



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GAT - 07
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

**GRUPO IV
GRUPO DE ESTUDO DE ANÁLISE E TÉCNICAS DE SISTEMAS DE POTÊNCIA - GAT**

**EQUIPANDO UM PROGRAMA DE FLUXO DE POTÊNCIA PARA
ESTUDOS DE RECOMPOSIÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS**

Flávio Rodrigo de Miranda Alves* **Ricardo Mota Henriques** **João Alberto Passos Filho**
CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica COPPE/UFRJ

Paulo Gomes **Antônio de Pádua Guarini** **Marcelo de Castro Guarini**
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

Flávio Vanderson Gomes
FCT/UFJF COPPE/UFRJ

RESUMO

A recomposição de um sistema elétrico de potência após um *black-out* deve ser efetuada rapidamente, o que exige planos de recomposição precisos e detalhados. Para a geração destes planos uma das principais ferramentas é o fluxo de potência. O Sistema Interligado Nacional (SIN) tem se expandido com a implantação de novas unidades geradoras e linhas de transmissão, exigindo a contínua reavaliação dos procedimentos de recomposição. Para reduzir o esforço das equipes de estudo e viabilizar a avaliação do maior número possível de alternativas, CEPEL e ONS decidiram dotar o programa ANAREDE de facilidades que agilizam um estudo de recomposição.

PALAVRAS-CHAVE

Fluxo de Potência, Recomposição.

1.0 - INTRODUÇÃO

O problema de recomposição de um sistema elétrico de potência após um *black-out* total ou parcial remonta à própria origem da indústria de energia elétrica. Após um *black-out* o fornecimento de energia elétrica deve ser restaurado rapidamente. Para que isto seja possível é necessário dispor de planos de recomposição precisos e detalhados, que incluam o maior número possível de alternativas. A geração destes planos exige a realização de estudos nos quais são utilizadas diversas ferramentas de simulação de sistemas elétricos de potência, em especial fluxo de potência, transitórios eletromecânicos e transitórios eletromagnéticos. Os estudos de fluxo de potência têm por objetivo analisar as condições do sistema nas diversas etapas da recomposição, garantindo a utilização dos equipamentos dentro de seus limites operativos e determinam se a análise de um procedimento de recomposição deve ou não prosseguir ao longo de um determinado corredor. Nos últimos anos, devido a pressões econômicas e à desregulamentação do setor, em alguns momentos os sistemas de potência foram operados próximos de seus limites. No mesmo período estes sistemas cresceram em tamanho e complexidade de operação. No caso brasileiro, a expansão do sistema interligado para fazer frente ao aumento da demanda gerado pela retomada do crescimento econômico acarretou a implantação de novas unidades geradoras e linhas de transmissão. Estas alterações topológicas e de distribuição de carga e geração exigem a contínua reavaliação dos procedimentos de recomposição, tornando necessário reduzir o esforço das equipes de estudo de forma a viabilizar a avaliação do maior número possível de alternativas. O CEPEL e o ONS, atentos a estas necessidades do setor, decidiram dotar o programa ANAREDE, o principal pacote de análise de redes utilizado pelo setor elétrico brasileiro, de facilidades que reduzem significativamente o trabalho do engenheiro durante um estudo de

*Av. Hum, s/nº - Ilha da Cidade Universitária - CEP 21941-590 – Rio de Janeiro - RJ - BRASIL
Tel.: (021) 2598-6258 - Fax: (021) 2598-6451 - e-mail: frma@cepel.br

recomposição. Este trabalho apresenta algumas das soluções adotadas, exemplifica sua utilização e traça um cenário de evolução do ANAREDE como ferramenta para avaliação de estratégias de recomposição de sistemas elétricos de potência.

A partir do final da década de 70 o setor elétrico brasileiro iniciou esforços no sentido de abandonar as estratégias de recomposição centralizada, efetuadas através dos Centros de Controle. Estes esforços resultaram na definição da estratégia de recomposição atualmente praticada pelo setor, a qual divide o processo de recomposição em duas fases, denominadas Recomposição Fluente e Recomposição Coordenada. Durante a Recomposição Fluente os procedimentos operacionais previamente estabelecidos permitem a recomposição de áreas geoeletricamente definidas e a compatibilização de carga e geração em configurações mínimas de rede. Na Recomposição Coordenada os Centros de Operação do Sistema autorizam tomadas de carga adicionais e o fechamento de paralelos ou anéis entre as ilhas recompostas na Recomposição Fluente (1,2).

