

Sistema de Aquisição de Dados de Eventos Não Programados - SADENP

C. O. Pretto, F. A. B. Lemos, M. A da Rosa, J.Jefmann Filho, R.S Faller,

L.G.M. B. Almeida - GSEE-PUCRS. R. Bertani - RGE

Resumo - Este artigo apresenta um sistema para coleta e análise de dados sobre desligamentos não programados baseado em computadores móveis. São apresentadas as etapas de desenvolvimento bem como as funcionalidades e benefícios que o aplicativo computacional proporciona a empresa. Para a coleta de dados foi utilizado computadores móveis do tipo Personal Digital Assistant - PDA. O sistema é capaz de representar o histórico de desligamentos em um alimentador de forma geoposicionada. O sistema está plenamente implantado no Centro de Operação da Distribuição da RGE.

I. INTRODUÇÃO

Os conceitos de confiabilidade de redes de distribuição de energia aplicados ao modelo setorial verticalizado pressupunham uma visão de desempenho de cada item instalado nas redes elétricas, verificando o desempenho operacional através do monitoramento da vida útil do componente [1][2]. A introdução do termo competitividade aliado ao desenvolvimento tecnológico dos materiais torna obsoleto a verificação pontual de determinados itens das redes elétricas, possibilitando uma simplificação e uma modularização dos agregados aplicados no serviço de distribuição.

A identificação das causas de desligamentos por defeitos transitórios ou permanentes torna-se uma tarefa complexa para o electricista, pois o principal objetivo das equipes está em restaurar a falta de energia com a maior brevidade possível, visando fatores como segurança e durabilidade do reparo no sistema. Diante disto, o diagnóstico natural do desligamento passa a ser secundário, prejudicando a caracterização do defeito e impedindo que ações planejadas possam ser direcionadas corretamente segundo informações consistentes de um banco de dados sobre interrupções [2].

Uma análise correta dos motivos ou das causas que levaram a uma interrupção forçada está intimamente ligada a qualidade e a confiabilidade das informações oriundas da investigação realizada no local do evento pelo electricista ou técnico de rede [3]. Com o objetivo de auxiliar as empresas no direcionamento de recursos financeiros e na elaboração da política de manutenção [4] das redes de distribuição para aumentar a confiabilidade do sistema [2][3] e,

consequentemente proporcionar a redução das perdas econômicas por desligamentos [5][6][7], está em desenvolvimento um sistema para coleta e tratamento de informações sobre desligamentos forçados.

As próximas seções apresentam um sistema computacional para aquisição de dados de eventos não programados baseado na tecnologia de computação móvel (Personal Digital Assistant – PDA), desenvolvido no ciclo de P&D 2003/2004, pelo Grupo de Sistemas de Energia Elétrica – GSEE da PUCRS para a empresa RGE Rio Grande Energia S. A.

II. COMPUTAÇÃO MÓVEL

A evolução acelerada da capacidade de processamento e armazenamento dos computadores de mão, bem como a atual possibilidade de conexão à distância via Internet com servidores e base de dados são fatores motivadores à utilização deste tipo de tecnologia nas mais diversas áreas da indústria e do comércio, promovendo uma melhoria significativa no fluxo e na confiabilidade da informação dentro das empresas [15]. Sendo assim, nada mais natural que essa tecnologia viesse a ser utilizada por empresas de distribuição de energia elétrica a fim de melhorar os processos onde a confiabilidade, velocidade e qualidade da informação sejam fatores importantes. O sistema computacional para computadores de mão apresentado neste artigo foi desenvolvido para os dois sistemas operacionais líderes de mercado: *PocketPC®* (utilizando a linguagem de programação *Embedded Visual Basic*) e *Palm OS®* (utilizando *C++*).

III. SISTEMA PROPOSTO

As empresas distribuidoras de energia no Brasil possuem fortes razões para buscar a melhoria dos diagnósticos e gerenciamentos sobre suas redes. Com o processo de divisão financeira e fiscal da comercialização de energia (produto) e a prestação de serviços, as chamadas empresas do fio (serviços) necessitam ampliar suas condições técnicas com o objetivo de otimizar investimentos e custos operacionais.

Para proporcionar a redução de custos de investimentos nas redes e custos de operação das mesmas é necessário investir em melhoria de processos. A partir dessa premissa pode-se apresentar uma avaliação da experiência verificada na evolução dos processos de coleta e tratamento dos eventos e causas de interrupções não programadas nas redes elétricas de uma distribuidora brasileira.

