

# **UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI**

Título:

**“TÉCNICAS APLICADAS A CADASTROS DE REDES DE CONCESSIONÁRIAS DE ENERGIA ELÉTRICA, PARA O DESENVOLVIMENTO DE ‘SOFTWARES’, PARA ESTUDOS EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA”.**

CÍCERO LEFORT BORGES

Dissertação submetida ao:

ISEE - Instituto de Sistemas Elétricos e Energia, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em ciências em Engenharia Elétrica.

Área de concentração: Sistemas de potência.

Linha de especialização: Análise do estado permanente de sistemas elétricos de potência.

Orientador: Professor Doutor Manuel L. B. Martinez – UNIFEI

Orientado: Engenheiro Cícero Lefort Borges ( graduação em Engenharia Elétrica pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá – EFEI, 1982; especialização em Ciência da Computação pela Universidade Estadual do Sudoeste do Estado da Bahia – UESB, 1997 ).

**ITAJUBÁ / MG - NOVEMBRO DE 2005**

## AGRADECIMENTOS

Ao amigo professor Martinez, por me estimular ao desenvolvimento desta Dissertação e ainda por suas virtudes de coragem, determinação e justiça.

Ao engenheiro Hermes R. P. M. de Oliveira, da AES Sul, por sua generosidade em me acolher naquela brilhante equipe de trabalho resultante da parceria AES Sul e o Laboratório de alta tensão da Universidade Federal de Itajubá.

Aos engenheiros Renato Oling e Otávio Vicentini, também da AES Sul, por todo o apoio técnico que obtive toda vez que foi necessário. E, a esse último, que conheci quando recém formado, pela Universidade Federal de Itajubá, minha admiração por sua disciplina e interesse por atingir os objetivos do projeto.

Aos engenheiros Renata Bacheга e Marco Saran, por estarem sempre dispostos a atenderem minhas solicitações, e ainda, por suas grandes capacidades acadêmicas. Acredito que equipes que os tenham como integrantes serão sempre mais produtivas.

Ao engenheiro Airton Violin, co-orientador diligente desta Dissertação, um grande amigo, por sempre me incentivar na elaboração deste trabalho, e ainda, por sua ética profissional, capacidade técnica, sensibilidade humana, e tantas outras virtudes..., meu agradecimento especial e de minha família.

Este trabalho não seria possível sem estas pessoas.... A todos vocês, meus sinceros agradecimentos.

*Dedico à minha família.*

“A dimensão motivacional é a que nos estimula a agir, a conhecer, a amar.” (TIBA, 2002, p.113).

## RESUMO

Este trabalho apresenta técnicas para conexão a Banco de Dados relacional corporativo, de Concessionárias de energia elétrica, na área que contém o seu Cadastro da rede elétrica. O propósito inicial destas técnicas é permitir a obtenção das informações necessárias sobre os componentes da rede elétrica, para em seguida montar uma visualização desta rede em tela de microcomputador. Ou seja, uma reconstituição da rede. A seguir é apresentado com exemplo e em detalhes, um programa de confiabilidade em Alimentadores de distribuição, desenvolvido para executar processamentos sobre a rede elétrica obtida a partir do Banco de Dados corporativo. O propósito final é permitir ao engenheiro de análise de sistema de potência dispor de ferramentas para tomar decisões com base na visualização, na própria rede elétrica, dos resultados de cálculos executados sobre o conjunto de seus componentes, com rapidez, agilidade e maior segurança nos resultados.

## ABSTRAT

This work presents techniques for connection to Database corporate relational of Utility of electric power, in the area that contains its Data of the electric net. The initial purpose of these techniques is to allow the obtaining of the necessary information on the components of the electric net for soon after to set up a visualization of this net in microcomputer screen. In other words, a rebuilding of the net. To proceed it is presented with example in details, a reliability program in distribution feeders developed to process the electric net obtained from the corporate Database. The final purpose is to allow to the engineer power system analysis disposal of tools to make decisions with base in the visualization in the own electric net of the results of calculations executed on the group of its components, quickly, agility and larger safety in the results.

**Índice:**

Lista de “softwares” comerciais: .....	7
Lista de siglas: .....	8
Lista de tabelas:.....	10
Lista de figuras: .....	11
1 – APRESENTAÇÃO .....	17
2 – INTRODUÇÃO.....	19
3 – OBJETIVO.....	22
4 – HISTÓRICO BREVE DOS BANCOS DE DADOS.....	23
5 – BANCOS DE DADOS RELACIONAIS - BDR.....	31
5.1 – Banco de Dados de grande porte. ....	34
5.2 – Banco de Dados de pequeno porte.....	35
5.3 – Utilização de BDR’s por CDEE’s.....	36
5.4 – Conexão entre BDR de pequeno porte e BDR de grande porte. ....	37
6 – LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO BÁSICAS.....	41
6.1 – Principais comandos SQL.....	42
6.2 – Linguagens de programação básicas e BDR.....	43
6.3 – A linguagem FORTRAN e programas especializados em Engenharia Elétrica. ....	45
7 – PROGRAMAS ESPECIALIZADOS NA ÁREA DE ENGENHARIA ELÉTRICA. ....	48
7.1 – O FORTRAN e o VISUAL BASIC.....	48
7.2 – Data Link Library - DLL ou Arquivos Executáveis - EXE.....	49
7.3 – Visão atual para melhoria e desenvolvimento de Aplicativos especializados na área de Engenharia Elétrica.....	51
8 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO: “Avaliação de Confiabilidade em Alimentadores e a Legislação ANEEL”.....	54
8.1 – Roteiro para o desenvolvimento do programa. ....	56
8.2 – Requisitos e procedimentos básicos para utilização do programa. ....	59
8.3 – Recursos adicionais do programa.....	82
8.4 – Comentários.....	97
9 – GUIA PARA OBTER INFORMAÇÕES DA REDE ELÉTRICA EM UM BANCO DE DADOS RELACIONAL DE GRANDE PORTE. ....	105
9.1 – Primeiro passo: “Instalar na ET a biblioteca do ORACLE que permite a exportação de seus dados”.....	107

9.2 – Segundo passo: “Efetuar a conexão da ET com o BD ORACLE no ‘servidor” . . .	108
9.3 – Terceiro passo: “Montar o comando SQL que represente a consulta a ser feita no Banco de Dados ORACLE no ‘servidor” . . . . .	109
9.4 – Quarto passo: “Executar consultas ao Banco de Dados no ‘servidor” . . . . .	110
9.5 – Quinto passo: “Coletar os registros selecionados pela consulta” . . . . .	110
9.6 – Sexto passo: “Armazenar os resultados da consulta” . . . . .	110
9.7 – Sétimo passo: “Desfazer a conexão com o BD ORACLE” . . . . .	112
10 - CONCLUSÕES . . . . .	113
11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. . . . .	116

**Lista de “softwares” comerciais:**

ACCESS – Banco de Dados de pequeno porte, de propriedade da Microsoft Corporation.

AUTOCAD – Sistema especialista para desenhos em computador, de propriedade da Autodesk Corporation.

COBOL – Linguagem de programação, de propriedade aberta (vários dialetos).

DELPHI – Linguagem de programação, de propriedade da Borland Software Corporation.

DOS – Sistema operacional para ambientes “texto”, de propriedade da Microsoft Corporation.

FORTRAN - Linguagem de programação científica, de propriedade aberta (vários dialetos).

ORACLE – Banco de Dados de grande porte, de propriedade da Oracle Corporation Inc..

SQL SERVER – Banco de Dados de grande porte, de propriedade da Microsoft Corporation.

VISUAL BASIC (ou VB) – Linguagem de programação, de propriedade da Microsoft Corporation.

WINDOWS - Sistema operacional para ambientes “gráficos”, de propriedade da Microsoft Corporation.

**Lista de siglas:**

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

BD – Banco de Dados.

BDR – Banco de Dados Relacional.

CD – Compact Disk ( disco laser ).

CDEE – Concessionária de Distribuição de Energia Elétrica.

COBOL – COmmon Business Oriented Language ( linguagem orientada a negócios comuns ).

CPD – Centro de Processamento de Dados.

DEC – Duração Equivalente de interrupção por unidade Consumidora.

DIC – Duração de Interrupção individual por unidade Consumidora.

DLL – Data Link Library ( biblioteca de ligação à dados ).

DOS – Disk Operational System ( disco de sistema operacional ).

EXE – arquivo EXEcutável.

ET – Estação de Trabalho.

FORTTRAN - FORMula TRANslation ( tradutor de fórmulas).

FEC – Frequência Equivalente de interrupção por unidade Consumidora.

FIC – Frequência de Interrupção individual por unidade Consumidora.

ISAM – Index Sequential Access Method (método de acesso sequencial a índices)

ODBC – Open DataBase Connectivity (conectividade para Banco de Dados ).

OO4O – Oracle Objects for OLE ( biblioteca de objetos “Oracle” para OLE ).

OLE – Object Linking Embedding ( objetos de ligação próprio ).

PCA – Programa de Confiabilidade em Alimentadores.

PL/SQL – Procedural Language / Structured Query Language (linguagem procedural SQL).

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento.

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados.

SQL – Structure Query Language ( linguagem para consulta estruturada ).

UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá.

VB – VISUAL BASIC.

VB6 – VISUAL BASIC versão 6.

**Lista de tabelas:**

Tabela 1 – Relação dos principais comandos SQL.

**Lista de figuras:**

Figura 1 – Esquema simplificado de um sistema computador (“mainframe”).

Figura 2 – Esquema simplificado de rede de terminais com computador central – “mainframe”.

Figura 3 – Representação gráfica de relacionamento “um para muitos” entre tabelas, no ACCESS.

Figura 4 - Tela inicial do Administrador de fonte de dados ODBC para fonte de dados de sistema.

Figura 5 – Tela de apresentação das opções de “drives” que podem ser usadas durante a criação de uma fonte de dados ODBC.

Figura 6 – Tela com os dados necessários para a criação de uma fonte de dados ODBC associadas a um BDR ORACLE.

Figura 7 – Esquema de interação com Banco de Dados Relacional

Figura 8 – Fluxograma de funcionamento de programas especializados na área de Engenharia Elétrica.

Figura 9 – Esquema geral do PCA.

Figura 10 – Tela inicial de configurações do PCA.

Figura 11 – Tela para ajustes das taxas de falhas de componentes da rede elétrica.

Figura 12 – Tela de ajustes dos valores de DIC e FIC, por faixas de tensão de fornecimentos, conforme estabelecidos na Resolução 075/ANEEL/2003 (que atualizou a Resolução 024/ANEEL/2000).

Figura 13 – Tela de ajustes dos valores das metas de DEC e FEC, por conjuntos, pactuados pela Concessionária junto a ANEEL.

Figura 14 – Tela de ajustes dos parâmetros financeiros para o cálculo de penalidades pelo não cumprimento de metas.

Figura 15 – Tela de ajustes dos parâmetros necessários para conexão com o Banco de Dados de grande porte.

Figura 16 – Tela de ajustes dos limites de processamento do programa.

Figura 17 – Tela das opções do menu Ferramentas.

Figura 18 – Tela das opções do menu Alimentador.

Figura 19 – Tela para seleção do Alimentador que será importado.

Figura 20 – Tela de acesso ao BDR de pequeno porte local para selecionar e abrir o arquivo de um Alimentador.

Figura 21 – Tela de apresentação das Informações do Alimentador.

Figura 22 – Tela de apresentação da topologia do Alimentador.

Figura 23 – Tela de apresentação dos relatórios. Opção selecionada: FIC e DIC (simplificados).

Figura 24 – Tela de apresentação da evolução dos processos de identificação da rede.

Figura 25 – Tela de apresentação das opções para cálculos dos indicadores.

Figura 26 – Tela de apresentação da evolução dos processos de cálculos dos índices.

Figura 27 – Tela de apresentação do tempo gasto durante o processamento (caso exemplo).

Figura 28 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: FIC e DIC (completo).

Figura 29 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: FIC e DIC (contribuições).

Figura 30 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: FEC e DEC (Conjuntos e Alimentadores).

Figura 31 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: Multas.

Figura 32 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: Metas Horizontes.

Figura 33 – Tela de apresentação da legenda de cores dos componentes da rede elétrica.

Figura 34 – Tela de apresentação da legenda de cores dos trechos de rede.

Figura 35 – Tela de apresentação da legenda de cores das quebras de metas de transformadores de distribuição.

Figura 36 - Tela de apresentação da topologia normal do Alimentador.

Figura 37 - Tela de apresentação da topologia do Alimentador com indicativos de quebra de metas dos pontos de carga (transformador).

Figura 38 – Tela de apresentação do Assistente contendo as informações de um componente, selecionado pelo pressionamento do botão esquerdo do “mouse” sobre seu símbolo

Figura 39 – Tela obtida pelo pressionamento do botão esquerdo do “mouse” sobre o botão ‘Editar’, da figura 38, para modificação do tipo do componente.

Figura 40 – Tela inicial para alterar ramos de conexão.

Figura 41 – Tela para mudança do tipo do ramo ou mudança de estado do componente.

Figura 42 – Tela do Assistente para criação de novo ramo ou para mover ramo existente.

Figura 43 – Tela da interface para “fazer o equivalente” de pontos de carga.

Figura 44 – Tela para configuração de impressora.

Figura 45 – Tela para gerar relatórios para impressão.

Figura 46 – Tela de acesso à opção de Importação de Conjuntos.

Figura 47 – Tela para seleção do Conjunto que será importado.

Figura 48 – Tela de acesso ao BDR de pequeno porte local para selecionar e abrir o arquivo de um Conjunto.

Figura 49 – Tela do Assistente para definir arquivos de Alimentadores que fazem parte do Conjunto.

Figura 50 – Tela de apresentação de Conjuntos: Informações e Seleção.

Figura 51 – Tela de apresentação da topologia selecionada de um Conjunto.

Figura 52 – Tela de apresentação das opções de visualização de equipamentos em um Conjunto.

Figura 53 – Tela de apresentação do relatório de conjunto. Opção selecionada: FIC e DIC (simplificado).

Figura 54 – Tela de apresentação do relatório de conjunto. Opção selecionada: FIC e DIC (completo).

Figura 55 – Tela de apresentação do relatório de conjunto. Opção selecionada: FEC e DEC (Alimentador e Conjunto).

Figura 56 – Tela de apresentação do relatório de conjunto. Opção selecionada: Multas.

Figura 57 – Tela principal do módulo PCA – Módulo Histórico: menu Ferramentas.

Figura 58 – Tela de apresentação da topologia com as “cargas-equivalentes” do Alimentador.

Figura 59 – Tela do Assistente para alteração de tipo de chave.

Figura 60 – Tela do Assistente para seleção de alimentação de emergência.

Figura 61 – Tela de acesso a informações sobre a “carga-equivalente” e as incidências na chave associada.

## **1 – APRESENTAÇÃO.**

Este trabalho de Dissertação procura trazer uma visão geral do avanço tecnológico – ocorrido nas últimas duas décadas - nas áreas de Banco de Dados e de processamentos de dados bem como suas conseqüências atuais para execução de estudos técnicos de engenharia, em redes elétricas.

As técnicas apresentadas foram testadas e comprovadas durante as atividades desenvolvidas no projeto de P&D “Confiabilidade em Alimentadores de distribuição e a Legislação ANEEL”, entre a AES Sul – Distribuidora gaúcha de energia elétrica S.A., e a UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá, em 2003/2004.

É oportuno que se registre que as técnicas aqui detalhadas estão incorporadas ao “software” desenvolvido e foram apresentadas – ainda que indiretamente – em simpósio internacional denominado “IREP – Bulk Power Systems Dynamics and Control IV”, ocorrido na Itália, na cidade de Cortina d’Ampezzo, de 22 a 27/08/2004, promovido pela Universidade de Padova, conforme CD de divulgação do evento.

Foram também apresentadas durante o seminário de manutenção denominado “Desafios da Manutenção num Mercado Competitivo”, ocorrido na Bahia, na cidade de Salvador, de 25 a 27 de abril de 2004, promovido pela ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção / Regional II Bahia – Sergipe, conforme CD de divulgação do evento.

Foram também apresentadas durante o seminário “2004 IEEE / PES Transmission and Distribution Conference and Exposition – Latin America”, ocorrido na cidade de São Paulo, de 08 a 11 de novembro de 2004, promovido pelo IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers – pelo PES – Power

Engineering Society – e pela South Brazil Section I, ligada à Região 9 do IEEE, conforme CD de divulgação do evento.

## 2 – INTRODUÇÃO.

Desde os anos 80, basicamente, os estudos técnicos dos sistemas elétricos de potência (p.e., Fluxo de potência, Estabilidade multi-máquinas, Níveis de curtos-circuitos, Regulação de tensão, Queda de tensão, Confiabilidade, etc.) são feitos com auxílio de programas computacionais desenvolvidos e implementados na linguagem FORTRAN. Isto se deve à compatibilidade desta linguagem com as exigências dos sistemas desenvolvidos para estudos de engenharia. São elas: alta capacidade para execução de cálculos, precisão numérica e alta velocidade de processamento.

Não obstante a comprovada eficácia destes sistemas no tocante a sua capacidade de processamento e precisão dos resultados, são reconhecidas as suas limitações quanto à forma de entrada de dados e apresentação dos resultados. Tais entradas são formatadas em colunas sobre arquivos do tipo texto e os resultados obtidos também são apresentados em arquivos do tipo texto, limitando a sensibilidade para interpretação dos resultados.

Outro fato significativo em tais sistemas é a vulnerabilidade para incorrer em erros durante a execução da etapa de conversão dos dados dos componentes do sistema elétrico para o formato do arquivo-texto de entrada. Esta vulnerabilidade aumenta significativamente conforme o aumento da quantidade de componentes e da complexidade de ligações dentro do sistema elétrico em análise.

Naquela época, nas Concessionárias de energia elétrica os sistemas retro citados eram disponibilizados para produção por terminais de acesso, ligados ao computador central, onde se encontravam os sistemas e se executavam as diversas solicitações de processamentos. As informações dos componentes do sistema elétrico em estudo, eram obtidas de diagramas unifilares registrados e atualizados em folhas padronizadas (A0, A1, etc.) de papel vegetal ou sépias, que

compunham o Cadastro da rede. As grandezas de tensão, corrente e potência eram obtidas por meio das instalações de equipamentos de medições no ponto de interesse no sistema elétrico, e, utilizadas nos estudos.

Em um momento seguinte, com o advento e disseminação dos microcomputadores, e o surgimento de redes locais de microcomputadores, começaram a surgir versões destes sistemas para microcomputador, o que trouxe vantagens em alguns aspectos, porém mantendo as mesmas dificuldades citadas anteriormente.

O Cadastro da rede, nas Concessionárias de energia elétrica, também evoluiu acompanhando a tendência.

Atualmente as Concessionárias de energia elétrica investem maciçamente no cadastramento de seus sistemas elétricos em meio digital e ainda utilizando recursos e técnicas de geo-referenciamento. Estas técnicas permitem uma melhoria da qualidade do Cadastro da rede, além de permitir uma visualização “real” de seus sistemas elétricos.

Neste cenário em que as Concessionárias de energia elétrica dispõem de seus Cadastros de redes geo-referenciados e com qualidade superior em relação à quantidade e qualidade das informações de seus componentes e das exigências externas (Legislação) à Concessionária, é que se inserem as técnicas apresentadas nesta Dissertação.

Elas visam permitir o desenvolvimento de ferramentas computacionais a partir do Cadastro da Concessionária (não apenas a rede) de modo a permitir obter respostas rápidas para as solicitações internas e externas.

Como exemplo, é apresentado detalhadamente o PCA – Programa de Confiabilidade em Alimentadores. Esta ferramenta foi desenvolvida utilizando

estas técnicas com sucesso. Isto é relevante se considerarmos que a natureza do estudo (Confiabilidade) quando aplicada a sistemas de distribuição – que se caracteriza por um elevado número de componentes - requer grande capacidade de manipulação de informações e de processamento.

### **3 – OBJETIVO.**

Apresentar técnicas para conexão a Banco de Dados corporativo de Concessionárias de energia elétrica, na área que contém o seu Cadastro da rede elétrica.

O propósito intermediário é obter as informações necessárias sobre os componentes da rede elétrica para, em seguida, montar uma visualização desta rede em tela de microcomputador. Ou seja, uma reconstituição da rede.

O propósito final é permitir ao engenheiro de análise de sistema de potência obter uma visualização, na própria rede, dos resultados de cálculos executados sobre o conjunto de seus componentes, com rapidez, agilidade e segurança.

#### 4 – HISTÓRICO BREVE DOS BANCOS DE DADOS.

Até o final da década de 80 o processamento de grandes volumes de dados nas empresas corporativas era realizado de forma centralizada, nos Centros de Processamento de Dados, os CPD's. As estruturas operacionais dos CPD's eram constituídas basicamente de um computador central, robusto e de alta performance e de diversos terminais de acesso distribuídos pelas diversas áreas da empresa, inclusive em áreas geográficas distintas, ligados por "linhas de dados" ao computador central, conforme figuras 1 e 2. Cabia ao computador central, também chamado de "mainframe", a parte de processamento dos dados e aos terminais de acesso a parte de envio e recuperação de dados no "mainframe".

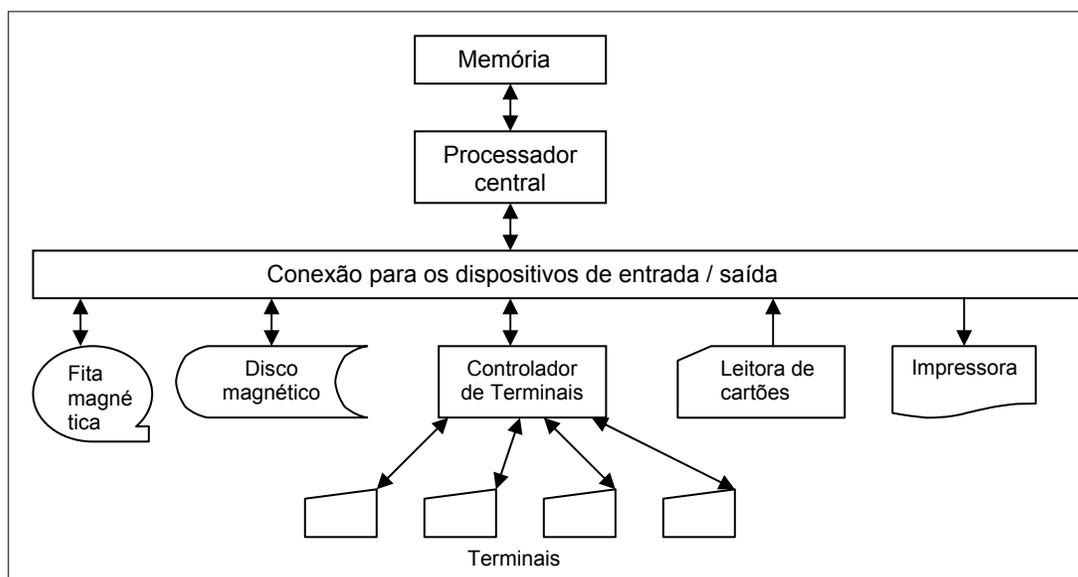


Figura 1 – Esquema simplificado de um sistema computador ("mainframe")

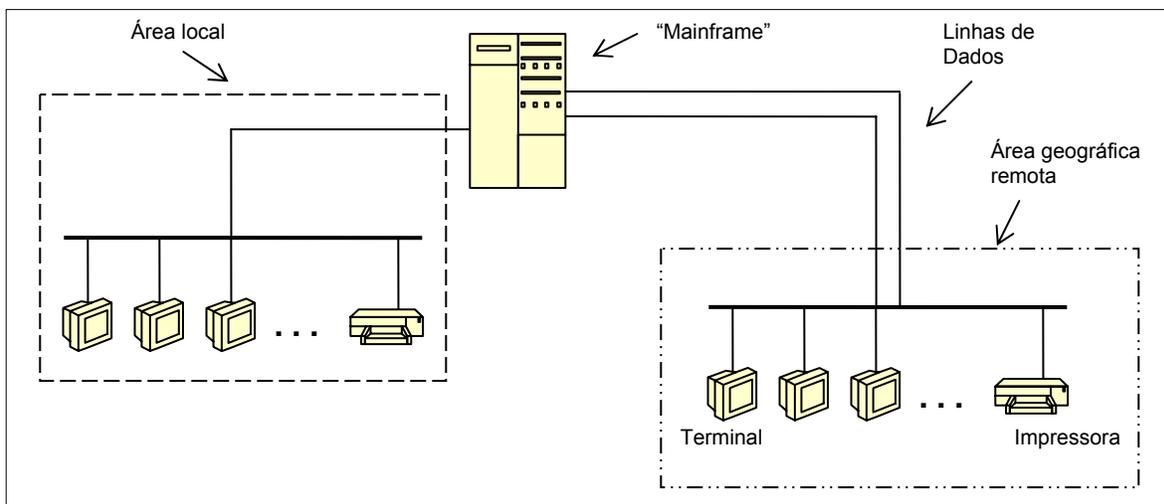


Figura 2 – Esquema simplificado de rede de terminais ligados ao computador central – “mainframe”.

Nesta fase os Bancos de Dados (BD's) eram desenvolvidos em sua maioria em linguagem COBOL ( Common Business Oriented Language ) e se destinavam a controlar atividades comerciais e de recursos humanos. Paralelamente, as aplicações científicas na área de Engenharia Elétrica eram desenvolvidas em linguagem FORTRAN ( FORMula TRANsation ) e funcionava na mesma estrutura (“mainframe”/terminais).

Nas CDEE's neste período era possível identificar as seguintes situações:

a) Bancos de Dados específicos para os componentes do sistema elétrico, principalmente para atender exigências da Legislação quanto ao patrimônio e qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica. Por exemplo: BD de Transformadores, BD de Medidores, BD de Equipamentos, BD de Ocorrências operacionais nos componentes.

b) Apenas algumas informações nos BD's se destinavam ao uso em análises técnicas.

- c) Os BD's não disponibilizam informações georeferenciais dos componentes dificultando identificar as posições geográficas dos componentes com precisão.
- d) Os terminais não dispunham da alternativa de telas gráficas para interface com usuários, sendo predominantes as interfaces em modo texto.
- e) Não permitem a visualização gráfica de um circuito elétrico. Os dados referentes ao circuito são apresentados por meio de listagens em tela ou na forma de relatórios impressos.
- f) Diferentes plataformas (sistemas operacionais) de desenvolvimento dos BD's, em decorrência das linguagens disponíveis e do propósito do Banco.
- g) Dificuldades de comunicação entre BD's criados/desenvolvidos em períodos diferentes e em linguagens diferentes.
- h) Sistemas lentos devido a limitações de comunicação com o computador central ("mainframe"), no caso de processamentos solicitados a partir de áreas geográficas remotas.
- i) Atualizações do BD por processamentos de arquivos "batch" (lote de comandos do sistema operacional, colocados em um arquivo texto, e executados de uma só vez). Geralmente esses processamentos ocorriam no período da noite, devido ao grande volume de transações ocorridas durante o dia em todas as áreas da empresa.
- j) Relatórios gerenciais em formatos pré-definidos e processados de forma centralizada. Nas unidades operacionais, era possível apenas imprimir os relatórios.

k) Sistema de segurança mais vulnerável porque os acessos às informações estavam vinculados apenas ao nome do BD e a uma “password” pré-definida, para todos os usuários daquele setor.

