



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

GAT-19
19 a 24 Outubro de 2003
Uberlândia - Minas Gerais

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

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL GRÁFICA E AMIGÁVEL, PARA FACILITAR E AGILIZAR AS SIMULAÇÕES E ANÁLISES DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

Heinz Arthur Niederheitmann Jr
UFPR / NWSI Soluções em Informática

Romão Kowaltschuck
Teófilo Yutaka Taguti*
COPEL

Flavio Rodrigo de Miranda Alves
Ricardo Mota Henriques
CEPEL

RESUMO

A Interface Gráfica abordada nesse trabalho foi desenvolvida visando facilitar, agilizar e tornar mais amigável a simulação dos casos de fluxo de potência e principalmente as análises dos resultados das simulações. Para isso, um dos recursos adotados é a interação entre o usuário e o programa ANAREDE ser realizada em ambiente Windows.

As análises dos resultados das simulações dos casos de fluxo de potência podem ser feitas através de diagramas unifilares ou de relatórios.

Nas duas opções para análise, tanto as violações elétricas, quanto os pontos críticos podem ser facilmente identificados pelos usuários, por possuírem recursos para destacarem tais problemas.

PALAVRAS-CHAVE

Análise elétrica. Anarede. Diagrama unifilar. Fluxo de potência. Interface Gráfica.

1.0 - INTRODUÇÃO

O atual cenário e as expectativas para o setor elétrico nacional, exigem que as empresas sejam cada vez mais eficientes, tanto no desempenho técnico, quanto no desempenho econômico, proporcionando o crescimento da empresa e do conhecimento técnico, mantendo bons retornos financeiros e sociais à empresa, aos acionistas e à sociedade como um todo. Nesse sentido, como uma das ações para aumentar a eficiência na realização dos estudos elétricos pela empresa, a COPEL procurou desenvolver e aperfeiçoar ferramentas computacionais, visando facilitar e agilizar as análises de sistemas elétricos de potência,

principalmente na nova realidade do setor elétrico, onde a capacidade do sistema elétrico está sendo explorada ao máximo e os recursos humanos e financeiros estão cada vez mais escassos.

O objetivo foi desenvolver uma ferramenta computacional para tornar mais amigável a execução das simulações e principalmente facilitar as análises dos resultados das simulações executadas com o uso do programa ANAREDE, que é o programa oficial utilizado pelo setor elétrico brasileiro.

Para isto, partiu-se da premissa de que, a ferramenta computacional deveria apresentar na forma de um diagrama unifilar todas as informações dos resultados da simulação de fluxo de potência, com a possibilidade de identificações dos elementos com sobrecarga, subtensão e sobretensão. Ter também a opção de visualizar os resultados na forma de relatórios, com a possibilidade de filtrar as informações dos resultados, de acordo com a necessidade ou interesse do usuário, visando facilitar as identificações das possíveis restrições elétricas.

2.0 - DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE GRÁFICA

Para desenvolver essa ferramenta computacional, procurou-se atender os seguintes princípios e requisitos, definidos como desejáveis sob o ponto de vista dos usuários:

- Ser uma ferramenta computacional amigável, prática e possível de ser instalada em qualquer microcomputador convencional;
- Facilitar a simulação e análise de grandes quantidades de casos de fluxos de potência;
- Facilitar a análise dos resultados das simulações de casos de fluxo de potência, mesmo aos

* Rua Padre Agostinho, 2600 – Bigorriho - CEP 80710-000 - Curitiba - PR - BRASIL
Tel.: (041) 331-3128 - Fax: (041) 331-2380 - E-MAIL: teofilo.taguti@copel.com

- profissionais com pouco conhecimento do sistema elétrico da área de interesse;
- Manter a praticidade da entrada de dados no formato de "cartão", com auxílio de gabaritos, e disponibilizando a saída dos resultados na Interface Gráfica;
- Facilitar a identificação das restrições elétricas obtidas nos resultados das simulações, tanto na forma de diagrama, quanto na forma de relatórios;
- Possibilitar a visualização e impressão dos relatórios, contendo apenas os resultados da área de interesse do usuário;
- Possibilitar ao usuário definir quais limites de níveis de tensão ou percentual do nível de carregamento de equipamentos a serem considerados, para visualização nos relatórios contendo as restrições elétricas identificadas nas simulações;
- Possibilidade de impressão dos diagramas unifilares ou dos relatórios em papel formato A4, assim como a exportação para inclusão desses diagramas ou relatórios em outros documentos (tipo Word).