Este trabalho foi suportado em parte por recursos do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da RGE Rio Grande Energia S.A.

F. A. B. Lemos e M. A. da Rosa são professores da Pontifícia Universidade Católica do RS - PUCRS e pesquisadores do Grupo de Sistemas de Energia Elétrica - GSEE. C.O.Pretto, J.Jefmann Filho, R.S Faller, L. G. M. B. de Almeida são pesquisadores do GSEE. (e-mail: gsee@ee.pucrs.br). R. Bertani é Engenheiro do Dept. de Operações da RGE - Rio Grande Energia S.A.

Muitas vezes a coleta de informações dos eventos ocorridos no sistema elétrico de distribuição é feita de forma manual e com total autonomia dos técnicos e eletricitas (equipes de restabelecimento) que atuavam diretamente nas redes. Essa forma de coleta e tratamento não permite que a empresa elabore diagnósticos mais diretos e pontuais dos problemas que a rede apresenta, proporcionando apenas diagnósticos macros que direcionam grandes volumes de investimentos para áreas consideradas críticas. Além disso, os erros inerentes ao processo são relativamente grandes, proporcionando distorções nos diagnósticos de planejamento de investimentos. Isto acarreta problemas de decisão dos técnicos e eletricitas para a identificação das causas, problemas de perdas dos relatórios ou registros de eventos, erros de digitação das informações coletadas no sistema de gerenciamento da rede (em sistemas internos) e outros mais que se somam ao precário processo de coleta e tratamento das informações de eventos ocorridos nas redes elétricas. Para melhorar esses processos é necessário eliminar algumas etapas, buscando a simplificação e utilizando a tecnologia atual para compor uma solução do processo mais adequada.

Por outro lado, a cada ocorrência no sistema de distribuição, deve-se procurar identificar a circunstância e o mecanismo que provocou o mau funcionamento do componente, para definir os procedimentos que venham a diminuir sua reincidência. Da análise dessas ocorrências, pode-se identificar o setor que será acionado ou quais as atividades a serem desenvolvidas para que o desempenho do sistema atinja um nível adequado.

Desta forma, apresenta-se um sistema para coleta, armazenamento e tratamento posterior de informações sobre desligamentos não programados. Este sistema foi desenvolvido durante um projeto de P&D do ciclo 2003/2004 da ANEEL para a empresa RGE - Rio Grande Energia S.A., do estado do Rio Grande do Sul. O principal objetivo do sistema é proporcionar uma ferramenta computacional para aprimorar o processo de coleta e armazenamento de informações referentes a desligamentos não programados.

A Figura 1 apresenta, de forma resumida, a estrutura do sistema desenvolvido.

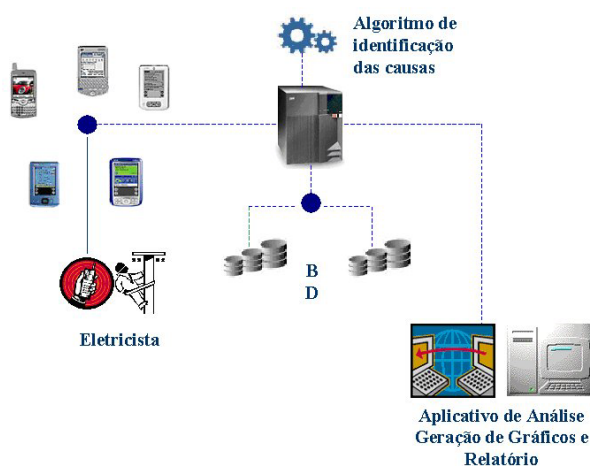


Fig.1 - Estrutura resumida do sistema

A. Etapas do processo

Quando um desligamento ocorre, um eletricitista é enviado para realizar a recomposição do fornecimento de energia. Logo após a recomposição do sistema, o eletricitista preenche um formulário eletrônico (chamado questionário) indicando vários aspectos sobre o desligamento. Essas informações são enviadas e armazenadas em um histórico de desligamentos. O sistema de análise utiliza um algoritmo para filtrar as causas não prováveis, baseado em árvore binária [16], e para realizar análises gráficas do histórico de falhas. As próximas seções descrevem as etapas do sistema com mais detalhes, realçando os pontos mais importantes do desenvolvimento.