A partir da década de 90 começa a disseminação dos microcomputadores nas empresas. Estes equipamentos são mais flexíveis que os terminais de acesso, pois embora com baixa capacidade (nessa época), permitem o processamento local de dados, seus arquivamentos e impressão. Inicialmente, com poucas unidades em cada setor, os microcomputadores foram utilizados de modo isolado e paralelamente com a rede de terminais. Quase sempre para executar tarefas complementares aos resultados obtidos em relatórios da rede de terminais, ou para executar tarefas administrativas no setor, usando principalmente processadores de textos.

Há também nesta época o surgimento de “softwares” (programas) de Banco de Dados para serem processados em microcomputadores. Alguns exemplos desses tipos são: o dBase, o Clipper e o Turbo Pascal.

Para a realização de estudos científicos na área de Engenharia Elétrica, em microcomputadores, eram utilizados Aplicativos (ou Ferramentas) criados para aquele fim, que eram desenvolvidos nas linguagens de programação “Basic” ou “Pascal” ou ainda em dBase – um interpretador de comandos também projetado para o armazenamento em disco (ou disquete) dos dados estruturados. Em nossa visão o dBase foi o primeiro programa para microcomputadores que disseminou comercialmente a idéia básica de Banco de Dados.

Entretanto os Aplicativos assim desenvolvidos eram restritos às limitações das linguagens nas quais foram criados e às capacidades dos microcomputadores ( de memória e de disco ).

Em uma etapa seguinte, há o surgimento e disseminação dos Bancos de Dados Relacionais (BDR). Este novo tipo de programa traz uma nova visão para Banco de Dados quanto à forma de organizar as informações (dados). Basicamente, neste tipo, as informações se encontram em um grupo organizado de tabelas e não mais em uma tabela como no dBase. As capacidades de armazenamento de informações são significativamente maiores nos BDR's. Paralelamente os sistemas operacionais de microcomputadores também passam por uma migração da tela texto (DOS- disk operational system) para telas gráficas (WINDOWS). Os BDR's são projetados para funcionamento na plataforma WINDOWS.

Os BDR's podem ser classificados segundo sua capacidade de armazenamento e manipulação de informações em: pequeno porte e grande porte. Ambos são processados em microcomputadores, na plataforma WINDOWS, sendo que os de grande porte são específicos para a estrutura "cliente/servidor" (rede de microcomputadores). São exemplos de Banco de Dados Relacional de pequeno porte o ACCESS e de grande porte o SQL SERVER. O ORACLE, é um exemplo de BDR de grande porte, largamente utilizado por companhias aéreas e pela rede bancária.

As linguagens de programação, nesta etapa, são substituídas por VISUAL BASIC e por DELPHI. No caso de Banco de grande porte, as linguagens são: SQL (Structured Query Language), conforme [5] p. 297, e PL/SQL (Procedural Language / Structured Query Language), conforme [5] p.170 e p.24.

Nas CDEE's, neste período, era possível identificar as seguintes situações:

- a) Aumento e disseminação do número de microcomputadores nas diversas unidades da empresa.
  
- b) Evolução do sistema operacional de microcomputadores de DOS (modo texto) para WINDOWS ( modo gráfico).

- c) Criação/Manutenção de Banco de Dados Relacionais setoriais gerenciados a partir de microcomputadores individuais.
  
- d) Incentivo ao surgimento de Aplicativos especializados nas diversas áreas da Engenharia Elétrica tais como: curto-circuito em Alimentadores de distribuição, fluxo de carga em Alimentadores, cálculo de malha de terra em subestações e outros. Tais Aplicativos até então existentes no computador central, passaram a ser processados em microcomputadores isolados.
  
- e) Estimulo à criação de bancos de dados relacionais setoriais dos componentes da rede elétrica.
  
- f) Criação de bancos de dados relacionais setoriais de ocorrências operacionais da rede elétrica.
  
- g) Descentralização e estímulo ao conhecimento em informática, até então restrito ao pessoal dos departamentos de informática de centros de processamento de dados.
  
- h) Utilização do microcomputador no tratamento final de dados obtidos no computador central (“mainframe”).
  
- i) Desenvolvimento setorial de Aplicativos de controle nas áreas de: operação do sistema, manutenção do sistema de distribuição, manutenção de subestações, manutenção de linhas de transmissão de energia elétrica e ainda, construção de redes de distribuição de energia elétrica.
  
- j) Crescimento do número de empregados desenvolvedores de Aplicativos para uso em microcomputadores.

k) Surgimento de programas especializados em ambiente gráfico como o AUTOCAD da Autodesk Corporation.

l) Iniciativas para integração da base de dados e sua representação gráfica.

m) Tentativas para representação gráfica de base de dados corporativa, obtida do computador central.

n) Utilização de microcomputadores para correção da base de dados corporativa, pela visualização gráfica /correção /atualização da base de dados.

o) Disseminação do uso de Banco de Dados Relacionais de pequeno porte, como ACCESS, para criação de Aplicativos setoriais de controle.

p) Uso de linguagens de programação básicas tais como VISUAL BASIC e DELPHI em microcomputadores, para o desenvolvimento de Aplicativos (para controle de processos).

q) Surgimento de grupos de trabalho. Isto é, pequeno número de microcomputadores ligados entre si por placas e cabos de redes, tornando possível o intercâmbio de dados entre seus membros.

r) Surgimento setorial de pequenas redes de microcomputadores permitindo o compartilhamento de dados locais.

s) Criação de Bancos de Dados locais de pequeno porte para uso / atualização na rede de microcomputadores local.

t) Implantação de redes de computadores regionais dentro da área de concessão.

u) Integração dos Bancos de Dados setoriais dentro da regional (da empresa) de modo a torná-los acessíveis às atualizações e consultas aos Bancos de dados de cada setor.

Atualmente as CDEE's dispõem de redes de microcomputadores de grande porte compostas pelas redes de microcomputadores regionais, que por sua vez são compostas pelas redes de microcomputadores setoriais, de tal modo que a maioria de seus empregados possui seu microcomputador (genericamente denominado "Estação de Trabalho" ou apenas ET).

Esta grande rede de microcomputadores no âmbito de toda a empresa é denominada "Intranet" e também se conecta a "Internet" (rede mundial de microcomputadores). Os Bancos de Dados corporativos até então disponíveis no computador central ("mainframe") por terminais de acesso, começam a ser migrados para a rede de microcomputadores em seus equivalentes Bancos de Dados Relacionais, na arquitetura "clientes/servidores", tornando mais rápido o acesso a dados assim como disponibilizando aos usuários os demais recursos disponíveis na plataforma WINDOWS, nas estações de trabalho.

## 5 – BANCOS DE DADOS RELACIONAIS - BDR.

Bancos de Dados são as denominações genéricas para nos referir aos programas de computadores (software) que são especializados em guardar e recuperar informações estruturadas em meios magnéticos tais como: discos rígidos, fitas magnéticas, CD's ("compact disk"), disquetes e outros. O termo "Relacional" indica a forma como os dados podem estar organizados em um Banco de Dados.

*"O modelo de BDR nasceu em julho de 1970, proposto por E. F. Codd do Laboratório de pesquisa da IBM (International Business Machines Corporation)", em San José. [8] p.1.*

Especificamente no caso de Bancos de Dados Relacionais, os dados podem e devem ser agrupados por natureza e posteriormente acondicionados na tabela correspondente. Cada tabela é formada por um conjunto único de atributos ou característica, chamada de coluna, [8] p.1. Por exemplo, os atributos Nome e Sobrenome compõem a tabela Pessoas. Cada linha em uma tabela contém os dados de cada coluna correspondentes a um registro específico. De tal modo que as tabelas organizam os dados por natureza em colunas e linhas.

Devem ser criadas tantas tabelas quantas forem as naturezas dos dados. É comum definir em cada tabela alguns campos como "chaves", pois desempenham funções especiais conforme a seguir:

a) "Chave primária" – é a principal chave de acesso a uma tabela. A criação desta chave faz com que, automaticamente, a tabela seja ordenada por esta chave e que não seja permitida duplicidade em seu valor.

b) “Chave única” – além da chave primária, uma tabela pode possuir tantas chaves únicas quantas forem necessárias. Esta chave possibilita que não sejam inseridos dados duplicados em campos que não fazem parte da chave primária.

c) “Chave secundária” – é a chave auxiliar de acesso a uma tabela. A chave secundária também possui índices relacionados que são utilizados em campos nos quais se efetua constante pesquisa ou acesso.

d) “Chave estrangeira” – permite o acesso e a validação de outras tabelas. Esta chave possibilita que se estabeleçam os relacionamentos em um Banco de Dados relacional. A chave estrangeira deve ser compatível com sua correspondente na outra tabela.

É possível relacionar duas ou mais tabelas se criando um campo de mesmo tipo em cada par de tabelas. Esta “ligação” entre tabelas é denominada de Relacionamento. Os Relacionamentos podem ser de três tipos. São eles:

1) “um para um”: significa que para cada registro na tabela primária corresponde apenas um registro na tabela secundária, [6] p.76;

2) “um para muitos”: significa que para cada registro na tabela primária correspondem vários registros na tabela secundária, [6] p.76;

3) “muitos para muitos”: significa que muitos registros na tabela primária correspondem a muitos registros na tabela secundária. Neste caso se torna necessário o uso de uma tabela terciária [6] p. 104.

A representação gráfica de um Relacionamento, no ACCESS, é indicada conforme figura 3 a seguir.

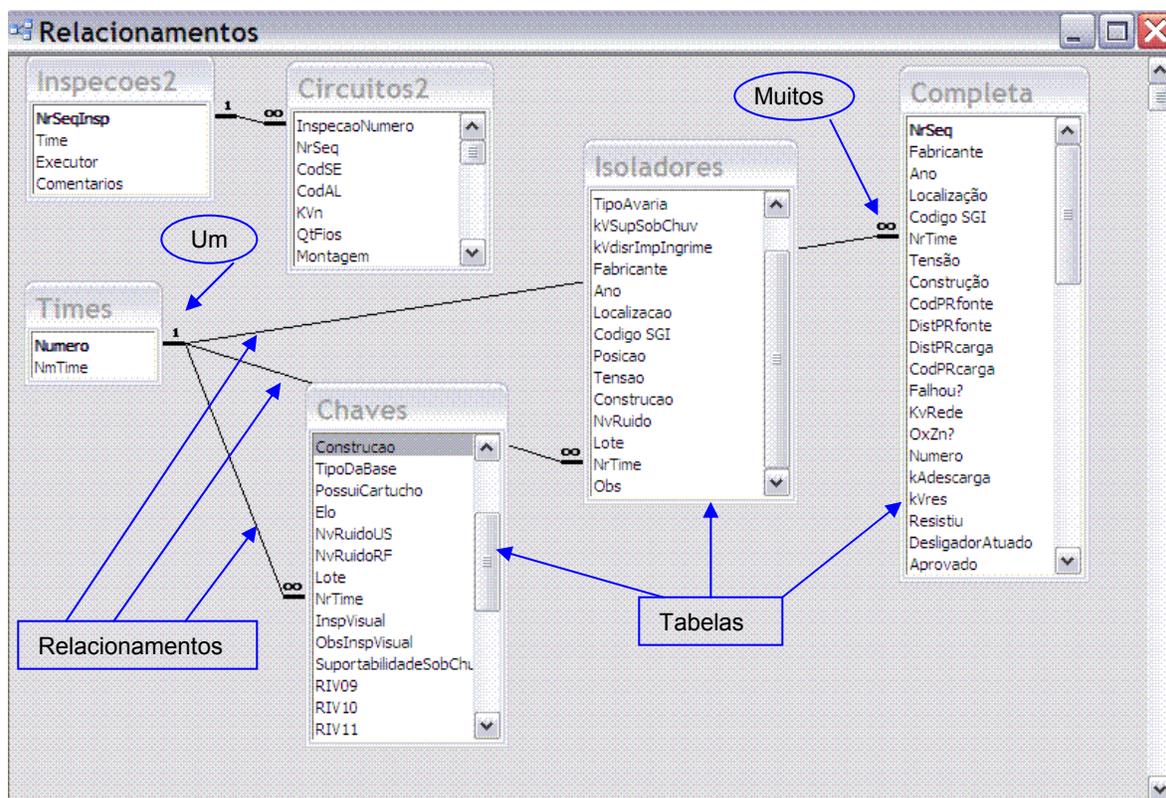


Figura 3 – Representação gráfica de relacionamento “um para muitos” entre tabelas, no ACCESS.

A figura 3 indica outra parte importante destes programas que é seu sistema de gerenciamento de Banco de Dados – SGBD, [14] p.772 ( ou RDBMS – Relational Data Base Managment System, [7] p.6 ). O SGBD “*oculta detalhes de baixo nível, como o modo de os dados serem armazenados em um Banco de Dados, e libera o programador para se concentrar no gerenciamento das informações, em vez dos detalhes de manipulação de arquivos ou da manutenção de vínculos entre eles.*”, [14] p.772.

Estes programas são capazes de criar, gravar e/ou modificar estruturas lógicas para o armazenamento de dados em meios físicos. Permitem a inclusão, recuperação e exclusão de informações por meio de interfaces amigáveis com os usuários.

Os Bancos de Dados mais comuns nas empresas de distribuição de energia elétrica são o ORACLE da Oracle Corporation, o SQL SERVER e o ACCESS, ambos da Microsoft Corporation.

### **5.1 – Banco de Dados de grande porte.**

São exemplos deste tipo de Banco o ORACLE e o SQL SERVER.

Trata-se de “softwares” de Banco de Dados destinados à administração de grandes volumes de informações. São projetados para funcionamento em grandes redes de microcomputadores (conjunto de microcomputadores interligados fisicamente por cabos de dados). Funcionam na arquitetura “cliente/servidor”. Sob o ponto de vista de fonte de dados, são denominados Bancos de Dados ODBC (Open Database Connectivity), [9] p.39.

O Banco de Dados propriamente dito, contendo as informações, é instalado no “servidor” da rede (um ou mais microcomputadores com esta mesma finalidade). Neste(s) microcomputador(es) fica(m) instalado(s) a parte “servidor” do Banco de Dados. Nos demais microcomputadores da rede (também chamados de estações de trabalho) ficam instalados a parte “cliente” do Banco de Dados, permitindo que se façam gravações e/ou recuperações de dados no “servidor”.

Estes tipos de BD’s se destacam pelas seguintes características:

- a) São capazes de armazenar ou recuperar grandes quantidades de informações (da ordem de milhões de registros).
  
- b) Possuem excelentes sistemas de segurança embarcados tanto para os acessos ao Banco como nos acessos simultâneos a Dados (colunas, linhas ou campos).

c) Permitem e administram o acesso de milhares de usuários, simultaneamente, ao Banco de Dados.

d) Destinam-se às grandes empresas, pelo grande volume de informações, inclusive aquelas que têm unidades em varias regiões geográficas do planeta.

c) O acesso aos dados em rede de microcomputadores é mais rápido devido ao fato dos procedimentos de programação ficar armazenados no “servidor” juntamente com os dados. (esta característica reduz o tempo de tráfego na rede).

d) Possuem “trilhas para auditorias”. Isto é, guardam os registros do acesso aos dados de cada usuário, no BD. Este recurso pode ser usado quando da instauração de auditorias.

## **5.2 – Banco de Dados de pequeno porte.**

O tipo mais conhecido nesta modalidade é o ACCESS.

É um Banco destinado a pequenas empresas, escritórios e residências. Faz parte do Microsoft OFFICE – um pacote de programas largamente utilizado nas empresas de todos os portes – de propriedade da Microsoft Corporation . Sob o ponto de vista de fonte de dados, são denominados Bancos de Dados ISAM (Index Sequencial Access Method), [9] p.39.

Destina-se ao controle de um volume menor de informações que ocorrem em negócios de menor porte tais como escritórios, residências ou em áreas limitadas das empresas tais como: divisões, departamentos ou diretorias.

Este BD se destaca pelas seguintes características:

- a) Permite o acesso simultâneo de até 255 usuários.
- b) Permite a troca de dados com BD's de grande porte.
- c) Pode funcionar bem em redes de microcomputadores de pequeno porte.
- d) Possui sistemas de segurança de acessos.
- e) Permite conexão com a Internet.
- f) Os procedimentos são armazenados nas estações-cliente, sendo possível que cada cliente faça suas alterações.
- g) Possui o VBA ( Visual Basic for Application ) embutido no ambiente de desenvolvimento.
- h) Possui o SQL (Structured Query Language) embutido no ambiente de Consultas.
- i) Permite a criação de páginas de Internet já vinculadas ao BD.
- j) Permite a criação de interfaces ( projetos ) para manipulação direta de dados do BD corporativo SQL SERVER.
- k) Permite a plotagem de telas gráficas vinculadas ao BD.

### **5.3 – Utilização de BDR's por CDEE's.**

As CDEE's dispõem de ambos os tipos, isto é, o de grande porte e o de pequeno porte. O BDR de grande porte é utilizado para armazenar a grande quantidade de

informações referentes a toda rede elétrica da sua área de concessão. Neles ficam contidas informações de todos os componentes elétricos tais como: linhas, transformadores, chaves, disjuntores, cabos, postes, cruzetas, reguladores de tensão, pára-raios, subestações, localização geográfica e demais informações referentes aos órgãos responsáveis pela administração da rede elétrica.

Os BDR's de pequeno porte são usados para a criação e acompanhamento de controles de processos menores geralmente no âmbito de uma divisão ou departamento. São também usados para tratar informações em lotes, obtidas no BDR de grande porte. Nestes casos são usados para execução de cálculos adicionais e emissão de relatórios.

#### **5.4 – Conexão entre BDR de pequeno porte e BDR de grande porte.**

Os BDR de grande porte possuem linguagem de programação própria que permitem o desenvolvimento de programas Aplicativos integrados ao próprio Banco. Entretanto, por questões de segurança das informações, não é prática comum permitir que programas Aplicativos atuem diretamente no BDR de grande porte. O usual é que sua linguagem de programação seja usada para criar rotinas de segurança e consistência das informações ao se alterar registros no Banco e também para criar interfaces de usuários que permitam registrar informações no Banco. Ou seja; incluir, excluir, modificar e imprimir registros.

Por outro lado, os programas especializados na área de Engenharia Elétrica executam cálculos sobre uma base de dados que representam o sistema elétrico. Seria então desejável, porém não é necessário, que estes programas acessassem diretamente o BDR de grande porte, pois lá se encontram as informações do sistema elétrico. Como os programas especializados não necessitam de todas as informações de todo o sistema elétrico para o processamento de suas tarefas, é

suficiente que tais programas façam uso de BDR de menor capacidade para armazenar as informações do subsistema elétrico de interesse.

Sendo assim, uma estratégia para o desenvolvimento de programas especializados, é criar um módulo para conexão com o BDR de grande porte e em seguida importar aquelas informações de interesse para um BDR de pequeno porte, local. Em seguida o programa passaria a efetuar suas tarefas sobre o BDR local.

Esta estratégia permite desenvolver programas que trabalham praticamente sobre a base de dados real, pois periodicamente se podem fazer atualizações da base de dados local – BDR de pequeno porte.

Esta conexão entre o BDR de grande porte e o BDR de pequeno porte é possível devido ao fato de ambos possuírem a mesma estrutura básica de funcionamento. Isto é, são bancos relacionais e respondem de forma semelhante aos comandos da linguagem SQL. Entretanto, devido a outras particularidades dos BDR de grande porte, não é possível efetuar conexão diretamente, se tornando necessário o uso de programas auxiliares para o estabelecimento desta conexão. O usual é criar no ambiente WINDOWS, uma fonte de dados, com um determinado nome, onde fique definido o nome do BDR de grande porte, a localização do “servidor” que o contém, a senha de acesso, e o “drive” de acoplamento correspondente ao BDR de grande porte.

Para isto é utilizado o Administrador para criação de fonte de dados existente em: Painel de Controle / Ferramentas de sistemas / Fonte de dados ODBC (Open Database Connectivity), conforme as figuras 4, 5 e 6, a seguir.



Figura 4 - Tela inicial do Administrador de fonte de dados ODBC para fonte de dados de sistema.

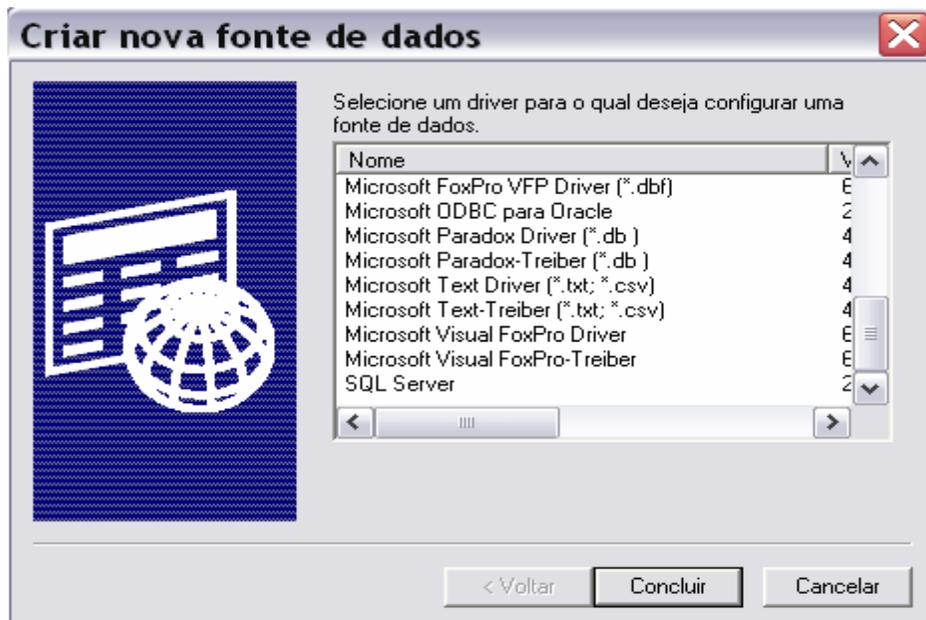


Figura 5 – Tela de apresentação das opções de “drives” que podem ser usadas durante a criação de uma fonte de dados ODBC.



Figura 6 – Tela com os dados necessários para a criação de uma fonte de dados ODBC associadas a um BDR ORACLE.

Em seguida, se utilizando técnicas de programação existentes em linguagem de programação orientada a objeto – ver item 6 -, é possível fazer a conexão com o BDR de grande porte, se utilizando o nome desta fonte de dados criada conforme descrito anteriormente, e informando um nome de usuário e a senha correspondente. Deste modo um programa especializado pode se conectar ao BDR de grande porte.

Estabelecida a conexão, é possível enviar um comando SQL de consulta para o BDR de grande porte. O banco por sua vez responde devolvendo um conjunto de registros que satisfazem as condições do comando SQL. Estes registros por sua vez são devidamente armazenados no BDR de pequeno porte local. Após importação de todos os registros, é desfeita a conexão com o BDR de grande porte, e o programa especializado passa a manipular a base de dados local.

Esta técnica foi utilizada na criação do programa apresentado no item 8.

## 6 – LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO BÁSICAS.

A linguagem SQL (Strutred Query Language) é considerada a padrão para os BDR's. Isto por que é por meio de seu uso que são criados os componentes de um BDR específico e também feita a manipulação dos dados. É uma linguagem simples que visa proporcionar ao usuário uma ação direta com a base de dados, na forma “emitir o comando e obter o resultado”. Na prática existem pequenas variações de sintaxe nos Comandos conforme o fabricante do BDR.

O editor de SQL, um programa que já vem incorporado ao programa de BDR, permite ao usuário emitir comandos SQL para interagir com o BDR. A figura 2 representa um esquema desta interatividade.

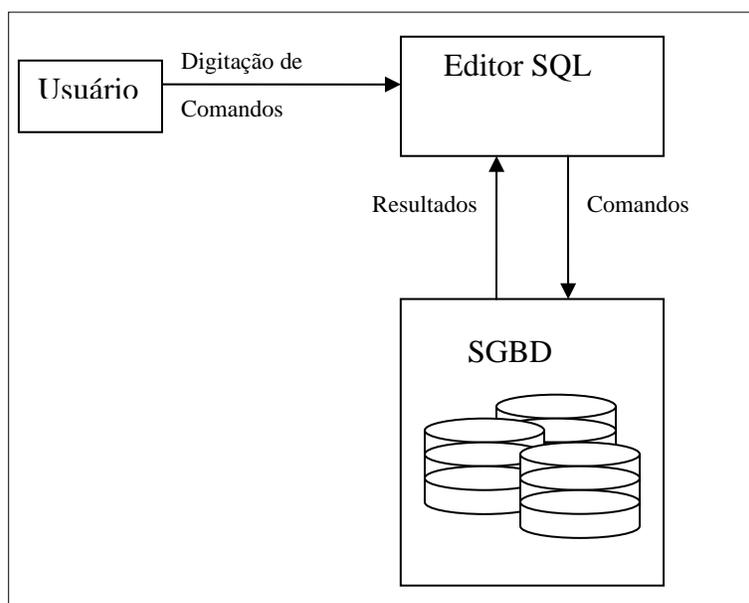


Figura 7 – Esquema de interação com Banco de Dados Relacional

As linguagens de programação orientadas a objeto também estão presentes nos BDR's, tanto no de pequeno porte como no de grande porte. As mais comuns são:

- a) VBA – Visual Basic For Application, presente no ACCESS;
- b) PL/SQL (Procedural Language/Structure Query Language), presente no ORACLE;
- c) Transact-SQL, presente no SQL SERVER.

## 6.1 – Principais comandos SQL.

Os comandos SQL permitem a manipulação total ou parcial de um ou mais BDR, em ambiente de rede ou não, com grande eficiência – isto é, baixa relação entre o tempo de execução e o volume de dados processados.

Estes comandos têm a característica comum de funcionarem junto ao BDR como “solicitadores de respostas”. Isto é, se aplica o comando ao BDR e se espera a “resposta” do BDR, providenciada por seu SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados). O ambiente em que estas iterações ocorrem é o editor de SQL, citado anteriormente. Estes comandos podem conter diversos níveis de sub-comandos o que com freqüência os tornam bastante extensos.

A partir da figura 3, como exemplo, se apresenta a sintaxe básica de um comando SQL que cria a tabela no BDR chamada “Inspeções2”, com seus respectivos campos.

```
“ CREATE TABLE Inspeções2
    ( NrSeqInsp      Number      (3),
      Time           Varchar2   (15),
      Executor       Varchar2   (30),
      Comentarios   Varchar2   (50) ) ”
```

Os comandos mais comuns são aqueles que se destinam à criação de tabelas, inclusão, exclusão e edição de dados em uma tabela, e, ainda, comandos que se

destinam a fazer consultas nas diversas tabelas. Existem também comandos que permitem a eliminação do BDR.