Para o desenvolvimento dessa ferramenta computacional, houve importante e intensa interação com o CEPEL na implementação de modificações no programa ANAREDE, para disponibilizar os resultados na forma de arquivos, que possibilitaram efetuar o tratamento desejado.

3.0 - DESCRIÇÃO DA INTERFACE GRÁFICA

A interface do usuário com o programa ANAREDE e os resultados das simulações é realizada em ambiente Windows, porém a edição dos dados de entrada e o processamento das simulações pelo programa ANAREDE são realizadas no ambiente DOS.

A Figura 1 mostra a estrutura macro da lógica de funcionamento da Interface Gráfica.

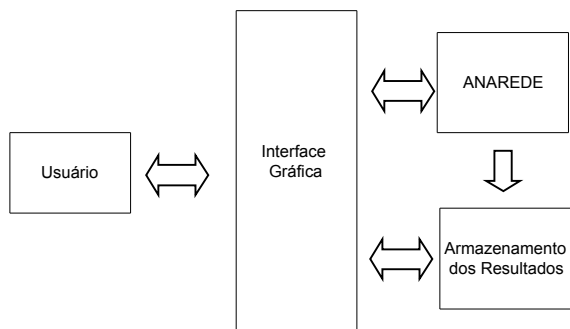


FIGURA 1 – INTERAÇÃO ENTRE USUÁRIO, INTERFACE GRÁFICA, PROGRAMA ANAREDE E OS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

3.1 Recursos de Informática

Para a utilização dessa Interface Gráfica não é necessário dispor de recursos especiais de software ou hardware, ou seja basta dispor dos seguintes recursos computacionais:

- Microcomputador convencional;
- Sistema operacional Windows;

- Programa ANAREDE;
- Programas da Interface Gráfica.

3.2 Dados necessários para a utilização da Interface Gráfica

Através da Interface Gráfica é possível executar as funções de comando do programa ANAREDE, cujo processamento é realizado em ambiente DOS, porém necessita de dados adicionais e a adoção dos seguintes procedimentos:

- Ser elaborado os diagramas unifilares, contemplando o sistema elétrico de potência das áreas de interesse dos casos de fluxo de potência;
- Elaborar arquivos de simulação, no formato de "cartão", contendo os comandos desejados para serem executados pelo programa Anarede;

Como a Interface Gráfica é apenas um recurso para executar o processamentos dos casos de fluxo de potência, através do programa ANAREDE, para o seu uso não há necessidade de realizar qualquer tipo de adequação nos arquivos históricos gerados por este programa.

3.3 Interface Gráfica

A Interface Gráfica foi concebida visando facilitar e tornar a atividade de execução das simulações e as análises dos resultados dos casos de fluxos de potência mais fácil e agradável.

As opções de interação que a Interface Gráfica permite ao usuário executar em ambiente Windows são:

- Selecionar o diagrama unifilar desejado;
- Selecionar diretório de trabalho;
- Abrir arquivo de simulação para edição;
- Comandar a execução da simulação dos casos de fluxo de potência;
- Selecionar área de interesse para análise dos resultados;
- Definir referências para os limites de tensão e nível de carregamento em circuitos, para a filtragem dos resultados nos relatórios de sobretensão, subtensão e sobrecarga em equipamentos, visando facilitar a identificação das violações e/ou restrições elétricas mais críticas.
- Selecionar relatórios dos resultados das simulações, tais como: área de interesse, fluxo de potência completo em circuitos, sobretensões, subtensões, sobrecargas nos circuitos, gerações das usinas e outros resultados especificados nos arquivos de simulação;
- Visualizar e analisar os resultados das outras simulações já executadas;
- Imprimir diagramas unifilares e relatórios.