IV. COLETA DE DADOS

O objetivo da detecção da causa de interrupção do fornecimento de energia é a de suprir as áreas da empresa que gerenciam a rede elétrica, com informações sobre o desempenho dos elementos que compõem as mesmas, identificando como posicionar o investimento necessário para redução de problemas e conseqüente ampliação de benefícios. Nesse caso, é possível identificar os elementos básicos de um sistema de distribuição para melhor medir o desempenho desses elementos. Pode-se citar alguns objetivos básicos de interesse nos elementos:

- ❑ Identificar quais áreas possuem piores desempenhos das redes;
- ❑ Identificar qualidade dos equipamentos instalados no sistema de distribuição;
- ❑ Identificar possibilidade de mau gerenciamento dos ativos por parte dos técnicos que atuam na rede;
- ❑ Identificar a performance de algum tipo de equipamento que seja necessário em alguma região;
- ❑ Identificar problemas de redes elétricas mal construídas;

A. Elementos de Interrupção

As falhas que ocorrem em um sistema de distribuição acontecem diretamente em algum dos elementos que compõem a estrutura física da rede elétrica. Sendo assim, criou-se o conceito de *Elemento de Interrupção*, representando todas as estruturas que podem apresentar defeitos e, conseqüentemente, levar a interrupção do fornecimento de energia elétrica. Os elementos de interrupção podem ser identificados como:

- ❑ Postes;
- ❑ Cruzetas;
- ❑ Isoladores;
- ❑ Elementos de Sustentação;
- ❑ Condutores
- ❑ Equipamentos.

O conceito de elemento de interrupção vem colaborar com a identificação direta de onde ocorreu o problema (qual o elemento de interrupção), para uma posterior análise e julgamento da causa propriamente dita. Dessa forma, é possível se visualizar níveis de identificação de causas, os quais podem indicar a informação necessária para a medida de desempenho de todo um sistema elétrico. Abaixo são listados os níveis de identificação de causas e suas propriedades e funcionalidades:

- ❑ Identificação dos elementos de interrupção do sistema de distribuição, falhas mecânicas ou elétricas;
- ❑ Identificação dos componentes que formam um elemento de interrupção;
- ❑ Identificação da qualidade do material que compõem o elemento falhado;
- ❑ Identificação da causa primeira que levou a parada no fornecimento de energia.

Para efeito de análise da causa que repercutiu na interrupção do fornecimento, busca-se identificar o elemento do sistema de distribuição que foi afetado pela falha, ou onde a falha apresentou sua maior consequência.

Utilizando este conceito de elemento de interrupção, foi elaborado um questionário que visa identificar o motivo que causou o desabastecimento de energia elétrica. O questionário foi implementado sob forma de um aplicativo para computador de mão, onde o electricista indica o elemento de interrupção responsável pela parada de fornecimento e as condições onde a rede de distribuição esta inserida.

A seqüência lógica do questionário pode ser vista Figura 2..

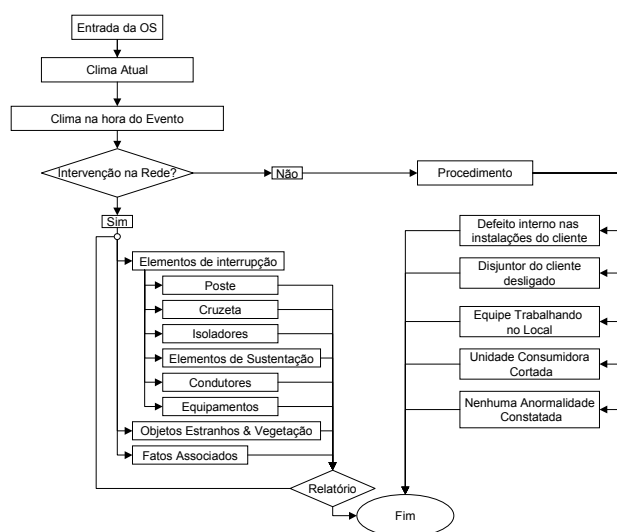


Fig. 2 – Seqüência lógica do questionário.

B. Implementação do questionário

O questionário foi implementado sob forma de um aplicativo desenvolvido em uma estrutura orientado a objetos [17] onde os dados recolhidos são armazenados em um arquivo local para posteriormente ser enviado a um banco de dados.

