

XV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - SENDI 2002

Sistema Distribuído de Monitoramento da Qualidade de Tensão em Redes de Distribuição de Energia Elétrica

U. H. Bezerra – NESC/UFPA, J. N. Garcez – NESC/UFPA, M. N. A. Moscoso – NESC/UFPA, J. A. S. Sena – NESC/UFPA, K. T. de Souza – NESC/UFPA, R. R. da Silva – NESC/UFPA, R. J. S. Lemos – NESC/UFPA, A. A. A. Tupiassú – CELPA e J. E. Mesquita Jr. - CELPA

E-mail: nesc@ufpa.br

Palavras-chave - Cálculo de índices de qualidade; Qualidade de energia; Monitoramento de tensão; Sistemas de distribuição

Resumo - O presente trabalho apresenta um sistema distribuído para a supervisão da tensão em redes de distribuição de baixa tensão, que representa uma solução integrada e de baixo custo, envolvendo: a utilização de instrumentos microprocessados para a aquisição das amostras dos sinais de tensão nas fases A, B, e C em relação ao neutro; o sistema de comunicação para a transmissão dos dados coletados ao nível dos consumidores para um computador central; e o software para a comunicação, armazenamento e recuperação de informações sobre a qualidade da energia nos pontos monitorados. Este sistema envolve uma concepção mais moderna de supervisão da qualidade da tensão em redes de distribuição, e está de acordo com as resoluções mais recentes da ANEEL que tratam dos índices de duração e frequência das interrupções de energia, e da conformidade da onda de tensão. Pretende-se neste trabalho apresentar a descrição desse sistema, abordando as suas principais características.

1. INTRODUÇÃO

Diante do novo modelo implantado no País com as privatizações das empresas distribuidoras de energia, e a criação das agências reguladoras dos serviços de energia elétrica, as empresas concessionárias desses serviços por força de cláusulas contratuais, são impelidas a investirem na modernização de seus sistemas, visando alcançar bons índices de qualidade, eficiência e economia.

Por outro lado, a postura cada vez mais exigente dos consumidores das redes de distribuição, e as exigências cada vez mais restritivas por padrões de qualidade mais adequados, impostos pela ANEEL, exigem que as concessionárias disponham de meios para monitorar continuamente os seus sistemas no intuito de avaliar a qualidade da energia fornecida aos consumidores.

O sistema de monitoramento aqui apresentado visa disponibilizar para as concessionárias os meios necessários para a implantação de procedimentos de monitoramento da qualidade da tensão de suprimento aos

seus consumidores, permitindo que sejam levantados sistematicamente e de acordo com a legislação do setor elétrico, os índices para mensurar a qualidade da energia.

O diferencial do sistema aqui proposto em relação a outras soluções disponíveis no mercado, é a sua concepção como solução integrada para o instrumento de monitoramento, o sistema de comunicação e o sistema de software. Também se pode destacar como característica própria desse sistema, a alta flexibilidade do software de supervisão, o qual permite que sejam acomodadas alterações de parâmetros e cálculos de índices que medem a qualidade da tensão, sem ser necessário alterações de hardware.

Este sistema foi desenvolvido (instrumento – comunicação – sistema de software) pelo NESC/UFPA (Núcleo de Energia, Sistemas e Comunicação da Universidade Federal do Pará) em parceria com a CELPA (Centrais Elétricas do Pará), e encontra-se em fase final de testes. Neste trabalho pretende-se apresentar maiores detalhes sobre o seu funcionamento.

2. O SISTEMA DE MONITORAMENTO

O sistema de monitoramento aqui proposto representa uma solução integrada que é composta de três partes principais a saber: o instrumento de monitoramento; o sistema de comunicação; o sistema de software. A figura 1 apresenta de forma esquemática a concepção desse sistema.

2.1. O instrumento

O instrumento pode monitorar continuamente consumidores monofásicos, bifásicos e trifásicos; residenciais, comerciais e industriais, através da aquisição do sinal de tensão a fim de detectar os seguintes tipos de eventos: falta de energia – registrando o início e o fim da ocorrência; ultrapassagem de limites para os valores RMS da tensão em cada ciclo. Com essas amostras, são calculados, via software os índices DEC, FEC, DIC, FIC, DMIC (atendendo a resolução no. 24, de 27 de janeiro de 2000 da ANEEL)[6]; e os índices DRP, DRC e ICC, de acordo com a resolução 505 de 26/11/2001 da ANEEL[7].

