



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Sistema de Religamento & Corte de Unidades Consumidoras com Tecnologia Bluetooth

Jerry Jakson Eloy Santos	Carlos Alberto Fróes Lima	José Ricardo Portillo Navas
Coelce	KNBS	KNBS
jerryeloy@coelce.com.br	froes@knbs.com.br	navas@knbs.com.br
Tiago Carvalho	Dalton Swain Conselvan	André S Fonseca Sobrinho
KNBS	IDENTECH	IDENTECH
carvalho@knbs.com.br	dalton@identech.com.br	sanches@identech.com.br

Palavras-chave

Automação de processo de religa e corte
Redução de custos operacionais
Religamento e corte remotos
Segurança operacional
Tecnologia Bluetooth

Resumo

O projeto contempla o desenvolvimento e a implementação de um dispositivo ativo, com tecnologia BLUETOOTH, acoplado ao medidor de energia Elétrica, para realizar religamentos e cortes de Unidades Consumidoras (UC), permitindo, assim, aos operadores, através de *handhelds*, maior segurança e facilidade operacional e garantindo o acesso às unidades de medição para esta ação, sem interferências mecânicas/elétricas diretas especializadas.

A operacionalização deste projeto visa minimizar a dificuldade de se realizar o religamento ou corte de energia em determinados consumidores pela negação ou dificuldades do acesso aos centros de medições, ou pela ausência de seu responsável, contribuindo com uma solução tecnológica de religa e corte à distancia que oferece segurança operacional, redução de custos operacionais e uma melhoria na imagem da empresa. O dispositivo, portanto, é recomendado para as concessionárias de energia, agregando valor ao negócio, contribuindo com a imagem de austeridade no controle de inadimplência, reduzindo também o desgaste institucional nos contatos conflituosos entre consumidores e operadores.

1. INTRODUÇÃO

A partir de 2006 a COELCE empreendeu esforços no sentido de poder possibilitar o desenvolvimento de uma nova ferramenta, que trouxesse benefícios ao processo de re-ligação e suspensão de fornecimento a clientes de baixa tensão.

Em resposta a essa iniciativa foi desenvolvido o Sistema de Religa e Corte de Unidades Consumidoras com Tecnologia Bluetooth, onde se agrega um novo dispositivo aos elementos atualmente existentes no ramal de ligação, permitindo realizar as operações de religa e corte à distancia, sem interferência e sem modificação no medidor de energia elétrica. Supera assim a dificuldade de se realizar esta operação em consumidores em condições determinadas por impossibilidade de acesso ou pela ausência de responsável pelo domicílio.

A utilização da tecnologia Bluetooth para comunicação a curtas distâncias entre dispositivos eletrônicos está bem consolidada em nível mundial, o que garante a integração desta tecnologia às características deste projeto com compromissos evolutivos e facilidades de mercado. Além do aspecto funcional, o fato de ser altamente difundida foi determinante para sua escolha, considerando que a maioria dos computadores pessoais portáteis (PDAs e Handhelds) possuem esta tecnologia integrada.

Este projeto (futuro produto) visa oferecer maior segurança e facilidade operacional na execução das operações de religa e corte, onde atualmente, para realizar estes serviços é necessária a utilização de uma viatura com escada adaptada e equipamentos de segurança (luvas e óculos de proteção, capacete, cinto...). Além do custo operacional maior (insumos e recurso humano especializado) há o risco à integridade humana dos funcionários, que podem sofrer quedas ou outro tipo de acidentes.

As questões de segurança das equipes no atendimento as tarefas de religa e corte são resultados extremamente positivos deste projeto.

2. PROCEDIMENTOS DE RELIGA & CORTE

A execução dos procedimentos de religa e corte, aplicável a operações de religamento e corte de unidades consumidoras (UC) de baixa tensão em rede energizada [1], é aderente ao Procedimento de execução “Serviços de Ligação, Corte e Religação de Unidades Consumidoras de Baixa Tensão” descritos nos procedimentos internos da COELCE [2].

De acordo com esse procedimento, a ligação é realizada normalmente em caso de novas instalações.

A religação é o ato de restabelecer o fornecimento de energia elétrica à UC, por solicitação do cliente, depois de sanado o fato que motivou a suspensão. A suspensão do fornecimento ou corte, pode acontecer em atendimento a fatos e segundo as recomendações indicadas na Resolução 456 [3] da ANEEL, artigos 90 a 94, ou em função de eventos especiais tais como:

- Na eventualidade de emergências que venham a surgir no sistema;
- Por dano ocasional em equipamento de medição pertencente à concessionária;
- Deficiência técnica e/ou de segurança das instalações da unidade consumidora, que ofereça risco iminente de danos a pessoas ou bens, inclusive ao funcionamento do sistema elétrico da concessionária;
- Não pagamento e seguindo um procedimento de reavisos.