É importante salientar que o principal objetivo do electricista é restaurar o sistema de distribuição, restabelecendo o fornecimento de energia o mais breve o possível. Sendo assim, o questionário deve ser respondido após a intervenção na rede, com o electricista possuindo claro domínio sobre o trabalho realizado. O questionário deve possuir um conteúdo claro, intuitivo, e de fácil navegação.

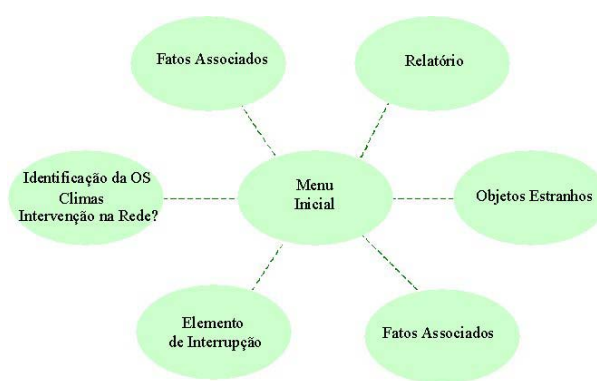


Fig 2. Esquema do Aplicativo

A Figura 3 apresenta uma seqüência de passos (representados por telas do PDA) de um atendimento real realizado pelos funcionários da empresa. As telas apresentadas são referentes ao aplicativo desenvolvido em C++, que está hoje em uso pela empresa. Os funcionários atendem um chamado pelo sistema de despacho via satélite. Inserem o número de identificação da equipe, logo após o número da ordem de serviço a qual estão atendendo (primeira e segunda tela). Após, o electricista informa o clima atual e do momento do atendimento, bem como a condição do vento. Como houve uma intervenção na rede, o aplicativo continua, com o electricista informando o elemento de interrupção. Como não foi encontrado nenhum objeto estranho na rede, é informado apenas a condição da vegetação (obrigatória). O evento também não apresentou nenhum fato associado. Um relatório final é apresentado para a verificação dos dados coletados. Após a verificação, o electricista pode armazenar a coleta através da função “salvar”.

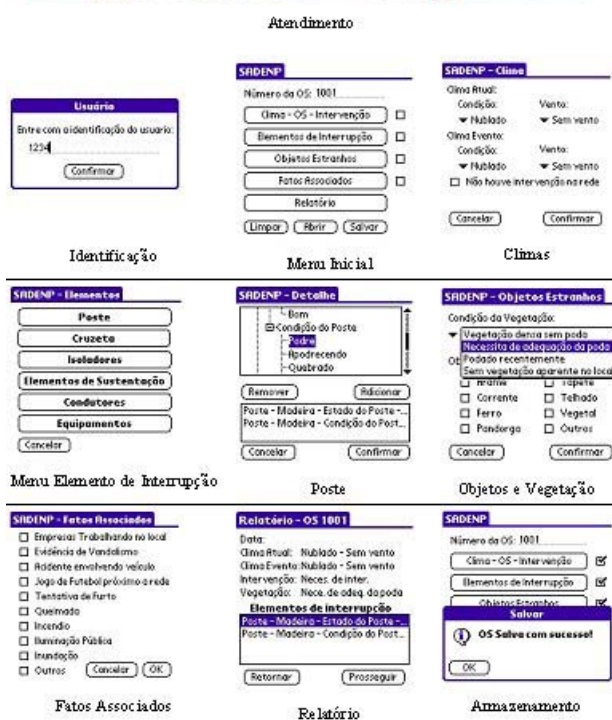


Fig 3. Seqüência de passos (representados por telas do PDA) de um atendimento real.

Após a realização do atendimento e do preenchimento do questionário, e estando as informações salvas no PDA, pode-se enviar o arquivo com as informações do atendimento para o Centro de Operação da empresa. Esta situação é apresentada esquematicamente na Figura 4.

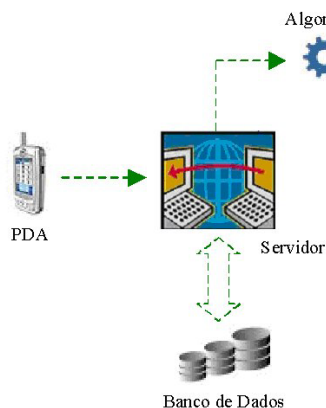


Fig 4 - Fluxo de Informação

O meio de envio (TCP-IP, celular, satélite) pode ser determinado por política da empresa, sendo que o sistema possui fácil customização em relação a esta funcionalidade. No atual sistema, as informações são descarregadas em um aplicativo residente em computadores localizados nas bases de atendimento, e destes são enviados para o Centro de Operação via internet - rede corporativa. Na próxima seção é apresentada uma descrição do aplicativo de análise.