Na tabela a seguir se relaciona alguns destes comandos:

Tabela 1 – Relação dos principais comandos SQL

<b>Comando</b>	<b>Função</b>
SELECT	Selecionar conjunto de registros conforme uma condição
UPDATE	Inclusão de conjunto de registros
DELETE	Exclusão de conjunto de registros
CREATE TABLE	Criação de uma tabela
DROP	Eliminação de uma tabela e/ou Banco de Dados

A sintaxe completa destes comandos e de outros podem ser encontradas na referência [8]

## 6.2 – Linguagens de programação básicas e BDR.

A linguagem de programação tem como principal finalidade automatizar conjuntos de comandos (ações) sobre o BDR que podem ou devem ser executados repetidamente, por várias vezes. As linguagens permitem também a construção de interfaces (programas) que tornam mais amigáveis as interações entre usuários e o BDR além de reduzir significativamente erros de operação sobre o BRD. Neste sentido, se pode dizer que não há grandes diferenças entre as linguagens de programação usadas para construir interfaces sobre os BDR's, pois é possível obter resultados semelhantes com linguagens distintas.

Cabe registrar que do mesmo modo que para os microcomputadores houve uma evolução do ambiente texto (DOS) para o ambiente gráfico (WINDOWS), os programas de Banco de Dados e os de linguagens de programação também

acompanharam esta evolução. Os programas para BD evoluíram para a arquitetura relacional, surgindo assim os BDR's que exigem a plataforma WINDOWS para seu funcionamento. E as linguagens de programação evoluíram da técnica de ordenar sequencialmente um conjunto de comandos para serem executados de uma só vez, sob um nome de chamada, para a tecnologia de "orientação a objeto". Assim surgem as linguagens de programação orientadas a objeto, também específicas para uso na plataforma WINDOWS.

As linguagens de programação orientadas a objetos facilitam a criação de programas em ambiente WINDOWS quer seja no aspecto produtividade ou no aspecto qualidade das interfaces. Entretanto, se tornam necessários o conhecimento do conceito de "objetos" e, junto com ele, as noções de novos conceitos tais como: abstração, encapsulamento, polimorfismo e herança, [10] p.36.

Os objetos são na verdade pequenos programas na forma convencional, com ou sem interface com o usuário, que podem se repetir muitas vezes dentro do programa principal. No ambiente de programação, os objetos já estão disponíveis, sendo necessário apenas requisitar uma "instância" do mesmo e informar suas "propriedades" (ajustes).

Deste modo, simplificadaamente, se pode dizer que a "montagem" de um programa principal, em linguagem orientada a objeto, no ambiente WINDOWS, consiste em uma coleção de objetos, devidamente ajustados, e ligados ordenadamente entre si.

As linguagens orientadas a objeto mais usadas nas CDEE's para a manipulação dos dados obtidos do BDR de grande porte e criação de interfaces, são o VISUAL BASIC da Microsoft Corporation e o DELPHI da Borland Corporation. Os Bancos de Dados Relacionais para grande volume de informações, usados nas CDEE's,

são o ORACLE da Oracle Corporation e, de modo crescente, o SQL SERVER da Microsoft Corporation.

Existe uma importante relação entre as linguagens de programação orientadas a objetos e os BDR de grande porte. Por meio desta relação é possível criar migrações de dados do BDR de grande porte para o BDR de pequeno porte, de modo automatizado.

Este fato gera um grande número de possibilidades para a criação de Aplicativos especializados na área de Engenharia Elétrica, no âmbito das CDEE's, que podem manipular os dados da rede elétrica diretamente de seu Cadastro. O item 5.4 apresenta mais informações.

### **6.3 – A linguagem FORTRAN e programas especializados em Engenharia Elétrica.**

“A linguagem FORTRAN, a primeira linguagem de programação de alto nível (surgiu em 1956), foi projetada e implementada para auxiliar os programadores na codificação de problemas técnicos e científicos cuja solução requer a utilização de computadores eletrônicos”, [11] p.XIX. Esta linguagem é adequada para o desenvolvimento de Aplicações que requerem grande volume de cálculos e velocidade de processamento. Por estas características foi a preferida para a criação de Aplicações especializadas na área de Engenharia Elétrica.

Alguns exemplos destes programas:

a) cálculo de fluxos de potência;

b) cálculo de curto-circuito;

- c) estabilidade de sistemas interligados;
- d) confiabilidade de sistemas elétricos;
- e) regulação de tensão;
- f) perdas elétricas.

Estes programas têm em comum às restrições de entrada/saída impostas pela FORTRAN. Isto é, as informações de entrada para o processamento bem como as de saída são gravadas em arquivos textos pré-formatados. Pequenas alterações em posições de entradas comprometem os resultados de saída podendo inclusive abortar o processamento. Entretanto, com os avanços tecnológicos das linguagens básicas de programação orientadas a objetos, cada vez mais flexíveis, e da capacidade de cálculos dos novos processadores, há uma possibilidade de integração entre módulos de cálculos desenvolvidos em FORTRAN e interfaces com usuários, criadas em linguagem básica, mais amigável e que asseguram a perfeita entrada de dados para o módulo de processamento.

Outro aspecto conveniente de se assinalar sobre os programas especializados na área de Engenharia Elétrica, desenvolvidos em FORTRAN, é que todos seguem o mesmo roteiro de funcionamento.

Isto é, primeiro se deve gravar os dados de entrada em memória fixa, tal como em um arquivo texto em disco ( ou em cartões perfurados, como em tempos passados, quando o sistema disponível era o de computador central ). Em seguida estes dados devem ser lidos e carregados para a memória volátil do computador. Depois os dados são processados na memória volátil – não havendo mais dependência do arquivo de entrada. Os resultados obtidos do processamento ficam inicialmente também na memória volátil. Em seguida os resultados são

gravados em outro arquivo texto de saída. Concluindo assim a execução da Aplicação. A figura 8 apresenta este fluxograma.

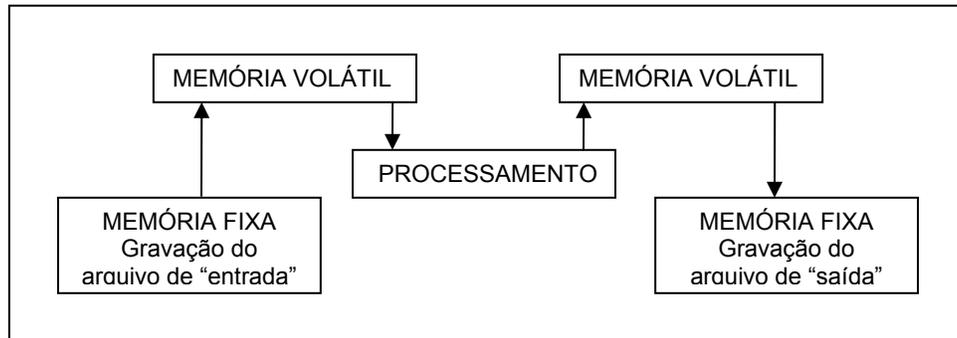


Figura 8 – Fluxograma de funcionamento de programas especializados na área de Engenharia Elétrica.

## **7 – PROGRAMAS ESPECIALIZADOS NA ÁREA DE ENGENHARIA ELÉTRICA.**

As soluções de questões técnicas de Engenharia Elétrica quase sempre consistem em encontrar respostas para um sistema de equações que representam o problema. Esta formulação quase sempre demanda grandes volumes de cálculos, devido ao elevado número de equações, e um correspondente tempo para execução.

Ao longo das últimas décadas a implementação desta formulação tem se beneficiado dos avanços tecnológicos. Tanto na área de “hardware” como na área de “software”. O principal benefício tem sido a redução do tempo de execução dos cálculos.

Com o advento de máquinas com processamentos digitais, também surgiram às linguagens de programação de alto nível. Estas linguagens permitem que se codifiquem as equações do problema por meio de um conjunto de comandos significativos para o programador e que possam ser interpretados e executados pela máquina.

A linguagem FORTRAN e a linguagem “Basic” são exemplos de linguagem de alto nível e muito utilizadas em Aplicativos especializados na área de Engenharia Elétrica.

### **7.1 – O FORTRAN e o VISUAL BASIC.**

A linguagem FORTRAN possui maior capacidade para execução de cálculos. Possui estruturas internas que permitem o uso eficiente do microcomputador no tocante à precisão dos cálculos, bem como à velocidade com que são realizados. Os programas especializados de Engenharia Elétrica envolvem grande número de

variáveis e por isto geram um grande volume de cálculos. Por isto o FORTRAN sempre foi uma alternativa mais razoável na escolha da linguagem de programação para a criação destes programas especializados.

Por outro lado, nos últimos anos, também ocorreram o surgimento e a disseminação das linguagens básicas de programação orientadas a objetos (de quinta geração). Estas linguagens, entre outras características, se destacam pela grande flexibilidade para confecção de interfaces gráficas amigáveis. Possuem também um bom desempenho para a execução de cálculos. Pois, foram projetadas levando em conta os elevados desempenhos dos microprocessadores atuais. O VISUAL BASIC é um exemplo deste tipo de linguagem básica de programação orientada a objetos e atualmente muito utilizada na criação de programas. Estas linguagens também conseguem “chamar” programas externos e em seguida retornar o controle para seu ambiente.

Por estas características complementares entre a linguagem FORTRAN e a linguagem VISUAL BASIC, quando analisadas do ponto de vista de aprimoramentos dos programas especializados na área de Engenharia Elétrica, existe uma tendência de criar Aplicações em linguagem básica orientada a objetos que executam programas criados em FORTRAN. Estes novos programas incorporam mais e melhores recursos na interface gráfica com os usuários e manipulam a execução do programa especializado em um só ambiente.

Acredita-se que exista uma tendência no médio e longo prazo de se converter os programas de engenharia que foram criados em FORTRAN para o VISUAL BASIC ou outra linguagem orientada a objeto. Pois existem benefícios adicionais quando todo o programa está codificado na mesma linguagem.

## **7.2 – Data Link Library - DLL ou Arquivos Executáveis - EXE.**

O uso de bibliotecas DLL é uma técnica de programação que consiste em agrupar um conjunto de pequenos procedimentos e/ou funções em um arquivo único, com extensão DLL, formando uma biblioteca de programas menores. Os procedimentos são acessados se referenciando o arquivo DLL dentro do programa principal e a partir deste, se fazendo chamadas aos procedimentos.

Um aspecto importante é que as DLL's não possuem interfaces com os usuários. E outro aspecto também importante é que os procedimentos e funções dentro da DLL podem estar codificados em uma linguagem de programação diferente da linguagem de programação do programa principal.

Esta técnica torna o programa principal mais leve e traz melhorias para sua velocidade de processamento. Permite ainda que facilmente sejam feitas manutenções nos procedimentos da biblioteca (arquivo DLL).

Implementar as tarefas desejadas em um arquivo executável – também chamados de “EXE” – é outra técnica de programação. Estes arquivos são programas que executam determinadas tarefas. Eles são independentes pois “rodam” diretamente sobre o sistema operacional – DOS, quando são chamados. Podem ter interfaces com os usuários ou não. Sempre executam suas tarefas de uma só vez. Sua execução independe da linguagem de programação na qual foi codificado.

O programa principal pode fazer chamada de arquivos executáveis para executar suas tarefas. Durante a execução o controle do programa principal é transferido para o executável. Sendo devolvido após a conclusão das tarefas.

Esta segunda técnica é mais recomendável para pequenos conjuntos de procedimentos (poucas tarefas) e onde o arquivo executável tenha uso independentemente do programa principal.

As duas técnicas permitem “encapsular” programas existentes em programas desenvolvidos com propósitos de melhorar as interfaces com os usuários.

### **7.3 – Visão atual para melhoria e desenvolvimento de Aplicativos especializados na área de Engenharia Elétrica.**

O grande avanço tecnológico ocorrido nas áreas de “hardware” e “software”, nas últimas décadas, trouxe uma verdadeira revolução na operacionalização de processos computacionais. As redes de microcomputadores trouxeram maior flexibilidade na execução destes processos, até então restritos aos centros de processamentos de dados das instituições. Enquanto que os microcomputadores, com capacidade de processamentos cada vez maiores, trouxeram maior independência aos seus usuários.

Os problemas técnicos de Engenharia Elétrica, que demandavam grandes quantidades de cálculos, eram resolvidos com o auxílio de computadores maiores com processamentos centralizados. Tais máquinas, devido ao seu alto custo, ficavam restritas às instituições de ensino ou às grandes empresas, e, conseqüentemente, a um número menor de usuários.

O uso de computadores nesta fase se destinava quase que exclusivamente aos registros de grandes volumes de informações administrativas (Banco de Dados) ou a execuções de grandes quantidades de cálculos matemáticos de precisão. Havia poucos recursos visuais na apresentação de resultados. Estes quase sempre se resumiam em listagens - em vídeo ou em papel . Os programas especializados de Engenharia Elétrica também se enquadravam nestas características.

Com o advento e disseminação do sistema operacional totalmente gráfico (plataforma WINDOWS) para os microcomputadores, foram disponibilizados mais

e melhores recursos para a execução de programas Aplicativos, tanto em microcomputadores isolados como em associações de microcomputadores em rede.

Este novo ambiente também exigiu uma revisão e reformulação das técnicas de programação convencional, até então praticadas, de modo a permitir fazer uso dos novos recursos disponíveis nesse ambiente. Surgiram então as chamadas linguagens de quinta geração, denominadas genericamente de “linguagem de programação orientada a objetos”. Elas trouxeram novos e revolucionários conceitos e técnicas de programação, que, sem dúvida, poderiam ser objetos de uma pesquisa à parte, o que foge ao nosso objetivo.

É fato que estas linguagens permitem a criação de programas e interfaces de usuários que fazem uso de todas as potencialidades do ambiente operacional gráfico, sendo então possível obterem melhorias significativas na entrada de dados assim como na apresentação dos resultados.

Isto posto, podemos dizer que também em relação aos programas especializados na área de Engenharia Elétrica – aqueles existentes - há uma tendência de serem revistos. Quer seja pela necessidade de melhorias na qualidade das interfaces de entrada e de saídas dos dados ou até mesmo pela necessidade de revisão de seus algoritmos, que quando concebidos, tinham que se adequar a restrições de “hardware”.

Esta tendência, a nosso ver, está se desenvolvendo em duas etapas. Na primeira, se buscam as criações de programas que têm por principal objetivo proporcionar melhorias nas Interfaces com o usuário, se mantendo os programas existentes como sendo um “módulo de cálculo” dentro desses novos programas. Isto assegura ao usuário a confiabilidade aos resultados. Entretanto, do ponto de vista construtivo, esses programas, assim concebidos, ainda contêm restrições e vulnerabilidade a erros. Pois a linguagem de programação do módulo de cálculo é

diferente da linguagem do programa principal. Na segunda etapa, se busca também codificar o módulo de cálculo na mesma linguagem do programa principal. Isto elimina as vulnerabilidades citadas anteriormente e permite ao programa principal ter o pleno controle das execuções das rotinas.

Assim os programas especializados existentes estão sendo migrados para o ambiente gráfico (plataforma WINDOWS).

Quanto à criação de novos programas especializados na área de Engenharia Elétrica, os mesmos já são projetados e desenvolvidos se levando em conta os recursos do ambiente operacional totalmente gráfico.

## **8 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO: “Avaliação de Confiabilidade em Alimentadores e a Legislação ANEEL”.**

Apresenta-se um caso prático, desenvolvido para a AES Sul, Concessionária de distribuição de energia elétrica no Estado do Rio Grande do Sul, referente à avaliação de confiabilidade de seus Alimentadores de distribuição e comparações com os limites e penalidades definidas pelo órgão regulador ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

O escopo principal deste projeto foi: “dotar a Concessionária de meios dinâmicos para avaliar a confiabilidade, “a priori”, de seus Alimentadores; compará-la com as “metas” de continuidade de fornecimento pactuada com o órgão regulador – ANEEL - e calcular os valores de multas associadas à quebra destas metas”. A partir daí, permitir quantificar e comparar ações de planejamento e manutenção, em Alimentadores, que sejam mais convenientes para a Concessionária. Com este propósito, foi criado um programa de microcomputador que consulta diretamente o Cadastro da rede da Concessionária, proporcionando assim melhores condições para obtenção dos resultados a serem analisados.

Este programa, denominado PCA – Programa de Confiabilidade em Alimentadores - utiliza as técnicas aqui apresentadas para conexão com o BDR de grande porte da Concessionária, com o propósito de obter informações atualizadas sobre os componentes da rede elétrica, bem como aquelas referentes ao faturamento do serviço, para posteriores processamentos. A figura 8 ilustra uma visão geral do programa, bem como o inter-relacionamento entre os diversos módulos que o compõe.

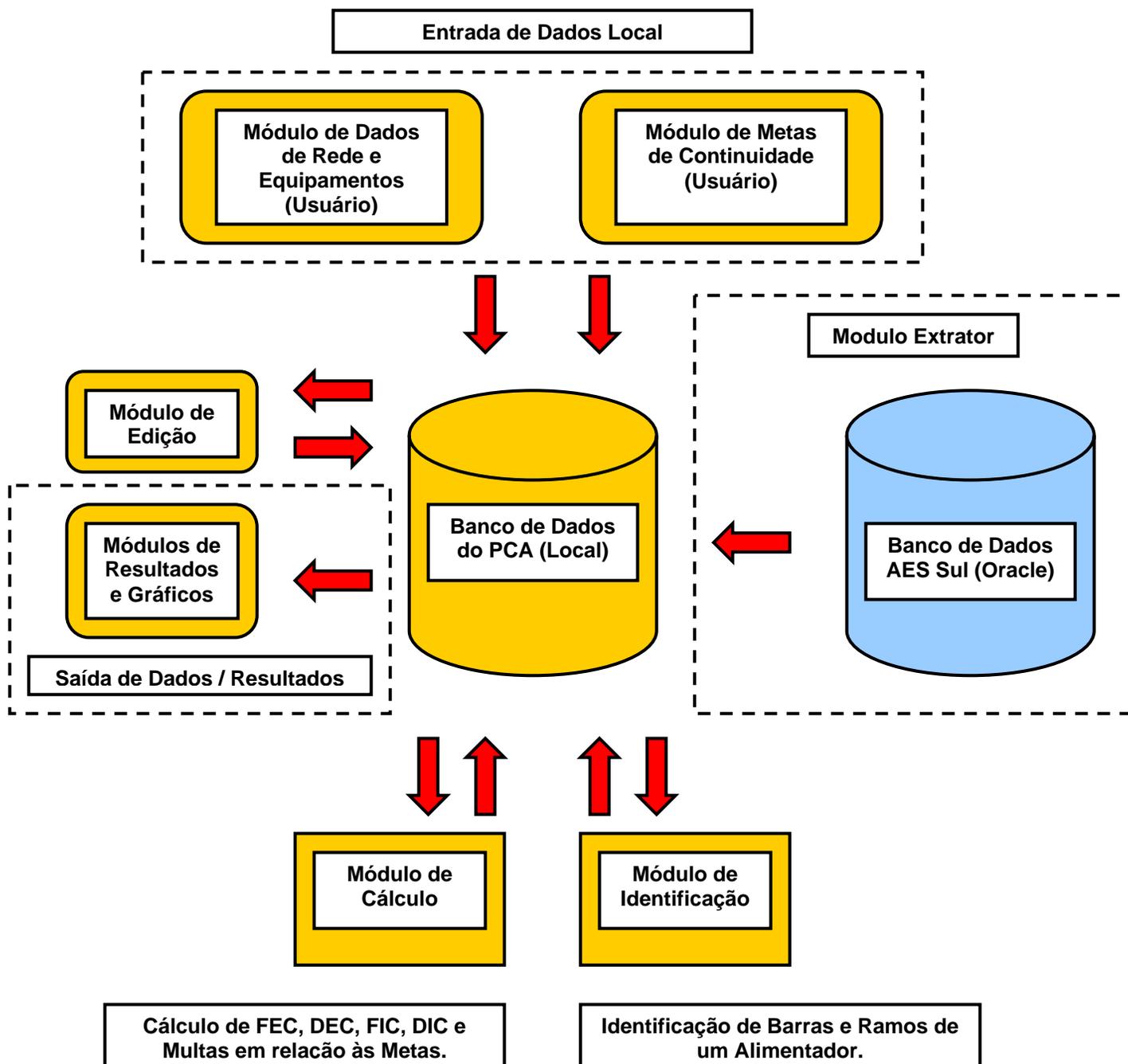


Figura 9 – Esquema geral do PCA.

É conveniente chamar atenção para o fato de que a criação de programas como este só é possível se os componentes da rede elétrica possuir também as

informações de posição relativa. Isto é, os valores das coordenadas (x,y) de cada componente, em um mesmo plano cartesiano.

Entretanto, nos últimos anos, as CDEE's fizeram grandes investimentos na melhoria de seus Cadastros de rede, utilizando inclusive técnicas de georeferenciamentos globais para situar sua rede elétrica, em relação ao globo terrestre. Assim, atualmente, seus Cadastros de rede possuem também as informações de posição relativa de cada componente da rede elétrica, o que permite a criação de programas como o PCA e outros.

### **8.1 – Roteiro para o desenvolvimento do programa.**

A AES Sul dispõe de BDR de grande porte, da ORACLE, onde estão cadastradas as informações sobre todos os componentes de seu sistema elétrico, inclusive as suas coordenadas georeferenciais.

Conforme o tipo do programa a desenvolver, se devem selecionar quais os componentes do sistema elétrico são relevantes e necessários. Para o caso em questão onde o programa deve permitir análise de confiabilidade da rede elétrica, devemos representar todos os componentes da rede que podem provocar interrupções no fornecimento de energia elétrica.

Relaciona-se a seguir os componentes selecionados, a serem extraídos do Cadastro geral do sistema elétrico, para o desenvolvimento do programa de análise de confiabilidade apresentado:

- a) disjuntores;
- b) chaves (fusível, seca, a óleo);
- c) seccionalizadoras;
- d) religadores;

- e) transformadores de distribuição;
- f) autotransformadores;
- g) reguladores de tensão;
- h) capacitores de distribuição;
- i) reatores;
- j) cabos (trechos) de Alimentadores;
- k) postes de Alimentadores;
- l) posição (x,y) de cada componente;
- m) e ainda, os dados de faturamento associados a cada transformador de distribuição.

A seguir se deve estabelecer uma conexão entre o programa e o BDR de grande porte de tal forma a permitir a comunicação bidirecional entre eles. Com a conexão estabelecida, se deve enviar um ou mais comandos SQL para o BDR de grande porte solicitando as informações daqueles componentes selecionados previamente. O BDR por sua vez devolve um conjunto de registros (conjunto de campos – local onde se encontra a informação) que representam os componentes solicitados. Os registros assim obtidos devem ser armazenados convenientemente em um outro BDR de pequeno porte local, onde o programa se encontra (ET). Após esta etapa se pode desfazer a conexão com o BDR de grande porte.

Na etapa seguinte, o programa deve fazer uma identificação numérica dos componentes, bem como um ordenamento entre eles. Isto permite que em seguida seja possível criar um arquivo texto contendo os “nós” e “ramos” representativos da rede elétrica, devidamente identificados.

Por outro lado o programa deve também permitir o registro de valores de referência. Isto é, aqueles estabelecidos na Legislação tais como: índices de DEC, DIC, FEC e FIC (Resolução 024/ANEEL/00, [1] e [3], atualizada pelas Resoluções 075/ANEEL/2003 e 075/ANEEL/2004, para conjuntos de consumidores da Concessionária); fórmulas para o cálculo de penalidades (Resolução

318/ANEEL/98, [2], substituída pela Resolução 063/ANEEL/2004) e ainda; Tempo de manobra, Taxas de falhas e Tempo de reparo para os componentes da rede elétrica, fixados conforme histórico de ocorrências do sistema elétrico da Concessionária ou de valores típicos oriundos da literatura de outros Países, [4].

O arquivo texto poderá então ser submetido ao módulo de cálculo. Este módulo será responsável pelo cálculo os índices de DIC, FIC em cada ponto de carga, bem como os índices de DEC, FEC para o conjunto de consumidores. No processamento são levados em conta os valores de referência citados anteriormente.

Então os resultados assim calculados podem então serem apresentados na forma de relatórios (listagens) e/ou na própria rede elétrica, em código de cores, nos pontos indicados. Uma vez que a rede elétrica pode ser representada graficamente para o usuário.

O programa deve também permitir fazer modificações na rede elétrica, graficamente, e salvar em arquivo como uma “Alternativa”. Deve ser possível incluir / excluir componentes, alterar informações de componentes. Os arquivos salvos com “Alternativas” podem ser processados e comparados os seus resultados.

Devido às características peculiares dos sistemas de distribuição – grandes quantidades de componentes, e derivações – com frequência os tempos de processamentos são elevados, o que é indesejável. Para reduzir este tempo sem queda na qualidade dos resultados, devemos prever também rotinas que permitam “fazer o equivalente” de derivações existentes na rede elétrica. Isto permitirá reduzir a quantidade efetiva de componentes a serem processados e conseqüentemente a obtenção de redução do tempo de processamento.

Outros recursos importantes para a boa utilização de telas gráficas quando da apresentação de redes elétricas, são: a disponibilidade do recurso de “janela de zoom” para regiões selecionadas no desenho; e, ao pressionar o botão esquerdo do “mouse” sobre um componente no desenho, deve ser possível apresentar as informações relacionadas ao componente que estão armazenadas no Banco de Dados local.

Por fim se deve prever um módulo de “Ajuda” que deve conter orientações sobre a utilização do programa bem como informações diversas sobre sua especificação e criação.

## **8.2 – Requisitos e procedimentos básicos para utilização do programa.**

O microcomputador onde é instalado o programa deve estar conectado a uma rede de microcomputadores. Nesta rede deve existir também um BDR de grande porte, instalado e disponível, em um outro microcomputador, frequentemente denominado “servidor”. O microcomputador onde é instalado o programa é chamado de Estação de Trabalho (ou ET) e, em termos de rede, é denominado de “cliente”.

A primeira condição a ser satisfeita para o adequado funcionamento de um BDR de grande porte é a instalação de um sistema operacional, em todos os microcomputadores, que funcione na estrutura “cliente/servidor”. No caso em questão o sistema operacional utilizado foi o WINDOWS NT da Microsoft Corporation.

O BDR de grande porte utilizado foi o ORACLE 8i, da Oracle Corporation. Sua instalação requer procedimentos semelhantes ao do sistema operacional. Isto é, o banco propriamente dito e seus serviços de rede devem ser instalados no

“servidor” da rede. Nos microcomputadores “clientes” (ET), devem ser instalados o ORACLE para clientes e os serviços de rede correspondentes ao cliente.

Após se certificar de que o ambiente de processamento atende os requisitos citados anteriormente, se pode partir para a instalação do programa em um microcomputador ET. Para isto é suficiente inserir o disco de instalação no “drive” de CD e seguir as orientações em tela do Assistente de instalação. Concluída a instalação, o CD pode ser retirado do “drive” para instalação em outro microcomputador, se necessário.