A definição de uma completa estratégia de recomposição, considerando corredores de recomposição preferenciais e alternativos, envolve diversos tipos de estudos e exige a utilização de várias ferramentas de simulação de sistemas elétricos de potência, sendo as principais fluxo de potência, transitórios eletromagnéticos e transitórios eletromecânicos (1,2,3). A partir dos valores limite de tensão para energização de linhas de transmissão e transformadores, obtidos nos estudos de transitórios eletromagnéticos, são necessárias diversas simulações em um programa de fluxo de potência para garantir que a estratégia de recomposição que está sendo avaliada é factível do ponto de vista de regime permanente. Somente após esta avaliação as simulações utilizando programas de transitórios eletromecânicos são iniciadas. Assim, é evidente que o programa de fluxo de potência utilizado deve estar adequadamente equipado para permitir a máxima flexibilidade, facilitando e agilizando os estudos nesta fase de avaliação da estratégia de recomposição. No entanto, os programas de fluxo de potência normalmente não dispõem de facilidades mínimas para este tipo de estudo. A maioria deles considera os equipamentos como modelos equivalentes, eliminando a possibilidade de desligamento ou religamento parcial. Desligamentos e religamentos são simulados através de alterações dos valores do caso base, o que implica na perda do valor original, exigindo extremo cuidado por parte do engenheiro (4,5). Outro problema comum é a perda da identidade e da natureza do equipamento. Por exemplo, reatores de barra e bancos de capacitores são, via de regra, condensados em um único dado de injeção de potência reativa, perdendo sua identidade. Ainda mais grave é o fato de que o valor equivalente associado à injeção de potência reativa em uma barra é um valor contínuo, quando, na verdade, as opções de chaveamento dos diversos estágios de um banco de capacitores dão origem a valores discretos.

Para dotar o ANAREDE de um conjunto de facilidades que reduzam o trabalho do engenheiro de potência durante a realização de estudos de recomposição, diversas alterações vêm sendo realizadas no programa, sendo a principal delas a individualização de equipamentos e a inclusão da possibilidade de ligar e desligar um equipamento sem a perda de seus dados. Também foi incluída a possibilidade de “desligamento” de uma barra, a exemplo do que já era feito para circuito. O “desligamento” da barra é uma forma expedita de reduzir o sistema àquele que será utilizado na avaliação da estratégia de recomposição em estudo.

2.0 - PREPARAÇÃO DE DADOS PARA UM ESTUDO DE RECOMPOSIÇÃO

A avaliação de um corredor de recomposição começa com estudos de fluxo de potência, nos quais, inicialmente, é determinada a disponibilidade de geração. Esta disponibilidade considera $n-1$ máquinas, supondo uma máquina em manutenção ($P_{Disp} = 0,80 \cdot (n-1) \cdot P_{nom(únidade)}$), ou um número mínimo de máquinas sincronizadas para suprir o reativo necessário para compensar o corredor em vazio. A determinação do número mínimo de máquinas também considera a necessidade de se evitar auto-excitação no caso de rejeição de carga (1,2).

Para manter os níveis de tensão dentro de faixas adequadas durante o processo de recomposição deve-se utilizar os recursos disponíveis para fornecimento de potência reativa pelas usinas de auto-restabelecimento, reatores shunt e tomadas de cargas intermediárias. Capacitores shunt, compensadores estáticos e compensadores síncronos não são considerados como instrumentos de controle de tensão durante a recomposição fluente, salvo quando expressamente considerados como tal. A disponibilidade de geração de potência reativa nas usinas de auto-restabelecimento é obtida a partir da curva de capacidade das unidades geradoras. Somado às características de impedância da configuração mínima da área geoeletrica, este montante de potência reativa permite determinar a carga que pode ser atendida, considerando sempre os limites de tensão para a recomposição fluente. De preferência, todo o corredor deve ser recomposto, admitindo-se que nenhuma carga tenha sido tomada e sem que o limite máximo de tensão tenha sido violado em qualquer barra do corredor. Para isso é definido o conjunto mínimo de reatores que viabiliza a recomposição através do corredor em questão. Finalmente, os limites operativos relacionados com os equipamentos de geração e transmissão devem ser respeitados em todas as etapas do processo de recomposição.

Os estudos de transitórios eletromecânicos definem se as manobras simuladas nos estudos de fluxo de potência são factíveis do ponto de vista dinâmico. Estes estudos visam a avaliação do comportamento do sistema no que se refere a oscilações de frequência e tensão durante manobras de energização de linhas de transmissão e transformadores e nas tomadas e rejeições de carga. A simulação do comportamento dos reguladores de tensão e velocidade das unidades geradoras das usinas de auto-restabelecimento também é considerado. Além disso, nos casos de fechamento de paralelos e anéis, são avaliados os esforços torsionais nas máquinas, sobretensões dinâmicas e a estabilidade eletromecânica do sistema como um todo.

