



**GRUPO III  
GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT**

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE SUPERVISÃO DE VANDALISMO EM ISOLADORES DE LINHAS DE TRANSMISSÃO**

<b>Marcelo M. Werneck*</b>	<b>Cesar Cosenza de Carvalho</b>	<b>Fernando Luis Maciel</b>	<b>Ricardo M. Ribeiro</b>	<b>Plínio Porciúncula</b>	<b>Eugênio P. Antunes</b>
<b>LIF – COPPE/UFRJ</b>	<b>LIF – COPPE/UFRJ</b>	<b>LIF – COPPE/UFRJ</b>	<b>LIF – COPPE/UFRJ</b>	<b>LIF – COPPE/UFRJ</b>	<b>ELETRONORTE</b>

**RESUMO**

Este projeto de pesquisa foi iniciado em janeiro de 2004 através de um trabalho conjunto entre a concessionária Eletronorte e o LIF-COPPE/UFRJ\*, e tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema de supervisão de cadeia de isoladores de vidro/porcelana em trechos de linhas de transmissão sujeitas ao vandalismo tendo em vista a prevenção de interrupções e controle da situação. A previsão de conclusão do projeto é março de 2005. Este tipo de vandalismo é realizado principalmente através de disparos de armas de fogo. Os isoladores, quando atingidos, estilhaçam e reduzem o nível de isolamento da cadeia de isoladores. Há casos onde devido ao número elevado de isoladores danificados torna-se obrigatório o desligamento da linha para a intervenção da manutenção. Nos casos mais comuns, onde ocorre a perda de algumas saias de isoladores, há uma concomitante perda de isolamento que pode acarretar interrupções ou intervenção da manutenção em situação crítica. O sistema prevê a instalação de duas câmeras CCD de baixo custo em duas torres contíguas, de forma que cada uma fique voltada para as cadeias de isoladores da outra, simultaneamente. Em cada torre haverá uma Unidade Remota (UR) contendo hardware e software responsável pelo controle da câmera, aquisição e pré-processamento das imagens captadas. As imagens serão enviadas por meio de telefonia celular padrão GSM/TDMA com link via Internet. As imagens são preliminarmente pré-processadas nas UR e, caso fujam ao padrão pré-estabelecido de "bom estado", são transmitidas via padrão protocolar "ftp" para um site, contendo homepages que gerenciam e pós-processam estas imagens em um computador sediado na concessionária. O link de comunicação proposto neste projeto é bi-direcional e assim o operador poderá, a qualquer momento, solicitar ao sistema na torre para enviar uma fotografia da cadeia de isoladores. Dessa forma, não somente monitoramos a situação dos isoladores em situações pós-disparo, como também podemos executar supervisão de rotina do estado dos isoladores. Estas URs serão instaladas na cidade de Imperatriz, estado do Maranhão, onde estão localizadas as torres da LT.

**PALAVRAS-CHAVE**

Isoladores, Linha de Transmissão, Monitoramento, Vandalismo, Câmera CCD.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A degradação não-intrínseca dos isoladores de vidro e/ou porcelana, presentes nas Linhas de Transmissão, realizada por interferências externas deve que ser abordada com a mesma relevância pelas concessionárias do setor elétrico, pois os riscos e danos físico-financeiros serão os mesmos, nos dois casos. Neste sentido, busca-se através do desenvolvimento deste projeto minimizar as possibilidades de risco/segurança e interrupções/desperdício.

\*LIF – Laboratório de Instrumentação e Fotônica – COPPE / UFRJ

End.: Ilha do Fundão, Cidade Universitária, Centro de Tecnologia, bloco I2000, sl 036 –

Cx Postal: 68564 – CEP 21941-972 – Rio de Janeiro - RJ - BRASIL

Tel./Fax: (21) 2562-8200 - e-mail: [werneck@lif.coppe.ufrj.br](mailto:werneck@lif.coppe.ufrj.br) – <http://www.lif.coppe.ufrj.br>

A proposição de supervisão por imagens, surge de dois importantes fatores que envolvem o problema: as distâncias envolvidas em LT são muito grandes; e as regiões onde os isoladores estão mais sujeitos à degradações provenientes de interferências externas são, em geral, conhecidas pela concessionária. A união destes dois fatores justifica a proposição de monitoramento telemétrico por imagem destas torres e isoladores, que permitirão agilidade e eficiência no processo de manutenção da LT, sem mencionar o fato da redução de custos.