A Concessionária não executa a religação quando:

- O local estiver fechado sem acesso à proteção (disjuntor ou chave);
- Por motivo de irregularidade;
- Quando houver risco à unidade consumidora, rede de distribuição ou a terceiros.

Dessa forma, um resultado positivo do projeto está relacionado com a religação em locais fechados e sem acesso. Este motivo passa a não mais ser impeditivo, trazendo, portanto, contribuições nos procedimentos operacionais da concessionária.

3. PROGRAMAÇÃO DO SERVIÇO DE RELIGA & CORTE

Na programação do serviço de Religa e Corte todas as informações relacionadas com as UC onde deverão ser executados os serviços (que fazem parte dos dados cadastrais da concessionária), são organizadas na forma de rota/roteiro para facilitar e agilizar o bom desempenho das atividades executadas pelos operadores.

As rotas/roteiros são arquivos eletrônicos que indicam a seqüência de UC (e os respectivos dados de apoio) que os operadores devem seguir. Estes dados são carregados nas leitoras entregues aos eletricitistas (operadores). São utilizados para a execução das atividades de religa e corte, de acordo com o planejamento da concessionária.

4. DIRECIONAMENTOS TECNOLÓGICOS

No desenvolvimento do sistema optou-se pelo uso de uma tecnologia baseada na comunicação sem fio, para executar as operações de religa e corte sobre as UC.

Atualmente, várias tecnologias sem fio são amplamente disponibilizadas em dispositivos eletrônicos tipo *Palm*, PDA ou *Smartphones* de baixo custo e já consolidada. A grande maioria dos dispositivos no mercado já possuem integrados um ou mais transceptores baseados nas tecnologias: Bluetooth, Wi-Fi, IrDA, ZigBee e celular tipo GSM/GPRS.

Após vários estudos e análises realizadas para o desenvolvimento do Sistema de Religa & Corte, foi escolhida a tecnologia *Bluetooth* [4]. Esta é a denominação de uma tecnologia de Radio Freqüência de curto alcance que opera na faixa de freqüência não licenciada de 2.4 GHz suportando a transmissão de voz e dados, com alcance nominal (cobertura) do Bluetooth de 10 m, 20 m ou 100m, dependendo da classe do dispositivo [5].

A escolha da tecnologia foi baseada, principalmente no aspecto de custo e disponibilidade de transceptores com a tecnologia *Bluetooth*, para integração da interface no dispositivo de Religa & Corte, o qual mostrou-se menor que das demais tecnologias, compatíveis com o transceptor *Bluetooth* dos *smartphones* de mercado, fornecendo coberturas que atenderam os propósitos do projeto, onde se desejavam alcances reais da ordem de 20 m.

Em função desses aspectos, foi selecionado para a leitora um equipamento baseado em um *smartphone* do tipo TREO 650, o qual apresenta características adequadas no que diz respeito a facilidades de implementação, capacidade de armazenamento, facilidade de manuseio e robustez. Este equipamento também tem a vantagem atual de ser utilizado na linha de leituras e de manuseio reconhecido pela concessionária.

Outro direcionamento adotado no projeto foi a estruturação para atendimento de múltiplas UC, a partir de uma estrutura controlada por apenas uma única interface Bluetooth, ao invés de instalar um dispositivo de Religa & Corte por cada ramal de ligação para atendimento de uma única UC. Essa solução sistêmica proporciona uma redução de custos por UC e uma “despoluição” visual, visto que na rede de distribuição da concessionária, normalmente, a partir de um único poste são derivados vários ramais de ligação para alimentação das UC correspondentes.

Com essa solução, um único electricista, com o uso de uma leitora (*smartphone*), executará a operação à distância, sobre múltiplas UC, sem necessidade de subir ao topo do poste, eliminando-se os riscos envolvidos.