Os estudos de transitórios eletromagnéticos têm por objetivo a verificação de solicitações de curta duração decorrentes de manobras tais como, energização de linhas de transmissão e transformadores, rejeição de cargas, e etc. Assim, estes estudos definem os valores máximos de tensão nos terminais dos equipamentos de transmissão que permitem a sua energização sem risco de atuação da proteção de sobretensão. A atuação incorreta desta proteção causa uma nova série de desligamentos e atrasa o processo de recomposição. Outro aspecto abordado é a possibilidade de rejeição de carga. Nesta situação novamente são observados os ajustes da proteção de sobretensão e os valores de tensão que causariam o disparo de para-raios. O disparo acidental de para-raios pode danificá-los e causar a indisponibilidade do equipamento de transmissão por eles protegido, exatamente em um momento crítico do processo de recomposição (6).

A preparação dos dados de fluxo de potência começa com a criação de um caso com um ou mais sistemas isolados, correspondentes às áreas geoeletricas. Sobre este caso serão executados sucessivos fluxos de potência, com alterações topológicas e de carregamento, com o objetivo de verificar as condições operativas a cada novo trecho energizado. Se a execução do fluxo de potência não for bem sucedida e enquanto houver alternativas em termos de suporte de reativos, novas tentativas de alcançar as condições operativas especificadas em relação ao mesmo trecho são executadas. O trabalho envolve intensa manipulação de dados, consideradas as facilidades normalmente disponíveis em programas de fluxo de potência. Este processo de tentativa e erro é bastante dificultado pela necessidade de alterar valores relacionados com representações equivalentes de componentes do sistema elétrico de potência. Partindo da premissa de que é muito mais adequado considerar equipamentos ligados e desligados do que alterar dados de equipamentos equivalentes, foram implementadas no ANAREDE facilidades para que o engenheiro de potência, dispondo de dados corretos, concentre seus esforços na análise do caso e na interpretação dos resultados.

3.0 - NOVAS FACILIDADES IMPLEMENTADAS

Dentre os equipamentos originalmente modelados no programa, apenas linhas de transmissão, transformadores e TCSCs possuíam um campo estado, que permitia o desligamento do equipamento sem perda dos dados. O modelo original de motor de indução, por sua vez, incluía o conceito de grupo, aglutinando sob um mesmo grupo motores com as mesmas características. A modificação dos modelos de equipamentos do programa ANAREDE com o objetivo de facilitar estudos de recomposição consistiu basicamente, na inclusão dos conceitos de estado e grupo em todos os modelos de equipamentos passivos. Modificações análogas serão realizadas no modelo de gerador. A seguir são descritas sucintamente as características originais dos modelos e aquelas recentemente incorporadas.

3.1 Barra

A implementação original de barra CA do ANAREDE exige que, para não considerar uma barra no estudo, os dados da mesma sejam eliminados. Esta característica não compromete em nada a utilização do programa em estudos de operação e planejamento, mas é bastante incômoda quando se deseja desconsiderar quase toda a rede elétrica, mantendo apenas os dados relacionados com os corredores e áreas geoeletricas necessários para um estudo de recomposição. Além disso, a cada novo trecho energizado é necessário reinserir os dados da barra terminal e do circuito correspondente ao trecho. Para contornar este problema, o conceito de estado foi estendido ao modelo de barra CA, permitindo que se desligue grandes porções do sistema elétrico com apenas alguns comandos. É importante notar que, ao se desligar uma barra, todos os equipamentos a ela conectadas são automaticamente desligados. De forma análoga, ao religar a barra CA, os equipamentos também serão religados.

3.2 Carga

O modelo original permitia a conexão a uma barra CA de uma carga $P+jQ$, com a possibilidade de definição de um modelo de carga ZIP. O modelo modificado permite a definição de grupos de carga, cada grupo com n unidades com características idênticas das quais apenas m podem estar ligadas. Além disso, cada grupo pode ser, na sua totalidade, ligado ou desligado. Finalmente, é possível definir para cada grupo de carga um modelo ZIP particular, facilitando uma modelagem apurada do comportamento da carga frente a variações de tensão. O modelo de carga original foi mantido por motivos de compatibilidade dos arquivos de dados e para permitir a representação de uma carga equivalente cujos valores e características não se alterarão durante o estudo. Assim, a carga, tal como utilizada nas versões anteriores do programa, foi mantida e deve ser encarada como o montante de carga que não

se deseja individualizar, seja porque não será necessário desligá-la em nenhum momento do estudo, seja porque não é necessária uma modelagem mais apurada de sua variação com a tensão. É importante ressaltar que o modelo modificado permite a representação apurada dos alimentadores que partem de uma subestação. Ambos os modelos podem ser vistos na FIGURA 1.