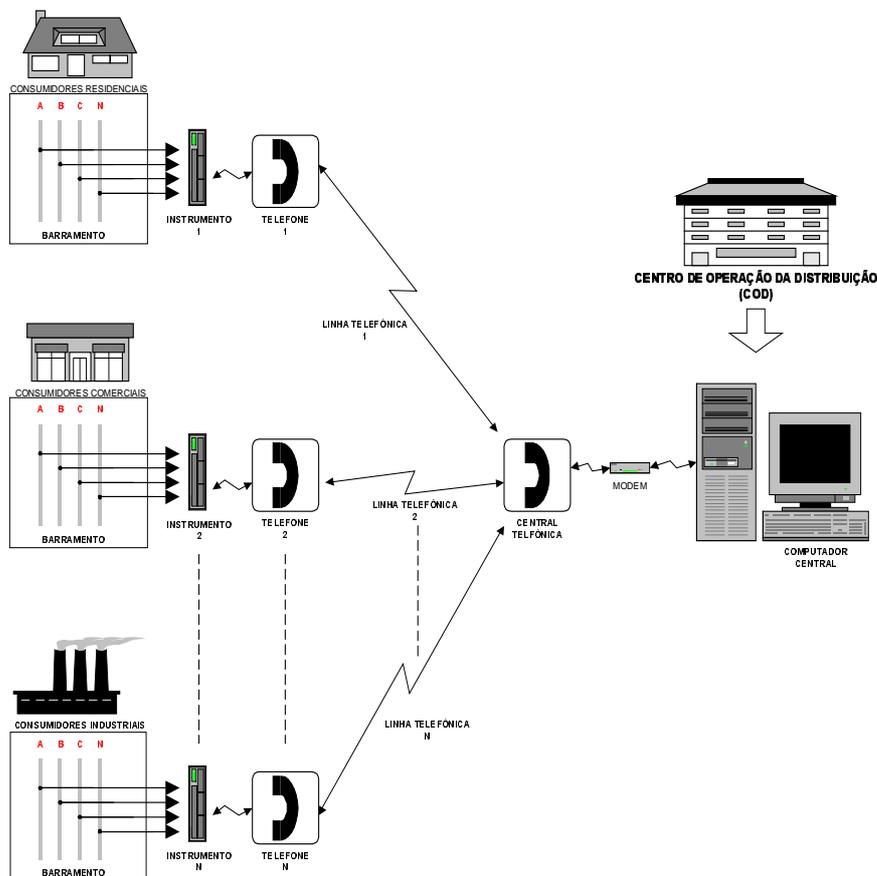


Figura 1 – Representação esquemática do sistema de monitoramento distribuído.

O instrumento é baseado em hardware de microcontroladores RISC de 16 bits ao qual foram agregados diversos outros componentes, formando placas de circuitos impressos que desempenham diversas funções específicas como: Condicionamento do sinal de tensão nas fases A, B, C em relação ao Neutro, para a alimentação do instrumento; Placa de Modem, para a comunicação do instrumento com o computador central e do computador para o instrumento; Placa para o carregamento de bateria; Placa de proteção do instrumento contra surtos de tensão na rede elétrica. Uma visão esquemática das principais partes constituintes do instrumento pode ser vista na figura 2.

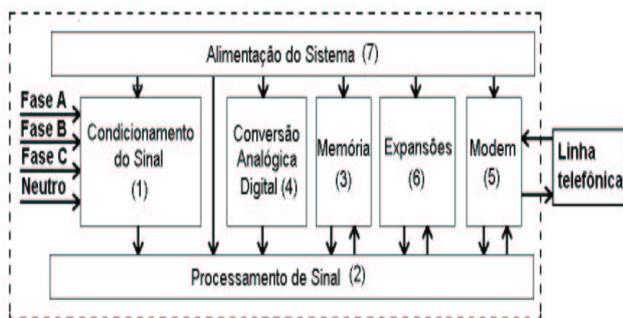


Figura 2 - Estrutura de Hardware do Sistema de Monitoramento de Tensão.

onde:

(1) Adequação dos níveis de tensão da rede elétrica para os níveis de tensão do conversor A/D (Analogico/Digital). O hardware de condicionamento do sinal converte os níveis de tensão de entrada, em 127 V/220 V para o nível de 0 a 2,5 V AC utilizado pelo conversor A/D. Neste módulo também existem dispositivos de proteção, que protegem o instrumento contra surtos de tensão até a amplitude de 4 kV, especificado em norma (1) para essa classe de instrumentos.

(2) – Microcontrolador RISC de 16 bits projetado especificamente para instrumentação de alto desempenho e baixo consumo. O software executado pelo microcontrolador realiza o monitoramento do sinal de tensão de acordo com as resoluções da ANEEL [6] e [7].

(3) – Memória não volátil disponível para armazenamento de 256 eventos, o que corresponde a uma capacidade de armazenamento de 8 Kbytes. Entende-se como evento os registros de interrupção de energia, e valores de tensão fora das faixas especificadas.

(4) – Conversão analógica digital é realizada através de um conversor com resolução de 12 bits, com taxa de amostragem programável, podendo realizar amostragem de até 256 amostras por ciclo.

(5) – Modem segue o padrão V.23 com capacidade para discar por tom (DTMF) e por pulso e manter um

link de comunicação *full-duplex*, permitindo a reconfiguração remota do instrumento, dispensando o uso de gravadores de parâmetros no local da instalação.

(6) – Existem vários tipos de barramentos disponíveis para a expansão do sistema, podendo ser utilizados para expansão de memórias para aumentar a capacidade de armazenamento de dados do instrumento.

(7) – O Sistema de alimentação dispõe de recursos que permitem o gerenciamento da bateria, funcionando como *no-break*. A bateria é carregada a partir da alimentação da rede no ponto de instalação do instrumento, tendo autonomia para aproximadamente 48 horas.

Obs.: Além dos módulos ilustrados na figura 2, o instrumento possui um relógio/calendário de tempo real, utilizado para a datação de todos os eventos registrados.

2.2. O Sistema de Comunicação

O Sistema de Comunicação é composto de hardware e software específicos para realizar a transferência de dados entre os instrumentos e um computador central instalado em local remoto. A comunicação se dá via modem por linha telefônica, sendo permitida a comunicação nos dois sentidos: instrumento-computador e computador-instrumento.

A solução adotada para a comunicação entre o instrumento e o computador, e vice-versa, é a linha telefônica discada. Esta solução já é utilizada no setor

elétrico, ao nível dos sistemas de distribuição, pela ANEEL para coletar informações sobre interrupção do fornecimento de energia aos consumidores. É uma solução de custo relativamente baixo, e também apresenta a vantagem do sistema de telefonia urbana ter uma alta capilaridade, servindo, portanto, ao propósito de monitoramento das redes urbanas de distribuição de energia.

2.3. O Sistema de Software

O Sistema de Software é formado por programas de computador para o gerenciamento da comunicação entre os instrumentos e o computador central, bem como para o armazenamento, em banco de dados, dos dados coletados pelos instrumentos e a recuperação desses dados de forma tratada. As principais funções do sistema de software são: gerenciamento da rede de instrumentos; tratamento e armazenamento dos dados recebidos; cálculo dos índices de qualidade de energia; apresentação de relatórios; configuração remota dos instrumentos.