5. ARQUITETURA DO SISTEMA

A solução do Sistema de Religa e Corte está composta pelos seguintes elementos sistêmicos, apresentados na Figura 1:

- 1- **Medidor:** medidor atual nas instalações do usuário.
- 2- **Dispositivo de Religa e Corte:** integrado com uma interface Bluetooth, instalado no ramal de ligação da UC, para permitir as operações remotas de religa e corte;
- 3- **Leitora (Palm Top):** com recursos de comunicação via Bluetooth, e carregado com um software aplicativo que executa e controla as operações remotas de religa e corte das UC realizadas pelos operadores. Através dela são transferidos os comandos de religa e corte entre a leitora e o dispositivo;
- 4- **Servidor central:** carregado com um software aplicativo orientado ao Sistema de gestão de religa e corte. No servidor são centralizadas, organizadas e controladas as operações de religa e corte de todas as UC cadastradas no seu banco de dados. Permite o descarregamento “off-line” das informações armazenadas nas memórias das Leitoras executando o devido processamento. A informação processada será entregue para o sistema de gerenciamento respectivo da concessionária.

O enlace de comunicação entre a leitora e o dispositivo de Religa & Corte, na prática atinge distancias com boa qualidade de comunicação da ordem de 20 m, mostrando-se suficiente para a execução das operações de religa e corte desejadas sobre as Unidades Consumidoras. A Faixa de frequências de operação é de 2,4 GHz.



Figura 1 – Arquitetura funcional do sistema de Religa & corte

5.1 Características da Leitora

A leitora consiste em um equipamento portátil apropriado para uso manual (tipo *smartphone*), destinado a executar os comandos sobre o dispositivo de Religa & Corte associado ao medidor da UC. A leitora é ainda programada com senhas de acesso e de operador para maior segurança do sistema.

A leitora é equipada com um software de interface de operação (homem x máquina), que permite ao operador:

- A seleção da Unidade Consumidora desejada da rota/roteiro previamente planejada e armazenada na sua memória;
- A execução do serviço planejado para cada uma das UCs da rota/roteiro;
- O envio do comando para o dispositivo e a visualização do status da operação solicitada.

Os comandos que permitem a execução dos serviços planejados são, conforme a Figura 2:

- **CONFIG:** Configura no dispositivo o número da UC e os relés associados às fases (monofásico, bifásico ou trifásico) que serão habilitadas para uso;
- **RELIGA:** Liga os relés (habilitação das fases para uso);
- **CORTE:** Desliga os relés (desabilitação das fases para uso);
- **STATUS:** Informa o status das conexões ligadas à residência do consumidor, permitindo que o eletricista possa verificar o estado de energização dos condutores de alimentação da UC, identificando a existência de energia de terceiros, dupla ligação ou fraudes;
- **VERSION:** Informa a versão do firmware e do módulo Bluetooth instalados no equipamento de Religa & Corte.



Figura 2 – Tela de login da leitora e suas funcionalidades principais

Para comunicação com o dispositivo de Religa & Corte, a leitora usa os protocolos que implementam a pilha de protocolos de comunicação de dados (ar x ar), definidos nas recomendações da tecnologia Bluetooth [6].

O software residente na leitora, uma vez carregado, permite que a leitora seja configurada, através de uma comunicação via cabo e porta serial ou USB a partir do servidor Central do sistema. Entre os dados configurados estão:

- Identificação da concessionária
- Identificação da rota a ser percorrida
- Identificação das unidades consumidoras
- Informações da ação a ser executada em cada UC.

Após a configuração, a leitora está habilitada para executar as atividades planejadas em cada UC interagindo com o dispositivo de Religa & Corte respectivo.

Uma vez realizadas as ações em todas as UC da rota em questão, as informações armazenadas na leitora serão transferidas para a memória do Servidor Central através de um procedimento manual (download).

6. CARACTERÍSTICAS DO DISPOSITIVO DE RELIGA & CORTE

O hardware do dispositivo de Religa & Corte é formado pelas placas de circuito impresso correspondentes a blocos de implementação, de mesmo nome:

- **Circuito de proteção:** Este circuito visa à proteção dos componentes do dispositivo de religa & corte contra surtos de tensão na rede elétrica (neutro e fase);
- **Placa fonte:** formada por uma fonte chaveada responsável pela conversão do sinal da rede (220/380 VAC) em um sinal DC de 9V. Será usado tanto pela placa principal

quando para o acionamento do relé;

- **Placa principal:** inclui a interface *Bluetooth* e microcontrolador responsável pelo controle do módulo *Bluetooth* e das placas sensoras;
- **Placa sensora:** contem o sensor do relé o qual disponibiliza para a placa central o status do funcionamento do rele (ligado ou desligado), assim como o controle do relé: liga ou desliga o relé de acordo com o comando enviado pela placa principal, disponibilizando ou não tensão na unidade consumidora;
- **Relé(s):** capacidade de corrente nominal de 100 A. Apresenta um comportamento biestável, sendo ligado ou desligado através de pulsos de tensão em suas bobinas. Seu estado de funcionamento permanece inalterado até que novos pulsos sejam gerados. Esta característica é imprescindível para esta aplicação, pois mesmo com o desligamento do dispositivo de Religa & Corte devido à falta de tensão na rede ou de outro problema, o estado de ativação do relé (ligado ou não) permanece inalterado.