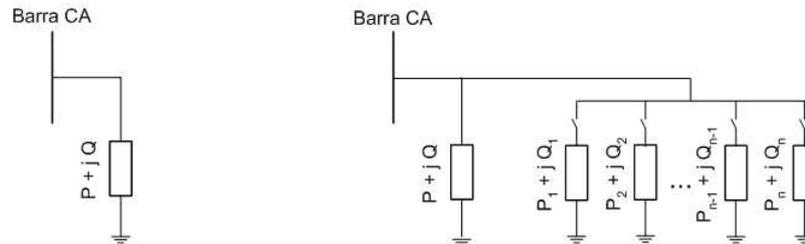


FIGURA 1 – Modelos de carga original (esquerda) e modificado (direita)

3.3 Shunt

O modelo original permitia a definição de uma injeção de potência reativa jQ em uma barra CA. O modelo modificado permite a definição de até seis grupos de capacitores ou reatores, cada grupo com n unidades das quais apenas m podem estar ligadas. A exemplo do que foi implementado para cargas, cada grupo pode ser ligado ou desligado. O modelo de shunt original foi mantido por motivos de compatibilidade e para permitir a representação de um montante de injeção de potência reativa que não se deseja variar durante o estudo. Além da representação da injeção de potência reativa, o modelo implementado permite a definição de uma barra cuja tensão será controlada através do chaveamento automático dos bancos de capacitores (7). Esta facilidade possibilita a determinação automática do conjunto de chaveamentos de reatores que permite a manutenção do perfil de tensão desejado. Ambos os modelos podem ser vistos na FIGURA 2.

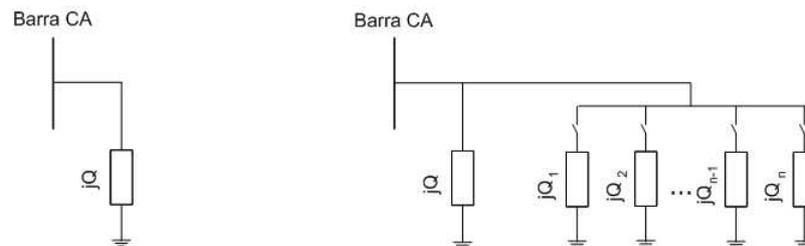


FIGURA 2 – Modelos de shunt original (esquerda) e modificado (direita)

3.4 Compensador Estático

O modelo de compensador estático já contemplava o conceito de grupo. No modelo modificado foi acrescentado apenas o estado, permitindo que os grupos sejam individualmente ligados ou desligados. Ambos os modelos podem ser vistos na FIGURA 3.

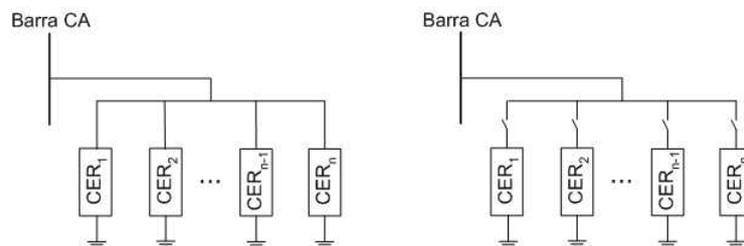


FIGURA 3 – Modelos de compensador estático original (esquerda) e modificado (direita)

3.5 Motor de Indução

O modelo de motor de indução já contemplava o conceito de grupo. No modelo modificado foi acrescentado apenas o estado, permitindo que os grupos sejam individualmente ligados ou desligados. Ambos os modelos podem ser vistos na FIGURA 4.

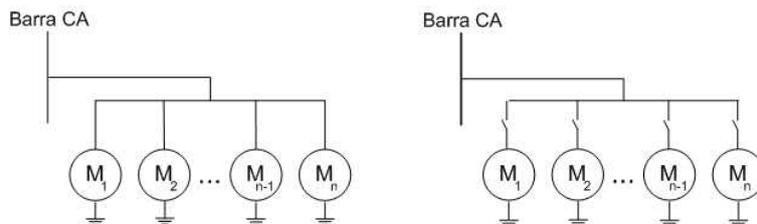


FIGURA 4 – Modelos de motor de indução original (esquerda) e modificado (direita)

3.6 Shunt de Linha

O modelo original permitia a conexão de shunts de linha às extremidades do circuito, sendo estes shunts expressos através de suas injeções de potência reativa à tensão unitária, jQ_D e jQ_P . O modelo modificado permite, além disso, o desligamento independente dos shunts em cada extremidade do circuito, utilizando um campo estado. A inclusão do conceito de grupo no modelo de shunt de linha foi considerada desnecessária. Ambos os modelos podem ser vistos na FIGURA 5.