Tendo em vista os argumentos descritos, a concessionária Eletronorte (ELN) em conjunto com o LIF - COPPE/UFRJ propos à ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica - ciclo de P&D 2001-2002), a criação deste projeto que tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema de supervisão de isoladores em trechos de linhas de transmissão sujeitas ao vandalismo visando a prevenção de interrupções e controle da situação. Esse tipo de vandalismo é realizado através de disparos de armas de fogo (ou outros objetos similares) nos isoladores, ou, até mesmo, por animais selvagens que involuntariamente podem cometer ações degradantes ao sistema. Estes, quando alvejados, estilhaçam e reduzem o nível de isolamento da cadeia de isoladores. Nos casos mais comuns, onde ocorre a perda de uma ou mais saias de isoladores, há uma perda de isolamento que pode causar a interrupção da Linha de Transmissão, criando uma situação de risco, insegurança e prejuízo financeiro para a concessionária.

O desenvolvimento desta tecnologia permite obter informações, quase em tempo real, a respeito do estado físico de isoladores predispostos ao vandalismo, permitindo assim a intervenção da manutenção sem que haja maiores danos à operação da linha de transmissão.

Simultaneamente às ações tecnológicas para minimizar o vandalismo, as concessionárias promovem campanhas de conscientização junto às populações situadas próximas às faixas de servidão das LTs [1,2]. Neste sentido, a Eletronorte, Divisão de Transmissão de Marabá, promoveu, ultimamente, uma campanha contra o vandalismo nas linhas de transmissão direcionada aos alunos de escolas e povoados que ficam ao longo das faixas de servidão das linhas de transmissão de Tucuruí/Marabá, Marabá/Imperatriz e Marabá/Carajás visando conscientizar os moradores da importância de minimizar acidentes e vandalismo.

## 2.0 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA E METODOLOGIA BÁSICA DE DESENVOLVIMENTO

O sistema prevê a instalação de duas câmeras CCDs em duas torres de transmissão contíguas ( $\cong$  400 m de afastamento), sendo que uma estará voltada para outra, ou seja, uma câmera deverá visualizar, através de ajuste de zoom, a parte superior da outra torre incluindo a totalidade das cadeias de isoladores.

Tecnicamente, o sistema visa a obtenção e transmissão de imagem fotográfica da parte superior das torres quando houver suspeita de degradação dos isoladores. Para atingir este objetivo o sistema a ser instalado nas torres deverá ser capaz de processar as imagens captadas de forma a acionar o hardware eletrônico, através de CPU local, que transmitirá a(s) imagem(ns) das cadeias de isoladores logo após o dano caracterizado. Esta CPU armazena e pré-processa as imagens visando fornecer elementos que tipifiquem a situação e, por conseqüência, possa ser tomada a decisão de transmissão ou não da imagem para a Central de Operações da concessionária. São várias as possibilidades técnicas de transmissão destas imagens para a Central, entretanto, neste caso em especial a quantidade de dados/bytes a ser enviada por imagem não é pequena o que nos direciona ao uso de telefonia celular em função dos custos reduzidos neste tipo de comunicação e da disponibilidade local. As imagens são enviadas, via internet, para um provedor que disponibiliza o acesso exclusivamente aos usuários autorizados. Ao chegarem à concessionária, as imagens serão manipuladas por programa (ambiente WEB) desenvolvido exclusivamente para gerenciá-las.

Portanto, o método proposto para estabelecer o link de comunicação dos dados deve possuir custo-benefício relativamente baixo, pois baseia-se no uso da Internet.

Outro item de extrema relevância do projeto é o caráter bidirecional da comunicação dos dados, ou seja, o operador poderá, a qualquer momento, solicitar ao sistema instalado na torre que seja enviada uma fotografia dos isoladores. Desta forma, não somente monitoramos a situação dos isoladores em situações pós-dano, como também podemos executar supervisão de rotina do estado dos isoladores.