Os procedimentos básicos para utilização do programa são descritos a seguir:

- 1) Configurar os parâmetros de referência do programa.

Antes que o programa seja utilizado, é conveniente e necessário que sejam ajustados os seus parâmetros. Para isto devemos usar uma opção no menu principal que esteja assim identificada: Configurações.

Estas configurações estão agrupadas conforme figura 9 a seguir:

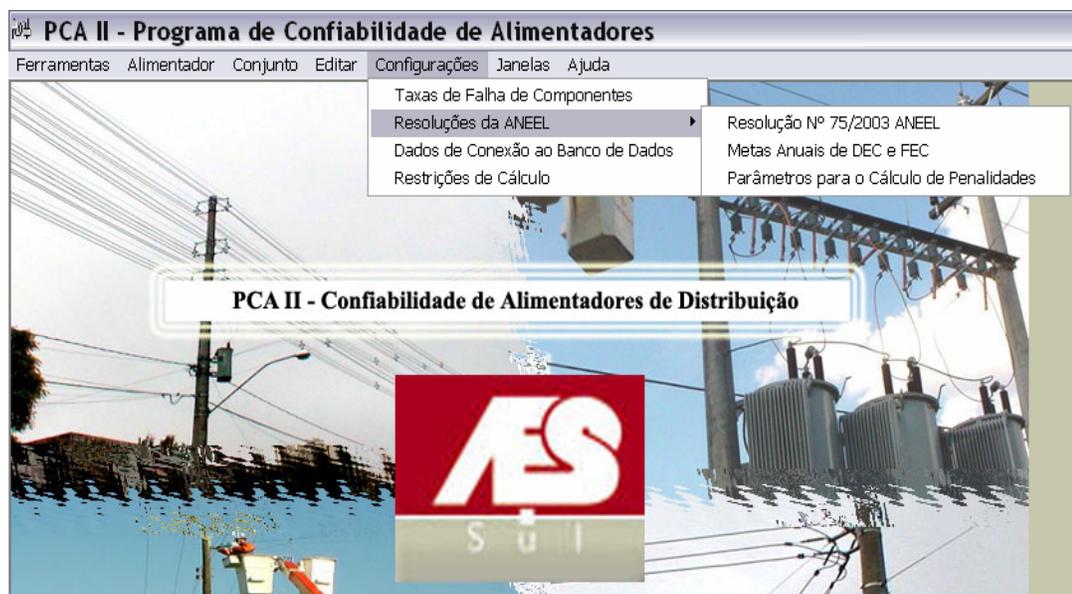


Figura 10 – Tela inicial de configurações do PCA.

a) *Taxas de falhas de Componentes:*

Onde são ajustados os valores de taxas de falha, tempo de reparo, tempo de manobra; por tipos de componentes da rede elétrica. Estes valores podem ser obtidos do Banco de Dados de ocorrências da própria Concessionária, ou valores típicos obtidos da literatura pertinente ao assunto.

	$\lambda$ (falhas/ano)	R - Tempo de Reparo (h)	S - Tempo de Manobra (h)	$\lambda_m$ Taxa de Manut. (vezes/ano)	Rm - Tempo Manutenção (h)	Porcent. de Abertura Indevida (%)	Prob. de Falha na Abertura (%)	Prob. de Falha Temp. (%)
Disjuntor da Subestação	0.05	4	1	0	0	0%	5%	
Religador da Subestação	0.05	10	2	0	0	0%	5%	
Religador da Rede	0.05	10	2	0	0	0%	5%	
Chave Fusível	0.01	4	2	0	0	0%	5%	70%
Chave Repetidora Fusível	0.01	4	2	0	0	0%	5%	30%

Figura 11 – Tela para ajustes das taxas de falhas de componentes da rede elétrica.

b) *Resoluções da ANEEL:*

Onde são ajustados os valores de DEC, FEC, DIC e FIC, definidos pelo órgão regulador ANEEL. Estão agrupados em: Resolução 075/2003 (que atualizou a Resolução 024/2000), Metas anuais de DEC e FEC, e Parâmetros para o cálculo de Penalidades. As figuras abaixo apresentam estas interfaces:

**Resolução Nº 075 ANEEL**

Tabela 2 | Tabela 3 | Tabela 4 | Tabela 5

**Unidades Consomidoras situadas em áreas urbanas com faixa de Tensão Nominal:  
1 kV ≤ Tensão < 69kV**

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora ( Anual )	
	DIC ( horas )	FIC ( interrupções )
0 - 10	25	18
>10 - 20	30	20
>20 - 30	35	25
>30 - 45	40	30
>45	45	35

Confirma      Cancela

Figura 12 – Tela de ajustes dos valores de DIC e FIC, por faixas de tensão de fornecimentos, conforme estabelecidos na Resolução 075/ANEEL/2003 (que atualizou a Resolução 024/ANEEL/2000).

**Metas Anuais de DEC e FEC**

**Entre com os valores conforme Resoluções da ANEEL**

Ano de Referência  
Ano: 2004

Adicionar      Remover

Conjunto  
Agudo URB

Anterior      1 de 233      Próximo

DEC      38 horas/ano

FEC      29 interrupções/ano

Confirma      Cancela

Figura 13 – Tela de ajuste dos valores das metas de DEC e FEC, por conjuntos, pactuados pela Concessionária junto à ANEEL.

**Parâmetros para o Cálculo de Penalidades**

**Fórmula para o Cálculo da Penalidade de DEC e FEC:**

$$\left( \frac{\text{IND}_v}{\text{IND}_p} - 1 \right) * \text{DEC}_p * \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ Cons. Conj}}{\text{N}^\circ \text{ Cons. Empresa}} \right) * \frac{\text{Fat. Empresa}}{8760} * K1 * K2 * K3 * K4$$

**N° Médio de Consumidores da Empresa:**

**Faturamento Líquido Anual da Empresa: R\$**

**K1 [ Coeficiente de Majoração ]:**   
 Conforme TAC/2003: K1 = 5

**K2 [ Coeficiente de Reincidência ]:**   
 Conforme Art. 10, da Resolução Aneel nº 318/1998: K2 = 1 ou 1,5

**K3 [ Coef. de Sanção Anterior [ 4 Anos ] ]:**   
 Conforme Art. 9º, da Resolução Aneel nº 318/1998; Considerada a aplicação do adicional de 2% para cada sanção

**K4 [ Coeficiente de Agravamento ]:**   
 Conforme TAC/2003: K4 = 1,20

Figura 14 – Tela de ajuste dos parâmetros financeiros para o cálculo de penalidades pelo não cumprimento de metas.

c) *Dados de Conexão ao BDR de grande porte:*

Esta opção permite ajustar os parâmetros necessários para o programa efetuar a conexão com o BDR de grande porte. As informações necessárias estão indicadas na figura abaixo:



Figura 15 – Tela de ajuste dos parâmetros necessários para conexão com o Banco de Dados de grande porte.

d) *Restrições de cálculo:*

Esta opção permite ajustar os parâmetros limites de processamento do programa. A figura abaixo apresenta esta interface.

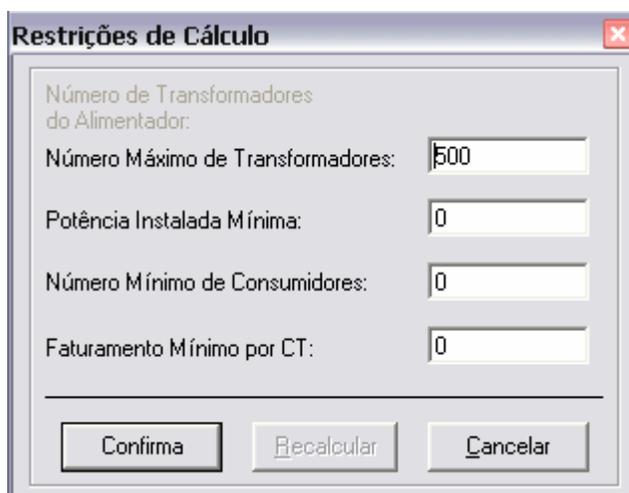


Figura 16 – Tela de ajuste dos limites de processamento do programa.

2) Fazer conexão entre o programa e o BDR de grande porte – Situação 1.

Depois de ajustadas as configurações do programa, devemos fazer a conexão com o BDR de grande porte para obtermos outras informações. Por meio da opção “Ferramentas”, no menu principal, devemos inicialmente obter a relação de todos os conjuntos – assim definidos junto a ANEEL – da Concessionária. Em seguida se deve também obter a relação de todos os Alimentadores de distribuição da Concessionária. A figura abaixo apresenta esta interface.

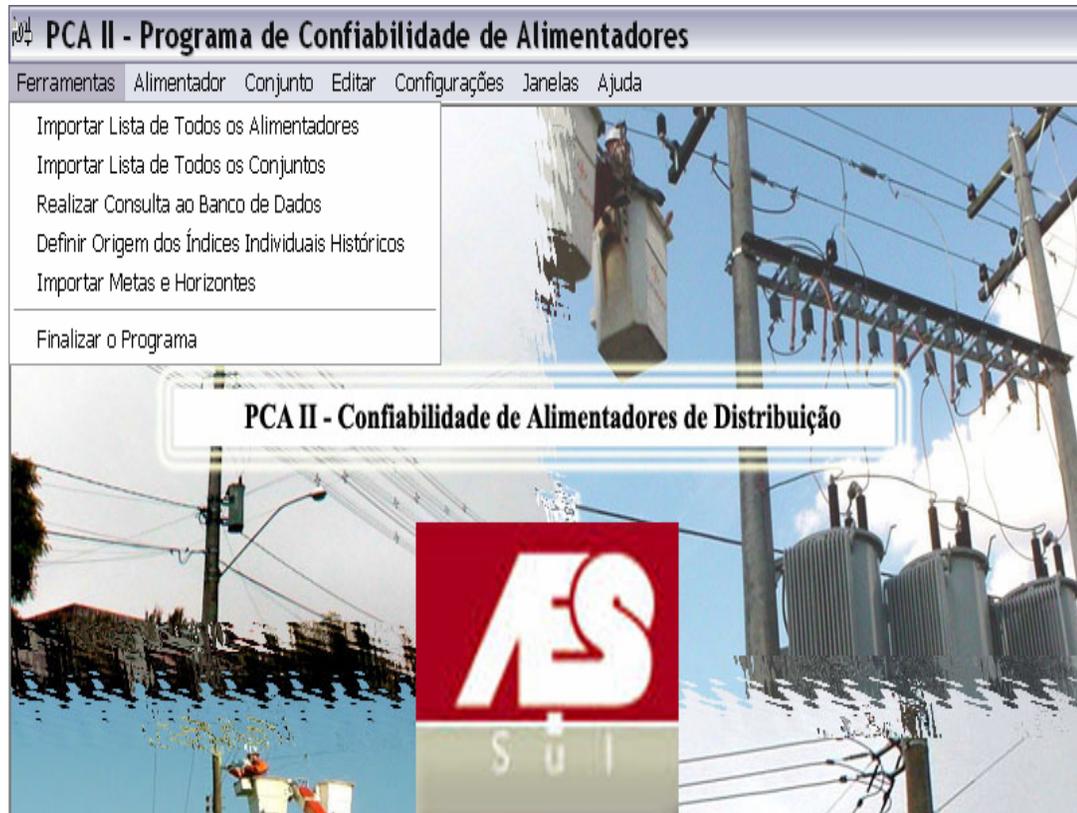


Figura 17 – Tela das opções do menu Ferramentas.

As demais opções podem ser utilizadas conforme suas finalidades. A opção “Importar Metas e Horizontes” transfere diretamente os valores para a opção “Configurações > Resoluções da ANEEL > Metas anuais de DEC e FEC”.

- 3) Fazer conexão entre o programa e o BDR de grande porte para selecionar uma rede elétrica a ser importada – Situação 2.

Faz-se uso da opção “Alimentador > Importar”, no menu principal. Esta opção permite selecionar o Alimentador (rede elétrica) que é importado para o BDR de pequeno porte local. As figuras abaixo apresentam as interfaces.

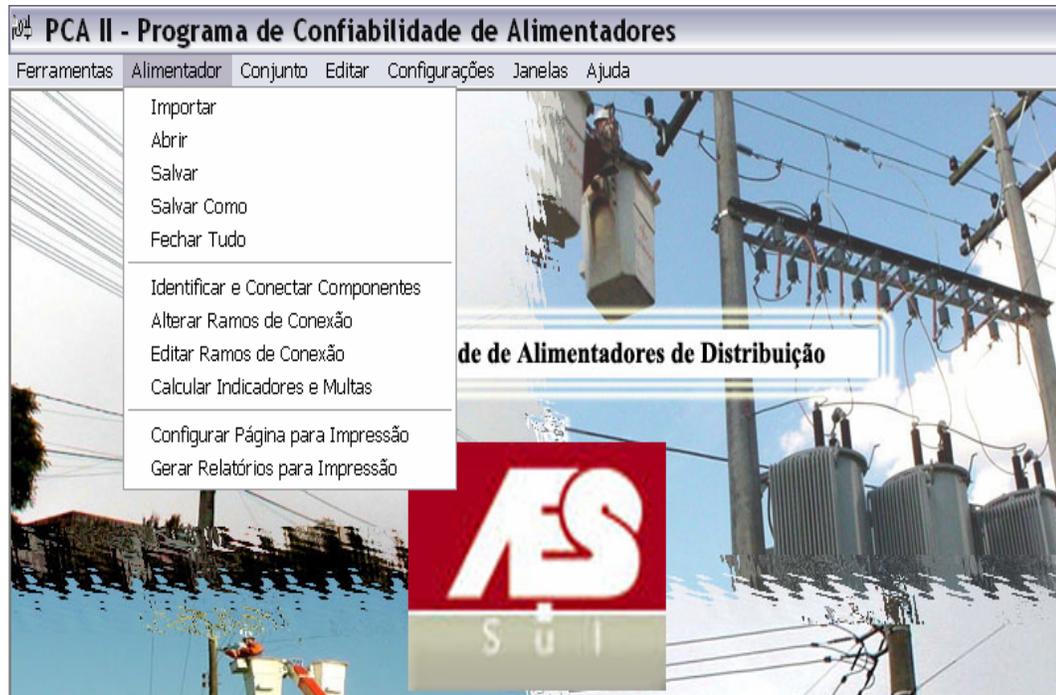


Figura 18 – Tela das opções do menu Alimentador.



Figura 19 – Tela para seleção do Alimentador que será importado.

Após selecionarmos a subestação e o Alimentador, e pressionar o botão 'Ok', aparece uma mensagem apresentando a evolução do processo de importação. Ao término, é solicitado um nome para o arquivo importado e o mesmo é gravado no BDR de pequeno porte local. A conexão é desfeita.

- 4) Selecionar no BDR de pequeno porte local, a rede elétrica para processamento.

Nesta etapa se deve selecionar um Alimentador existente no BDR local. Esta opção permite iniciar realização de análises e estudos de um Alimentador. Usamos a opção “Alimentador > Abrir” para selecionarmos o Alimentador. As figuras 18 e 20 apresentam as interfaces associadas.

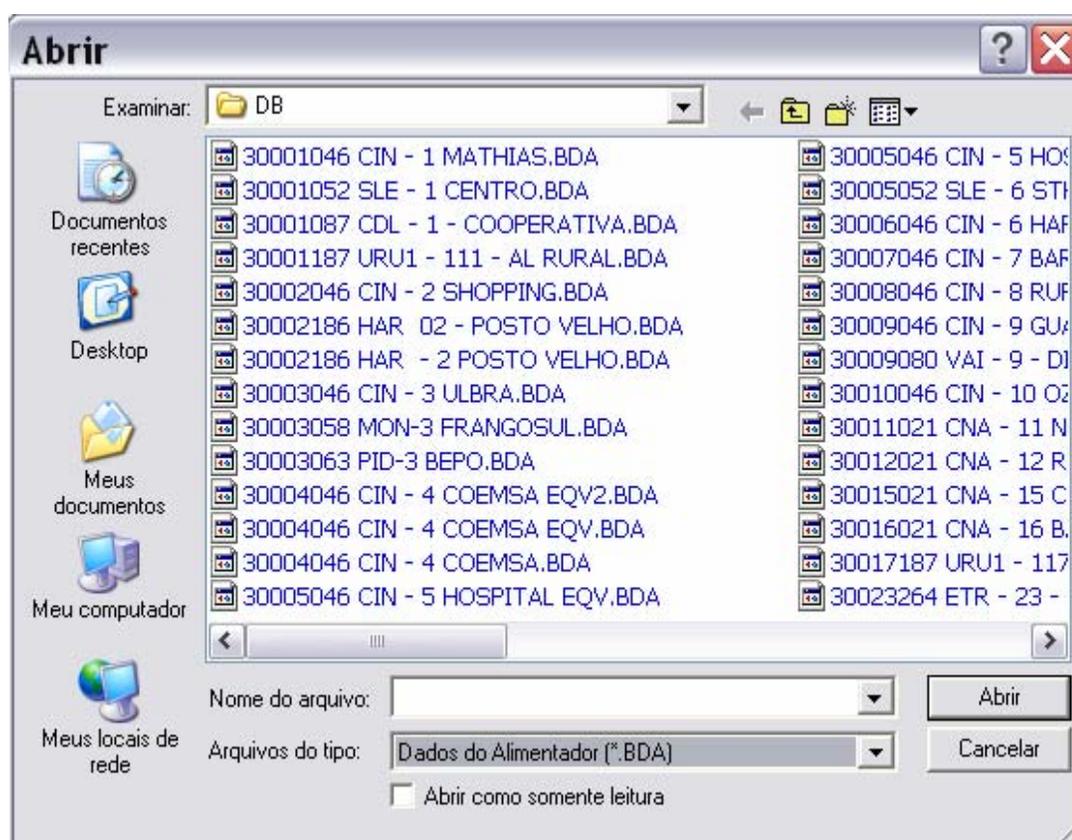


Figura 20 – Tela de acesso ao BDR de pequeno porte local para selecionar e abrir o arquivo de um Alimentador.

Cada arquivo contém todas as informações necessárias para apresentação gráfica do Alimentador, bem como as demais informações necessárias para cálculos. Se um determinado Alimentador (arquivo) não estiver nesta lista,

se torna necessário fazer sua importação do BDR de grande porte conforme item 3.

Na figura 20, se pressiona o botão esquerdo do “mouse” sobre o arquivo desejado e em seguida se pressiona o botão esquerdo do “mouse” sobre o botão ‘Abrir’. O arquivo será carregado e aberto.

- 5) Visualizar a topologia da rede elétrica, graficamente; relatórios e outras informações do Alimentador.

Após a abertura do arquivo selecionado, será apresentada uma tela inicial contendo informações gerais sobre o Alimentador (suas propriedades). No canto superior esquerdo é possível selecionar as interfaces associadas ao Alimentador conforme opções: Informações; Topologia; Relatórios. As figuras a seguir apresentam estas interfaces.

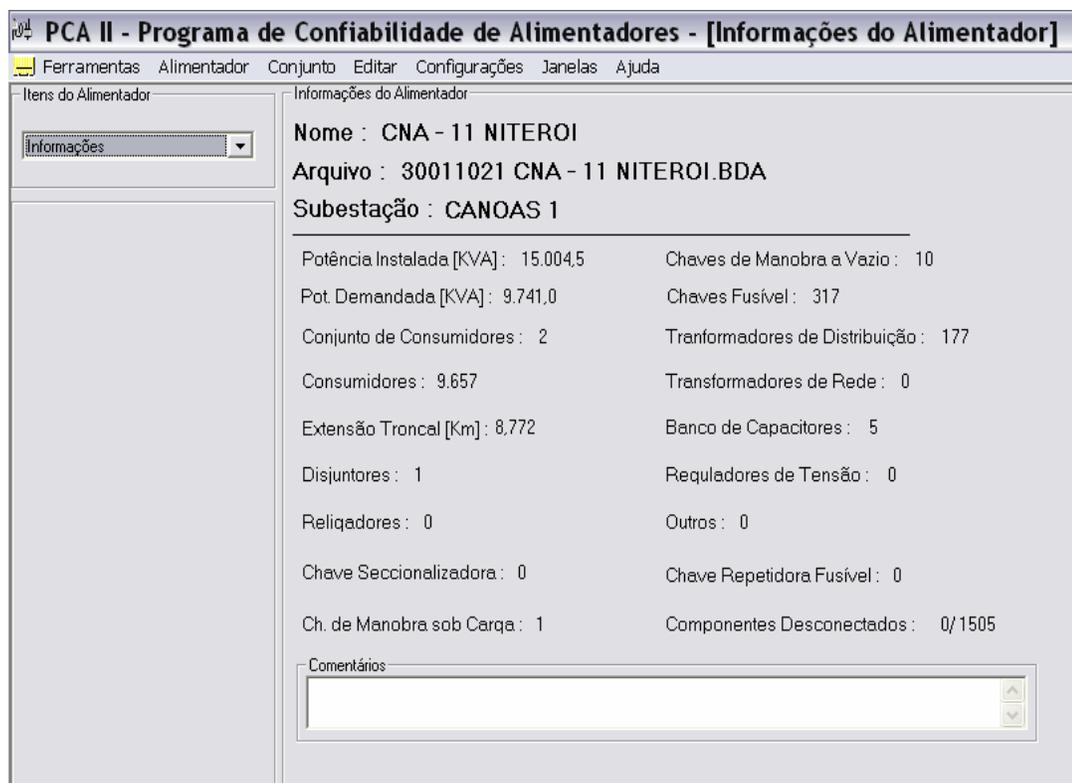


Figura 21 – Tela de apresentação das informações do Alimentador.

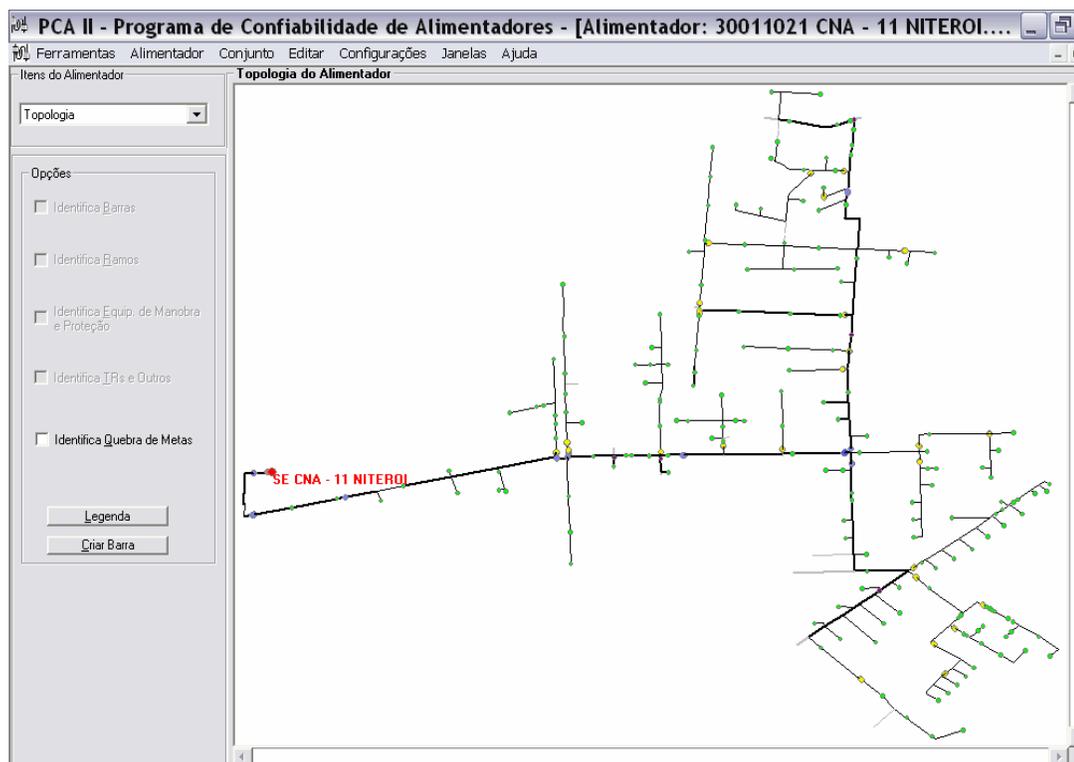


Figura 22 – Tela de apresentação da topologia do Alimentador.

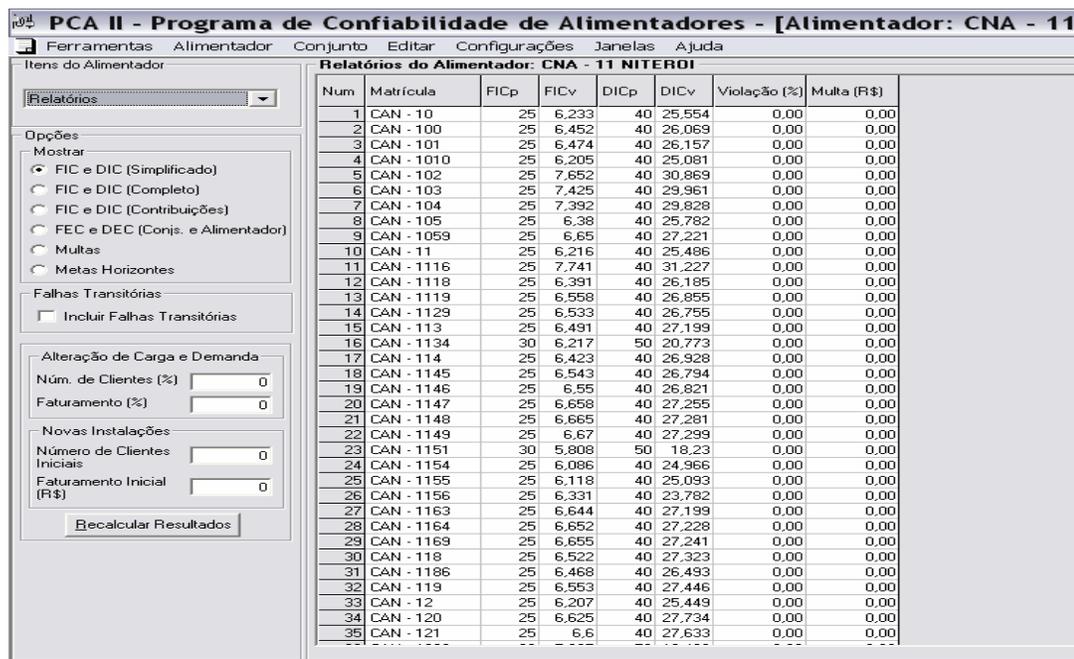


Figura 23 – Tela de apresentação dos relatórios. Opção selecionada: FIC e DIC (simplificado).

6) Identificar os componentes desta rede elétrica.

Esta etapa deve ser executada sempre que se importa um Alimentador pela primeira vez ou que se fazem modificações em sua topologia. Nesta etapa é verificada a continuidade do Alimentador, são identificados numericamente seus componentes além de outras providências. Esta etapa é iniciada por meio da opção “Alimentador > Identificar e conectar componentes” conforme indicado na figura 18. A figura 24 abaixo indica a evolução dos processos.