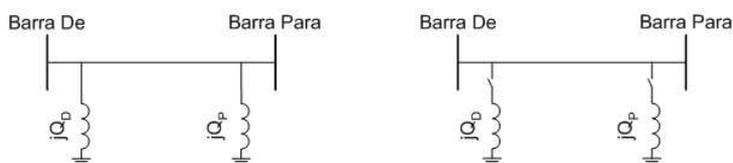


FIGURA 5 – Modelos de shunt de linha original (esquerda) e modificado (direita)

3.7 Linha de Transmissão / Transformador / TCSC

Os modelos originais destes equipamentos já incluíam o estado, permitindo seu desligamento. É importante ressaltar que, com a facilidade de desligar todos os equipamentos conectados à barra terminal de um trecho, é fácil obter o valor de tensão nesta barra para uma linha em vazio.

3.8 Elo CC

Ao modelo modificado de elo CC foi adicionado apenas o estado, permitindo o desligamento do mesmo sem a necessidade de eliminação dos dados.

4.0 - VISUALIZAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Um aspecto fundamental para a agilização da preparação de dados e da análise de resultados em um estudo de recomposição é a possibilidade de visualização de dados e resultados diretamente sobre o diagrama unifilar, sob a forma de tabelas ou sob a forma de gráficos. A visualização tabular pode ser gerada através de relatórios próprios do programa ou definidos pelo usuário. Estas facilidades devem estar incluídas no próprio programa ou disponíveis em ferramentas de pós-processamento integradas ao mesmo. No caso do ANAREDE, parte destas facilidades está disponível no próprio programa e parte em ferramentas de pós-processamento a ele integradas.

A visualização de dados e resultados sobre o diagrama unifilar é obtida utilizando-se o VisualANAREDE (FIGURA 7), versão do programa dotada de interface gráfica e que dispõe de dois tipos de diagrama unifilar. Estão integrados ao VisualANAREDE os aplicativos FormCEPEL e PlotCEPEL (8). O FormCEPEL (FIGURA 8) opera sobre um ou mais arquivos históricos no formato ANAREDE e permite a geração de tabelas compatíveis com o Microsoft Excel. O usuário pode dispor dos mesmos relatórios existentes no Anarede ou definir seus próprios relatórios. Além disso, o FormCEPEL permite a filtragem de resultados (por área, tensão base, valor da tensão, etc), a comparação de casos, o gerenciamento de arquivos históricos externamente ao ANAREDE e a automatização de tabelas que permite a utilização recursiva de tabelas personalizadas e filtros salvos pelo usuário em vários casos simultaneamente. Os filtros definidos pelo usuário podem ser armazenados para a utilização em outras tabelas. Já o aplicativo PlotCEPEL (FIGURA 6) opera sobre um arquivo em formato pré-definido que contém coordenadas de pontos. No caso particular do ANAREDE é possível a visualização de curvas PxV e QxV.

O ganho de produtividade proporcionado pelo aplicativo FormCEPEL em qualquer contexto de utilização e, em particular, no contexto de um estudo de recomposição, justifica alguns comentários adicionais sobre esta poderosa ferramenta de pós-processamento de resultados. Com o FormCEPEL o usuário tem acesso a dados e resultados relacionados com os equipamentos do sistema elétrico (barras, circuitos, transformadores, geradores, etc) armazenados em um ou mais arquivos históricos no formato ANAREDE (FIGURA 8-(a)). A partir destas informações é possível construir tabelas personalizadas (FIGURA 8-(b)), utilizar tabelas pré-definidas ou gerar

comparações entre casos. O aplicativo possibilita ainda o uso de elevado número de filtros (FIGURA 8-(c)) que permitem selecionar subconjuntos de dados que atendam a determinados critérios. Também é possível criar modelos de tabelas definidos pelo usuário. Tanto filtros quanto modelos de tabelas podem ser salvos e carregados para posterior aplicação em outros estágios do estudo de recomposição. Na FIGURA 8-(d) tem-se um exemplo de tabela Microsoft Excel gerada com o programa FormCEPEL a partir dos casos de um arquivo histórico ANAREDE. A partir destes casos foi gerada uma única tabela que exhibe o perfil de tensão nos diversos casos para algumas barras selecionadas. Na FIGURA 8 estão apresentadas as etapas para a confecção desta tabela no FormCEPEL.

No caso específico de estudos de recomposição, a utilização do FormCEPEL é fundamental para o acompanhamento, a cada novo trecho energizado, do perfil de tensão, dos fluxos nos circuitos, das potências ativa e reativa geradas pelas máquinas e do montante de carga atendido, entre outras grandezas que podem ser monitoradas pelo usuário. Tudo isso pode ser feito de forma semi-automática, com reduzido esforço do engenheiro de potência, conforme explicado anteriormente. A FIGURA 10 exemplifica o acompanhamento do perfil de tensão para a recomposição da Área de Jupia com o auxílio do aplicativo FormCEPEL.