O sistema de software aqui desenvolvido contempla as aplicações ao nível do instrumento e ao nível do usuário, para a gerência da coleta de dados, armazenamento em banco de dados, e a recuperação desses dados como informações formatadas convenientemente, e apresentadas em relatórios impressos e relatórios em terminal de vídeo. A figura 3 apresenta uma visão esquemática das várias secções de software, e as inter-relações entre essas secções.

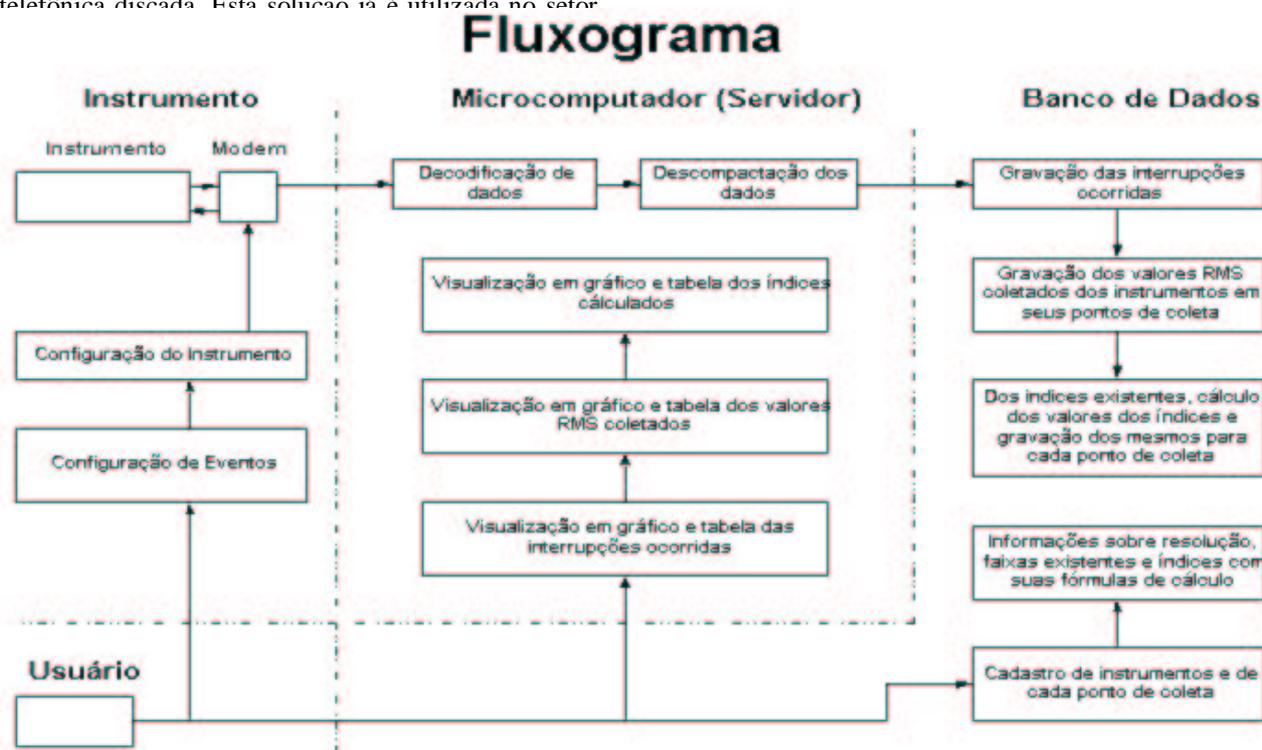


Figura 3 - Estrutura de Sistema de Software.

Com relação à figura 3, pode-se descrevê-la melhor tomando como base a sua divisão em três partes

principais: O Software do Instrumento; O Software de

Interface com o Usuário (O Microcomputador-Servidor); O Software do Banco de Dados.

2.3.1 O Software do Instrumento

O instrumento fica instalado junto ao padrão de medição dos consumidores, e comunica-se com o computador central, onde se encontra o Usuário, por meio de modem e linha telefônica discada.

Por meio do Sistema de Software o Usuário pode realizar a tarefa de Configuração do Instrumento, o que corresponde a fazer uma verificação/alteração de seus parâmetros operacionais tais como:

1)Período de medição: define para o instrumento o intervalo de tempo, (especificado em minutos) para o qual ele deverá gerar uma amostra do valor RMS da tensão de fase e armazenar este valor para posterior transmissão.

2)Período de transmissão: intervalo de tempo (especificado em minutos), contado a partir de um tempo inicial, para o instrumento enviar automaticamente os dados armazenados, para o computador central.

3)Tempo de Observação: período total (normalmente especificado em dias) para o qual o instrumento deverá realizar as aquisições das amostras do sinal de tensão de cada fase.

Esses três parâmetros são muito úteis para a especificação da aquisição dos valores RMS das tensões de fase, para atender ao cálculo dos índices DRP, DRC e ICC, que estão especificados na resolução 505 da ANEEL. Segundo esta resolução, a cada 16 ciclos do sinal de tensão deve ser acumulado um valor RMS, e a cada 10 minutos calcula-se um valor RMS médio, deste intervalo o qual deve ser enviado para ser armazenado em banco de dados. Essa janela de 10 minutos, deve repetir-se continuamente por 1 semana (168 horas) o que corresponde a um tempo de observação total de 10008 minutos.

Através da função Configuração dos Eventos, o Usuário também pode configurar remotamente as características dos eventos que o instrumento deve registrar, tais como:

1)Período de Notificação: na ocorrência de uma interrupção de energia, este parâmetro especifica depois de quanto tempo o instrumento deverá informar esta ocorrência. Caso deseje-se que a notificação seja imediata, deve-se entrar com valor zero para este parâmetro. No caso de interrupção de energia, o instrumento está programado para gerar uma ligação 0800, comunicando este evento, como também armazena o tempo de duração da interrupção para posterior envio ao computador central.

