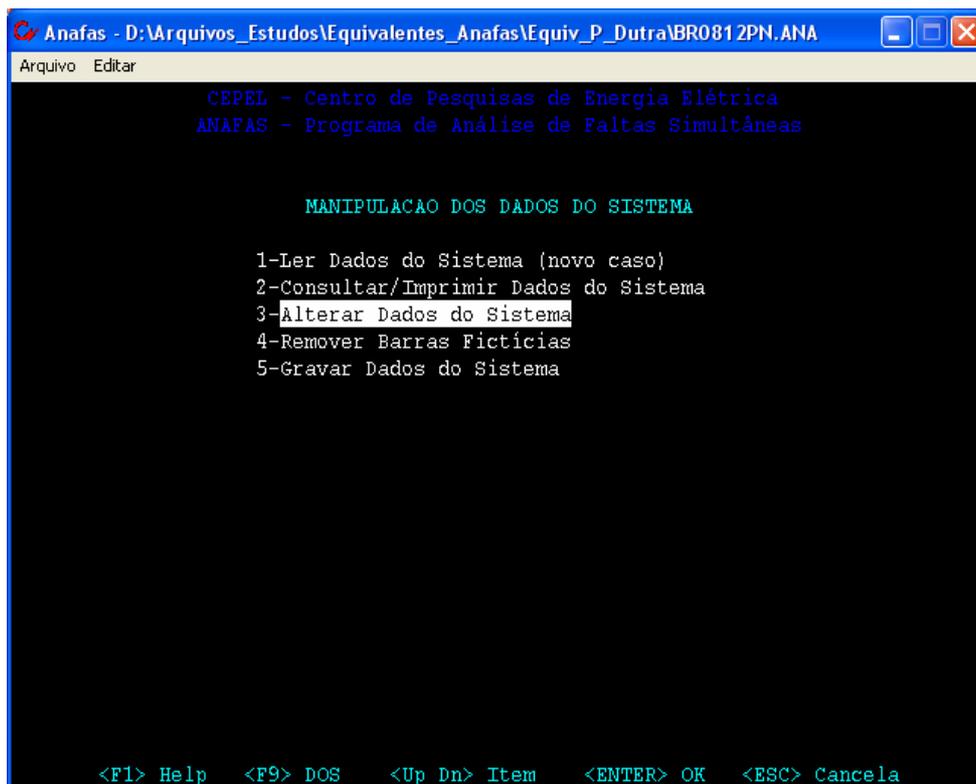


Figura 08 – Após o arquivo ser modificado, retorne ao ANAFAS e aperte “ENTER”. Seleciono a opção “3” (Alterar dados do sistema).