A Figura 2 mostra a parte da tela inicial da Interface Gráfica, onde se pode visualizar as opções dos comandos realizáveis nessa tela.

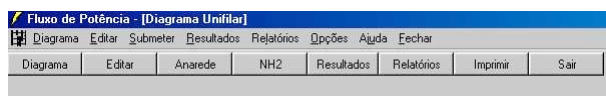


FIGURA 2 – VISUALIZAÇÃO DAS OPÇÕES DE

COMANDO NA TELA INICIAL DA INTERFACE GRÁFICA

3.4 Diagrama Unifilar

O diagrama unifilar é um recurso para a análise elétrica muito útil, pois permite ao usuário ter uma boa visualização do comportamento do fluxo de potência do sistema da área de interesse do estudo, assim como possibilitar a sua documentação nos relatórios.

A Interface Gráfica permite ao usuário executar através do ambiente Windows, as seguintes funções relacionadas ao diagramas unifilares:

- Selecionar o diagrama unifilar desejado;
- Visualizar os resultados dos diversos casos de fluxo de potência processados;
- Imprimir o diagrama unifilar em papel formato A4;
- Exportação para inclusão dos resultados gráficos em outros documentos (tipo Word);

Apresentam-se a seguir as informações representadas nos diagramas unifilares:

- Título do caso processado;
- Números das barras;
- Nomes das barras;
- Valores das tensões;
- Valores dos ângulos;
- Cargas ativa e reativa;
- Gerações ativas e reativas;
- Elementos shunts nas barras, tais como capacitores e reatores;
- Fluxo de potência ativa e reativa nos circuitos de transmissão;
- Elementos da transmissão representados por cores distintos, para cada nível de tensão;
- Transformadores e as posições dos tapes.

A Figura 3 mostra como as informações elétricas dos resultados das simulações dos casos de fluxo de potência são apresentados no diagrama unifilar.

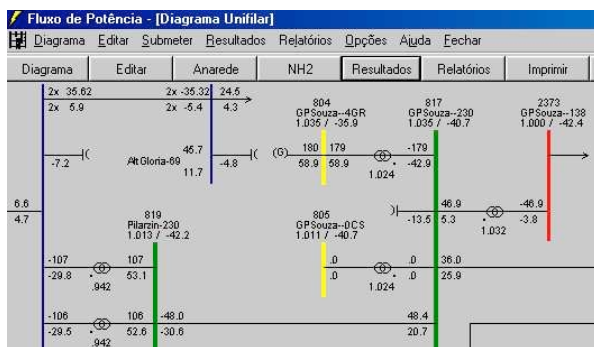


FIGURA 3 – DIAGRAMA UNIFILAR CONTENDO O RESULTADO DE UMA SIMULAÇÃO

4.0 -PROCESSAMENTO DOS CASOS DE FLUXO DE POTÊNCIA ATRAVÉS DA INTERFACE GRÁFICA

Na etapa de processamento dos casos de fluxo de potência, para a realização dos estudos elétricos, é importante que a execução das simulações de uma grande quantidade de casos de fluxo de potência

possa ser realizada de forma fácil, ágil e eficiente. Também é desejável que as medidas operativas adotadas nas análises permaneçam documentadas.

Dentro dessa visão, para executar a simulação dos casos de fluxo de potência, procurou-se desenvolver uma Interface Gráfica, mantendo a praticidade para a sua utilização e permitindo a utilização de arquivo contendo os diversos comandos, para serem executados pelo programa ANAREDE, utilizando as facilidades operacionais propiciadas pelo ambiente Windows.

A Figura 4 mostra como ocorre a interação entre o usuário, Interface Gráfica, editor de arquivos para simulação e o programa ANAREDE.