2)Duração Mínima: informa ao instrumento o tempo mínimo, em segundos, que a falta de tensão na fase deve persistir para que seja realmente caracterizado como interrupção de energia.

3)Valor Máximo: indica o valor RMS da tensão, a partir do qual considera-se que ocorreu uma falta de tensão na fase. Este valor corresponde ao limite superior da tensão, para que seja caracterizada uma interrupção de energia.

2.3.2 O Microcomputador(Servidor)

Várias funções são realizadas pelo Sistema de Software instalado no Microcomputador Central, também designado de Servidor:

1)Decodificação de Dados:

Os dados transmitidos pelos instrumentos estão codificados segundo um protocolo de comunicação. Esta função decodifica os dados para o armazenamento no banco de dados.

2)Descompactação dos Dados:

Ao serem armazenados no microcontrolador do instrumento, os dados são compactados para economizar memória. Logo são transmitidos de forma compactada. Esta função realiza a descompactação para o armazenamento no banco de dados.

3)Visualização em gráfico e tabela dos índices calculados:

Refere-se aos índices de qualidade calculados pelo sistema de software, DRP, DRC e ICC – para os índices de conformidade da tensão, os quais são apresentados em relatórios em forma de tabelas e também em forma de gráficos.

4)Visualização em gráfico e tabela dos valores RMS coletados:

São apresentados gráficos e tabelas contendo os valores RMS das tensões nos pontos de coleta, para o período de observação. Esses valores são mostrados para as fases A, B, e C em relação ao neutro. De acordo com a resolução 505[7] esses dados estão separados entre si por intervalos de 10 minutos.

5)Visualização em gráfico e tabela das interrupções ocorridas:

Refere-se aos índices DEC, FEC, DIC, FIC e DMIC, os quais são apresentados em forma de gráficos de barras e também na forma de tabelas.

2.3.3 O Banco de Dados

O Sistema de Software após o recebimento dos dados de campo enviados pelo instrumento passa a armazená-los no banco de dados. No caso dos índices de qualidade, esses são primeiramente calculados com os dados vindos de campo, para posterior armazenamento no banco de dados. Também outras informações estão armazenadas, as quais podem ser acessadas diretamente pelo Usuário. A seguir apresenta-se uma descrição mais detalhada dessas funções:

1)Gravação das interrupções ocorridas:

Armazena em banco de dados os valores de DIC, FIC e DMIC enviados pelo instrumento de monitoramento. A partir desses valores, e levando em conta as definições

de conjuntos equivalentes de consumidores, o sistema de software calcula os respectivos DEC e FEC para o sistema de distribuição.

2)Gravação dos valores RMS coletados dos instrumentos em seus pontos de coleta:

Armazena em banco de dados os valores RMS das tensões que foram calculados pelo instrumento, para posterior apresentação direta ao usuário, de forma gráfica ou tabela, e também utilizados para os cálculos dos índices de conformidade da tensão, de acordo com a resolução 505 da ANEEL.[7]

3)Cálculo dos valores dos índices e gravação dos mesmos para cada ponto de coleta:

Refere-se às rotinas para o cálculo dos índices DRP, DRC e ICC, e o armazenamento desses índices no banco de dados, para posterior consulta e emissão de relatórios.

4)Informações sobre resolução, faixas existentes e índices com suas fórmulas de cálculo:

Permite o acesso do usuário às informações gerais contidas na base de dados, como as resoluções do órgão regulador (ANEEL), que regulamentam os índices de qualidade calculados pelo sistema de software, com seus respectivos parâmetros de definição tais como faixas de valores, e fórmulas de cálculos.

5)Cadastro de Instrumentos e de cada ponto de coleta: Contém informações técnicas e de localização do instrumento e do ponto de coleta.

3. INTERFACE COM O USUÁRIO

O usuário interage com o sistema de monitoramento por meio de janelas de dados, tanto para a passagem de parâmetros e informações para o instrumento, como para o acesso à informações armazenadas em base de dados. Exemplos típicos dessa interface estão mostrados nas figuras a seguir.

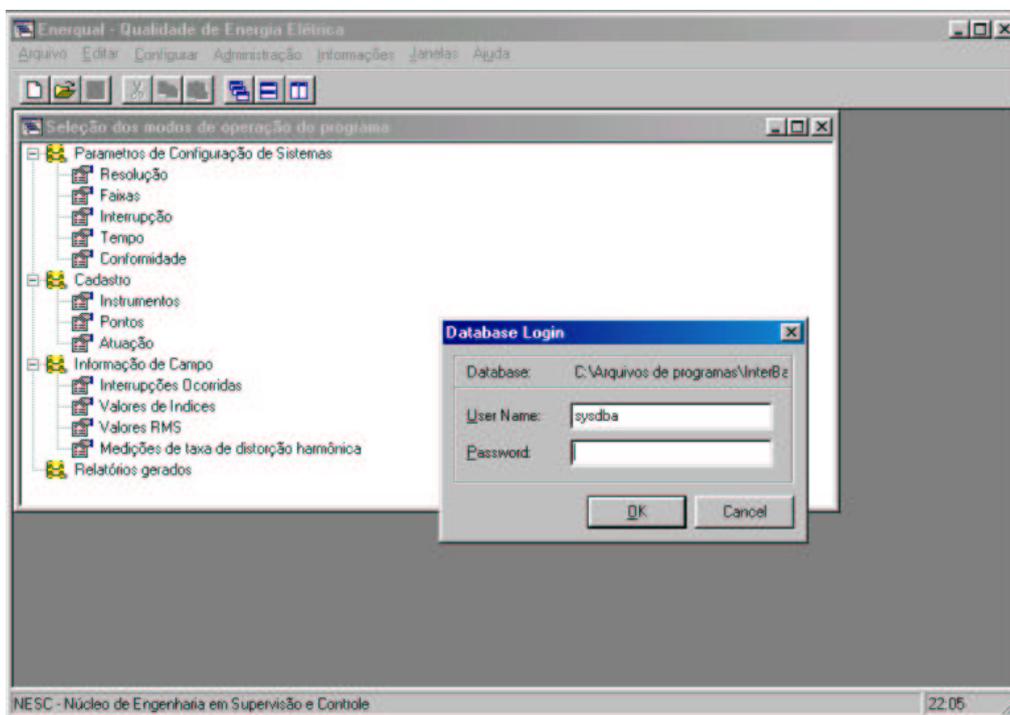


Figura 4 – Tela inicial com a sobreposição da tela de Login para acesso a base de dados.