Figura 24 - Tela de apresentação da evolução dos processos de identificação da rede.

7) Calcular os índices de continuidade em cada ponto de carga.

Esta etapa deve ser executada após aquela indicada no item 6. Nesta etapa é criado um arquivo texto contendo os “nós” e “ramos” do Alimentador (rede elétrica), organizados em formulário padrão, com continuidade, e demais informações associadas e necessárias ao processamento. A seguir este arquivo texto é submetido ao módulo de cálculo, onde são calculados os

índices de continuidade para cada ponto de carga. Esta etapa é iniciada por meio da opção “Alimentador > Calcular indicadores e multas” conforme indicado na figura 18. As figuras 25, 26 e 27, a seguir, apresentam as opções para cálculos dos indicadores, a evolução dos processos e o tempo gasto para o processamento, respectivamente.

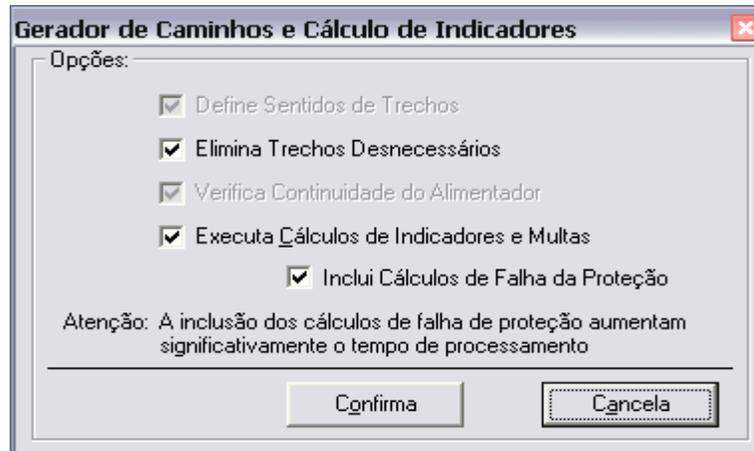


Figura 25 – Tela de apresentação das opções para cálculos dos indicadores.

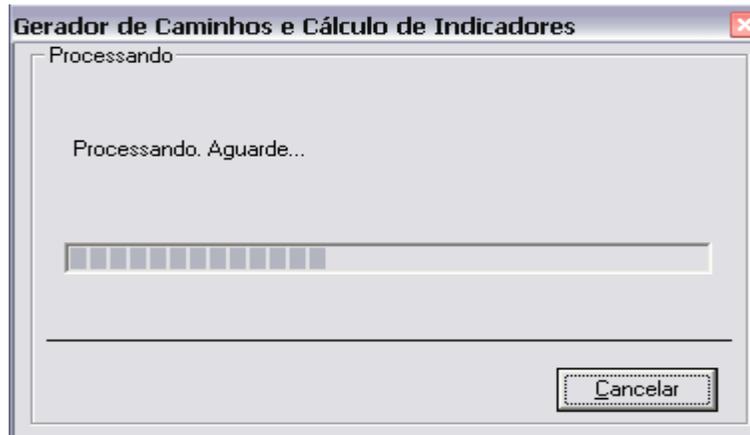


Figura 26 – Tela de apresentação da evolução dos processos de cálculos dos índices.



Figura 27 – Tela de apresentação do tempo gasto durante o processamento (caso exemplo).

8) Acessar os relatórios dos índices calculados.

Após o processamento dos cálculos dos índices de continuidade conforme item 7 se pode verificar os resultados disponíveis na forma de relatórios. Esta opção é acessada por meio da seleção existente no canto superior esquerdo da interface do Alimentador conforme figura 23. Os relatórios disponíveis estão apresentados nas figuras abaixo.

PCA II - Programa de Confiabilidade de Alimentadores - [Alimentador: CNA - 11 NITEROI]

Ferramentas Alimentador Conjunto Editar Configurações Janelas Ajuda

Itens do Alimentador

Relatórios do Alimentador: CNA - 11 NITEROI

Relatórios

Opções

Mostrar

FIC e DIC (Simplificado)

FIC e DIC (Completo)

FIC e DIC (Contribuições)

FEC e DEC (Conjs. e Alimentador)

Multas

Metas Horizontes

Falhas Transitórias

Incluir Falhas Transitórias

Num	Matrícula	FICp	FICv	DICp	DICv	Violação (%)	Multa (R\$)	Tipo	Tensão	Conjunto	Clientes	Faturamento	Potência
1	CAN - 10	25	8,618	40	33,989	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	109	74,20	75,0
2	CAN - 100	25	9,009	40	35,345	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	83	62,01	45,0
3	CAN - 101	25	9,031	40	35,433	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	49	50,61	30,0
4	CAN - 1010	25	8,58	40	33,474	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	80	65,60	75,0
5	CAN - 102	25	10,779	40	42,425	6,06	0,16	Urbano	BT	Canoas Centro URB	64	57,01	75,0
6	CAN - 103	25	10,552	40	41,518	3,79	0,13	Urbano	BT	Canoas Centro URB	77	77,01	75,0
7	CAN - 104	25	10,519	40	41,385	3,46	0,11	Urbano	BT	Canoas Centro URB	87	70,60	75,0
8	CAN - 105	25	8,843	40	34,887	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	65	58,41	75,0
9	CAN - 1059	25	9,241	40	36,422	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	81	67,80	75,0
10	CAN - 11	25	8,596	40	33,885	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	103	77,01	112,0
11	CAN - 1116	25	10,918	40	42,978	7,45	0,09	Urbano	BT	Canoas Centro URB	20	26,40	45,0
12	CAN - 1118	25	8,856	40	34,882	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	5	25,00	30,0
13	CAN - 1119	25	9,105	40	35,877	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	5	26,40	45,0
14	CAN - 1129	25	9,041	40	35,712	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	40	27,80	30,0
15	CAN - 113	25	9,016	40	37,37	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	66	50,61	45,0
16	CAN - 1134	30	8,617	50	27,118	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Mathias Velho URB	16	33,60	45,0
17	CAN - 114	25	8,914	40	36,862	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	52	55,61	75,0
18	CAN - 1145	25	9,068	40	35,731	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	72	52,80	45,0
19	CAN - 1146	25	9,075	40	35,758	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	126	88,41	75,0
20	CAN - 1147	25	9,238	40	36,411	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	132	83,41	75,0
21	CAN - 1148	25	9,245	40	36,437	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	115	79,81	45,0
22	CAN - 1149	25	9,25	40	36,456	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	103	64,20	75,0
23	CAN - 1151	30	7,997	50	23,11	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Mathias Velho URB	72	57,80	45,0
24	CAN - 1154	25	8,407	40	32,953	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	93	70,60	45,0
25	CAN - 1155	25	8,454	40	33,191	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	103	75,60	75,0
26	CAN - 1156	25	8,748	40	31,13	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	38	34,21	45,0
27	CAN - 1163	25	9,236	40	36,4	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	65	47,80	45,0
28	CAN - 1164	25	9,243	40	36,429	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	13	14,21	45,0
29	CAN - 1169	25	9,246	40	36,442	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	47	40,00	45,0
30	CAN - 118	25	9,051	40	37,527	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	89	65,60	112,0
31	CAN - 1186	25	8,975	40	35,45	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	142	92,01	75,0
32	CAN - 119	25	9,082	40	37,65	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	65	68,41	75,0
33	CAN - 12	25	8,582	40	33,815	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	96	69,20	75,0
34	CAN - 120	25	9,196	40	37,93	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	56	52,80	75,0
35	CAN - 121	25	9,171	40	37,829	0,00	0,00	Urbano	BT	Canoas Centro URB	65	54,20	75,0

Figura 28 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: FIC e DIC (completo).

PCA II - Programa de Confiabilidade de Alimentadores - [Alimentador: CNA - 11 NITEROI]

Ferramentas Alimentador Conjunto Editar Configurações Janelas Ajuda

Itens do Alimentador: Relatórios

Opções:

- FIC e DIC (Simplificado)
- FIC e DIC (Completo)
- FIC e DIC (Contribuições)
- FEC e DEC (Conjs. e Alimentador)
- Multas
- Metas Horizontes

Falhas Transitórias:

- Incluir Falhas Transitórias

Num	Matrícula	Falha Permanente	Duração	Manutenç	Duraçã	Manobra	Duração	Falha Proteção	Duraçã	Falha Total	Duração Total	Total com Transitória	Duração Total com Transitória
1	CAN - 10	3,099	15,397	0,735	3,642	3,000	10,287	1,476	4,663	8,618	33,989	8,618	33,989
2	CAN - 100	3,093	15,373	0,741	3,689	4,000	11,885	1,456	4,398	9,009	35,345	9,386	36,099
3	CAN - 101	3,170	15,679	0,763	3,777	4,000	11,579	1,456	4,398	9,031	35,433	9,408	36,187
4	CAN - 1010	2,905	14,621	0,609	3,009	4,000	11,385	1,472	4,460	8,580	33,474	8,647	33,607
5	CAN - 102	4,203	19,813	1,055	4,947	4,000	13,575	1,379	4,091	10,779	42,425	12,269	45,404
6	CAN - 103	3,409	16,636	0,828	4,039	5,000	16,751	1,379	4,091	10,552	41,518	12,042	44,496
7	CAN - 104	3,293	16,171	0,795	3,906	5,000	17,216	1,379	4,091	10,519	41,385	12,009	44,364
8	CAN - 105	3,459	16,834	0,960	4,775	3,000	8,799	1,476	4,479	8,843	34,887	8,843	34,887
9	CAN - 1059	3,151	15,605	0,715	3,501	4,000	12,788	1,442	4,528	9,241	36,422	9,687	37,314
10	CAN - 11	3,051	15,202	0,713	3,538	3,000	10,482	1,476	4,663	8,596	33,885	8,596	33,885
11	CAN - 1116	4,266	20,063	1,070	5,007	4,000	13,844	1,373	4,065	10,918	42,978	12,503	46,148
12	CAN - 1118	3,064	15,257	0,691	3,402	4,000	11,621	1,461	4,604	8,856	34,882	9,055	35,279
13	CAN - 1119	3,183	15,731	0,722	3,526	4,000	12,063	1,450	4,558	9,105	35,877	9,463	36,593
14	CAN - 1129	3,481	16,925	0,858	4,162	3,000	10,026	1,461	4,600	9,041	35,712	9,262	36,155
15	CAN - 113	3,821	18,485	1,133	5,654	3,000	8,454	1,476	4,777	9,016	37,370	9,016	37,370
16	CAN - 1134	1,985	9,941	0,343	1,661	5,000	12,440	1,456	3,076	8,617	27,118	8,916	27,715
17	CAN - 114	3,652	17,807	1,032	5,146	3,000	9,132	1,476	4,777	8,914	36,862	8,914	36,862
18	CAN - 1145	3,229	15,914	0,735	3,578	4,000	11,671	1,453	4,568	9,068	35,731	9,385	36,364
19	CAN - 1146	3,252	16,008	0,741	3,605	4,000	11,577	1,453	4,568	9,075	35,758	9,391	36,390
20	CAN - 1147	3,285	16,142	0,748	3,632	4,000	12,103	1,444	4,535	9,238	36,411	9,662	37,259
21	CAN - 1148	3,308	16,233	0,755	3,658	4,000	12,012	1,444	4,535	9,245	36,437	9,669	37,285
22	CAN - 1149	3,325	16,298	0,759	3,676	4,000	11,946	1,444	4,535	9,250	36,456	9,674	37,304
23	CAN - 1151	1,401	7,402	0,114	0,572	5,000	12,169	1,476	2,968	7,997	23,110	7,997	23,110
24	CAN - 1154	2,713	13,852	0,524	2,605	4,000	11,833	1,476	4,663	8,407	32,953	8,407	32,953
25	CAN - 1155	2,793	14,171	0,572	2,843	4,000	11,514	1,476	4,663	8,454	33,191	8,454	33,191
26	CAN - 1156	2,849	14,196	0,581	2,817	4,000	10,432	1,461	3,686	8,748	31,130	8,948	31,529
27	CAN - 1163	3,132	15,527	0,710	3,479	4,000	12,867	1,442	4,528	9,236	36,400	9,681	37,291
28	CAN - 1164	3,157	15,629	0,717	3,508	4,000	12,764	1,442	4,528	9,243	36,429	9,689	37,321
29	CAN - 1169	3,169	15,675	0,720	3,521	4,000	12,718	1,442	4,528	9,246	36,442	9,692	37,334
30	CAN - 118	3,919	18,878	1,169	5,811	2,000	8,061	1,476	4,777	9,051	37,527	9,051	37,527
31	CAN - 1186	3,252	16,008	0,732	3,900	3,000	10,943	1,461	4,600	8,975	35,450	9,197	35,893
32	CAN - 119	4,027	19,309	1,200	5,934	2,000	7,630	1,476	4,777	9,082	37,650	9,082	37,650
33	CAN - 12	3,027	15,110	0,699	3,468	3,000	10,575	1,476	4,663	8,582	33,815	8,582	33,815
34	CAN - 120	3,738	18,153	1,022	5,047	3,000	10,015	1,461	4,716	9,196	37,930	9,394	38,325
35	CAN - 121	3,650	17,800	0,997	4,946	3,000	10,367	1,461	4,716	9,171	37,829	9,369	38,225

Figura 29 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: FIC e DIC (contribuições).

PCA II - Programa de Confiabilidade de Alimentadores - [Alimentador: CNA - 11 NITEROI]

Ferramentas Alimentador Conjunto Editar Configurações Janelas Ajuda

Itens do Alimentador: Relatórios

Opções:

- FIC e DIC (Simplificado)
- FIC e DIC (Completo)
- FIC e DIC (Contribuições)
- FEC e DEC (Conjs. e Alimentador)
- Multas
- Metas Horizontes

Falhas Transitórias:

- Incluir Falhas Transitórias

Num	Nome	FECp	FECv	DECp	DECv	Trafos	% no Conj.	Clientes	% no Conj.	Faturamento	% no Conj.
1	Canoas Mathias Velho URB	11,0	8,181	13,0	25,022	16	8,99	649	6,79	1,068,07	10,53
2	Canoas Centro URB	9,0	8,945	10,0	34,156	162	91,01	8,911	93,21	9,076,56	89,47
---	CNA - 11 NITEROI	9,136	8,893	10,204	33,536	178	-----	9,560	-----	10,144,63	-----

Figura 30 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: FEC e DEC (conjuntos e Alimentador).

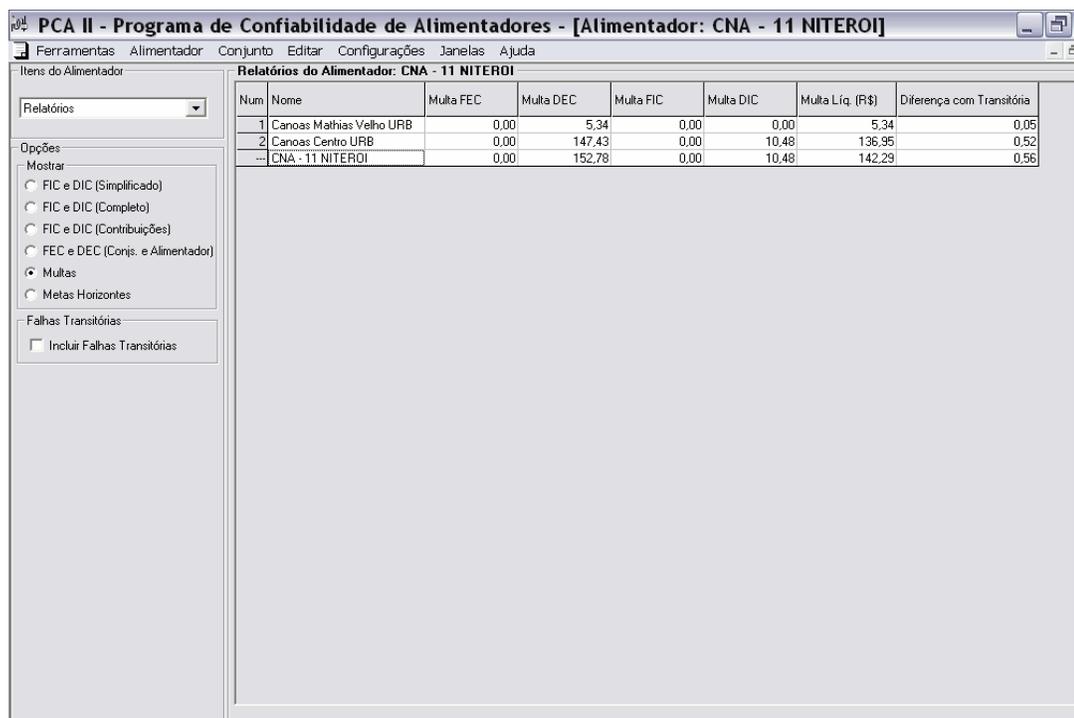


Figura 31 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: Multas.

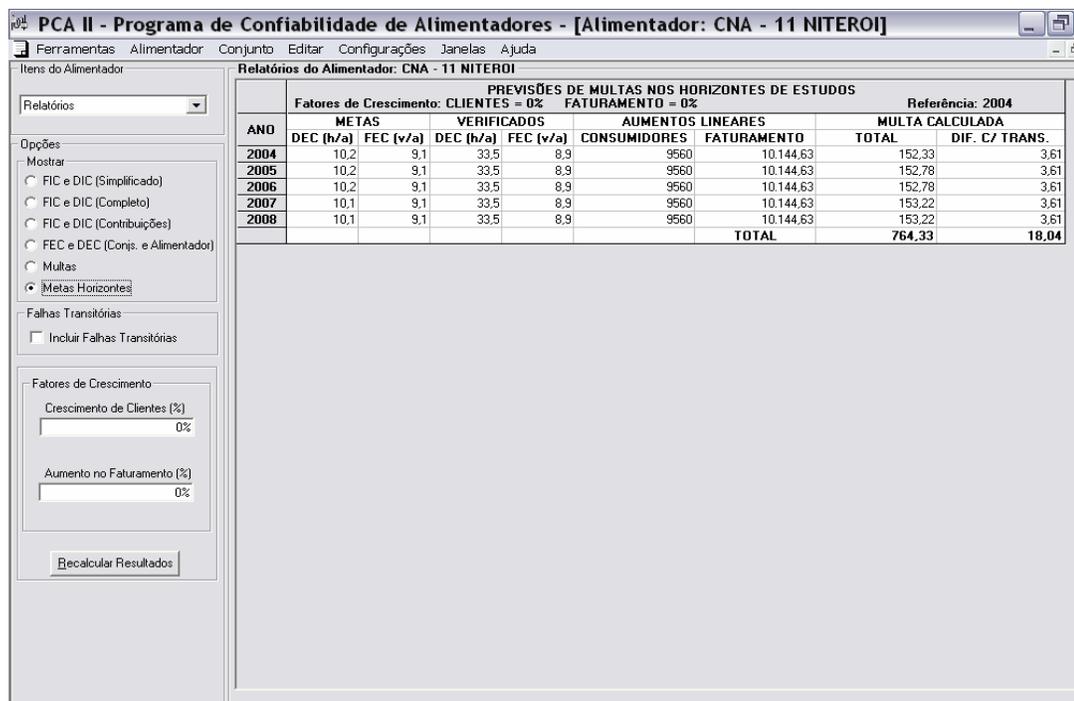


Figura 32 – Tela de apresentação do relatório. Opção selecionada: Metas Horizontes.

Em todos os relatórios é possível considerar os efeitos das falhas transitórias se marcando a caixa de seleção. No caso do relatório de Metas Horizontes – figura 32 – é ainda possível considerar fatores de crescimentos para a quantidade de clientes e faturamento.

- 9) Visualizar os valores calculados, em código de cores, na topologia da rede elétrica.

Os valores calculados no item 7 e obtidos nos relatórios do item 8 podem ser apresentados na própria topologia do Alimentador usando código de cores. As figuras a seguir apresentam estas interfaces.



Figura 33 – Tela de apresentação da legenda de cores dos componentes da rede elétrica.

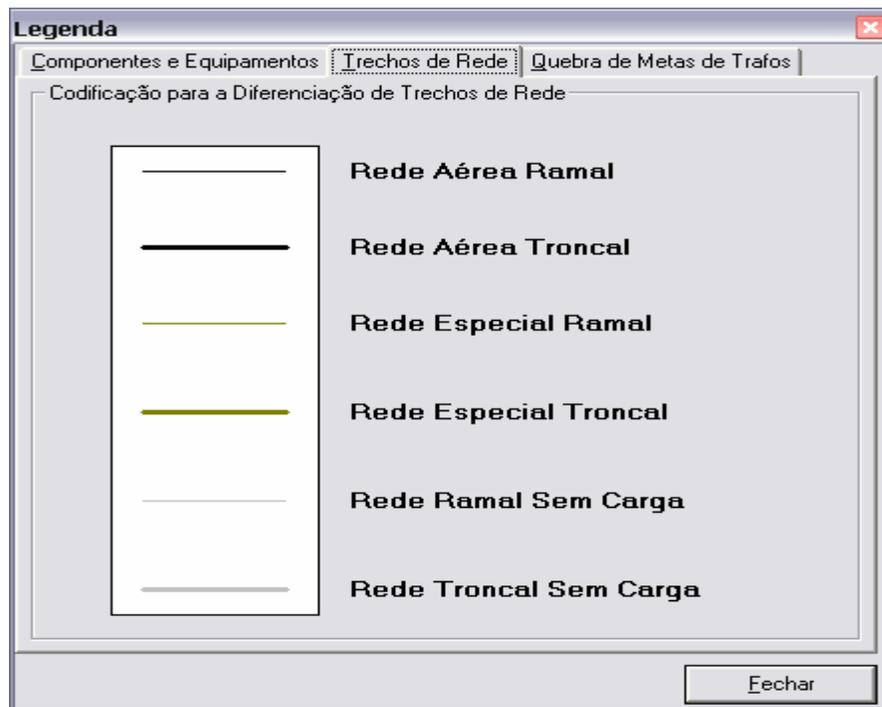


Figura 34 – Tela de apresentação da legenda de cores dos trechos de rede.

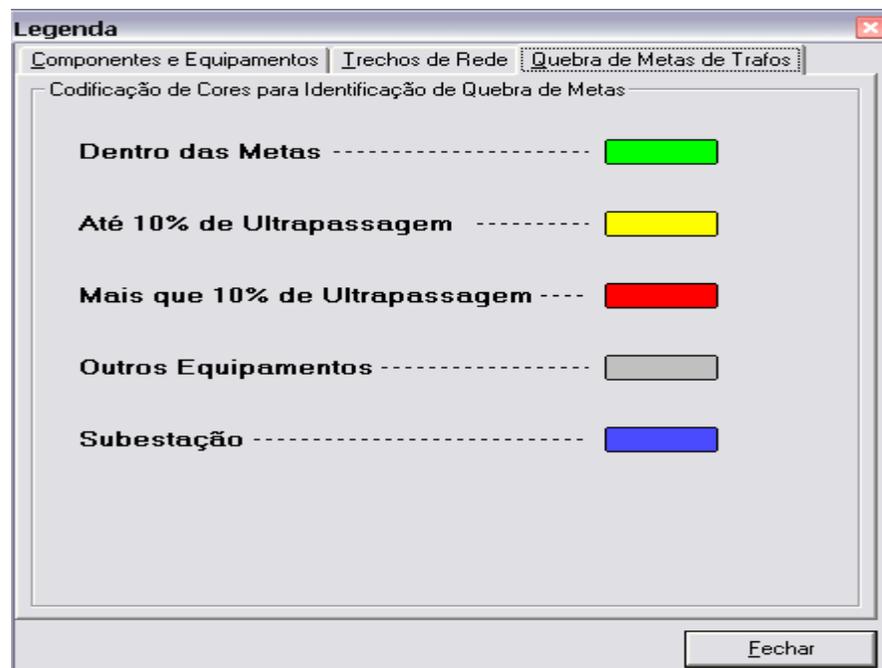


Figura 35 – Tela de apresentação da legenda de cores das quebras de metas de transformadores de distribuição.

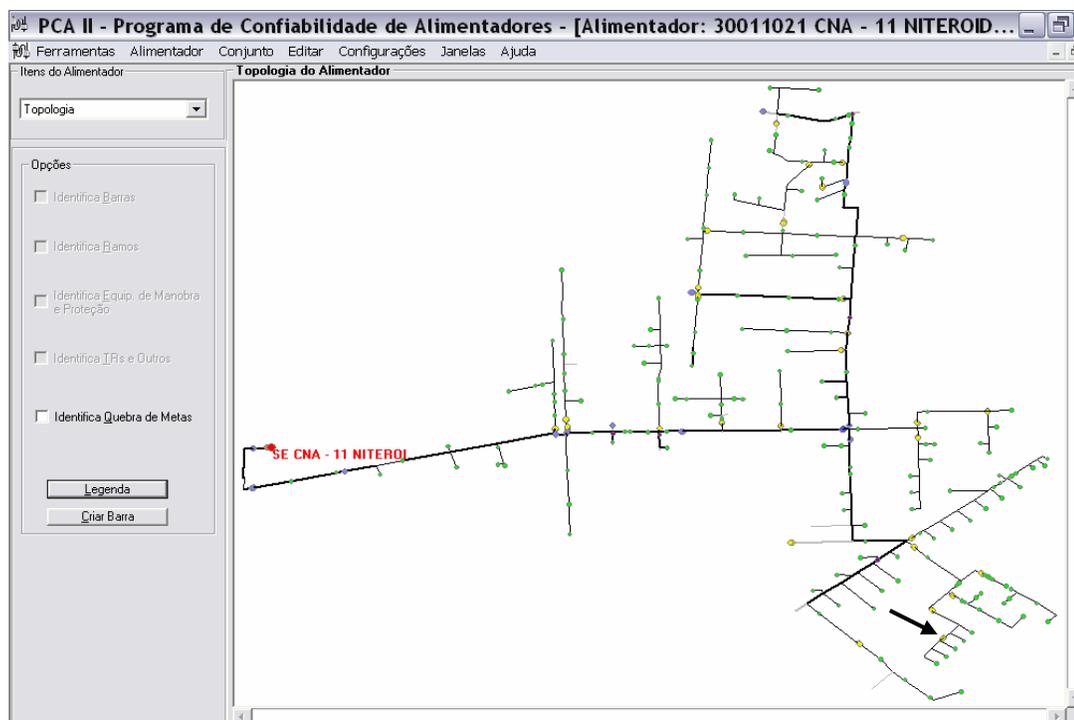


Figura 36 - Tela de apresentação da topologia normal do Alimentador.