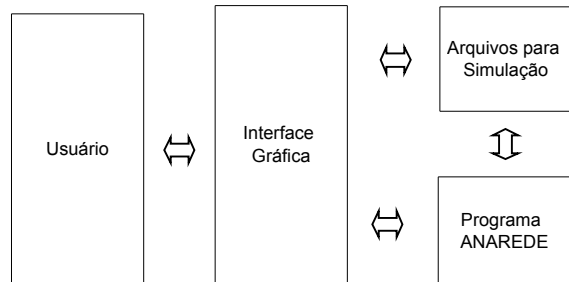


FIGURA 4 – INTERAÇÃO ENTRE USUÁRIO, INTERFACE GRÁFICA, ARQUIVOS DE SIMULAÇÃO E O PROGRAMA ANAREDE

4.1 Edição de arquivo para simulação

Visando manter documentadas as ações operativas executadas nas análises, foi adotada a concepção pela utilização de arquivo de entrada contendo as opções de comando do programa ANAREDE utilizadas nas análises. Em resumo, o arquivo de entrada deve conter todos os comandos que o usuário deseje que o programa ANAREDE execute, isto é, conter os comandos tais como:

- Chamar arquivo histórico desejado;
- Restabeler caso base do arquivo histórico;
- Nomear arquivo de saída dos resultados;
- Alterar estado da configuração do sistema;
- Alterar parâmetros de equipamentos de transmissão;
- Alterar dados de barras de carga e/ou de geração, etc.

O acesso ao arquivo para edição é realizada através da Interface Gráfica em ambiente Windows, entretanto, a edição dos arquivos para simulação dos casos de fluxo de potência é realizadas no ambiente DOS.

Esse processo facilita o acesso e a edição dos arquivos de entrada, mantendo a facilidade para a edição dos dados no formato "cartão", através do auxílio de gabaritos.

4.2 Submissão de arquivo para processamento

A submissão do arquivo de entrada para processamento do caso de fluxo de potência, pelo programa ANAREDE, é realizada por intermédio da Interface Gráfica.

Os resultados das simulações dos casos de fluxo de potência são armazenados no diretório de trabalho definido pelo usuário e disponibilizados para as análises. Esses resultados permanecem armazenados e disponíveis para consultas posteriores, enquanto não forem apagados pelos usuários.

5.0 RECURSOS DA INTERFACE GRÁFICA PARA FACILITAREM AS ANÁLISES DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Visando facilitar a análise elétrica dos resultados dos casos de fluxo de potência, a Interface Gráfica foi concebida para permitir a realização dessas análises, tanto através dos diagramas unifilares, quanto pelos diversos relatórios. Os relatórios contêm alguns recursos muito úteis para identificar os pontos críticos e as restrições elétricas no sistema de transmissão.

O acesso aos resultados das diversas simulações realizadas podem ser feitas navegando-se através do ambiente Windows, mesmo que os processamentos tenham sido executados em diferentes diretórios de trabalho. Cabe ressaltar que, os resultados das simulações dos casos de fluxo de potência permanecem gravados nos diretórios de trabalho, mesmo após o usuário sair da Interface Gráfica. Caso o usuário não deseje manter armazenado os resultados das simulações, existe a opção de apagar esses resultados.

A Figura 5 apresenta a concepção da estrutura da Interface Gráfica, para facilitar a análise dos resultados das simulações de casos de fluxo de potência.

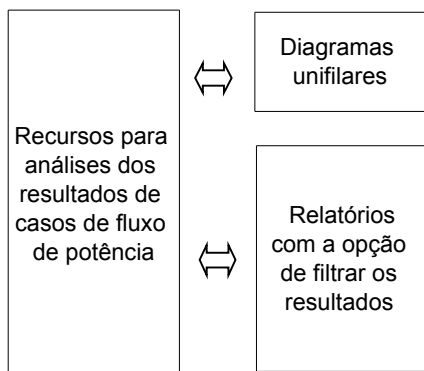


FIGURA 5 – RECURSOS PARA ANÁLISES DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

5.1 Análises através dos diagramas unifilares

A análise elétrica do fluxo de potência através de diagrama unifilar é muito útil, pois permite ter uma visualização global do comportamento do sistema de transmissão da região sob análise. Para usufruir desse aspecto positivo, para a análise dos resultados das simulações, foi concebido uma Interface Gráfica,

permitindo representar os diagramas unifilares, contemplando todas as informações elétricas necessárias para a realização dos estudos elétricos em regime permanente.