A figura 4 mostra a janela inicial do sistema de software, no padrão Windows, contendo menus horizontais e verticais. A barra de menu horizontal contém as opções: *Arquivo*, *Editar*, *Configurar*, *Administração*, *Informações*, *Janelas* e *Ajuda*. Ao ser ativada a opção *Configurar* surge o menu vertical apresentado nesta janela, contendo as opções de : *Parâmetros de Configuração do Sistema*; *Cadastro*; *Informações de Campo*; *Relatórios Gerados*. Também sobreposta à esta janela principal, foi apresentada a janela de Login para ter-se acesso à base de dados. O sistema permite vários níveis de acesso, com atribuições de responsabilidades diferenciadas. A

janela de Login é acessada a partir da opção *Administração*.

A figura 5 é um exemplo de janela utilizada para a configuração do instrumento. Neste caso específico, através dessa janela, o usuário pode definir, de acordo com a norma em vigor para o caso de conformidade da tensão, quais são as faixas de tensão caracterizadas como normal, precária e crítica, informando os valores máximos (superior) e mínimo (inferior) dessas faixas, informando também se esses valores caracterizam uma transgressão de tensão.

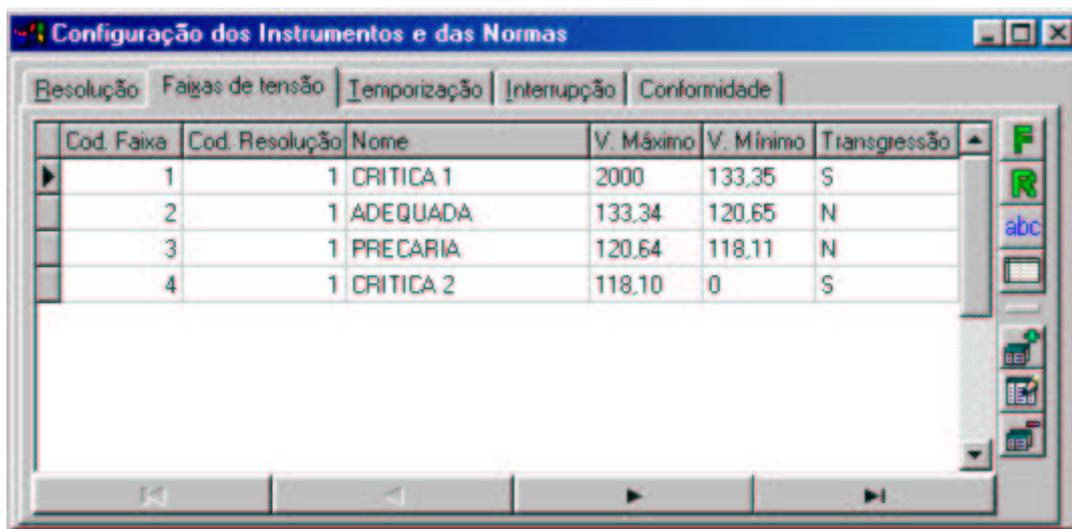


Figura 5 – Janela de dados para a configuração das normas

Informações cadastrais sobre as condições de instalação e operação dos instrumentos são apresentados na figura 6. Esta janela é utilizada sempre que novos instrumentos são instalados, ou caso sejam necessárias realizar atualizações de parâmetros ou mesmo a re-inicialização desses instrumentos. Essa janela de dados informa o número IP do instrumento, e

o número do telefone ao qual o instrumento está ligado. Também informa a data (dd/mm/aaaa) e a hora (hh/mm/ss) que o instrumento começou a operar. Caso sejam feitas alterações de parâmetros, ou outra intervenção no instrumento, as data e hora de realização desse evento também devem ser informadas.