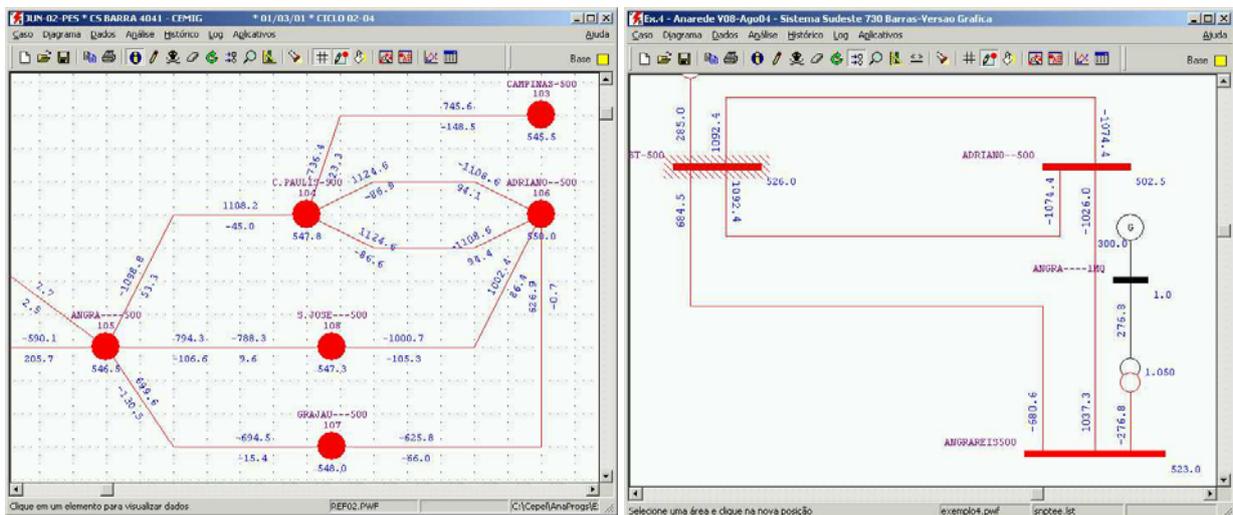


FIGURA 7 – Diagramas unifilares esquemático (esquerda) e ortogonal (direita) no VisualANAREDE