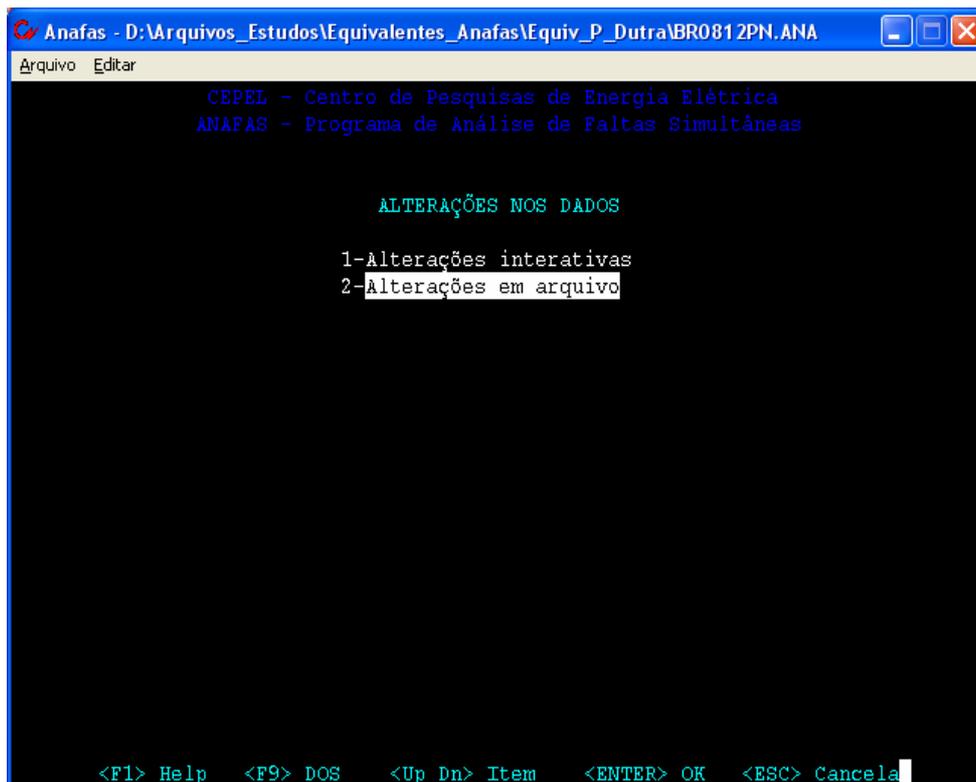


Figura 09 – Escolher “2” (Alterações em arquivo).

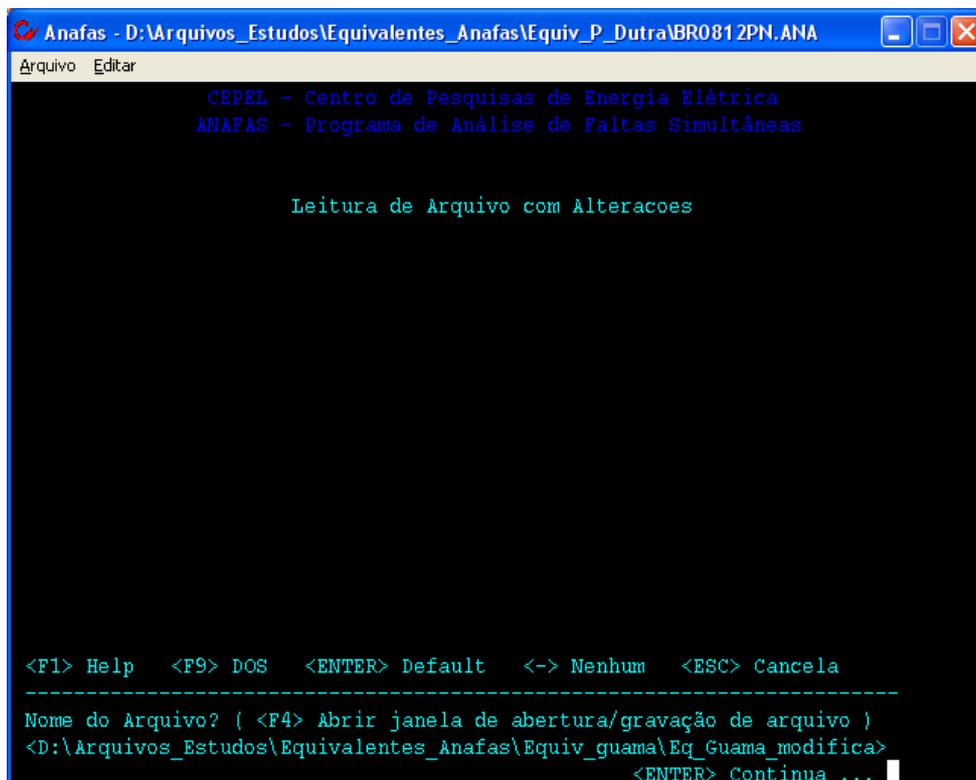


Figura 10 – Tela de leitura de arquivo com alterações. Aperte F4 para escolher o arquivo. Após, aperte “ENTER”. O arquivo foi carregado.

```
Anafas - D:\Arquivos_Estudos\Equivalentes_Anafas\Equiv_P_Dutra\BR0812PN.ANA
Arquivo  Editar
      CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
      ANAFAS - Programa de Análise de Faltas Simultâneas

      RESUMO DOS DADOS DO SISTEMA

Dados OK

ONS = SISTEMA INTERLIGADO = CONFIG DEZ/2008 = VERSAO 13/01/2007 - BR0812PN.ANA
=====
CICLO DO PAR ANO 2006 / 2009
BASE DE DADOS BR0812PN.ANA GERADO A PARTIR DA BASE DE DADOS BR0712PN.ANA DE
13/01/2007, APLICANDO-SE OS ARQUIVOS DE ALTERACOES MNE812PN.ALT; SECO812PN.ALT
E SUL812PN.ALT.
=====

      6404 Barras
      12218 Circuitos ( 6215 Trafos)
      1707 Mutuas

                                     <ENTER> Continua ...
```