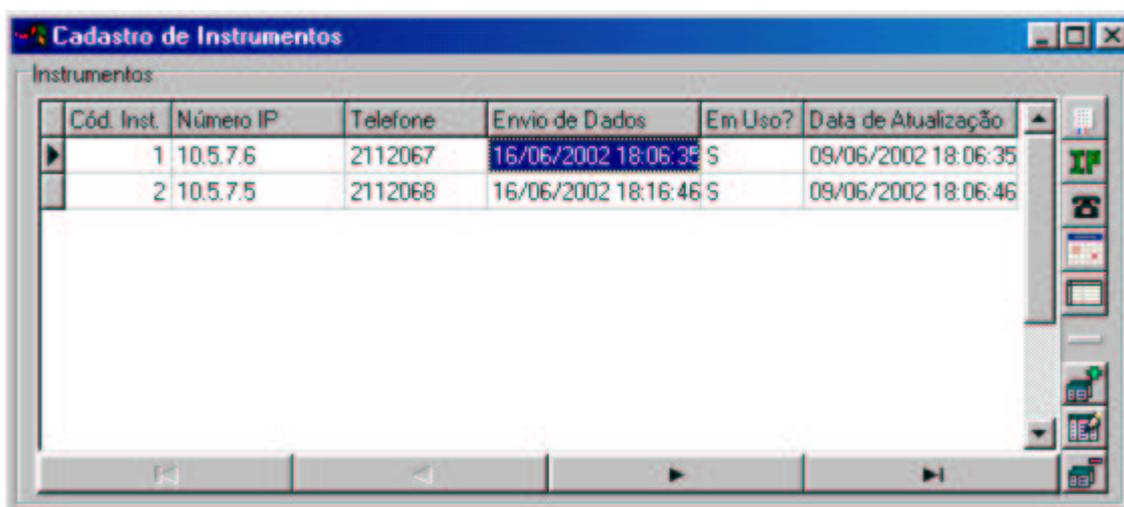


Figura 6 – Janela de dados para o cadastro de instrumentos

A figura 7 refere-se à entrada de dados para especificar como se processará a aquisição de dados. São informados para o instrumento, conforme a resolução 505 da ANEEL[7], o período de realização das medidas (dias), a periodicidade da aquisição das medidas (min) e também, a periodicidade de envio dos dados para o computador central (min). Já na figura 8 têm-se a tela de dados que informa ao instrumento sobre os parâmetros que caracterizam o evento interrupção de energia, de acordo com o estabelecido na resolução 24 da ANEEL[6]. Também informa se

nesta janela, qual o procedimento para que o instrumento informe a ocorrência de interrupção de energia, se imediatamente (Period. de notificação = zero) ou se após decorridos alguns minutos.

As figuras 7 e 8 representam um recurso importante que este sistema apresenta, que é ser configurado via software, de modo que se ocorrerem modificações de valores previstos em normas, pode-se adequar facilmente o sistema para operar nessas novas condições, sem ser necessário alterações no hardware, ou na programação interna do microcontrolador.

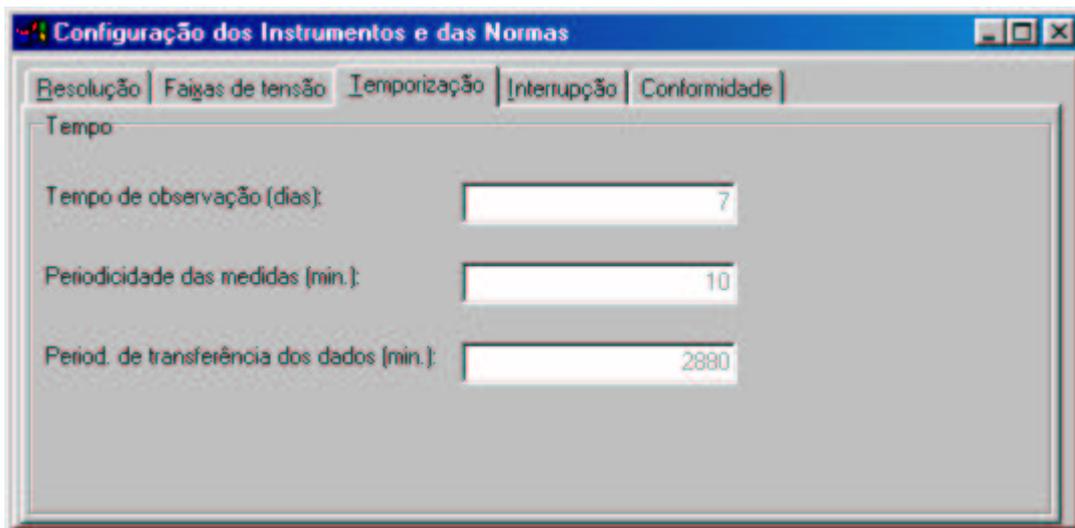


Figura 7 – Janela de dados para a caracterização das interrupções de energia

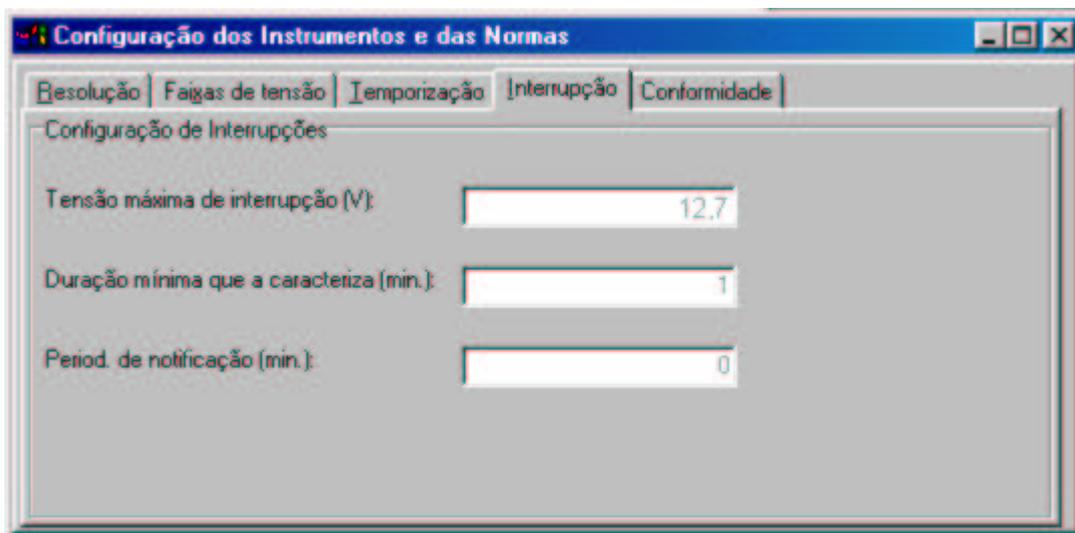


Figura 8 – Janela de dados para a configuração da transferência de dados

A apresentação de resultados se dá conforme mostrado nas figuras 9 e 10. Na figura 9 apresenta-se um exemplo de relatório de saída em monitor de vídeo, no qual o usuário pode visualizar em tabela e em forma de gráfico, o comportamento dos valores RMS das tensões nas fases A, B, C do consumidor. Tanto na forma gráfica, como na forma de tabela é informada a data do

registro (dd/mm/aaaa; hh/mm/ss). Na apresentação em tabela são listados todos os instrumentos e seus respectivos registros, ao passo que para a representação gráfica deve-se selecionar um instrumento por vez. A escala de tempo na apresentação gráfica permite o recurso de *zoom*, variando a escala até a intervalos de segundos.