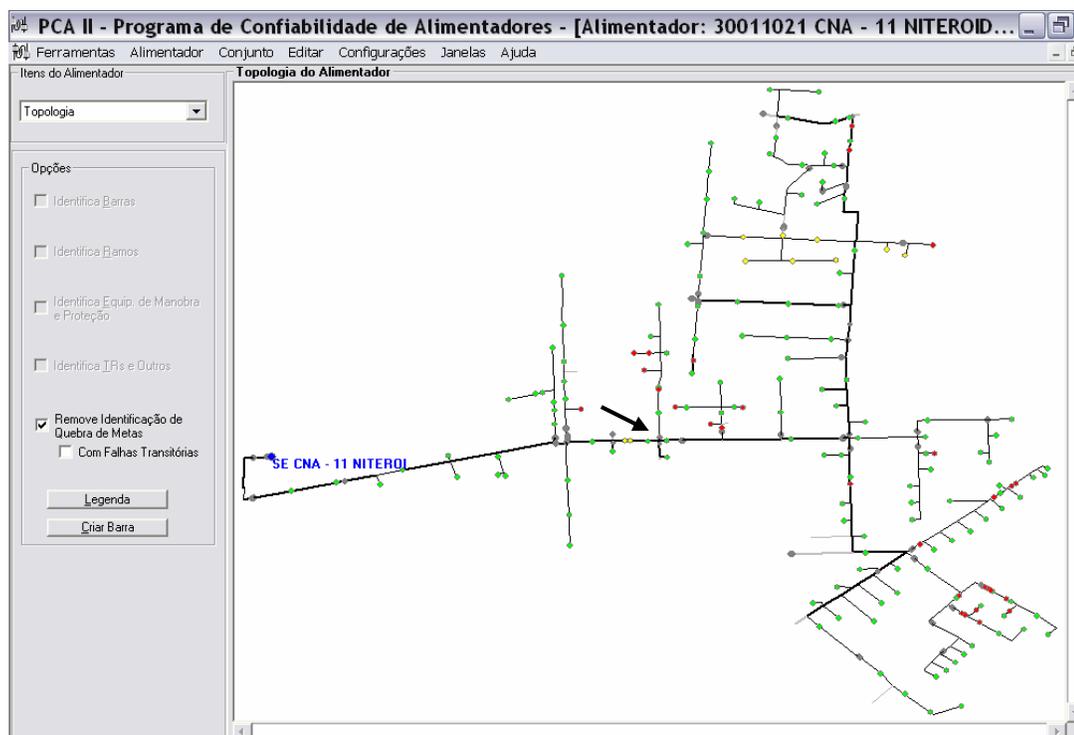


Figura 37 - Tela de apresentação da topologia do Alimentador com indicativos de quebra de metas dos pontos de carga (transformador).

#### 10) Fazer modificações de componente(s) na topologia da rede elétrica.

Nesta etapa, se conhece os resultados dos índices calculados e se pode visualizá-los na topologia do Alimentador. Assim é possível identificar as regiões do Alimentador onde existem pontos de carga e onde ocorreram quebras de metas (pontos amarelos e pontos vermelhos).

O objetivo do usuário do programa (Analista da rede elétrica) deve ser o de identificar componentes (p.ex., chaves de derivação), que, se substituídos, (p.ex., por religador), reduz a quantidade de pontos de carga, à jusante, que ultrapassa suas metas (pontos vermelhos e amarelos).

Para fazer esta verificação o usuário primeiramente deve eleger o componente que deve ser modificado.

Supondo que o usuário tenha escolhido a chave fusível da derivação conforme indicado na figura 37, deverá selecionar o componente pressionando com o botão direito do “mouse” sobre o componente. Aparece então um Assistente apresentando as informações deste componente. Em seguida se deve usar o botão ‘Editar’ para fazer a alteração do tipo do componente. As figuras 38 e 39 abaixo apresentam estas interfaces.



Figura 38 – Tela de apresentação do Assistente contendo as informações de um componente, selecionado pelo pressionamento do botão esquerdo do “mouse” sobre seu símbolo.



Figura 39 – Tela obtida pelo pressionamento do botão esquerdo do “mouse” sobre o botão ‘Editar’, da figura 38, para modificação do tipo do componente.

Feita a alteração do componente, o usuário deve submeter o Alimentador, novamente, ao módulo de cálculo. E, em seguida, visualizar os resultados na topologia para verificar as influências desta eventual substituição do componente.

Este recurso permite ao usuário fazer “experiências” no Alimentador (rede elétrica) e visualizar os resultados.

- 11) Salvar a rede elétrica, contendo as modificações, em um arquivo com um nome diferente do original. (arquivo de “alternativa”).

Após definidas a(s) modificação(ões) a ser(em) feita(s) no Alimentador, se deve salva-las em um arquivo no BDR local, com um nome apropriado. Este arquivo pode ser identificado como uma “alternativa” de solução para o problema, pois contém todas as informações necessárias.

Podem ser gerados tantos arquivos de “alternativa” quanto forem possíveis. Estas alternativas poderão compor um relatório detalhado de solução para o problema da rede elétrica. Inclusive com indicativos de custos para cada alternativa.

Esta opção (“Salvar como...”) é acessada por meio do menu Alimentador conforme figura 18.

### **8.3 – Recursos adicionais do programa.**

Existem outros recursos que podem ser usados eventualmente. Eles aumentam a flexibilidade do programa, pois permitem ao usuário maiores possibilidades para realizar suas análises. Relacionamos a seguir os principais recursos bem como uma breve descrição.

a) *Alterar ramos de conexão.*

Esta opção pode ser selecionada, a partir do menu principal, por meio de: “Alimentador > Alterar ramos de conexão”.

Por esta opção é possível:

- excluir um componente ou;
- alterar o seu tipo, ou ainda;
- mudar o estado do equipamento (de aberto para fechado ou vice-versa).

Por meio desta opção é possível remanejar blocos de cargas de um ponto de suprimento para outro ponto de suprimento. Isto pode ser feito, se abrindo uma chave e se fechando outra.

Outra maneira de acessar estes recursos é pressionar o botão esquerdo do “mouse” sobre o componente na topologia do Alimentador. Aparecerá então um Assistente – conforme figura 38 - que permite executar as mesmas operações, se pressionando o botão esquerdo do “mouse” sobre o botão ‘Editar’.

A figura 40 apresenta a interface inicial para estas operações. Após se marcar a restrição do tipo de componente, se seleciona o ramo desejado. Em seguida, se pressiona o botão esquerdo do “mouse” sobre o botão ‘Editar’. Deste modo, aparece um novo Assistente conforme figura 41, onde é feita a mudança do tipo ou estado do componente – a figura 39 também ilustra esta operação.



Figura 40 – Tela inicial para alterar ramos de conexão.



Figura 41 – Tela para mudança do tipo do ramo ou mudança do estado do componente.

b) *Editar ramos de conexão.*

Esta opção pode ser selecionada, a partir do menu principal, por meio de: “Alimentador > Editar ramos de conexão”.

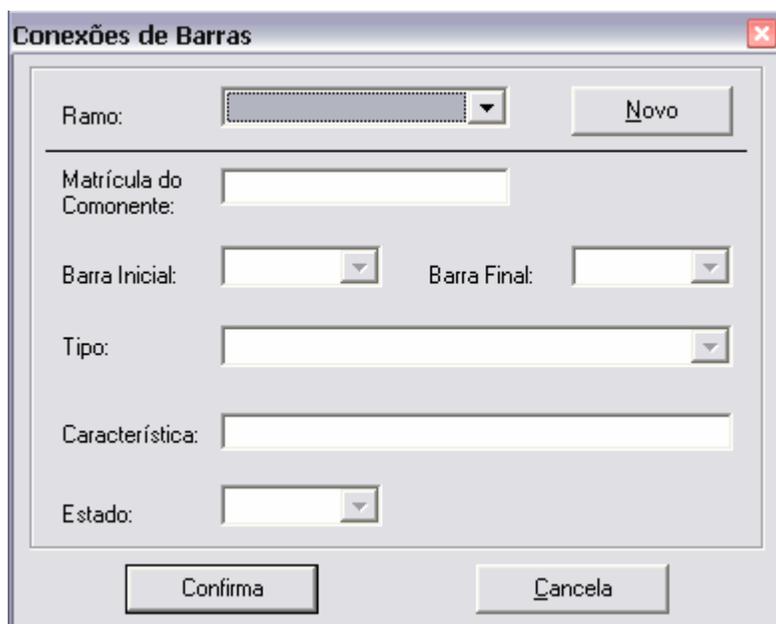
Por esta opção é possível:

- criar um novo componente, ou;

- mover um componente, ou ainda;
- mudar o estado do componente (para aberto ou para fechado).

Por meio desta opção é possível criar um novo trecho (componente) na topologia do Alimentador. Isto pode ser feito, primeiramente, se criando uma barra na topologia do Alimentador por meio do botão 'Criar barra' conforme indicado na figura 22. Em seguida usamos esta opção para criar um trecho entre a barra recém criada e uma barra existente na topologia do Alimentador. Para mover um trecho (componente), podemos informar os números das novas barras de início e fim.

A figura 42 apresenta a interface para estas operações. No caso de criação de um novo ramo, se pressiona o botão esquerdo do "mouse" sobre o botão 'Novo' e em seguida se informam os números das barras inicial e final. No caso de mover um ramo existente, se seleciona o ramo e em seguida se informam os números das barras inicial e final.



A imagem mostra uma janela de diálogo intitulada "Conexões de Barras". Ela contém os seguintes campos e botões:

- Ramo: campo de seleção com uma seta para baixo e um botão "Novo" ao lado.
- Matrícula do Componente: campo de texto.
- Barra Inicial: campo de seleção com uma seta para baixo.
- Barra Final: campo de seleção com uma seta para baixo.
- Tipo: campo de seleção com uma seta para baixo.
- Característica: campo de texto.
- Estado: campo de seleção com uma seta para baixo.
- Botões "Confirma" e "Cancela" na base da janela.

Figura 42 – Tela do Assistente para criação de novo ramo ou para mover ramo existente.

- c) Criar “equivalentes” de um grupo de pontos de carga, em uma derivação do Alimentador.

Esta opção pode ser selecionada pelo Assistente de propriedades, conforme figura 38, pressionando o botão ‘Equivalentar’. Este Assistente é acessado pelo pressionamento do botão esquerdo do “mouse” sobre o componente. Neste caso, sobre a chave da derivação que se deseja obter o “equivalente” de seus pontos de carga.

Esta opção é de grande utilidade quando se deseja reduzir o tempo de processamento, pois se pode reduzir efetivamente a quantidade de pontos de carga a serem processados, sem deixar de considerar todas as informações.

A figura 43 apresenta a interface para fazer o “equivalente” dos pontos de carga a jusante da chave indicada na figura 36.



Figura 43 – Tela da interface para “fazer o equivalente” de pontos de carga.

Ao se pressionar o botão ‘Confirmar’, na figura 43, é calculado um novo ponto de “carga-equivalente” conforme a seguir:

- a) Potência: igual à soma das potências dos pontos de carga reais.

- b) Clientes: igual à soma das quantidades de clientes de cada ponto de carga real.
  - c) Faturamento: igual à soma dos faturamentos de cada ponto de carga real.
  - d) FIC e DIC: iguais à média ponderada dos FIC e DIC de cada ponto de carga real, ponderados pelos respectivos faturamentos.
- d) Configurar página para impressão e gerar relatórios para impressão.

Estas opções podem ser seleccionadas, a partir do menu principal, por meio de: “Alimentador” ou “Conjunto”.

Por estas opções é possível imprimir relatórios. As figuras 44 e 45 ilustram estas opções.



Figura 44 – Tela para configuração de impressora.

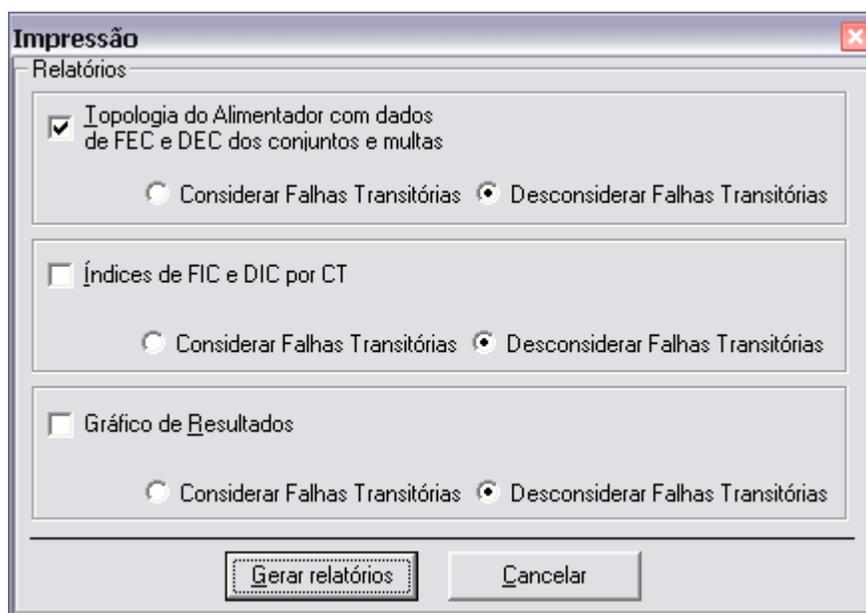


Figura 45 – Tela para gerar relatórios para impressão.

e) Importar Conjunto (conforme definido junto à ANEEL).

O programa também permite a execução de análises da rede elétrica a partir de Conjuntos de consumidores, conforme definidos pela Concessionária junto ao órgão regulador – ANEEL. Nesta situação, quase sempre um Conjunto envolve mais de um Alimentador.

Para acessar esta opção, fazemos uso de “Conjunto > Importar”, no menu principal. Esta opção permite selecionar o Conjunto que deve ser importado para o BDR de pequeno porte local. Neste caso é importado cada Alimentador que faz parte do Conjunto.

As figuras abaixo apresentam as interfaces associadas.



Figura 46 – Tela de acesso à opção de importação de Conjuntos.



Figura 47 – Tela para seleção do Conjunto que será importado.

- f) Selecionar no BDR de pequeno porte local, a rede elétrica correspondente a um Conjunto.

Nesta opção se deve selecionar um Conjunto (rede elétrica) existente no BDR local. Esta opção permite iniciar realização de análises e estudos de um Conjunto. Usa-se a opção “Conjunto > Abrir” para selecionar o Conjunto.

As figuras 46 e 48 apresentam as interfaces associadas.

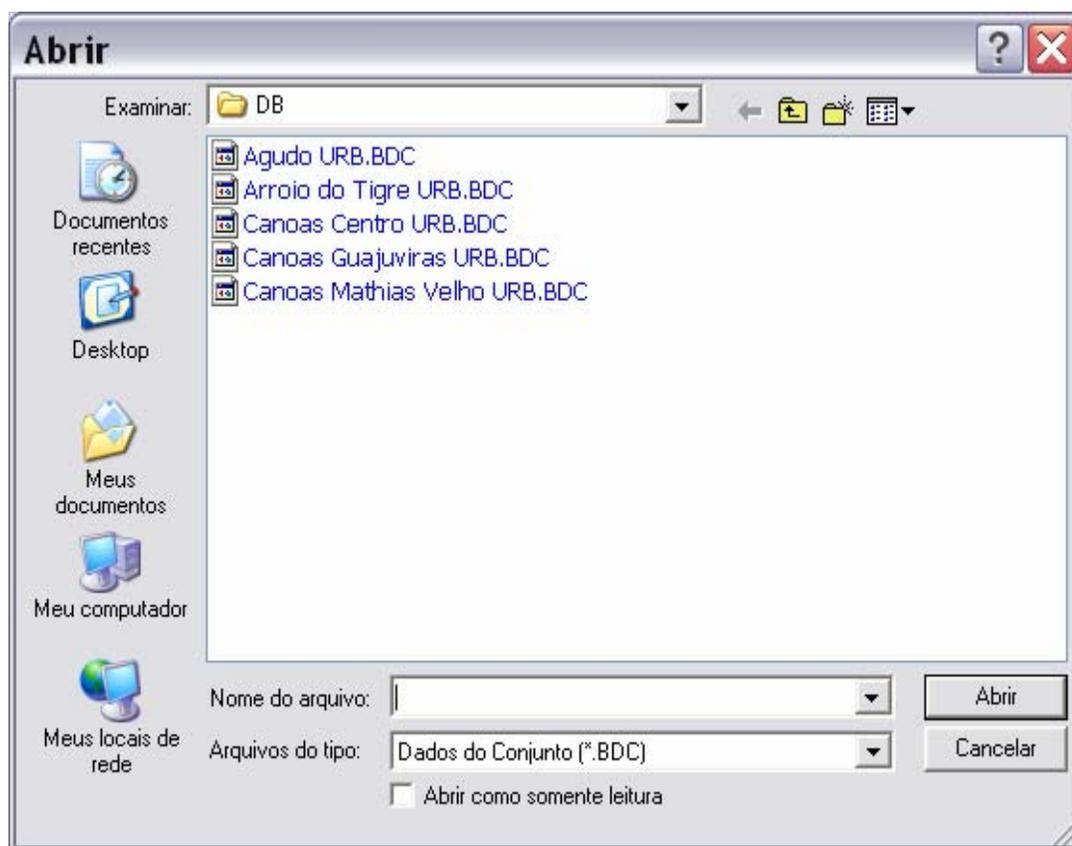


Figura 48 – Tela de acesso ao BDR de pequeno porte local para selecionar e abrir o arquivo de um Conjunto.

Cada arquivo contém todas as informações necessárias para apresentação gráfica do Conjunto. Se um determinado Conjunto não estiver nesta lista, se torna necessário fazer sua importação do BDR de grande porte conforme item “e”.

Na figura 47, se pressiona o botão esquerdo do “mouse” sobre o arquivo desejado e em seguida se pressiona o botão esquerdo do “mouse” sobre o botão ‘Abrir’. O arquivo é carregado e aberto.

g) Definir arquivos de Alimentadores.

Esta opção pode se acessada em “Conjunto > Definir Arquivos de Alimentadores”, a partir do menu principal.

Após abrir um arquivo de Conjunto, se torna necessário usar esta opção para indicar o local dos arquivos dos Alimentadores que fazem parte do Conjunto. A figura 49 ilustra esta operação.

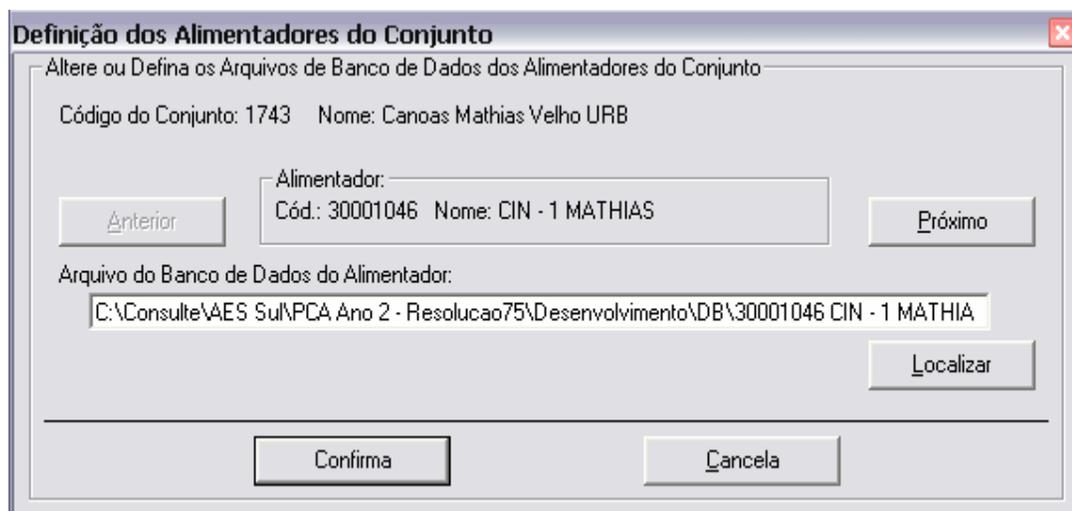


Figura 49 – Tela do Assistente para definir arquivos de Alimentadores que fazem parte do Conjunto.

Ao se pressionar o botão esquerdo do “mouse” sobre o botão ‘Localizar’, o arquivo indicado em “Arquivo do Banco de Dados do Alimentador” fica localizado pelo Conjunto. E em seguida salta para o próximo. Para finalizar se pressiona o botão ‘Confirma’.

h) Visualizar a topologia e obter outras informações do Conjunto.

Estas interfaces são acessadas logo após a operação de “Abrir o Conjunto”. As informações estão agrupadas em quatro interfaces conforme a seguir e podem ser selecionadas por meio da caixa de seleção, no canto superior esquerdo.

1) *Interface de “Informações e Seleção”*: Apresenta informações gerais sobre o conjunto. Em “Informações dos Alimentadores do conjunto” são apresentados os Alimentadores que fazem parte do Conjunto bem como a participação de cada um. Os Alimentadores que estão indicados na cor azul necessitam ser “localizados” conforme item “g”. Os Alimentadores que estão indicados em negrito já foram localizados. Para obter os índices calculados dos pontos de carga do Conjunto, se torna necessário que tenham sido calculado individualmente para cada Alimentador. A coluna da direita indica quais os Alimentadores que foram calculados ou não. A figura 50 apresenta esta interface.

PCA II - Programa de Confiabilidade de Alimentadores - [Informações do Conjunto]

Ferramentas Alimentador Conjunto Editar Configurações Janelas Ajuda

Itens do Conjunto: Informações e Seleção

Opções:

- Escolha na tabela, ao lado os Alimentadores que deverão ser desconsiderados na exibição da topologia, cálculos e relatórios.
- Os Alimentadores marcados não serão utilizados em nenhuma ação deste conjunto.
- Os Alimentadores identificados na cor azul não possuem arquivo local de banco de dados definido. Faça a definição em Conjuntos/Definir Arquivos. Já os Alimentadores em negrito estão definidos e prontos.

Informações:

Informações do Conjunto:

Código: 1743 Nome: Canoas Mathias Velho URB

N° de Alimentadores: 10 N° de Clientes: 43.473

Faturamento: N° Transformadores: 874

Potência Instalada (KVA): 114.677.0 Extração: 9/2/2004

Informações dos Alimentadores do Conjunto:

	Código	Nome	% Trafos	% Pot.	% Fat.	Extração	Subestação	Calculado
<input checked="" type="checkbox"/>	30001046	<b>CIN - 1 MATHIAS</b>	12,70	8,37		30/10/2003	CID. INDUSTRIAL	Sim
<input checked="" type="checkbox"/>	30002046	<b>CIN - 2 SHOPPING</b>	11,78	14,50		30/10/2003	CID. INDUSTRIAL	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	30004046	CIN - 4 CDEMSA	4,69	15,90		Não Existe	CID. INDUSTRIAL	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	30006046	CIN - 6 HARMONIA	10,07	12,38		Não Existe	CID. INDUSTRIAL	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	30008046	CIN - 8 RURAL	7,67	10,62		Não Existe	CID. INDUSTRIAL	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	30011021	<b>CNA - 11 NITEROI</b>	1,83	2,41		13/10/03	CANDAS 1	Sim
<input checked="" type="checkbox"/>	30012021	CNA - 12 RIO BRANCO	10,18	6,24		Não Existe	CANDAS 1	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	30015021	CNA - 15 CERNE	10,98	5,94		Não Existe	CANDAS 1	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	30016021	CNA - 16 BARCA	18,54	11,82		Não Existe	CANDAS 1	Não
<input checked="" type="checkbox"/>	30200084	CNA - 13 CORSAN	11,56	11,82		Não Existe	CANDAS 1	Não

Figura 50 – Tela de apresentação de Conjuntos : Informações e Seleção.

2) *Interface “Topologias / Alimentadores”*: Apresenta uma visão relativa dos Alimentadores que fazem parte do Conjunto. À medida que se marcam as

caixas de seleção do lado esquerdo, a topologia do Alimentador é apresentada do lado direito. A figura 51 apresenta esta interface.

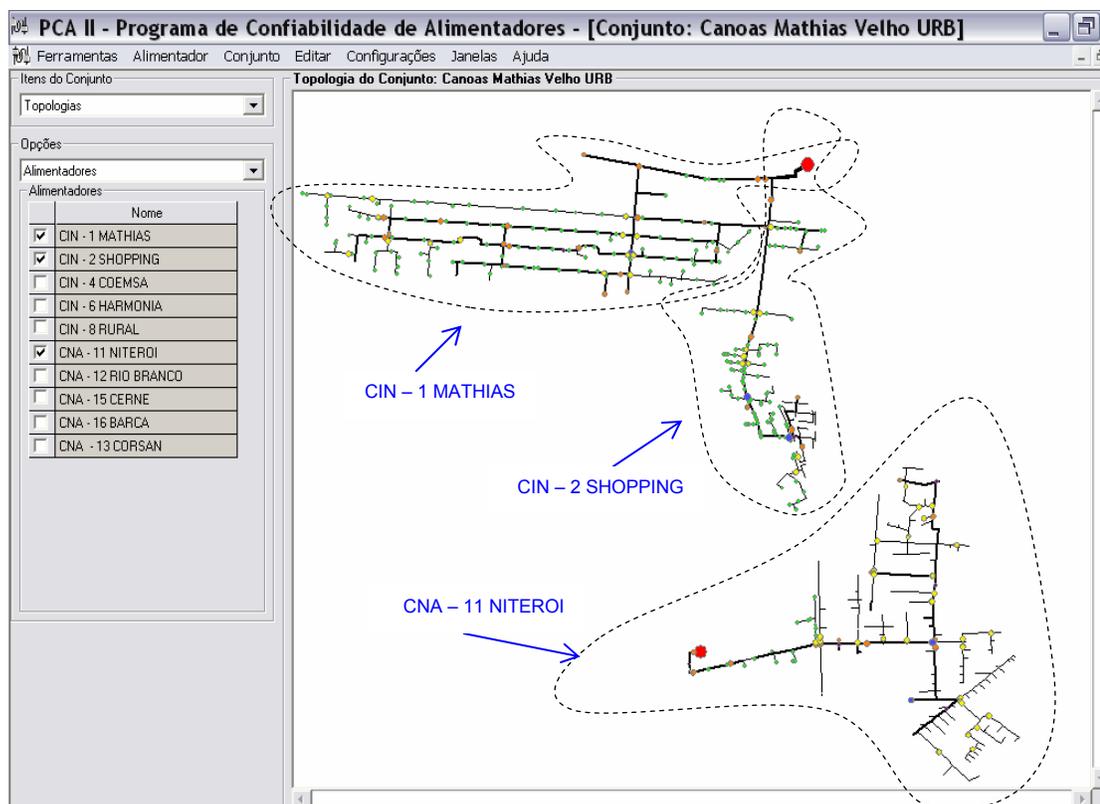


Figura 51 – Tela de apresentação da topologia selecionada de um Conjunto.

3) *Interface “Topologias / Equipamentos”*: Permite marcar um grupo de caixas de seleção do lado esquerdo da tela para obter a correspondente visualização dos tipos, na topologia do conjunto, do lado direito da tela. A figura 52 apresenta esta interface.