Para facilitar a análise e a identificação das restrições elétricas ou dos pontos críticos, através dos diagramas unifilares, foram implementadas os seguintes recursos visuais:

- Identificação dos circuitos com sobrecarga, através da alteração da cor desses circuitos;
- Identificação dos circuitos com carregamento próximo dos seus limites admissíveis, através da alteração da cor desses circuitos;
- Identificação das barras com violação nos níveis de tensão, tanto para sobretensão, quanto para subtensão, através da alteração da cor do valor das tensões dessas barras;
- Possibilidade de representar o percentual do nível de carregamentos nos circuitos elétricos.

A Figura 6 mostra a visualização da ocorrência de sobrecarga nos transformadores da subestação Campo Comprido 230kV, através da alteração para a cor vermelha nesses equipamentos.

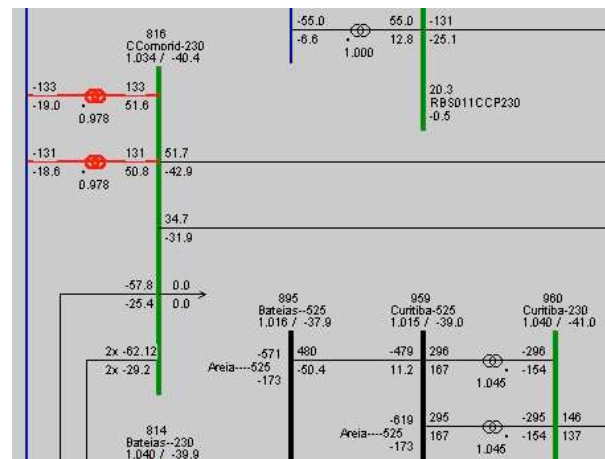


FIGURA 6 – DIAGRAMA UNIFILAR CONTENDO IDENTIFICAÇÃO DE CIRCUITO COM SOBRECARGA

A Figura 7 mostra a visualização da ocorrência de carregamentos próximo dos limites admissíveis nos transformadores da SE Pilarzinho, através da alteração para a cor rosa nesses equipamentos. Simultaneamente podemos verificar a ocorrência de sobrecarga no transformador da SE Campo Comprido e na LT Campo Comprido – Pilarzinho., através da alteração para a cor vermelha nesses circuitos.

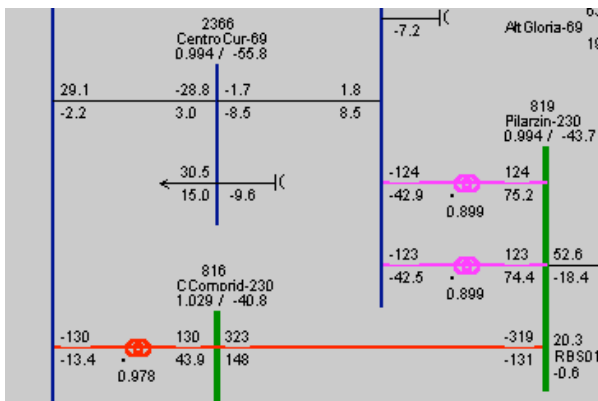


FIGURA 7 – DIAGRAMA UNIFILAR CONTENDO IDENTIFICAÇÃO DE CIRCUITOS COM SOBRECARGA E PRÓXIMO DOS SEUS LIMITES MÁXIMOS

A Figura 8 mostra a visualização da ocorrência de subtensão nas barras de 525kV das subestações de Bateias e Curitiba, através da alteração para a cor verde nos valores das suas tensões.