Figura 11 – Tela com o resumo dos dados do sistema alterado. Aperte “ENTER” para prosseguir.

```
Anafas - D:\Arquivos_Estudos\Equivalentes_Anafas\Equiv_P_Dutra\BR0812PN.ANA*
Arquivo  Editar
      CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
      ANAFAS - Programa de Análise de Faltas Simultâneas

      MANIPULACAO DOS DADOS DO SISTEMA

      1-Ler Dados do Sistema (novo caso)
      2-Consultar/Imprimir Dados do Sistema
      3-Alterar Dados do Sistema
      4-Remover Barras Ficticias
      5-Gravar Dados do Sistema

                                     <F1> Help  <F9> DOS  <Up Dn> Item  <ENTER> OK  <ESC> Cancela
```

Figura 12 – Aperte “ESC”.

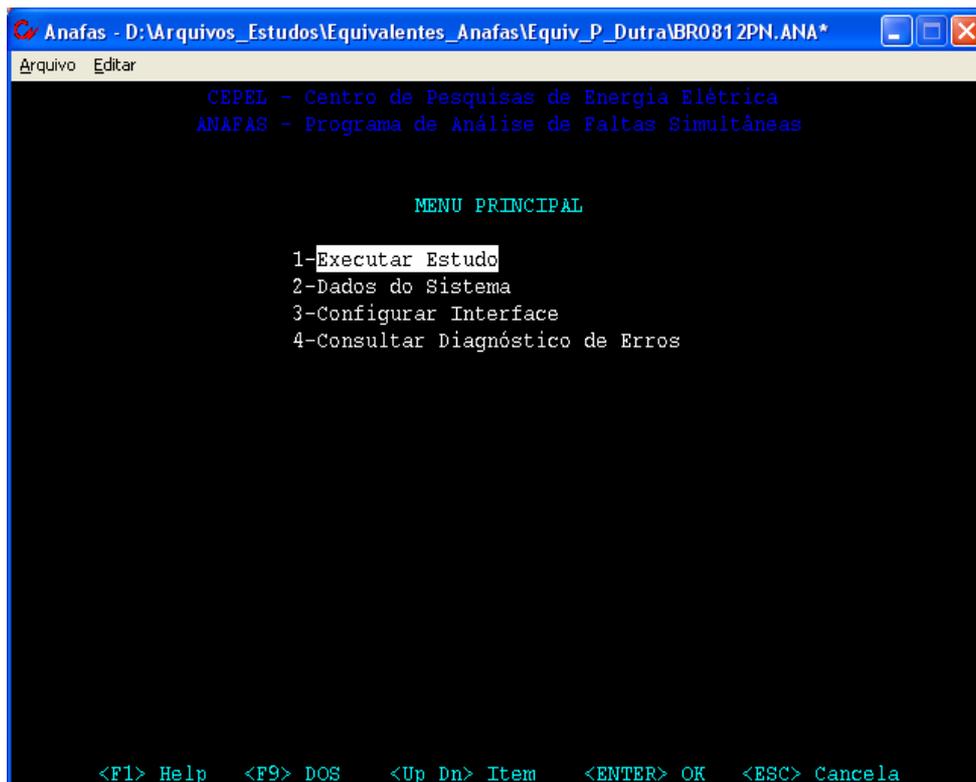


Figura 13 – Na tela MENU PRINCIPAL, escolha “1” (Executar Estudo).