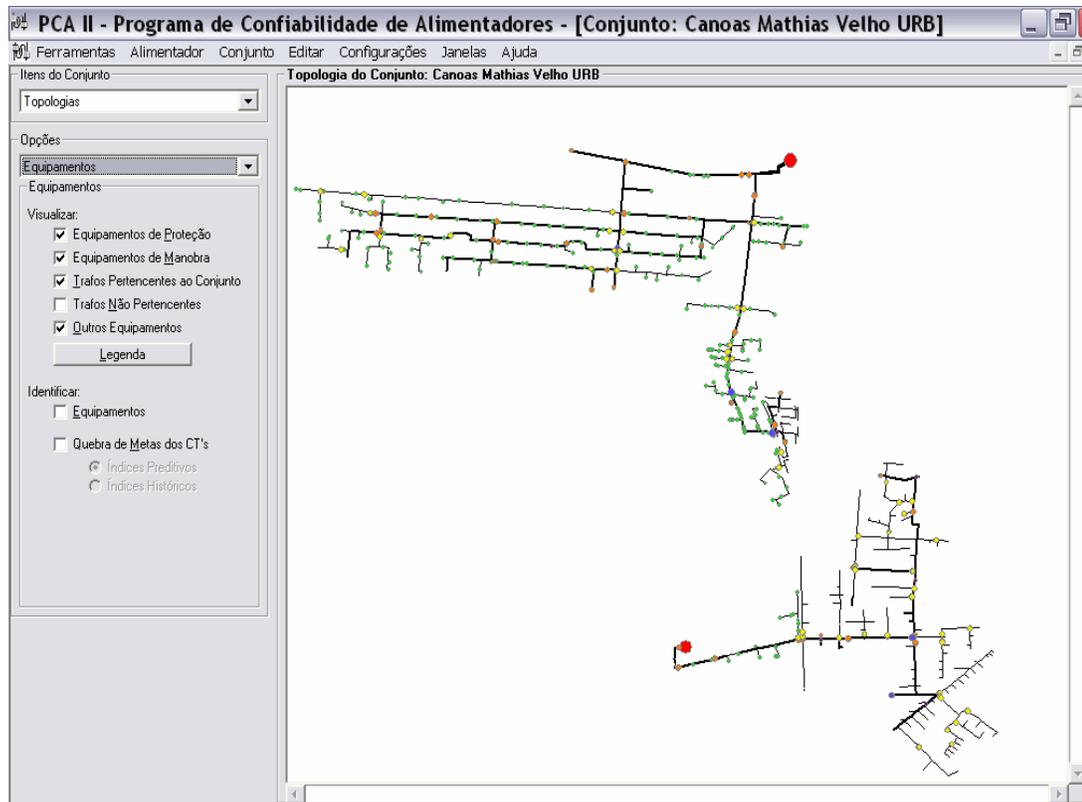


Figura 52 – Tela de apresentação das opções de visualização de equipamentos em um Conjunto.

4) *Interface de “Relatórios”*: Apresenta as opções de relatórios dos índices calculados para os pontos de carga pertencentes ao conjunto, conforme os Alimentadores selecionados. As figuras 53, 54, 55 e 56 apresentam os relatórios disponíveis.

PCA II - Programa de Confiabilidade de Alimentadores - [Conjunto: Canoas Mathias Velho URB]

Ferramentas Alimentador Conjunto Editar Configurações Janelas Ajuda

Relatórios do Conjunto: Canoas Mathias Velho URB - Dados Preditivos

Itens do Conjunto: Relatórios

Opções:

- FIC e DIC (Simplificado)
- FIC e DIC (Completo)
- FEC e DEC (Almt. e Conjunto)
- Multas

Alteração de Carga e Demanda:

Núm. de Clientes (%)

Faturamento (%)

Novas Instalações:

Número de Clientes Iniciais

Faturamento Inicial (R\$)

Num	Matricula	Alimentador	FICp	FICv	DICp	DICv	Violação (%)	Multa (R\$)
1	CAN - 1008	CIN - 1 MATHIAS	30	2,6115	50	12,708	0,00	0,00
2	CAN - 1022	CIN - 2 SHOPPING	30	5,0212	50	17,713	0,00	0,00
3	CAN - 1060	CIN - 2 SHOPPING	30	5,1351	50	19,027	0,00	0,00
4	CAN - 1061	CIN - 2 SHOPPING	30	4,9932	50	17,601	0,00	0,00
5	CAN - 1068	CIN - 1 MATHIAS	30	4,1023	50	18,902	0,00	0,00
6	CAN - 1069	CIN - 1 MATHIAS	30	4,2506	50	19,495	0,00	0,00
7	CAN - 1070	CIN - 1 MATHIAS	30	4,2417	50	19,459	0,00	0,00
8	CAN - 1071	CIN - 1 MATHIAS	30	4,23	50	19,413	0,00	0,00
9	CAN - 1072	CIN - 1 MATHIAS	30	4,2467	50	19,479	0,00	0,00
10	CAN - 1073	CIN - 1 MATHIAS	30	4,2232	50	19,385	0,00	0,00
11	CAN - 1074	CIN - 1 MATHIAS	30	4,2139	50	19,348	0,00	0,00
12	CAN - 1075	CIN - 1 MATHIAS	30	4,0814	50	18,818	0,00	0,00
13	CAN - 1076	CIN - 1 MATHIAS	30	4,0811	50	18,817	0,00	0,00
14	CAN - 1077	CIN - 1 MATHIAS	30	4,0707	50	18,775	0,00	0,00
15	CAN - 1110	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2153	50	19,348	0,00	0,00
16	CAN - 1134	CNA - 11 NITEROI	30	7,1618	50	20,402	0,00	0,00
17	CAN - 1151	CNA - 11 NITEROI	30	6,5205	50	20,142	0,00	0,00
18	CAN - 1171	CIN - 2 SHOPPING	30	5,0242	50	17,725	0,00	0,00
19	CAN - 1230	CNA - 11 NITEROI	30	6,6395	50	21,872	0,00	0,00
20	CAN - 1245	CIN - 1 MATHIAS	30	3,9795	50	18,7	0,00	0,00
21	CAN - 1246	CIN - 1 MATHIAS	30	4,1134	50	19,236	0,00	0,00
22	CAN - 1247	CIN - 1 MATHIAS	30	3,5851	50	16,402	0,00	0,00
23	CAN - 1248	CIN - 1 MATHIAS	30	3,4827	50	16,592	0,00	0,00
24	CAN - 1249	CIN - 1 MATHIAS	30	3,4368	50	15,809	0,00	0,00
25	CAN - 1250	CIN - 1 MATHIAS	30	3,4006	50	15,664	0,00	0,00
26	CAN - 1251	CIN - 1 MATHIAS	30	3,1999	50	14,861	0,00	0,00
27	CAN - 1252	CIN - 1 MATHIAS	30	3,4626	50	16,512	0,00	0,00
28	CAN - 1253	CIN - 1 MATHIAS	30	3,4719	50	16,549	0,00	0,00
29	CAN - 1257	CIN - 1 MATHIAS	30	3,1129	50	14,513	0,00	0,00
30	CAN - 1291	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2438	50	20,903	0,00	0,00
31	CAN - 1312	CIN - 1 MATHIAS	30	3,2985	50	14,791	0,00	0,00
32	CAN - 1313	CIN - 1 MATHIAS	30	3,3348	50	15,453	0,00	0,00
33	CAN - 1384	CIN - 2 SHOPPING	30	5,1538	50	19,102	0,00	0,00
34	CAN - 1392	CNA - 11 NITEROI	30	6,6774	50	22,055	0,00	0,00
35	CAN - 1405	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2104	50	18,47	0,00	0,00
36	CAN - 1406	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2254	50	18,53	0,00	0,00
37	CAN - 1411	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2517	50	18,636	0,00	0,00

Figura 53 – Tela de apresentação do relatório de conjunto. Opção selecionada: FIC e DIC (simplificado).

PCA II - Programa de Confiabilidade de Alimentadores - [Conjunto: Canoas Mathias Velho URB]

Ferramentas Alimentador Conjunto Editar Configurações Janelas Ajuda

Itens do Conjunto: Relatórios

Opções:  FIC e DIC (Simplificado)  FIC e DIC (Completo)  FEC e DEC (Almt. e Conjunto)  Multas

Alteração de Carga e Demanda: Núm. de Clientes (%) 0 Faturamento (%) 0

Novas Instalações: Número de Clientes Iniciais 0 Faturamento Inicial (R\$) 0

Recalcular Resultados

Relatórios do Conjunto: Canoas Mathias Velho URB - Dados Preditivos

Num	Matricula	Alimentador	FICp	FICv	DICp	DICv	Violação (%)	Multa (R\$)	Tipo	Tensão	Clientes	Faturamento	Potência
195	CAN - 644	CIN - 1 MATHIAS	30	3,3153	50	15,884	0,00	0,00	Urbano	BT	108	72,80	75
196	CAN - 645	CIN - 1 MATHIAS	30	3,999	50	18,778	0,00	0,00	Urbano	BT	141	94,81	112
197	CAN - 646	CIN - 1 MATHIAS	30	2,8436	50	13,636	0,00	0,00	Urbano	BT	194	110,60	112
198	CAN - 647	CIN - 1 MATHIAS	30	3,4164	50	16,248	0,00	0,00	Urbano	BT	69	54,20	75
199	CAN - 648	CIN - 1 MATHIAS	30	2,8772	50	13,77	0,00	0,00	Urbano	BT	127	82,80	75
200	CAN - 649	CIN - 1 MATHIAS	30	3,4709	50	16,466	0,00	0,00	Urbano	BT	194	136,21	112
201	CAN - 679	CIN - 1 MATHIAS	30	2,8409	50	13,546	0,00	0,00	Urbano	BT	73	88,41	112
202	CAN - 683	CIN - 1 MATHIAS	30	2,8018	50	13,389	0,00	0,00	Urbano	BT	29	47,80	75
203	CAN - 685	CIN - 1 MATHIAS	30	2,2761	50	11,304	0,00	0,00	Urbano	BT	75	60,61	45
204	CAN - 687	CIN - 1 MATHIAS	30	2,2317	50	11,127	0,00	0,00	Urbano	BT	121	72,01	75
205	CAN - 688	CIN - 1 MATHIAS	30	2,944	50	13,838	0,00	0,00	Urbano	BT	62	44,20	45
206	CAN - 689	CIN - 1 MATHIAS	30	2,9958	50	14,045	0,00	0,00	Urbano	BT	109	71,40	45
207	CAN - 690	CIN - 1 MATHIAS	30	3,3311	50	15,438	0,00	0,00	Urbano	BT	125	95,60	112
208	CAN - 691	CIN - 1 MATHIAS	30	3,3644	50	15,571	0,00	0,00	Urbano	BT	107	88,41	112
209	CAN - 694	CIN - 1 MATHIAS	30	3,3864	50	15,659	0,00	0,00	Urbano	BT	142	102,00	75
210	CAN - 695	CIN - 1 MATHIAS	30	3,0324	50	14,191	0,00	0,00	Urbano	BT	86	60,61	45
211	CAN - 696	CIN - 1 MATHIAS	30	3,8629	50	17,944	0,00	0,00	Urbano	BT	96	123,41	112
212	CAN - 697	CIN - 1 MATHIAS	30	3,8966	50	18,079	0,00	0,00	Urbano	BT	145	117,61	75
213	CAN - 704	CIN - 1 MATHIAS	30	3,0923	50	14,431	0,00	0,00	Urbano	BT	67	50,61	30
214	CAN - 705	CIN - 1 MATHIAS	30	3,1383	50	14,615	0,00	0,00	Urbano	BT	88	55,61	75
215	CAN - 706	CIN - 1 MATHIAS	30	3,4211	50	16,267	0,00	0,00	Urbano	BT	164	104,81	75
216	CAN - 712	CIN - 1 MATHIAS	30	3,4466	50	16,369	0,00	0,00	Urbano	BT	95	69,20	75
217	CAN - 755	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2066	50	20,754	0,00	0,00	Urbano	BT	34	41,40	45
218	CAN - 838	CIN - 2 SHOPPING	30	5,5077	50	20,517	0,00	0,00	Urbano	BT	57	74,81	112
219	CAN - 855	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2337	50	19,421	0,00	0,00	Urbano	BT	33	37,80	30
220	CAN - 934	CIN - 1 MATHIAS	30	3,931	50	18,217	0,00	0,00	Urbano	BT	72	72,80	75
221	CAN - 936	CIN - 2 SHOPPING	30	5,8036	50	24,689	0,00	0,00	Urbano	BT	26	36,40	75
222	CAN - 937	CIN - 2 SHOPPING	30	5,8198	50	24,754	0,00	0,00	Urbano	BT	20	35,61	45
223	CAN - 939	CIN - 2 SHOPPING	30	5,8379	50	24,826	0,00	0,00	Urbano	BT	25	45,61	75
224	CAN - 940	CIN - 2 SHOPPING	30	5,8201	50	24,755	0,00	0,00	Urbano	BT	15	23,60	45
225	CAN - 963	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2635	50	20,982	0,00	0,00	Urbano	BT	41	49,20	75
226	CAN - 967	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2607	50	20,296	0,00	0,00	Urbano	BT	23	20,00	45
227	CAN - 981	CIN - 2 SHOPPING	30	5,2129	50	20,78	0,00	0,00	Urbano	BT	30	32,80	45
228	CAN - 982	CIN - 2 SHOPPING	30	5,8521	50	24,883	0,00	0,00	Urbano	BT	10	17,80	30
229	CAN - 983	CIN - 2 SHOPPING	30	5,849	50	24,871	0,00	0,00	Urbano	BT	10	15,00	45
230	CAN - 987	CIN - 2 SHOPPING	30	5,1968	50	20,715	0,00	0,00	Urbano	BT	23	23,60	30

Figura 54 – Tela de apresentação do relatório de conjunto. Opção selecionada: FIC e DIC (completo).

PCA II - Programa de Confiabilidade de Alimentadores - [Conjunto: Canoas Mathias Velho URB]

Ferramentas Alimentador Conjunto Editar Configurações Janelas Ajuda

Itens do Conjunto: Relatórios

Opções:  FIC e DIC (Simplificado)  FIC e DIC (Completo)  FEC e DEC (Alimentador e Conjunto)  Multas

Alteração de Carga e Demanda: Núm. de Clientes (%) 0 Faturamento (%) 0

Novas Instalações: Número de Clientes Iniciais 0 Faturamento Inicial (R\$) 0

Recalcular Resultados

Relatórios do Conjunto: Canoas Mathias Velho URB - Dados Preditivos

Num	Alimentador	FECp	FECv	DECp	DECv	Trafos	% no Conj.	Clientes	% no Conj.	Faturamento	% no Conj.
1	CIN - 1 MATHIAS	11	3,25	13	15,26	111	12,70	9,298	21,30	7,751,41	
2	CIN - 2 SHOPPING	11	5,20	13	20,01	103	11,78	3,539	8,14	8.129,16	
3	CNA - 11 NITEROI	11	6,71	13	21,91	16	1,83	649	1,49	1.068,07	
---	Canoas Mathias Velho URB	11,00	3,79	13,00	16,57	874	---	12,797	---	15.880,57	---

Figura 55 – Tela de apresentação do relatório de conjunto. Opção selecionada: FEC e DEC (Alimentador e Conjunto).

**PCA II - Programa de Confiabilidade de Alimentadores - [Conjunto: Canoas Mathias Velho URB]**

Ferramentas Alimentador Conjunto Editar Configurações Janelas Ajuda

Itens do Conjunto: Relatórios

Opções:

Mostrar

FIC e DIC (Simplificado)

FIC e DIC (Completo)

FEC e DEC (Almt. e Conjunto)

Multas

Alteração de Carga e Demanda

Núm. de Clientes (%)

Faturamento (%)

Novas Instalações

Número de Clientes Iniciais

Faturamento Inicial (R\$)

**Relatórios do Conjunto: Canoas Mathias Velho URB - Dados Preditivos**

Num	Nome	Multa DEC e FEC	Multa DIC e FIC	Multa Líquida (R\$)
1	CIN - 1 MATHIAS	14,32	0,00	14,32
2	CIN - 2 SHOPPING	16,99	0,00	16,99
3	CNA - 11 NITEROI	3,96	0,00	3,96
---	Canoas Mathias Velho URB	31,31	0,00	31,31

Figura 56 – Tela de apresentação do relatório de conjunto. Opção selecionada: Multas.

#### 8.4 – Comentários.

Regularmente nas Concessionárias de distribuição de energia elétrica os indicadores de continuidade (DEC, FEC, DIC e FIC) são apurados “a posteriori”. Isto é, são calculados a partir de um Banco de Dados que possui os registros das ocorrências operacionais no sistema elétrico – no caso da AES Sul este banco se chama SGI (sistema de gestão de incidências). Neste banco, são selecionadas as ocorrências que representaram interrupção no fornecimento de energia elétrica para pontos de carga e calculados os citados indicadores.

Estes indicadores assim calculados são comparados com indicadores de referência – as metas – que foram negociadas junto ao órgão regulador (ANEEL). Eventualmente o órgão regulador poderá aplicar multas à Concessionária pelo não cumprimento das metas. Esta sistemática de apuração da qualidade do fornecimento não atende aos interesses das Concessionárias de energia elétrica

do ponto de vista da decisão “a priori” pela aplicação de investimentos na rede elétrica para melhoria dos serviços. Pois é uma constatação do realizado. Deste modo as intervenções na rede elétrica para realizar melhorias ocorrem depois que os indicadores foram apurados.

Surge então para as CDEE's a necessidade de se obter indicativos “a priori” dos indicadores de continuidade para subsidiar as ações do planejamento na fase de formulação das melhores alternativas de investimento na rede elétrica.

O programa em foco atende esta necessidade. Ele permite a Concessionária saber com antecedência se os índices que devem ser apurados ultrapassam as metas e, conseqüentemente, ser penalizada. Pois a apuração dos índices é feita com base nas taxas de falhas, tempo de reparos e tempo de manobras dos componentes da rede elétrica. Assim a Concessionária pode tomar providências no sentido de evitar a penalidade.

O programa permite também fazer um comparativo econômico das alternativas de ações na rede elétrica para melhorar os indicadores. Isto porque o programa calcula o valor da multa que deve ser aplicada à Concessionária pelo não cumprimento das metas. Este valor deve servir de balizador para escolha da melhor alternativa de intervenção na rede elétrica a ser executada.

Por outro lado, nas Concessionárias de energia elétrica brasileiras, atualmente, existem dificuldades para se obter as taxas de falhas e tempo de reparos dos componentes de suas redes elétricas. Tal fato faz com que sejam usados valores típicos para cada componente. Estes valores foram levantados em outros países e podem ser encontrados em nossas literaturas.

Para contornar esta situação, que se espera ser resolvida em breve e adequar o programa à realidade atual das Concessionárias, foi desenvolvido um módulo específico dentro do programa. Este módulo busca obter as taxas de falha e

tempo de reparo a partir da leitura de uma tabela de ocorrências operacionais acumuladas nas chaves de derivações e tronco do Alimentador. Estas taxas e tempos ficam assim associados aos pontos de carga que estão “a jusante” da chave correspondente.

Este módulo foi denominado “PCA – Módulo Histórico”. Ele tem funcionamento semelhante ao módulo básico (descrito no item 8.1) que passou a ser chamado de “PCA – Módulo Preditivo”. A diferença básica entre eles está na forma de informar ao módulo de cálculo, os valores das taxas de falha e tempo de reparo dos componentes. No PCA – Módulo Preditivo estes valores devem ser informados através da opção Configuração no “menu” principal, já no PCA – Módulo Histórico os valores de taxas e tempos são obtidos pela leitura de uma tabela de histórico de ocorrências operacionais por meio da opção “Definir Banco de dados de incidências” conforme indicado na figura 57.

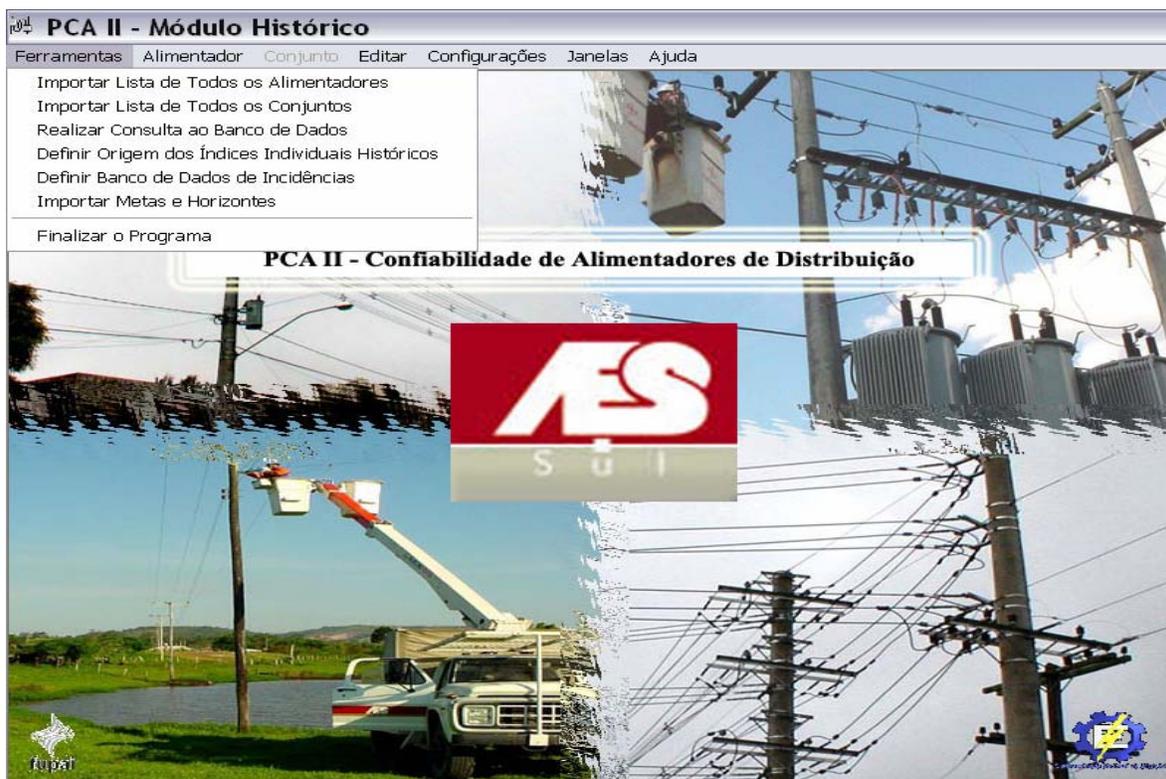


Figura 57 – Tela principal do módulo PCA – Módulo Histórico: menu Ferramentas.

Este módulo também apresenta uma topologia com as “cargas-equivalentes” do Alimentador. Na topologia com as “cargas-equivalentes” os pontos de carga existentes em uma determinada região são “acumulados” na primeira chave da derivação ou trecho. Isto é obtido pelo cálculo de uma “carga-equivalente” representativa das cargas existentes na região. Este “equivalente”, assim calculado, fica associado à chave de derivação (ou trecho) correspondente. A figura 58 apresenta a topologia com as “cargas-equivalentes” do Alimentador da figura 22.

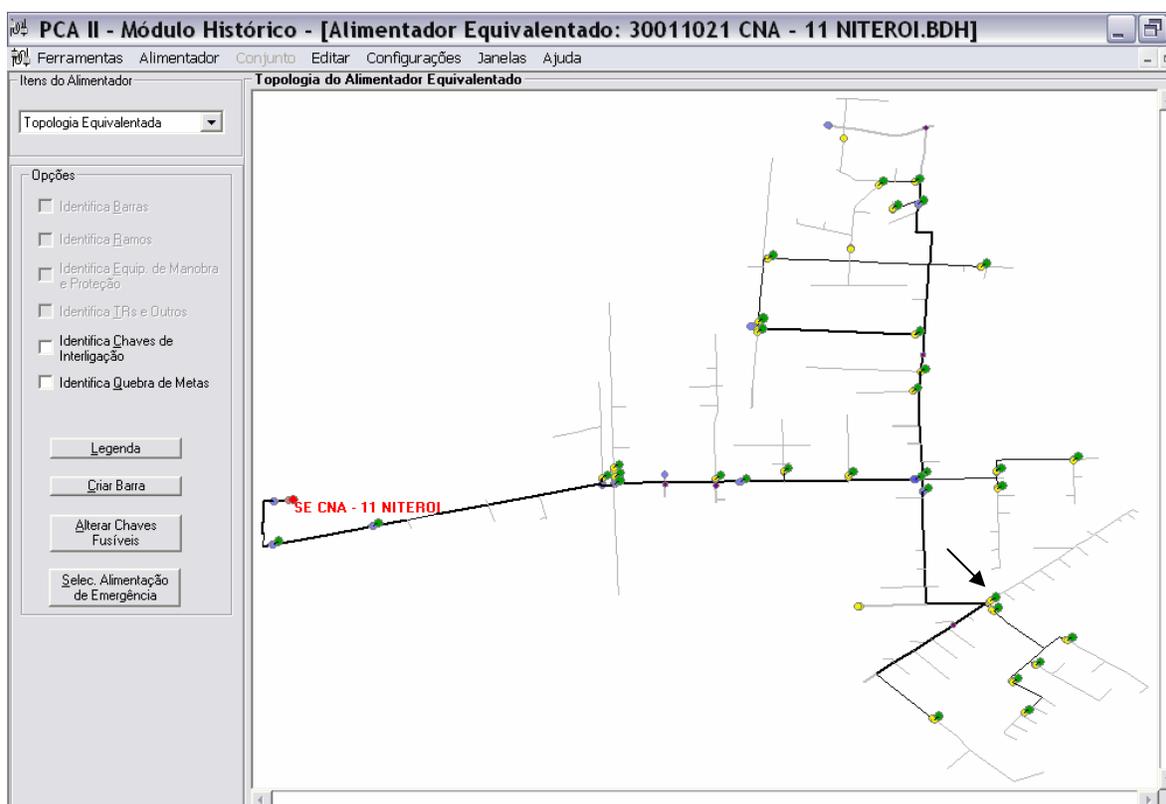


Figura 58 – Tela de apresentação da topologia com as “cargas-equivalentes” do Alimentador.

Nesta topologia se pode ver as chaves de derivações (pontos amarelos) e suas “cargas-equivalentes” associadas (pontos verdes). É possível também ter uma noção do tamanho da derivação que foi obtido suas “cargas-equivalentes”.

No lado esquerdo da figura 58 é possível alterar o tipo de chave fusível ou selecionar grupos de “equivalentes” que permitem alimentação de emergência. Para alterar o tipo de chave (ou conjunto de chaves), se pressiona o botão esquerdo do “mouse” sobre o botão correspondente e em seguida se seleciona as chaves de interesse – abrindo uma “janela de seleção”, sobre a topologia, abrangendo as chaves. Surge um Assistente conforme figura 59 onde é possível efetivar a alteração.