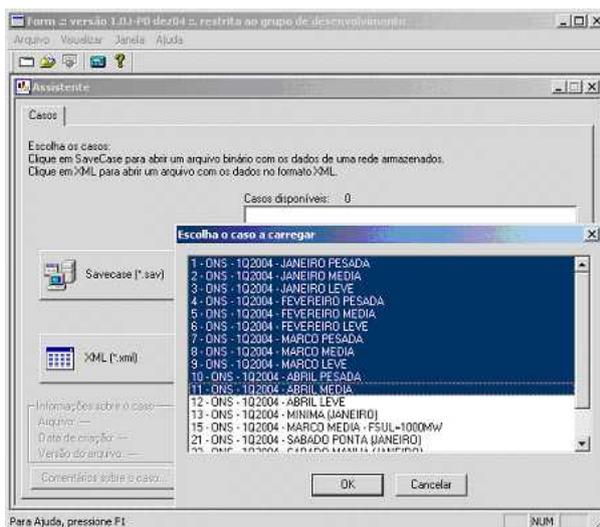


FIGURA 8-(a) - Seleção de casos

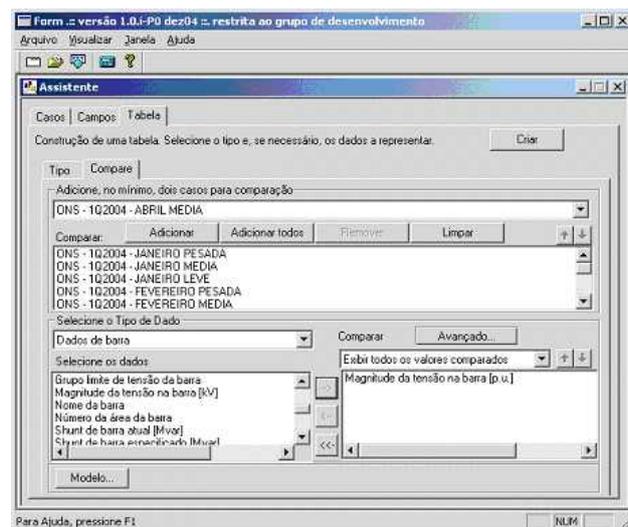


FIGURA 8-(b) - Criação de tabela personalizada

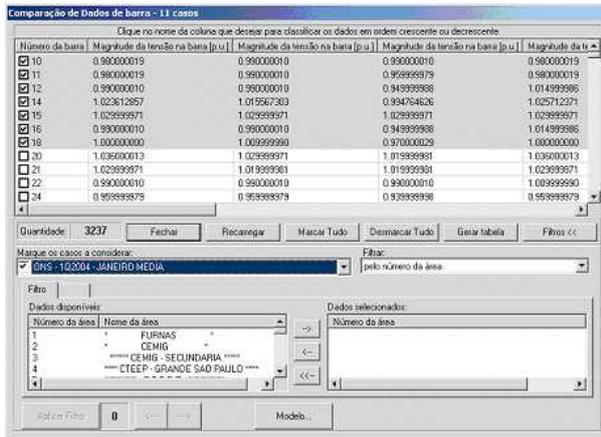


FIGURA 8-(c) - Aplicação de filtros sobre os dados

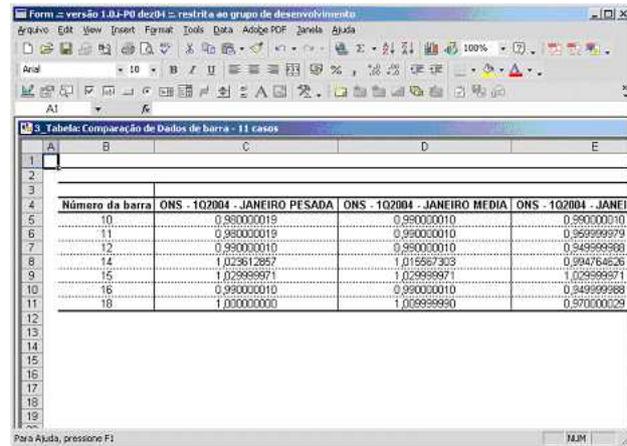


FIGURA 8-(d) - Confeção da tabela no Microsoft Excel

FIGURA 8 – Etapas de utilização do Aplicativo FormCEPEL

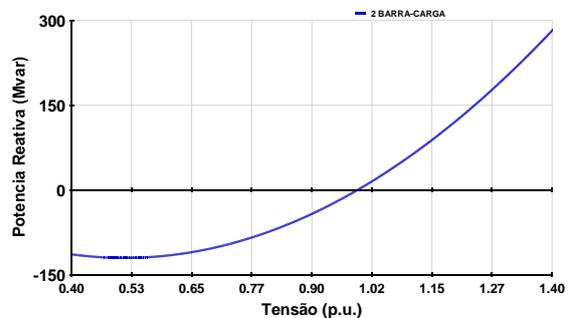
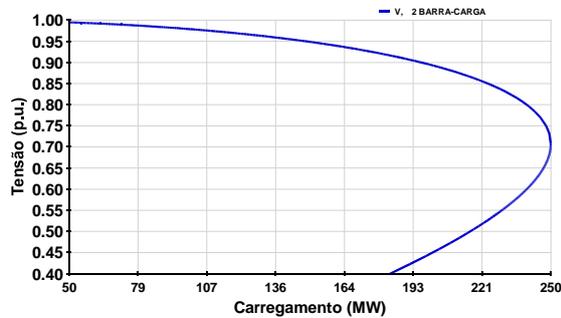


FIGURA 9 – Curvas PxV e QxV geradas com o aplicativo PlotCEPEL

Comparação de Dados de barra - 11 casos												
Barra		Magnitude da tensão na barra [p.u.]										
Nome	Número	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6	Etapa 7	Etapa 8	Etapa 9	Etapa 10	Etapa 11
ILS-6MQ	501	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909
ILS-440	538	0,909	0,913	0,934	0,934	0,934	0,935	0,936	0,938	0,939	0,939	0,939
ARA-440	559		0,830	0,961	0,961	0,961	0,966	0,976	0,990	0,994	0,994	0,994
ARA-138	560			0,961	0,961	0,961	0,966	0,976	0,990	0,994	0,994	0,994
SAA-440	593			0,990	0,990	0,990	0,999	1,015	1,039	1,044	1,044	1,044
SAA-345	594						0,999	1,017	1,041	1,048	1,048	1,048
ITE-345	449						0,999	1,018	1,043	1,049	1,049	1,049
TPE-345	78							1,018	1,044	1,051	1,051	1,051
LEST-345	464								1,045	1,052	1,052	1,052
RRF-345	466									1,052	1,052	1,052
RRF-88	467										1,052	1,052

- Etapa 1 - Energizando UHE ILS com 6 Unidades
- Etapa 2 - Energizando até a SE de ARA-440
- Etapa 3 - Energizando até a SE de SAA-440
- Etapa 4 - Energizando a SE de ARA-138
- Etapa 5 - Tomando 0MW de carga na SE de ARA-138
- Etapa 6 - Energizando até a SE de ITE-345
- Etapa 7 - Energizando até a SE de TPE-345
- Etapa 8 - Energizando até a SE de LEST-345
- Etapa 9 - Energizando até a SE de RRF-345
- Etapa 10 - Energizando até a SE de RRF-88
- Etapa 11 - Tomando 0MW de carga na SE de RRF-88 - Corredor Completo