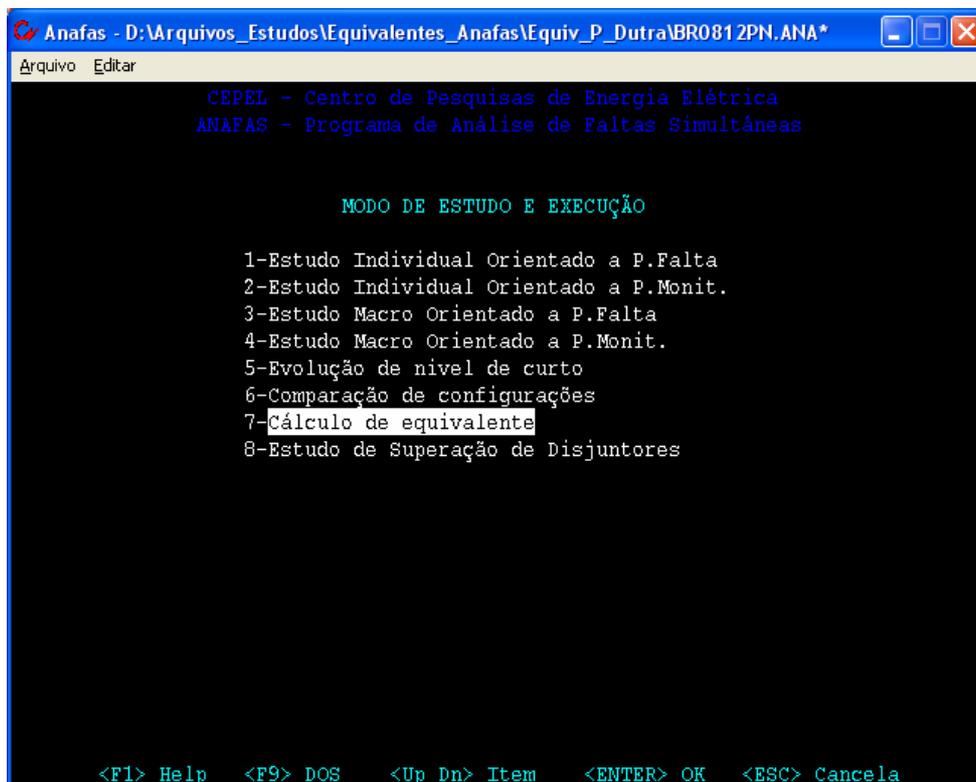


Figura 14 – Escolher “7” (Cálculo de Equivalente).



Figura 15 – Editar o arquivo xxx.bar, onde xxx é o nome do arquivo com extensão .bar. Este arquivo indica a localização onde serão calculados os equivalentes.



Figura 16 – Tela de leitura de arquivo lista de barras retidas. É possível observar o título dado no arquivo da figura 15, acima.