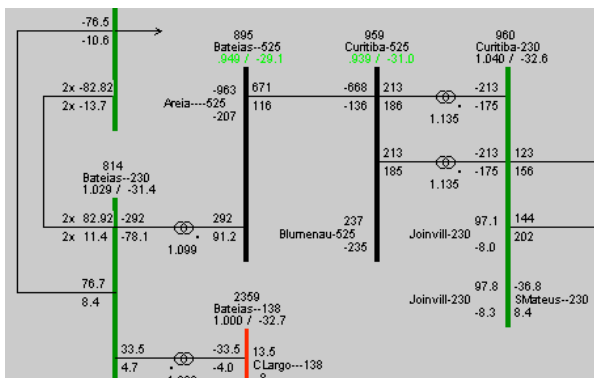


FIGURA 8 – DIAGRAMA UNIFILAR CONTENDO A IDENTIFICAÇÃO DE BARRAS COM SUBTENSÃO

5.2 Análises através dos relatórios contendo recursos para filtrar os resultados

Os relatórios também são recursos muito úteis e práticos, para realizar as análises elétricas dos resultados das simulações dos casos de fluxo de potência, por isso, também receberam um tratamento especial.

Apresentam-se a seguir os relatórios disponíveis para serem acessadas através da Interface Gráfica em ambiente Windows:

- Fluxo de potência completo nos circuitos de transmissão;
- Barras com sobretensões e os seus respectivos valores;
- Barras com subtensão e os seus respectivos valores;
- Circuitos com sobrecarga e os seus respectivos valores de sobrecarga em MVA e o seu percentual de carregamento em relação ao seu limite de carregamento;
- Posições de tap dos transformadores;
- Gerações de potência ativa e reativa;

- Outros (gerados através dos diversos comandos do programa ANAREDE).

Visando facilitar as análises dos resultados das simulações dos casos de fluxo de potência, através dos relatórios, principalmente para identificar as restrições elétricas e os pontos críticos do sistema de transmissão da área de interesse, procurou-se implementar alguns recursos úteis e de operação prática, tais como:

- Facilidade e flexibilidade para selecionar a área de interesse para realizar a análise;
- Geração de relatório identificando os circuitos com nível de carregamento superior a um determinado percentual do seu limite, podendo ser definido de forma flexível e de acordo com a necessidade do usuário.
- Flexibilidade para alternar a visualização dos diversos relatórios disponíveis na Interface Gráfica.
- Flexibilidade para o usuário definir os limites de tensão, para identificar as barras com restrições de tensões, tais como sobretensão ou subtensão.
- Visualização dos demais resultados gerados pelos diversos comandos do programa ANAREDE.

Além da possibilidade de imprimir os relatórios em papel formato A4, também é permitida a exportação para a inclusão desses relatórios em outros documentos, tipo Word.

A Figura 9 mostra a concepção do processo da interação Usuário - Interface Gráfica - Resultados das simulações dos casos de fluxo de potência, para a geração dos relatórios a serem disponibilizados.

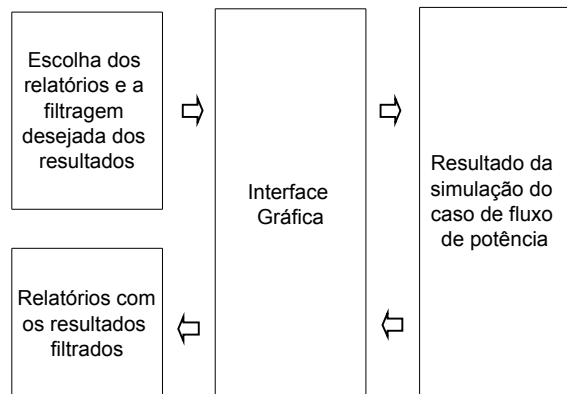


FIGURA 9 – PROCESSO DA INTERAÇÃO USUÁRIO - INTERFACE GRÁFICA - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES - RELATÓRIOS

A seguir são apresentadas as ilustrações da forma de apresentação dos resultados de alguns relatórios.