FIGURA 10 – Acompanhamento do perfil de tensão para a recomposição da Área de Ilha Solteira com o auxílio do aplicativo FormCEPEL

5.0 - NOVAS FACILIDADES A SEREM IMPLANTADAS

Dentre as novas facilidades especificamente voltadas para estudos de recomposição que serão implementadas no ANAREDE/VisualANAREDE, podemos destacar:

- Interface Gráfica - A interface gráfica do VisualANAREDE passará a levar em conta o estado da barra, permitindo a visualização de toda a rede, mas deixando em cinza claro as barras com estado "desligada", ficando as demais barras nas cores associadas às suas tensões base.
- Novos Dados - Serão implementados novos Códigos de Execução que permitirão a definição de corredores de recomposição fluente, limites de tensão em barras terminais para a energização de linhas e transformadores e a especificação de cargas prioritárias.
- Novas Funções - Será implementada uma função que permitirá a avaliação automática de corredores de recomposição fluente, reduzindo significativamente o trabalho do engenheiro de potência. Praticamente todo o trabalho que hoje é realizado de forma manual passará a ser realizado de forma automática, com relatórios que informarão ao engenheiro eventuais violações de restrições operativas.
- Geração de Casos de Arquivo Histórico - O usuário poderá definir, nos dados de corredor de recomposição, em que estágios do processo devem ser gerados casos históricos no formato ANAREDE a serem utilizados pelo programa ANATEM como instantes iniciais para simulações de transitórios eletromecânicos.
- Indisponibilidades - Serão desenvolvidos algoritmos para a determinação automática de rotas alternativas de recomposição fluente, incluindo os montantes de reatores que viabilizam a energização do corredor em vazio, se possível e tomadas de carga intermediárias, se necessário.
- Gerador - A exemplo do que foi feito para os equipamentos passivos, os geradores serão individualizados, permitindo a correta determinação da geração de potência reativa disponível à tensão mínima de geração.

6.0 - CONCLUSÃO

As modificações efetuadas no programa ANAREDE com o objetivo de torná-lo adequado para estudos de recomposição conferiram ao programa novas características que também geram ganhos de produtividade em outros contextos de utilização. A preservação dos dados foi facilitada e o usuário agora dispõe de todos os meios para a correta modelagem dos equipamentos da rede elétrica, principalmente no que diz respeito à individualização dos mesmos. As ferramentas de pós-processamento disponíveis agilizam a filtragem, análise e interpretação dos resultados gerados pelo programa. A correta utilização pelo setor elétrico das novas potencialidades do programa certamente contribuirá para a atualização dos dados do SIN utilizados para operação e planejamento, aproximando-os da realidade de campo.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) GOMES P., GUARINI, A. P., LIMA, A. C. S, SOARES, M., Analysis of Restoration Proceedings in the Brazilian Power System, VII SEPOPE, 2002, Brasília.
- (2) GOMES, P., GUARINI, A. P., LIMA, A. C. S, GUARINI, M.C.i "Otimização Do Processo De Recomposição Para O Sistema Interligado Nacional", XVII SNPTEE, Outubro/2003, Uberlândia (MG), Brasil.
- (3) ADIBI, M. M., *Power System Restoration – Methodologies & Implementation Strategies*, IEEE Press Series on Power Engineering, 2000.
- (4) ALVES, F.R.M., GUIMARÃES, C.H.C., PINTO, H.J.C.P., BINATO, S., "Programa de Análise de Redes – Manual do Usuário", Relatório Técnico DPP/PEL – 530/87, Rev. 08/99, CEPEL.
- (5) PINTO, H.J.C.P., MARTINS, N., PEREIRA, J.L.R., PASSOS Fº, J.A., GOMES Jr., S., ALVES, F.R.M., FERRAZ, J.C.R., HENRIQUES, R.M., COSTA, V.M., "Needs and Improvements in Power Flow Analysis", VII SEPOPE, May 2000, Brasília (DF), Brasil.
- (6) ONS - Procedimentos de Rede do ONS - Submódulo 23.3 - "Diretrizes e Critérios para Estudos Elétricos"
- (7) PASSOS Fº, J.A., FERREIRA, L.C.A., MARTINS, N., ZAMBRONI, A.C., S., "Benefícios da Representação do Controle Automático e Discreto de Bancos de Capacitores/Reatores e de LTCs Sistêmicos em Estudos de Segurança de Tensão", Anais do XVII SNPTEE, Uberlândia, 2003.
- (8) DE CASTRO, A., QUINTÃO, P.E.M., GOMES Jr., S., MARTINS, N., PINTO, H.J.C.P., "An Integrated Plotting Tool for the Visualization of Results Produced by Multiple Power System Analysis Software", Proceedings of the IX Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning, Rio de Janeiro, May 2004.