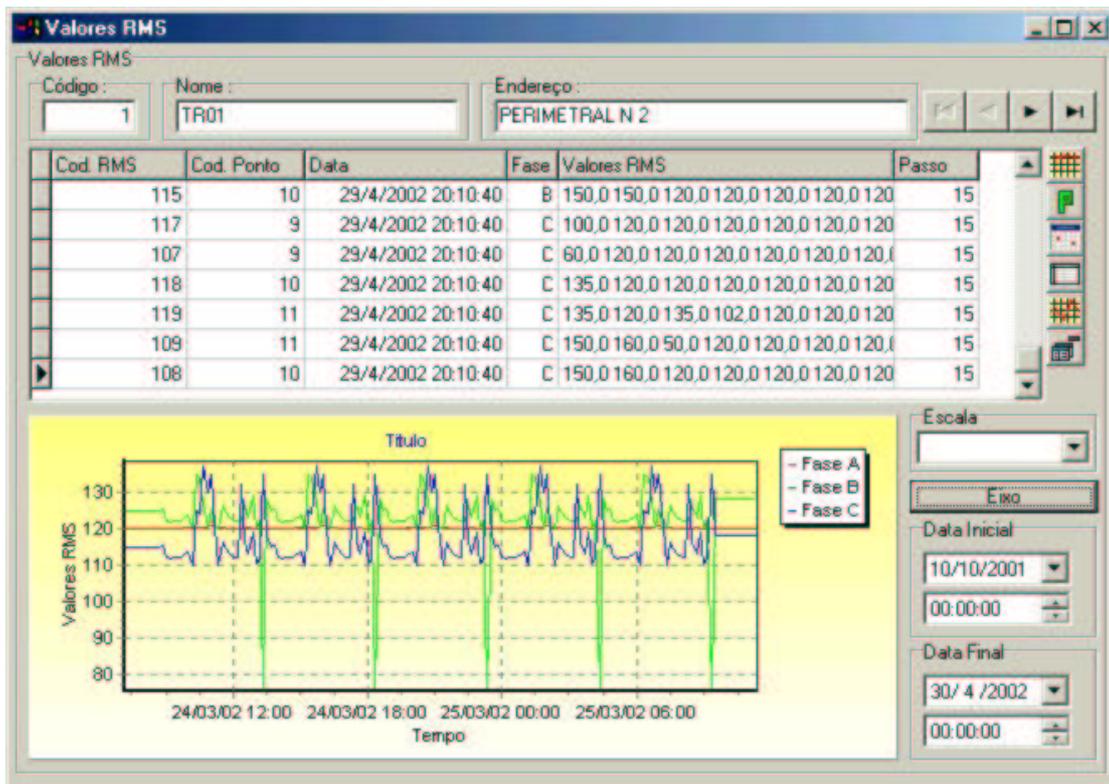


Figura 9 – Apresentação de Resultados de Tensão RMS

Na figura 10 tem-se um exemplo de apresentação de resultados relativos as interrupções de energia. Está mostrada em tabela, uma relação de pontos nos quais ocorreram interrupções do fornecimento de energia,

sendo também informado em qual fase este evento ocorreu. O sistema registra a data início da ocorrência em dd/mm/aaaa e hh/mm/ss, informando também a duração da interrupção em segundos.

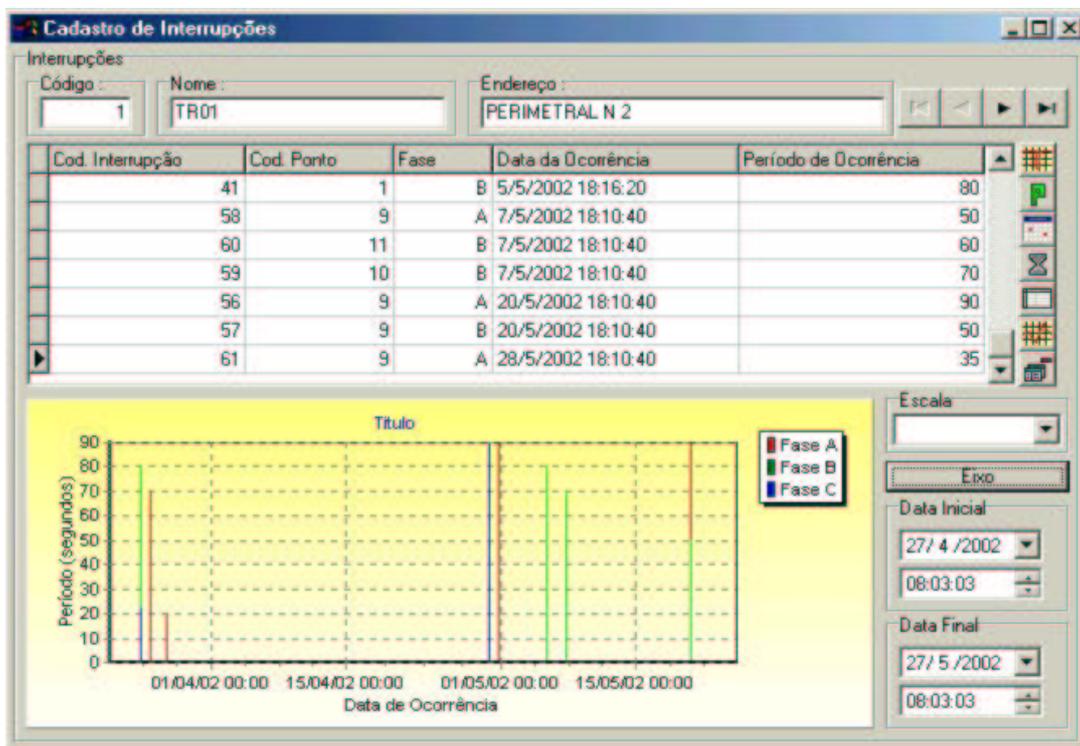


Figura 10 – Apresentação de resultados das interrupções de energia

Caso seja desejado, pode-se visualizar para cada ponto de monitoramento por vez, a representação gráfica da duração da interrupção (período de ocorrência) versus os instantes de ocorrência. Os gráficos exibem as apresentações para as fases A, B e C, distinguindo-as por barras de cores diferentes.