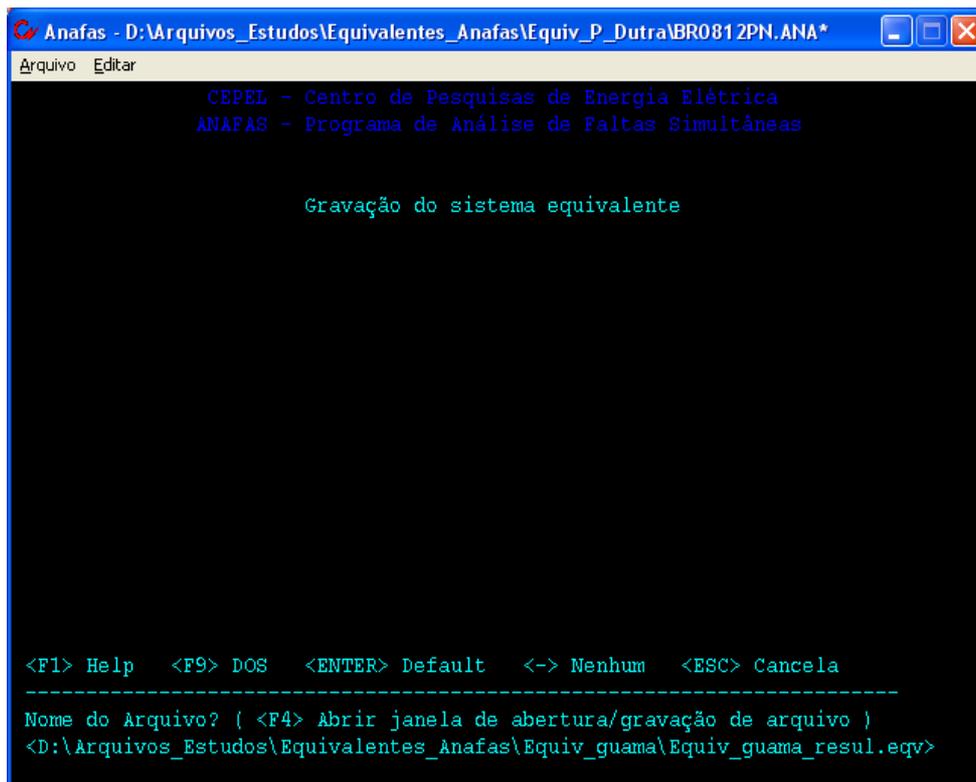


Figura 17 – Na tela gravação do sistema equivalente, informar o nome e onde o arquivo deve ser gravado.

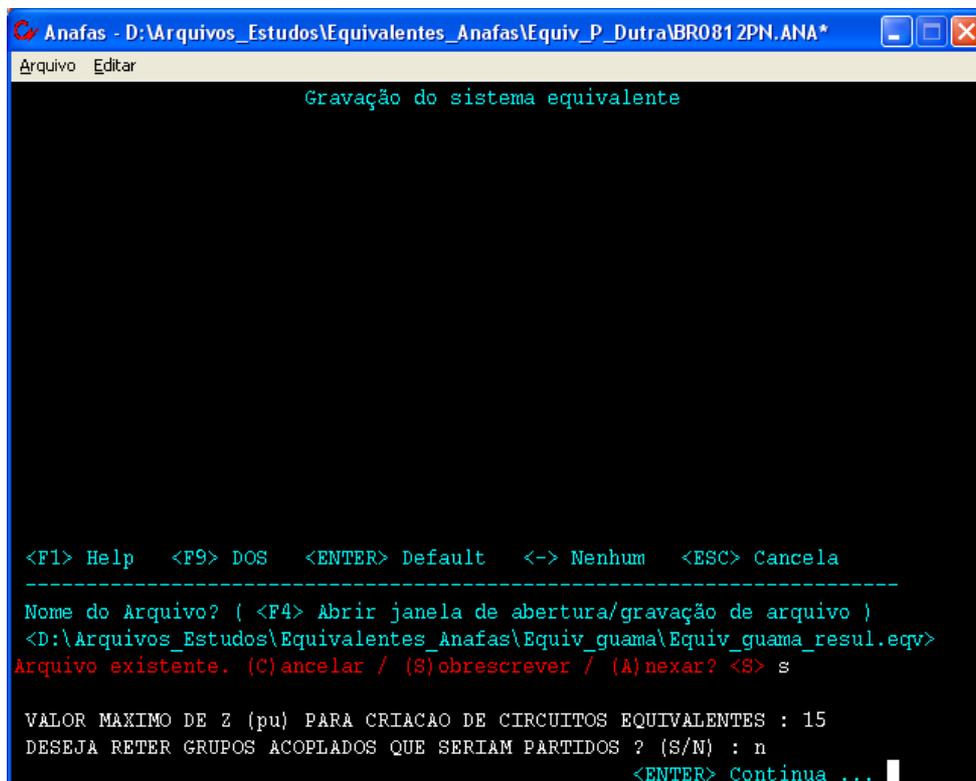


Figura 18 – Para o valor máximo de Z(pu), utiliza-se, empiricamente o valor 15. Na próxima pergunta, sobre “Reter Grupos Acoplados”, colocar “N”.

```
Anafas - D:\Arquivos_Estudos\Equivalentes_Anafas\Equiv_P_Dutra\BR0812PN.ANA*
Arquivo  Editar

      CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
      ANAFAS - Programa de Análise de Faltas Simultâneas

                RESUMO DOS DADOS DO SISTEMA

Dados OK

ONS = SISTEMA INTERLIGADO = CONFIG DEZ/2008 = VERSAO 13/01/2007 - BR0812PN.ANA
=====
CICLO DO PAR ANO 2006 / 2009
BASE DE DADOS BR0812PN.ANA GERADO A PARTIR DA BASE DE DADOS BR0712PN.ANA DE
13/01/2007, APLICANDO-SE OS ARQUIVOS DE ALTERACOES MNE812PN.ALT; SECO812PN.ALT
E SUL812PN.ALT.
=====

      2 Barras
      26 Circuitos (   0 Trafos)
      0 Mutuas

                                     <ENTER> Continua ...
```

Figura 19 – Final do procedimento. Aperte “ENTER” duas vezes.