A Figura 10 ilustra a visualização do relatório de fluxo de potência de uma área.

Resultados do ANAREDE										
Arq. de Resultados Imprimir Voltar										
Área:	Tensão Mínima em PU	Tensão Máxima em PU	Lim. Carregamento %							
20	0.95	1.05	90							
Fluxos	Sobretensões	Subtensões	Sobrecarga	TAPs	Geracões	Outros	AnaRede			
* MAR/03 PES * S/LT 525KV ARE/CBA C/UTE ARC										
B A R R A	Tensão	Carga /	Fluxo	Carregamento	Shunt	Geracão	Tensão			
C I R C U I T O	PU	MW	Mvar	MVA	%	Tap	MW	Mvar	Graus	
959 Curitiba-525	.939	4.4	.0				.0	.0	-31.0	
895 Bateias--525	-668.1	-135.6	681.7	32.3						
938 Blumenau-525	237.4	-235.2	334.2	26.4						
960 Curitiba-230	213.5	185.5	282.8	42.1	1.135					
960 Curitiba-230	212.8	185.3	282.1	42.0	1.135					
960 Curitiba-230	1.040	.0	.0				.0	.0	-32.6	
821 Unhara-2-230	123.2	156.0	198.8	29.0						
822 Unhara-1-230	144.4	201.6	248.0	36.2						
834 Simateus--230	-36.8	8.4	37.8	11.8						
959 Curitiba-525	-213.2	-175.0	275.8	41.0	1.135					
959 Curitiba-525	-212.5	-174.7	275.1	40.9	1.135					
1015 Joinvill-230	97.1	-8.0	97.4	30.5						
1015 Joinvill-230	97.8	-8.3	98.1	30.8						

FIGURA 10 – RELATÓRIO DE FLUXO DE POTÊNCIA

A Figura 11 ilustra a visualização do relatório contemplando as barras de uma área, cujos níveis de tensões resultaram em valores inferiores a 95%.

Resultados do ANAREDE										
Arq. de Resultados Imprimir Voltar										
Área:	Tensão Mínima em PU	Tensão Máxima em PU	Lim. Carregamento %							
20	0.95	1.05	90							
Fluxos	Sobretensões	Subtensões	Sobrecarga	TAPs	Geracões	Outros	AnaRede			
* ABR/03 PES * S/LT 525 IVP/LON										
B A R R A	Tensão	Carga /	Fluxo	Carregamento	Shunt	Geracão	Tensão			
C I R C U I T O	PU	MW	Mvar	MVA	%	Tap	MW	Mvar	Graus	
954 Chourao--230	.908	.0	.0				.0	.0	-46.2	
1028 LondrinaE-230	.871	.0	.0				.0	.0	-52.1	
1029 LondrinaE-230	.874	.0	.0				.0	.0	-50.9	
1031 MaringaE-230	.865	.0	.0				.0	.0	-49.9	

FIGURA 11 – RELATÓRIO DE BARRAS COM SUBTENSÃO

A Figura 12 ilustra a visualização do relatório contemplando os circuitos de uma área, cujos níveis de carregamentos resultaram em valores superiores a 90%.

Resultados do ANAREDE										
Arq. de Resultados Imprimir Voltar										
Área:	Tensão Mínima em PU	Tensão Máxima em PU	Lim. Carregamento %							
21	0.95	1.05	90							
Fluxos	Sobretensões	Subtensões	Sobrecarga	TAPs	Geracões	Outros	AnaRede			
* ABR/03 PES * S/LT 525 IVP/LON										
B A R R A	Tensão	Carga /	Fluxo	Carregamento	Shunt	Geracão	Tensão			
C I R C U I T O	PU	MW	Mvar	MVA	%	Tap	MW	Mvar	Graus	
816 CCompid-230										
2363 CComrido-69	111.1	39.5	117.9	117.9	.978					
2363 CComrido-69	109.2	38.9	115.9	96.6	.978					
820 Uberaba--230										
2401 Uberaba---69	121.5	70.0	140.3	93.5	.925					
2401 Uberaba---69	123.4	71.1	142.5	95.0	.925					
896 Cascav0e-525										
2458 Cascav0e-230	586.6	70.1	590.7	98.5	1.001					
2458 Cascav0e-230										
839 Cascavel-230	219.4	28.9	221.3	90.3						
896 Cascav0e-525	-586.6	-28.5	587.3	97.9	1.001					