Os índices DEC, FEC podem ser obtidos dos registros individuais dos consumidores (DIC e FIC) e são apresentados em forma de tabela e em forma de gráfico de barras. O sistema também calcula e apresenta os resultados relativos aos índices DRP, DRC e ICC.

4. CONCLUSÕES

O sistema de monitoramento da qualidade da tensão aqui apresentado constitui-se uma solução nova a disposição das empresas concessionárias de energia elétrica do País, o qual pode contribuir decisivamente para a implantação de procedimentos de monitoramento da rede de distribuição secundária, visando a coleta de informações para a avaliação da qualidade do fornecimento de energia elétrica.

O sistema foi desenvolvido integrando várias soluções parciais, como o hardware para a aquisição das amostras dos sinais de tensão, o sistema de comunicação via linha telefônica discada, e o sistema de software para a interface com o usuário e a gerência do banco de dados. A concepção do sistema é modular, de forma que é possível acomodar futuros desenvolvimentos em termos de hardware, comunicação e software, como por exemplo, a implementação de comunicação via telefonia celular, satélite e mesmo PLC (Power Line Communication).

Enfocou-se neste trabalho a aplicação do sistema para o monitoramento de consumidores em baixa tensão, monofásicos, bifásicos e trifásicos. No entanto para o sistema é indiferente qual tipo de consumidor está sendo monitorado, desde que se condicione a tensão de entrada do instrumento em 127 V/220 V.

O uso do sistema com os instrumentos de monitoramento instalados na entrada dos padrões de medição dos consumidores atende a finalidade de avaliar a qualidade da energia, segundo os padrões estabelecidos nas resoluções de números 24 e 505 da ANEEL, para o cálculo dos índices DIC, FIC, DMIC, DEC, FEC, DRP, DRC, e ICC. No entanto este sistema pode ser também utilizado para o monitoramento dos secundários dos transformadores de distribuição, gerando dados e informações importantes sobre o estado de operação da rede ao longo do ciclo de carga. Como os períodos de transferência de dados dos instrumentos para o computador central podem ser programados via software, pode-se ajustar a coleta de dados da rede de distribuição de forma conveniente, aumentando ou reduzindo a frequência de transferência de dados.

Vale ressaltar que a implantação deste sistema com uma grande quantidade de instrumentos instalados requer que se disponha de infra-estrutura

computacional e de comunicação adequada para o recebimento dos dados transmitidos por todos os instrumentos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bezerra, U. H.; Garcez, J. N.; Moscoso, M. N. A.; Sena, J. A. S.; Souza, K. T.; Silva, R. R.; Lemos, R. S.; Tupiassú, A. A. A.; Mesquita, J. E.- “Desenvolvimento de Protótipo de um Instrumento para Monitoramento da Qualidade de Energia de uma Concessionária de Distribuição de Energia Elétrica”. I CITNEL – Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica, Brasília – DF, 2001.
- [2] Bezerra, U. H.; U. H.; Garcez, J. N.; Lima, W. J. F.; Maciel, J. H. M.; Castro, A. L. S.; Alves, R. N. C.; Moscoso, M. N. A.; Sena, J. A. S.; Souza, K. T.; Castro, A. G.; Amazonas, E. M. Tupiassú, A. A. A.; Mesquita, J. E – “Instrumento para Monitoramento da Qualidade da Energia em Rede de Distribuição Elétrica”. IV SBQEE – Seminário Brasileiro de Qualidade da Energia Elétrica, Porto Alegre –RS. 2001.
- [3] Bezerra, U. H.; U. H.; Garcez, J. N.; Lima, W. J. F.; Maciel, J. H. M.; Castro, A. L. S.; Alves, R. N. C.; Moscoso, M. N. A.; Sena, J. A. S.; Souza, K. T.; Castro, A. G.; Tupiassú, A. A. A.; Mesquita, J. E – “Power Quality Monitoring Instrument for Energy Distribution Feeder”. 11th IMEKO TC - 4 Symposium – Trends in Electrical Measurement and Instrumentation, Lisboa – PT. 2001.
- [4] Bezerra, U. H.; U. H.; Garcez, J. N.; Lima, W. J. F.; Maciel, J. H. M.; Castro, A. L. S.; Alves, R. N. C.; Moscoso, M. N. A.; Sena, J. A. S.; Souza, K. T.; Silva, R. R.; Lemos, R. S.; Castro, A. G.; Tupiassú, A. A. A.; Mesquita, J. E Mesquita, J. E – “Integrating a Power Quality Monitoring System in a Distribution Control Center”. IEEE Porto Power Tech, Porto-PT. 2001
- [5] Bezerra, U. H.; Garcez, J. N.; Moscoso, M. N. A.; Sena, J. A. S.; Souza, K. T.; Silva, R. R.; Lemos, R. S.; Tupiassú, A. A. A.; Mesquita, J. E.- Sistema para o Monitoramento da Qualidade de Energia Elétrica de um Conjunto de Consumidores em Baixa Tensão”. I CITNEL – Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica, Brasília – DF, 2001.
- [6] ANEEL -Resolução No. 24, de 27 de fevereiro de 2000.
- [7] ANEEL - Resolução No. 505, de 26 de novembro de 2001.
- [8] Borland, C++ Builder for Windows 2000/98/95/NT. Developers Guide 2000.