V. APLICATIVO DE ANÁLISE

O aplicativo de análise tem por objetivo proporcionar ferramentas de visualização dos dados sobre desligamentos, tornando-se uma ferramenta muito útil para o operador. A visualização de dados sob a forma gráfica é um recurso amplamente utilizado para identificação de padrões que normalmente não são vistos quando os dados estão dispostos de maneira tabular. O processo de análise dos dados inicia com a escolha de um período para a pesquisa no banco de dados do histórico de falhas. É importante salientar que o número de interrupções pode vir a ficar muito elevado se o sistema for utilizado amplamente na concessionária, já que elas aumentam significativamente todo o mês. Em vista disso, é importante limitar a pesquisa por um período. Na Figura 5 pode ser visto uma pesquisa com algumas opções de filtros.

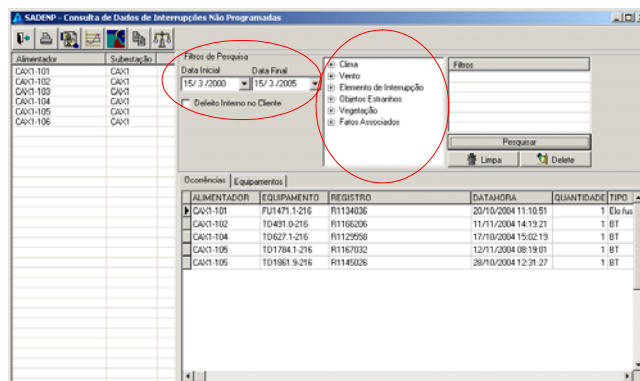


Fig 5 - Tela de Pesquisa

Após a pesquisa, o aplicativo apresenta um histograma de frequência relativa de cada propriedade do desligamento, conforme mostrado na Figura 6, onde é mostrado um gráfico dos componentes defeituosos para a pesquisa realizada na Figura 5.

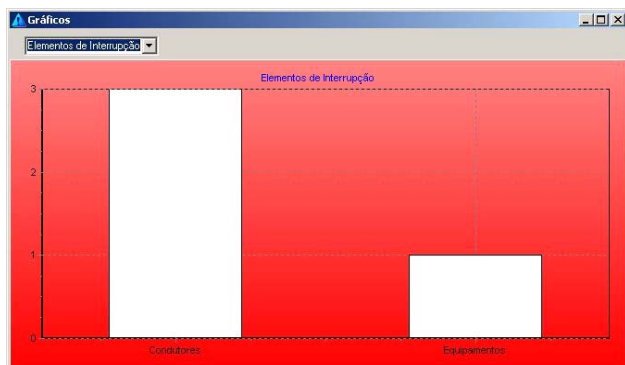


Fig 6 – Histograma de frequência relativa de cada propriedade do desligamento

Este gráfico pode ser construído para cada propriedade do desligamento, como Clima, Elemento de Interrupção, Vento, Fatos Associados e Objetos Estranhos. Selecionado um desligamento na tabela de pesquisa, o aplicativo mostra um relatório com os dados do desligamento selecionado, conforme Figura 7.