As placas de circuito impresso são empacotadas em uma mecânica padrão COELCE (caixa de derivação atualmente utilizada pela COELCE na distribuição a unidades consumidoras de baixa tensão). A escolha desta caixa para o uso no protótipo garantiu o reconhecimento técnico e eliminação de diversos testes para garantias de vida útil, insolação, salinidade, etc. A Figura 3 apresenta o protótipo de um dispositivo de Religa & Corte para atendimento a 6 UC monofásicas, representadas por lâmpadas (em cor vermelho na Figura 3) para os testes de prova de conceito em bancada de laboratório.

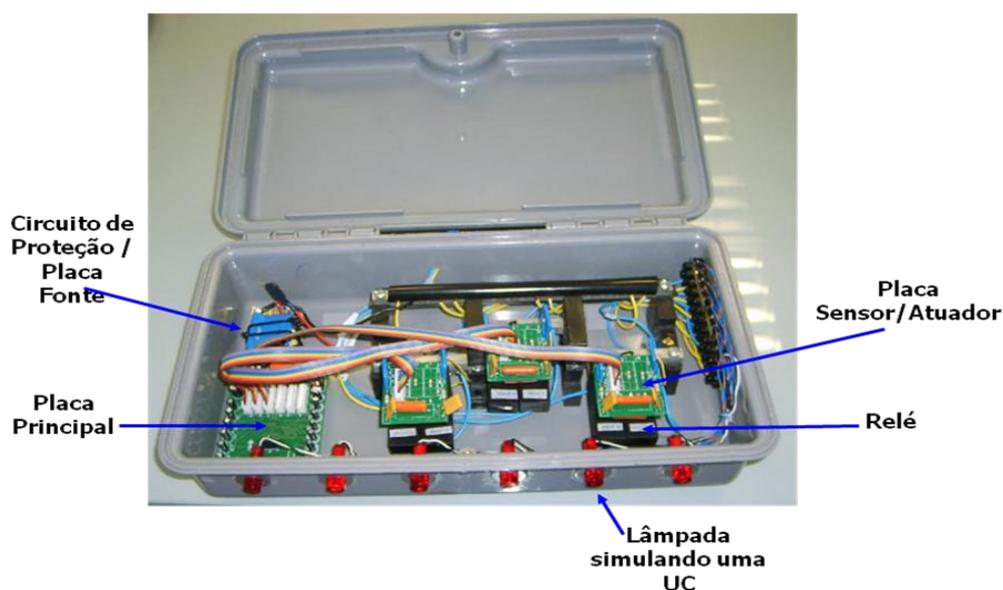


Figura 3 - Distribuição das placas na caixa de derivação COELCE

Ainda, o hardware do dispositivo de Religa & Corte possui um sensor fotoelétrico para controle de abertura da tampa, sendo que esta informação é armazenada pelo firmware do dispositivo e coletada pela leitora para posterior transferência ao Servidor do sistema. A informação de abertura da tampa poderá ser utilizada pela COELCE para análise de potenciais fraudes nas instalações da Unidade Consumidora.

O firmware do dispositivo de Religa & Corte foi desenvolvido para atendimento de múltiplas Unidades Consumidoras, monofásicas ou polifásicas, com capacidade de controle de até 12 relés com

uma única interface Bluetooth (múltiplos usuários). Isto é, o firmware tem capacidade de controlar até 12 relés, suportando até 12 UC monofásicas ou qualquer configuração de UC polifásicas limitadas a 12 relés.

Como exemplo de configuração de um dispositivo, a Tabela 1 abaixo, mostra o caso de um dispositivo configurado para tratar 8 UC, das quais, 5 são monofásicas, 2 bifásicas e 1 trifásica.

Tabela 1 – Configuração de um dispositivo de Religa & Corte suportando 8 UC, onde Ri identifica o relé na posição i.