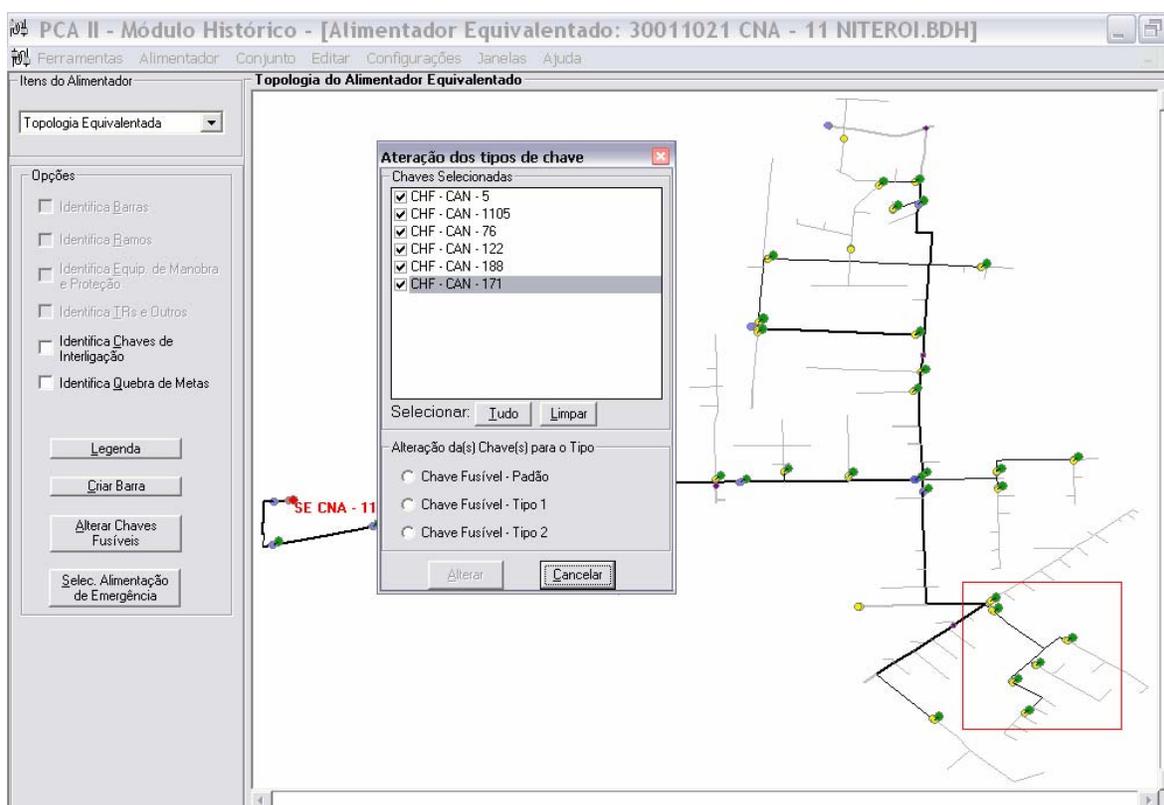


Figura 59 – Tela do Assistente para alteração de tipo de chave.

Para selecionar um grupo de “equivalentes” que permitem alimentação de emergência, se pressiona o botão esquerdo do “mouse” sobre o botão correspondente e em seguida se seleciona o grupo de “equivalentes” de modo semelhante ao procedimento para alteração de tipo de chaves. Surge um Assistente conforme figura 60 onde é possível efetivar a seleção.

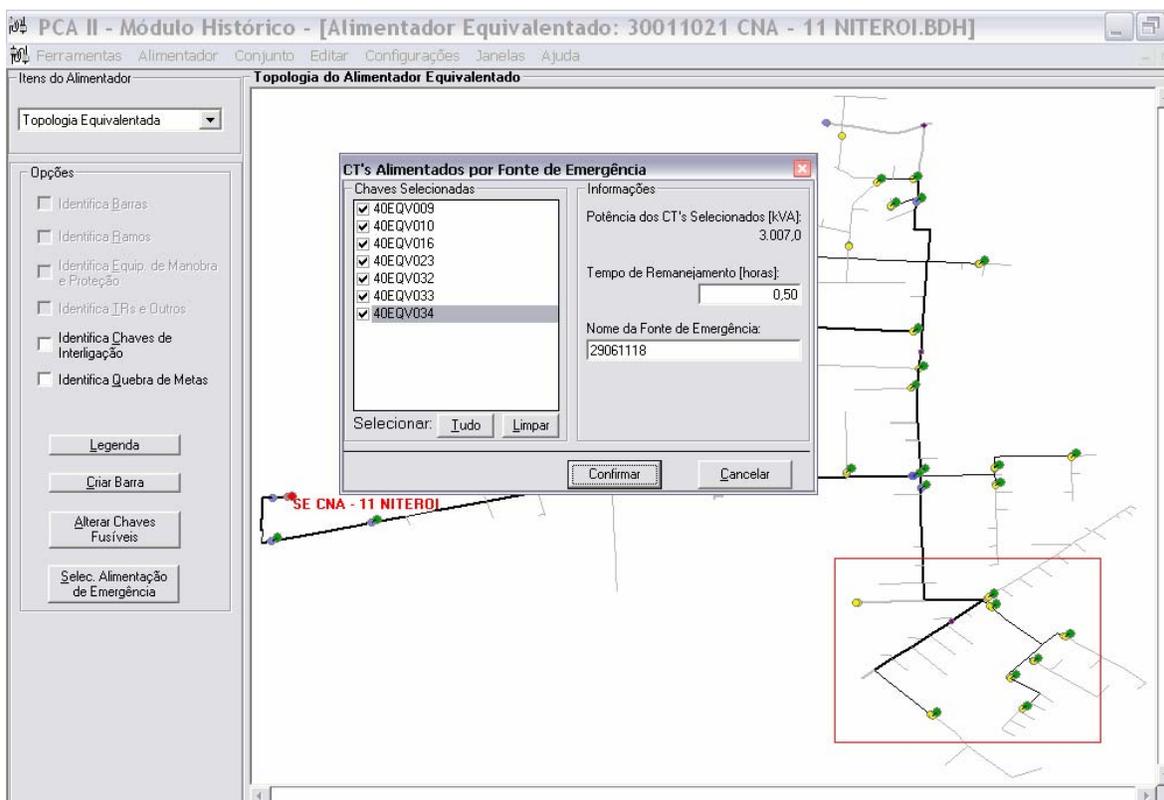


Figura 60 – Tela do Assistente para seleção de alimentação de emergência.

Na topologia com as “cargas-equivalentes”, para acessar as informações de alguma “carga-equivalente” bem como as informações sobre as incidências (ocorrências) na chave associada, se pode pressionar o botão esquerdo do “mouse” sobre o “equivalente” desejado. A figura 59 apresenta um exemplo para o caso de se pressionar o botão esquerdo do “mouse” sobre o “equivalente” indicado na figura 58.

**Informações do equivalente**

Equivalente

Ramo: 779      Barra: 778

Código: 40EQV023

Equipamento: 40EQV023 - Equivalente

Estadísticas do Ponto de Equivalência:

	Urbano BT	Urbano MT	Rural BT	Rural MT
Quantidade	12	4	0	0
Potência	720	225	0	0
Clientes	791	4	0	0
Faturamento	619,85	94,25	0	0

Cientes: 795

Potência: 945,0 kVA

Faturamento: R\$ 714,10

	Valor Médio	FIC	DIC
Metas		24,1	38,0
Calculado		6,3	10,3
Calculado com Transitória		7,0	10,7
Multa		R\$0,00	R\$0,00
Multa com Transitória		R\$0,00	R\$0,00

Km Até a próxima chave: 1,592

Chave

Matrícula: CAN - 171      Código: 83000034

Interrupções

**Interrupções Imprevistas Permanetes**

	freq. (vezes/ano)	t. (horas)
<input checked="" type="checkbox"/> Origem Externa	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> Vandalismo	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> Outras	1,0	1,95

**Interrupções Imprevistas Transitórias**

	freq. (vezes/ano)
<input checked="" type="checkbox"/> Vegetação	0
<input checked="" type="checkbox"/> Descargas Atmosféricas	0
<input checked="" type="checkbox"/> Outras	1,0

**Tempo Médio de Manobra (horas)** 0,5

Interrupções

	freq. (vezes/ano)	t. (horas)
<b>Int. Previstas</b>	0,0	0,0
<b>Int. Imprev. Permanetes</b>	1,0	1,95
<b>Int. Imprev. Transitórias</b>	1,0	---
<b>Tempo Médio de Manobra</b>	---	0,5

Figura 61 – Tela de acesso a informações sobre a “carga-equivalente” e a incidências na chave associada.

O lado esquerdo da figura 61 apresenta as informações referentes às cargas que participaram do cálculo da “carga-equivalente”. Enquanto que o lado direito apresenta os indicadores que foram calculados com base no histórico das incidências na chave. Pode-se ver que no processo de cálculo destes indicadores, as incidências são separadas e classificadas em: permanentes e transitórias. E ainda: origem externa, vandalismo, vegetação, descargas atmosféricas e outras. Outro aspecto importante é que o usuário pode intervir nas incidências consideradas, alterando os valores calculados ou marcando caixas de seleção. Isto permite maior flexibilidade para análise de ações de manutenção no Alimentador. É possível ainda remover o “equivalente” do local atual. Neste caso

as incidências são acumuladas àquelas existentes na primeira chave no sentido da fonte de energia.

O PCA – Módulo Histórico pode não ser eficiente em determinada situação. Por exemplo, quando em um determinado período não houver ocorrências acumuladas em determinada chave. Mas por outro lado é uma boa ferramenta para análise de regiões críticas da rede elétrica – onde sempre existem ocorrências. Pois permite analisar os efeitos para a rede elétrica, decorrentes de ações para redução de ocorrências operacionais.

## **9 – GUIA PARA OBTER INFORMAÇÕES DA REDE ELÉTRICA EM UM BANCO DE DADOS RELACIONAL DE GRANDE PORTE.**

As mudanças ocorridas no modelo do setor elétrico brasileiro na década de 90 tiveram grande impacto nos processos internos das Concessionárias de prestação do serviço público de energia elétrica.

Naquele período se iniciou um processo de privatização das Concessionárias de energia elétrica, transferindo as concessões de exploração do serviço público de energia elétrica para o capital privado. Paralelamente, foram criadas Agências Nacionais Reguladoras dos serviços públicos, particularmente no caso do setor elétrico, foi criada a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

Esta agência tinha e tem por missão, definir e fiscalizar diretrizes para o aperfeiçoamento e manutenção da boa qualidade do serviço público brasileiro de energia elétrica, prestado pelas diversas Concessionárias – privadas ou estatais.

A ANEEL, para operacionalizar sua missão, deu início a um processo no setor elétrico segundo o qual as Concessionárias deveriam se adequar para atender às exigências e acompanhamentos técnicos da agência. As Concessionárias, por sua vez, diante desta nova realidade, passaram a buscar novas formas de otimizar seus processos de modo a permitir estarem aptas a responder às exigências do órgão regulador.

Para atender a este fim, as Concessionárias passaram a investir maciçamente na informatização de seus processos internos. E em conseqüência, também a investir na informatização de seus sistemas de controle da rede elétrica. Isto porque, devido ao enorme volume de informações relacionadas à rede elétrica, somente com a informatização dos processos de controle seria possível dotar as

Concessionárias dos meios necessários e torná-las mais ágeis para responder às exigências do órgão regulador.

Ou seja, passou a ser de grande importância para as Concessionárias possuírem Cadastros técnicos de boa qualidade. São eles: o Cadastro da rede e o Cadastro das ocorrências operacionais da rede. As informações neles contidas devem ser as mais fiéis possíveis em relação ao real e serem atualizados sistematicamente. O meio escolhido para estes Cadastros foi o digital.

Sendo assim, a tendência atual entre as Concessionárias de energia elétrica é a de investir cada vez mais no aperfeiçoamento de seus Cadastros de redes e Cadastros de ocorrências operacionais. Quer seja para melhorar a qualidade das informações existentes ou para agregar novas informações, posto que o órgão regulador tem a tendência de ser cada vez mais exigente. E também porque bons Cadastros são fundamentais para a criação e desenvolvimento de sistemas de controle destinados a melhorar a qualidade dos serviços prestados, bem como otimizar processos técnicos internos das Concessionárias.

Por isto, é razoável presumir que as Concessionárias de energia elétrica, muito em breve, passem a ter uma “imagem permanente” de suas redes elétricas, em meio digital, sendo possível fazer sua operação e monitoramento em modo “on-line”. Pois as informações de seus Cadastros devem apresentar qualidades cada vez mais superiores.

Este cenário abre também um grande espaço para revisão de programas computacionais de Engenharia Elétrica existente; ferramentas já consolidadas, e também para o desenvolvimento de novos sistemas destinados a estudos técnicos das redes elétricas. Uma vez que se dispõem das informações dos componentes das redes elétricas (sistemas elétricos): tanto aquelas relacionadas a suas características como aquelas relacionadas a suas posições relativas

(georeferenciamentos dos componentes), e tudo isto em meio digital. E ainda, das informações relacionadas à operação destes sistemas elétricos.

Entretanto, estes programas quase sempre se destinam a analisar/especificar grandezas em redes elétricas específicas e menores do que todo o sistema elétrico da Concessionária. Por isto é conveniente estabelecer técnicas para se obter informações da rede elétrica específica, a partir de um Banco de Dados corporativo – de grande porte – que contenha todas as informações de todo o sistema elétrico da Concessionária.

A seguir uma seqüência de 7 passos que podem auxiliar na tarefa de se obter informações cadastrais de uma rede elétrica, em Banco de Dados corporativo – de grande porte – que contenha informações de todo o sistema elétrico, para armazenamento em Banco de Dados local – de pequeno porte.

### **9.1 – Primeiro passo: “Instalar na ET a biblioteca do ORACLE que permite a exportação de seus dados”.**

Esta biblioteca se denomina OO4O (Oracle Objects for OLE), [9] p.34. Ela contém a estrutura de dados apropriada para conexão da ET (microcomputador local) com o “servidor” (microcomputador remoto). A sua instalação deve ser selecionada quando for instalado o módulo Oracle-Client na ET.

A instalação do módulo “Client” é feita se inserindo o CD do ORACLE no “drive” da ET; se selecionando a opção adequada e se seguindo as instruções do Assistente.

## 9.2 – Segundo passo: “Efetuar a conexão da ET com o BD ORACLE no ‘servidor’”.

A conexão da ET com o Banco de Dados ORACLE no “servidor” pode ser feita manualmente ou automaticamente a partir de um outro programa desenvolvido em VISUAL BASIC 6 – VB6 – para este fim.

A conexão manual é feita se informando o “Nome do Serviço” e a “Senha do usuário”, quando, na ET, se faz acesso ao módulo SQL\*Plus. A partir desta console é possível enviar comandos para o Banco de Dados e “ver” as respostas neste mesmo ambiente.

No caso de conexão automática, a partir de um outro programa VB, é possível criar um módulo neste programa que faça uso fundamentalmente do objeto “OracleInProcServer”, contido na biblioteca OO4O. Para ter acesso a este objeto no ambiente de programação VB6, é necessário marcar a referência correspondente.

Este objeto permite fazer uma conexão ao Banco de Dados no “servidor”; enviar um comando de consulta; e, coletar os registros de resposta, em um só comando. A seguir uma listagem de programa, em VB6, que demonstra estas etapas:

```
"      1      Dim OraSession as Object
      2      Dim OraDatabase as Object
      3      Dim OraDynaset as Object
      4      Set OraSession = CreateObject("OracleInProcServer.XOraSession")
      5      Set OraDatabase = OraSession.OpenDatabase("v8i","scott/tiger",0)
      6      Set OraDynaset = OraDatabase.CreateDynaset("select * from emp", 0&)
      7      MsgBox OraDynaset.Fields("ename").value"
```

A linha 1 declara o objeto OraSession, que corresponde ao “Oracle no servidor”.

As linhas 2 e 3 declaram um objeto para o Banco a ser aberto e outro objeto para os registros retornados da consulta. A linha 4 cria uma instância do objeto “OracleInProcServer” para utilização. A linha 5 abre o Banco propriamente dito informando: nome do serviço, usuário/senha. As linhas 6 e 7 capturam o resultado da consulta e o apresentam ao usuário.

Uma explanação mais completa sobre conexão ao ORACLE pode ser encontrada no capítulo 3 da referência [9].

### **9.3 – Terceiro passo: “Montar o comando SQL que represente a consulta a ser feita no Banco de Dados ORACLE no ‘servidor’”.**

Depois de estabelecida a conexão entre a ET e o “servidor”, conforme item 9.2, é possível fazer consultas ao Banco de Dados no “servidor”.

Para montar o comando SQL adequado, se deve ter conhecimento da estrutura do Banco de Dados no “servidor”. Pois deve haver compatibilidade entre os nomes das instruções do comando SQL (nomes dos bancos, nomes dos campos, tipos de dados, etc) com aqueles existentes no “servidor”.

Um comando SQL pode consultar a mais de um Banco de Dados simultaneamente. Esta flexibilidade permite, muitas vezes, fazer toda a consulta necessária, em um único comando SQL.

Embora a linguagem SQL seja considerada a padrão para todos os Bancos de Dados relacionais, podem ocorrer pequenas variações nos comandos conforme o fabricante do Banco. Portanto, antes de montar o comando SQL da consulta, é conveniente conhecer qual o fabricante do Banco de Dados no “servidor”, para assegurar a compatibilidade do comando SQL.

#### **9.4 – Quarto passo: “Executar consultas ao Banco de Dados no ‘servidor’”.**

Estas consultas podem ser feitas de dois modos distintos: manual ou automático.

O modo manual consiste em transferir o comando SQL da consulta para o editor SQL\*Plus e finalizá-lo pressionando a tecla ‘Enter’. O Banco responde ao usuário exibindo os registros que satisfazem à consulta.

O modo automático consiste em informar o comando SQL em um comando de programação conforme indicado na linha 6 do fragmento de programa do item 9.2 – substituir “select \* from emp” pelo comando SQL da consulta. Neste caso os registros que satisfazem a consulta não são apresentados ao usuário.

#### **9.5 – Quinto passo: “Coletar os registros selecionados pela consulta”.**

Quando se está trabalhando com editor SQL\*Plus, este passo é feito diretamente na tela do editor, com operações do tipo “copiar / colar”, sobre os resultados da consulta.

Quando se está trabalhando no modo automático – por programação – o procedimento é direcionar o resultado da consulta para uma variável do tipo objeto conforme indicado na linha 6 do fragmento de programa do item 9.2. Naquele caso corresponde a variável “OraDynaset”, que contém os registros resultantes da Consulta.

#### **9.6 – Sexto passo: “Armazenar os resultados da consulta”.**

Os resultados das consultas realizadas ao Banco de Dados, tanto no modo manual como no modo automático, ficam armazenados nas variáveis. Portanto estes resultados são perdidos quando a sessão for encerrada ou se a ET for desligada. É então recomendável que os resultados sejam gravados em meio permanente – disco rígido – antes do encerramento da sessão.

Isto é feito por meio da criação de um Banco de Dados local de pequeno porte – na ET – e a posterior transferência dos resultados da variável para tabelas no Banco de Dados local. A seguir se apresenta um outro trecho de programa que realiza esta tarefa.

```
" 1 Dim OraSession as Object
 2 Dim OraDatabase as Object
 3 Dim OraDynaset as Object
 4 Set OraSession = CreateObject("OracleInProcServer.XOraSession")
 5 Set OraDatabase = OraSession.OpenDatabase("v8i","scott/tiger",0)
 6 Set OraDynaset = OraDatabase.CreateDynaset("select * from emp", 0&)
 7 Dim wrkDefault As Workspace
 8 Dim dbsNew As Database
 9 Dim tdfNew As TableDef
10 Dim rstTemp As Recordset
11 Set wrkDefault = DBEngine.Workspaces(0)
12 Set dbsNew = wrkDefault.CreateDatabase("NomeBanco")
13 Set tdfNew = dbsNew.CreateTableDef("NomeTabela")
14 With tdfNew
15     .Fields.Append .CreateField("NomeCampo1 ", dbText)
16     .Fields.Append .CreateField("NomeCampo2", dbText)
17     dbsNew.TableDefs.Append tdfNew
18 End With
19 dbsNew.Close
```

```
20
21   Set dbsNew = wrkDefault.OpenDatabase("NomeBanco")
22   Set rstTemp1 = dbsNew.OpenRecordset("NomeTabela", dbOpenDynaset)
23   Set rstTemp2 = OraDynaset
24   Do While Not rstTemp2.EOF
25       rstTemp1.AddNew
26       rstTemp1.Fields("NomeCampo1")= rstTemp2.Fields(0)
27       rstTemp1.Fields("NomeCampo2")= rstTemp2.Fields(1)
28       rstTemp1.Update
29       rstTemp2.moveNext
30   Loop
31   rstTemp1.Close
32   rstTemp2.Close
33   MsgBox "Os registros da Consulta foram gravados no banco de dados Local..."
34   OraSession.Close
```

Na linha 12 é criado um Banco de Dados local com o nome “NomeBanco”. A partir da linha 13 até a 18 é criada uma tabela, dentro do Banco de Dados, chamada “NomeTabela” contendo os campos chamados “NomeCampo1” e “NomeCampo2”. Na linha 19 é fechado o banco. A partir da linha 21 até a linha 32 são feitas as gravações dos registros da consulta na tabela “NomeTabela”, no Banco de Dados local. A linha 33 informa ao usuário a conclusão da rotina.

### 9.7 – Sétimo passo: “Desfazer a conexão com o BD ORACLE”.

Esta operação é realizada simplesmente fechando a variável “OraSession”, conforme a linha 34 do fragmento de programa do item 9.6.

## 10 - CONCLUSÕES.

Pode-se concluir sobre as experiências apresentadas ao longo desta Dissertação, entre outros aspectos, que o avanço tecnológico na área de informática no que diz respeito a equipamentos e “softwares”, quando utilizados na área da Engenharia Elétrica, revolucionaram enormemente os sistemas de controle sobre as redes elétricas. A seguir relacionamos outras conclusões sobre o tema.

a) Existe uma clara tendência entre as Concessionárias de energia elétrica de investir na criação e aperfeiçoamento de seus Cadastros (de redes e operacional) em meio digital.

b) Estes Cadastros estão sendo criados com a mesma arquitetura funcional (Banco de Dados Relacional) e com funcionamentos em uma mesma plataforma operacional (WINDOWS). Isto permitirá, futuramente, uma maior integração entre todos os Cadastros das Concessionárias.

c) É possível desenvolver ferramentas analíticas eficientes (programas) que funcionem a partir destes Cadastros.

d) Apresentou-se, nesta Dissertação, com exemplos e em detalhes, um programa desenvolvido para análise da confiabilidade em sistemas elétricos. Porém as mesmas técnicas podem ser utilizadas para o desenvolvimento de programas com outras finalidades na área de Engenharia Elétrica.

e) Os Aplicativos existentes na área de Engenharia Elétrica, considerados como ferramentas clássicas tais como: cálculos de curto-circuito, confiabilidade de sistemas elétricos, queda de tensão, fluxo de carga e outros, todos de uso em ambiente “texto”, podem ser revisados para utilização neste novo ambiente “gráfico”.

f) Novos Aplicativos de Engenharia Elétrica podem ser desenvolvidos para funcionamento neste novo ambiente nas Concessionárias de distribuição de energia elétrica.

g) Considerando a permanente evolução dos sistemas elétricos e seus atuais níveis de expansão, se tornam necessários sistemas de Bancos de Dados cada vez mais robustos e elaborados para comportar o cadastramento deste grande número de componentes.

h) São necessários conhecimentos sobre técnicas de obtenção de dados, a partir dos Cadastros das Concessionárias de energia elétrica, quer seja para consultas manuais ou para consultas automatizadas.

i) As técnicas de importação de dados bem como a posterior automatização por meio de Aplicativos são desejáveis principalmente quando aplicadas em sistemas de distribuição de energia elétrica. Pois a grande quantidade de componentes (dados) nestes sistemas torna inviável a formatação manual dos dados para posterior execução dos Aplicativos de Engenharia Elétrica.

j) Os sistemas de Banco de Dados devem ser selecionados, além de outras capacidades, para que possam atender satisfatoriamente tanto às exigências cadastrais patrimoniais georeferenciadas como às exigências operacionais dos sistemas elétricos.

k) Para que os sistemas de Banco de Dados possam atingir plenamente seus propósitos são fundamentais a criação e implantação de programas de treinamento vinculados a sua utilização, no âmbito da Concessionária. Esta ação permanente assegura níveis aceitáveis de atualização aos Bancos de Dados.

l) Os sistemas de Banco de Dados relacionais abrem possibilidades para a criação e desenvolvimento de sistemas de supervisão dos sistemas elétricos em tempo real. Isto é, por exemplo, os cálculos de curto-circuito são efetuados considerando as grandezas reais atuais dos circuitos podendo em seguida serem comparadas com os ajustes dos equipamentos de proteção, para avaliações e providências operacionais em campo.

m) O planejamento e projeto de um Banco de Dados determinam as limitações para sua utilização na criação e desenvolvimento de Aplicativos na área de Engenharia Elétrica.

Pelo exposto, se sugere como linha de pesquisa para continuidade desta Dissertação, aquela sobre como implementar programas de Engenharia Elétrica, em ambiente gráfico, no "servidor" da rede. Isto é, no próprio Banco de Dados Relacional de grande porte.

## 11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução 024/2000, Brasil, 2000; atualizada pelas Resoluções 075/2003 e 075/2004, da mesma Agência.
- [2] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução 318/1998, Brasil, 1998, substituída pela Resolução 063/2004 da mesma Agência.
- [3] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução 521/2000, Brasil, 2000.
- [4] Brown, R. E., “Electric Power Distribution Reliability”, ABB Inc., Raleigh, North Carolina, 2002.
- [5] Callahan, E., “Access 97 visual basic Passo a Passo”, MAKRON Books do Brasil Editora Ltda., São Paulo, 1998.
- [6] Catapult, Inc, “Access 97 Passo a Passo”, MAKRON Books do Brasil Editora Ltda., São Paulo, 1997.
- [7] Dos Santos, L. A., “ORACLE 8i para desenvolvedores”, Centro de aperfeiçoamento e pesquisas tecnológicas, Editora Book Express, Rio de Janeiro, 2000.
- [8] Fanderuff, D., “ORACLE 8i SQL\* plus e PL/SQL”, MAKRON Books do Brasil Editora Ltda, São Paulo, 2000.
- [9] Fedynich, J., Besaw, J. e Tomlinson, M., “ORACLE E VISUAL BASIC Guia do desenvolvedor”, MAKRON Books Ltda., São Paulo , 2001.

[10] Franklin, K., “VB.NET para desenvolvedores”, MAKRON Books do Brasil Editora Ltda., São Paulo, 2002.

[11] Hehl, M. E., “Linguagem de programação estruturada: FORTRAN 77”, MAKRON Books do Brasil Editora Ltda., São Paulo, 1987.

[12] Minasi, M., Anderson, C., Smith, B. M. e Toombs, D., “Dominando o Microsoft Windows 2000 Server – A Bíblia”, Pearson Education do Brasil, São Paulo, 2001.

[13] Nunes, R., “Curso de Confiabilidade”, Fundação de pesquisa e assessoramento a indústria, Itajubá, 1985.

[14] Petroutsos, E., “Dominando o Visual Basic 6 – A Bíblia”, MAKRON Books do Brasil Editora Ltda., São Paulo, 1999.

◇◇◇

◇