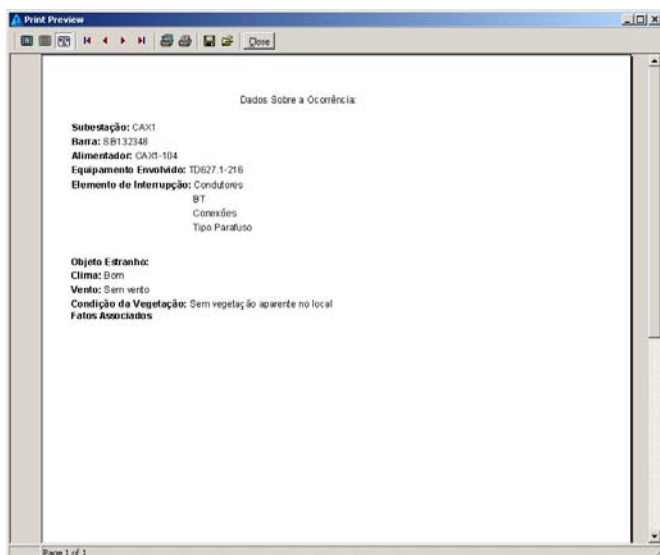


Fig 7 - Relatório com os dados do desligamento selecionado

A. Representação Gráfica

Os desligamentos resultantes da pesquisa são mostrados de forma geoposicionada e são associados graficamente a um local da rede elétrica, através de um círculo no diagrama unifilar do alimentador. Na Figura 8 pode ser visto os desligamentos sendo representados como círculos verdes. O aplicativo oferece a possibilidade de centralizar e mostrar em detalhe um equipamento que apresentou um ou mais desligamentos, permitindo desta forma acessar o histórico de desligamento do equipamento.

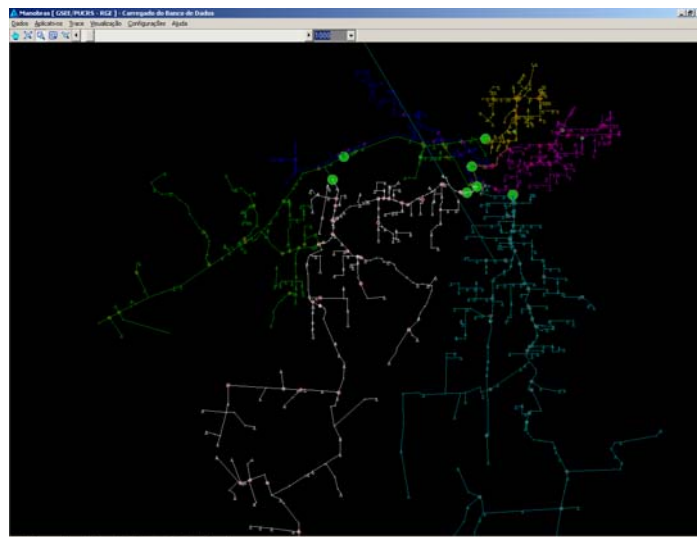


Fig 8 - Localização Gráfica das Causas

VI. CONCLUSÕES

O desenvolvimento e implementação de uma ferramenta computacional para apoio do processo de aquisição e tratamento das informações e diagnóstico das causas de eventos de desligamentos emergenciais, na rede de distribuição, para melhorar a qualidade da informação adquirida em campo, é desejada pelas empresas de energia elétrica. Pode-se verificar nesse sistema computacional uma ampla gama de funcionalidades que melhoram diretamente todo o processo de tratamento e aquisição de informações relativas à rede elétrica, proporcionando a possibilidade de elaboração de diagnósticos que envolvem informações como condições climáticas, vento ou estado geral dos elementos de interrupções. A implementação deste sistema proporciona a possibilidade de criação de uma base de dados consistente sobre desligamentos forçados, criando assim uma ferramenta para auxiliar no direcionamento dos investimentos em manutenção e a gestão de recursos financeiros, bem como o acompanhamento do desempenho da operação do sistema. O sistema apresenta benefícios diretos através de seu uso, sendo os mais significativos:

- **Manutenção:** possibilidade de verificar graficamente, as áreas da rede que apresentam um maior tipo de defeito, utilizando pesquisas baseadas na filtragem por item *Elemento de Interrupção*.
- **Áreas de Poda:** verificar os locais em que ocorrem mais desligamentos associados ao item vegetal. Este estudo pode descobrir que zonas precisam de uma rotina de poda mais frequente.
- **Estudo Elétrico:** o eletricitista pode reproduzir o estado elétrico da rede no momento de qualquer interrupção presente no histórico de interrupções, verificando as condições de corrente e tensão no local da falha.

- Estado Elétrico: o sistema pode apresentar que parte da rede ficou sem abastecimento depois de um desligamento e por quanto tempo.
- Inspeção: o sistema pode servir como apoio à políticas de inspeção de rede, baseado no histórico de falhas, no tipo de falha, e na frequência que cada tipo de equipamento apresenta defeito.

Desta forma, conclui-se que este projeto cumpriu plenamente com objetivos acadêmicos de pesquisa e de aprofundamento do estado da arte em nível de algoritmos e metodologia e com os objetivos de desenvolvimento de uma pesquisa aplicada, a qual melhorou processos e a confiabilidade do sistema da RGE.