As figuras a seguir referem-se ao uso do programa ATPEQ.EXE.

```
D:\Arquivos_Estudos\Equivalentes_Anafas\Equiv_guama\ATPEQV.exe
PARA OBTIER MODULOS DE INCLUSAO DIGITE: 1
PARA OBTIER FORMATO RL COM MUTUAS DIGITE: 2
```

Figura 20 – Tela principal do programa ATPEQ.EXE.

```

D:\Arquivos_Estudos\Equivalentes_Anafas\Equiv_guama\ATPEQV.exe
PARA OBTEN MODULOS DE INCLUSAO DIGITE: 1
PARA OBTEN FORMATO RL COM MUTUAS DIGITE: 2
2
NOME DO ARQUIVO DE BARRAS DE FRONTEIRA :
barrasretidas.ans
NOME DO ARQUIVO DE EQUIVALENTES DO ANAFAS :
eq_guama.egu
NOME DO ARQUIVO DE SAIDA DADOS PARA O ATP :
gmeqv
VALOR MAXIMO DA IMPEDANCIA ZMAX<PU> PARA CONSIDERAR
O ELEMENTO NO EQUIVALENTE <SE VALOR=0, ZMAX=10.> :
10

```

Figura 21 – Dados de entrada.

```

D:\Arquivos_Estudos\Equivalentes_Anafas\Equiv_guama\comparal\gmeqv.LIS
9 VER NESTE ARQUIVO OS COMPONENTES DE Z0 E Z1
10 (3): QUANDO Z0 > ZMAX E Z1 < ZMAX SERA USADO TRANSFORMADOR DELTA-DELTA PARA FILTRAR A SEQUENCIA ZERO
11 (4): NESTE ESTUDO OS VALORES DE ZMAX SAO OS INDICADOS ABAIXO:
12 (KV) ZMAX OHMS
13 500.0 25000.
14 C
15 *** RELATORIO DE ELEMENTOS DO EQUIVALENTE ELIMINADOS OU COM Z0>ZMAX ***
16 C
17 RAMO ELIMINADO : RESISTENCIA NEGATIVA
18 C BARRAS: TUCURUI 500 - TUCURUI2 500
19 S1TU150ATU250A -2.75 324.30 (EM 500.0 KV
20 S2TU150BTU250B 5.71 58.24
21 S3TU150CTU250C
<
D:\Arquivos_Estudos\Equivalentes_Anafas\Equiv_guama\comparal\gmeqv.PCH
3 C FONTE EQUIVALENTE EM BARRA DE FRONTEIRA
4 C BARRA: TUCURUI2 500
5 S1EQTU2ATU250A 113.46 331.05 ( EM 500.0KV
6 S2EQTU2BTU250B 6.55 75.40
7 S3EQTU2CTU250C
8 C
9 C BARRA: TUCURUI 500
10 S1EQTU1ATU150A 15.81 112.04 ( EM 500.0KV
11 S2EQTU1BTU150B 6.96 78.07
12 S3EQTU1CTU150C
13 C
14 C RAMOS ENTRE BARRAS DE FRONTEIRA
15 C

```

Figura 22 – Arquivos gerados.

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os resultados obtidos com a aplicação da metodologia proporciona um ganho considerável no tempo de montagem de arquivos em formato .atp. Os arquivos de saída do programa ATPEQ.EXE são formatados para serem diretamente inseridos no arquivo do sistema em estudo.

5. CRÉDITOS

Engº. Nilo Sérgio Soares Ribeiro
 ELETRONORTE, Brasília, 08/04/2008
 niloribeiro@eln.gov.br