FIGURA 12 – RELATÓRIO DE CARREGAMENTOS EM CIRCUITOS

A Figura 13 ilustra a visualização do relatório contemplando as gerações de uma área.

Resultados do ANAREDE										
Arq. de Resultados Imprimir Voltar										
Área:	Tensão Mínima em PU	Tensão Máxima em PU	Lim. Carregamento %							
21	0.95	1.05	90							
Fluxos	Sobretensões	Subtensões	Sobrecarga	TAPs	Geracões	Outros	AnaRede			
* MAR/03 PES * S/LT 525KV ARE/CBA C/UTE ARC										
B A R R A	Tensão	Carga /	Fluxo	Carregamento	Shunt	Geracão	Tensão			
C I R C U I T O	PU	MW	Mvar	MVA	%	Tap	MW	Mvar	Graus	
800 GBFunhoz-2GR	.985	6	.0				600.0	-31.3	-8.4	
801 GBFunhoz-1CS	.985	6.0	.0				.0	-31.1	-14.4	
802 AraucarG-2GR	1.035	10.0	5.0				300.0	39.7	-23.9	
803 AraucarV-1GR	1.035	5.0	2.5				150.0	19.8	-23.9	
804 GPSouza--4GR	1.035	1.2	.0				180.0	67.7	-27.5	
808 SCaxilas--2GR	1.010	1.2	.0				600.0	19.7	-2.9	
809 SCaxilas--2CS	1.010	12.0	.0				.0	-16.2	-9.9	
810 GMBraga--2GR	1.005	1.2	.0				600.0	37.7	-4.3	
811 GMBraga--2CS	1.005	12.0	.0				.0	.3	-11.6	

FIGURA 13 – RELATÓRIO DE GERAÇÕES

6.0 - CONCLUSÕES

Essa ferramenta computacional desenvolvida através de uma intensa interação entre as áreas de estudos elétricos e de informática da COPEL, empresa de consultoria em informática e também com o CEPEL, atendeu os requisitos e princípios propostos pela área de estudos elétricos da COPEL.

A Interface Gráfica desenvolvida, possui alguns recursos especiais que facilitam os usuários analisarem os resultados das simulações dos casos de fluxos de potência, demonstra ser uma ferramenta computacional de uso prático e eficiente, permitindo aumentar o rendimento das análises elétricas e sendo amplamente utilizada pela área de estudos elétricos da COPEL.

Apesar da drástica redução de recursos humanos ocorrida nos últimos anos na COPEL, o uso dessa ferramenta computacional tem contribuído para a área de estudos elétricos atender de forma satisfatória as suas necessidades.

Esse resultado demonstra a importância da existência de uma forte interação entre os profissionais responsáveis pelos desenvolvimentos dos programas computacionais e os seus potenciais usuários.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CEPEL, Programa de Análise de Redes - ANAREDE, Manual do Usuário, Rio de Janeiro RJ.
- (2) Foley, J.D. ;Van Dam, A; Feiner, S.K; Hughes, J.F. Computer Graphics principles and practices.
- (3) Fujiwara, R. ; Kohno, Y. User friendly workstation for Power System Analysis IEEE PAS 104 no. 6.
- (4) De Azevedo, G.P. , de Souza, C.S. ; Feijó, B. Enhancing the human-computer interface of Power System Applications IEEE PICA – Proceedings 1995.
- (5) Young, J. ; Green, T. ; Desmond, T. Building quality full-graphics displays IEEE Computer Applications in Power, April 1992