VII. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos técnicos e engenheiros da RGE, dos setores de operação e manutenção, que forneceram suporte ao desenvolvimento deste projeto.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- [1] IEEE Committee Report : “*List of Transmission and Distribution Components for Use in Outage Reporting and Reliability Calculations*” IEEE Trans. Appar. Syst. Vol PAS-95, no 4, July/August 1976, pp. 1210-15.
- [2] R. Billinton, M. Oprison, F. Filippelli, and I. M. Clark “*A reliability data system for the reporting of forced outages of distribution equipment*” WESCANEX '91 IEEE Western Canada Conference on Computer, Power and Communications Systems in a Rural Environment, 1991 pp. 267 –270.
- [3] R. Billinton “*Assessment of Customers Service Reliability*”. Invite Paper - VIII SEPOPE – Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning, May 2002, Brasil.
- [4] Endrenyi, J.; Aboresheid, S.; Allan, R.N.; Anders, G.J.; Asgarpoor, S.; Billinton, R.; Chowdhury, N.; Dialynas, E.N.; Fipper, M.; Fletcher, R.H.; Grigg, C.; McCalley, J.; Meliopoulos, S.; Mielnik, T.C.; Nitu, P.; Rau, N.; Reppen, N.D.; Salvaderi, L.; Schneider, A.; Singh, Ch. “*The present status of maintenance strategies and the impact of maintenance on reliability*” Power Systems, IEEE Transactions on, Volume: 16 , Issue: 4 , Nov. 2001 pp. 638 - 646
- [5] R. Billinton, W. Wangdee, “*Customer outage cost evaluation of an actual failure event*”, IEEE CCECE2002. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, vol.1, 2002 pp. 94 –99.
- [6] R. Billinton, “*Economic cost of non-supply*” Power Engineering Society Winter Meeting, 2002. IEEE , Volume: 2, 2002 pp. 959 -962 vol.2.
- [7] Allan, R.; Billinton, R. “*Power system reliability and its assessment. III. Distribution systems and economic considerations*” Power Engineering Journal, Volume: 7 , Issue: 4 , Aug. 1993 pp.185 - 192.
- [8] C.O.Pretto, G.V.Rancich F.A.Lemos, M.A.Rosa “*Forced Outages Information Treatment System and Cause Identification Based on Mobile Computing and Neural Networks*” Power. Power Tech, Bolonha, June 2003 [on CD].
- [9] C.O.Pretto, F.A.Lemos, M.A.Rosa “*Computational System For Outage Causes Identification And Analysis For Assessment Of Distribution Systems Reliability Index*” CIRED, Barcelona, May 2003 [on CD].
- [10] Yan Liu; Schulz, N.N “*Intelligent system applications in distribution outage management*” Power Engineering Society Winter Meeting, 2002. IEEE , Volume: 2 , 27-31 Jan. 2002 pp. 833 - 837 vol.2.
- [11] Sumic, Z.; Vidyanand, R. “*Fuzzy set theory based outage determination [for distribution networks]*” Intelligent Systems Applications to Power Systems, 1996. Proceedings, ISAP '96., International Conference on , 28 Jan.-2 Feb. 1996 pp. 204 - 208.
- [12] L. Yan, N.N. Schulz, “*Knowledge – based system for distribution system outage locating using comprehensive information*”, Power Systems, IEEE Transactions on, vol.17, Issue.2, May2002, pp. 451 –456.
- [13] Breiman L, Fredman JH, Olshena RA and Stone CJ. “*Classification and Regression Trees*” Wadsworth, Belmont CA. 1984.
- [14] Chiogna, M.; Franklin, R.; Spiegelhalter, D. “*Expert derived automatically generated classification trees: an example from pediatric cardiology*” Computers in Cardiology 1993. Proceedings. , 5-8 Sept. 1993 pp. 217 - 220.
- [15] Yu-Fai Fung; Tin-Kin Ho. “*Mobile communication in power distribution application*” Communications, Computers and signal Processing, 2001. PACRIM. 2001 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing , Volume: 2 , 26-28 Aug. 2001 pp. 639 - 642 vol.2.
- [16] C. O. Preto “*Sistema de Coleta e Tratamento de Informações sobre Desligamentos Não Programados Baseados em Computadores Móveis.*” Dissertação de Mestrado P. Meiler. “*Fundamentals of object-oriented design in UML*”, Addison Wesley Longman, 2001.
- [17] P. Meiler. “*Fundamentals of object-oriented design in UML*”, Addison Wesley Longman, 2001.