	UC	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
1	1111111111	x											
2	2222222222		x	x									
3	3333333333				x								
4	4444444444					X	x	x					
5	5555555555								x				
6	6666666666									x	x		
7	7777777777											x	
8	8888888888												x

Para atendimento de múltiplas UC (monofásicas, bifásicas e trifásicas) em um único dispositivo, o software da leitora e o firmware do dispositivo, foram estruturados em dois aplicativos distintos visando uma conexão mais segura do ponto de vista dos eletricitistas (operadores) do sistema:

- Aplicativo de Configuração do Dispositivo de Religa & Corte
- Aplicativo de execução das funções de Religa & Corte

O aplicativo de Configuração é responsável pela configuração do dispositivo através da alocação ou desalocação dos relés físicos que serão designados para uso em cada UC.

O aplicativo de Religa & Corte é responsável pela troca de informações entre a leitora e o dispositivo usando as configurações realizadas através do Aplicativo de Configuração, para a realização das operações de Religa & Corte.

Em resumo, o dispositivo de Religa & Corte está projetado para atendimento às seguintes características:

- Uso de mecânica padrão COELCE;
- Múltiplos usuários (UC) e múltiplas configurações (monofásico, bifásico e trifásico);
- Apenas um módulo *Bluetooth* por dispositivo;
- O projeto (hardware, firmware e software da leitora) desenvolvido com capacidade de processamento de até 12 relés;
- Dispositivo projetado para ser instalada no poste da rede de distribuição da COELCE.

6.1 Local de Instalação do Dispositivo de Religa & Corte

O dispositivo de religa & corte deverá ser instalado no poste da concessionária, e dele sairá o ramal de

ligação para a unidade consumidora do cliente, permitindo assim uma execução com maior segurança das atividades quando comparadas com o método “tradicional de corte”.

As Figuras 4 e 5, mostra um protótipo do dispositivo de Religa & Corte, instalado no poste da concessionária, para atendimento de duas UC monofásicas e preparada para utilização dos cabos reais de alimentação (fases e neutro) e de conexão de UC da rede de distribuição secundária.

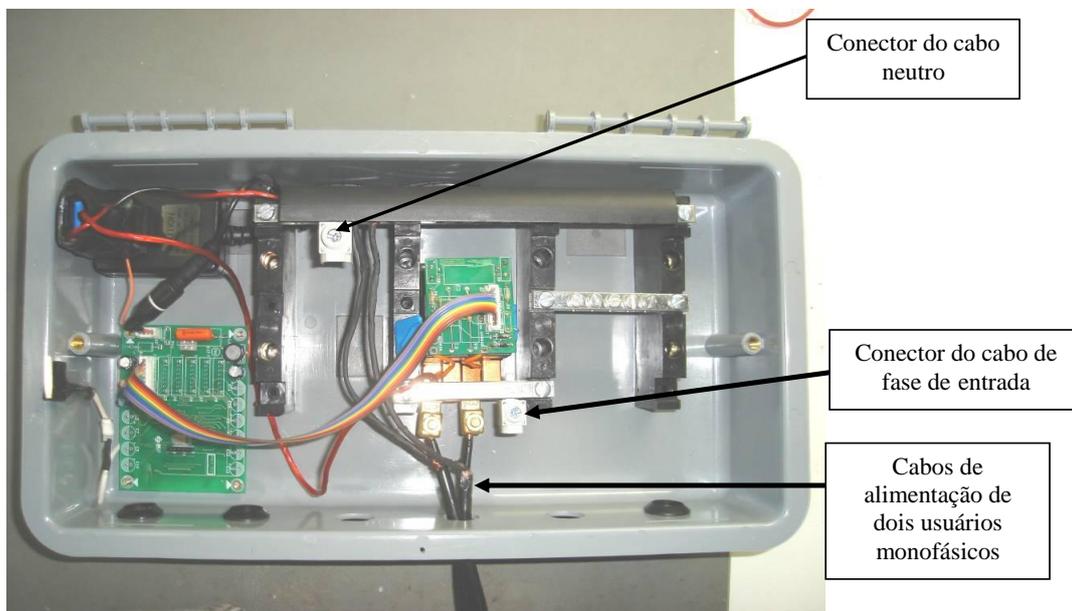


Figura 4 – Protótipo instalado para atendimento de duas UC **MONOFÁSICAS** (visão interna da conexão com a rede)



Figura 5 – Protótipo instalado no poste da rede de distribuição para atendimento de duas UC **MONOFÁSICAS**

7. BENEFÍCIOS DO PRODUTO

Uma vez disponibilizado sob a forma de produto, o resultado do projeto descrito agregará significativo valor ao negócio das concessionárias, possibilitando uma nova forma de relacionamento com o cliente consumidor [7], e um serviço de religamento e corte mais confiável, mais seguro, e mais rápido.

A introdução do dispositivo de Religa & Corte provocará a redução do custo para a execução de uma Ordem de Serviço (OS), Considera-se como economia que com essa nova sistemática não será necessária a mobilização de uma viatura de quatro rodas com dois eletricitas portando todos os equipamentos de segurança necessários para a execução do serviço, mas apenas de um eletricista com uma viatura de duas rodas, provido de uma leitora com a tecnologia *Bluetooth*.

O sistema permite também maior controle na execução das operações de religa e corte, através do fornecimento do *status* das conexões ligadas à residência do consumidor, permitindo que o eletricista possa verificar o estado de energização dos condutores de alimentação da UC, identificando a existência de energia de terceiros, dupla ligação ou potencias fraudes.

Além disso, a produtividade da concessionária experimentará um incremento considerável em termos da capacidade diária de execução de operações de religa e corte, visto que, com a introdução do dispositivo de Religa & Corte, os tempos de execução do serviço se tornarão extremamente reduzidos, quando, comparados com os quase 15 minutos atuais de uma equipe convencional (dois eletricitas e uma viatura de quatro rodas).

Na configuração do dispositivo, para uma UC monofásica é associado um relé, para uma UC bifásica são associados 2 relés e para uma UC trifásica são associados 3 relés. O software da Leitora e o firmware do dispositivo de Religa & Corte tem capacidade para controlar até 12 relés, permitindo assim, diversas configurações de dispositivos suportando até 12 UC monofásicas ou qualquer configuração de UC polifásicas limitadas a 12 relés.

Dessa forma, cada dispositivo de Religa & Corte tem capacidade para atender múltiplas Unidades Consumidoras (UC), fornecendo uma economia adicional na sua implantação, reduzindo grandemente o investimento por UC. Essa redução de custos será ampliada, à medida que for considerada a fabricação em escala para o atendimento de um universo de UC da concessionária.

8. CONCLUSÃO

Os resultados do projeto oferecem maior segurança e facilidade operacional na execução das operações de religa e corte, quando comparadas com o método “tradicional de corte”, onde é imprescindível o uso de ferramentas e equipamentos de segurança que ofereçam total proteção isolante ao eletricista responsável pela execução da tarefa. O projeto de Religa & Corte, oferece a possibilidade da execução da tarefa necessitando apenas de um eletricista ou um funcionário de relacionamento com o cliente, devidamente treinado com o uso de um Palm top. Ele executará a operação à distancia sem necessidade de subir ao topo do poste, eliminando-se os riscos de acidente inerente a esta atividade, e em consequência, possibilitando uma nova forma de relacionamento com o cliente consumidor, e um serviço mais confiável, mais seguro, e mais rápido. Para o consumidor, a presença de um carro da

concessionária para a execução de corte representa, muitas vezes, uma condição de constrangimento, que poderá ser minorada com a execução sem grandes alardes.

A contribuição dessa nova forma de serviço remoto a distancia, porém presencial, inaugura uma nova fase de relacionamento com os clientes, disponibilizando uma nova tecnologia que agrega valor aos processos da COELCE, trazendo, sobretudo benefícios a empresa, aos seus colaboradores diretos nas ações efetuadas, na agilidade operacional e a seu maior bem, que são os clientes consumidores.



9. Referências

- [1] Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição – NT-001/2001 Norma de Baixa Tensão – COELCE, 15/01/2001.
- [2] Serviços de Ligação, Corte e Religação de Unidades Consumidoras de Baixa Tensão” descritos no documento PEX-002/2004 R04 da COELCE .
- [3] RESOLUÇÃO N.º 456, DE 29 DE NOVEMBRO DE 2000, ANEEL.
- [4] Site Tutorials Report www.tutorial-reports.com/wireless/bluetooth/tutorial.php.
- [5] Site oficial da tecnologia Bluetooth: WWW.bluetooth.com.org. acessado.dez.2007
- [6] Recomendações da tecnologia Bluetooth: BLUETOOTH SPECIFICATION version 2.0, Bluetooth sig.
- [7] ANEEL. Índice ANEEL de satisfação do consumidor (IASC) 2001 CERON: relatório geral dos resultados da pesquisa final – jan.2002.