## 3.0 - CONCEITUAÇÃO GERAL DO PROJETO E ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Neste item são descritos alguns trabalhos desenvolvidos no Brasil e no exterior de características similares de monitoramento e/ou supervisionamento remoto, abordando fundamentalmente soluções de telemetria e de processamento de imagem. Simultaneamente, são descritas as proposições tecnológicas a serem utilizadas em nosso projeto, tendo em vista os trabalhos referidos.

### 3.1 Telemetria

Inicialmente as soluções propostas para realizar a comunicação bidirecional de dados com a unidade remota (UR) a ser instalada nas torres seriam celular, satélite, rádio, linha privada de telefonia fixa ou fibra óptica. A solução a ser escolhida deveria possuir custo aceitável e ao mesmo tempo ser genérica no que se refere a grande dispersão geográfica de atuação da ELN.

Outro ponto de extrema relevância seria a integração das informações à ELN por meio da Internet, pois facilitaria o acesso e reduziria os custos em virtude da rede já estar instalada e disponível em quase todo o planeta. Esta

integração com a Internet tem sido progressivamente mais empregada como pode ser observado nos trabalhos de Kuo, C. [3], Ventrella, A. G. [4] e Yabiku, C. S. [5]. Neste caso, e também em nosso trabalho, é empregado o protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol).

As condições de contorno do nosso projeto implicam numa quantidade razoável de dados inerentes às imagens capturadas, mesmo considerando técnicas de compactação, tais como, MPEG [4]. Desta forma, qualquer opção de técnica de telemetria com altas taxas de custos em relação à quantidade de tráfego de dados seria inviável. Neste aspecto, não podemos citar o uso de satélite como uma solução adequada para os nossos propósitos, com foi o caso aplicado por Carvalho, J.R. [6], onde ocorria o envio esporádico de poucos dados.

A disponibilidade de cabos de fibras ópticas por parte da ELN seria algo complexo de ser realizado e implementado. Por outro lado, o uso de rádio implicaria na obrigatoriedade da existência de visada entre os pontos de comunicação; condição nem sempre disponível. Sem mencionar que o sistema via rádio impõe uma taxa de velocidade de comunicação muito baixa [4] (e não muito confiável) para os nossos propósitos. Da mesma forma, a disponibilização de linhas privadas (LP) de telefonia fixa por parte da concessionária de telefonia local é algo muito improvável devido à grande dispersão de atuação da ELN (como já mencionado), sendo que, muitas destas áreas estão em locais afastados das regiões urbanas. Os investimentos seriam muito altos nestes dos casos. Apesar de nossa equipe ter experiência em uso de LP [5], seria realmente imprescindível a proximidade com centros urbanos, fato muito improvável em nosso projeto.

Informações técnicas obtidas sobre a disponibilidade de sinal digital de telefonia celular na região onde serão instaladas as Unidades Remotas (UR), associadas ao expressivo avanço tecnológico desta área, resultou na escolha desta técnica como a mais apropriada para o nosso projeto. Agrega-se o fato de que a porta de entrada na Internet (provedor Internet local) seria na própria localidade evitando qualquer tipo de custo adicional devido à ligações interurbanas. A taxa de velocidade de comunicação é perfeitamente aceitável e a engenharia de produto dos equipamentos envolvidos na implementação desta técnica está completamente consolidada e robusta. Portanto, a nossa solução proposta baseia-se na utilização da telefonia celular para realizar a comunicação bidirecional de dados entre as URs a serem instaladas nas torres e um computador autorizado conectado à Internet.

Após pesquisas sobre a disponibilidade de sinais digitais no local de instalação associado às facilidades tecnológicas de cada uma das operadoras e de fabricantes de “telefones” celulares, ficou determinada a utilização de tecnologia GSM com possibilidade de incorporação/comunicação direta com a porta de comunicação da PC104. Esta placa utiliza o sistema da operadora TIM que, por suas vez, é a que apresenta melhor cobertura no estado Maranhão, incluindo especificamente a localidade do distrito de Davinópolis.

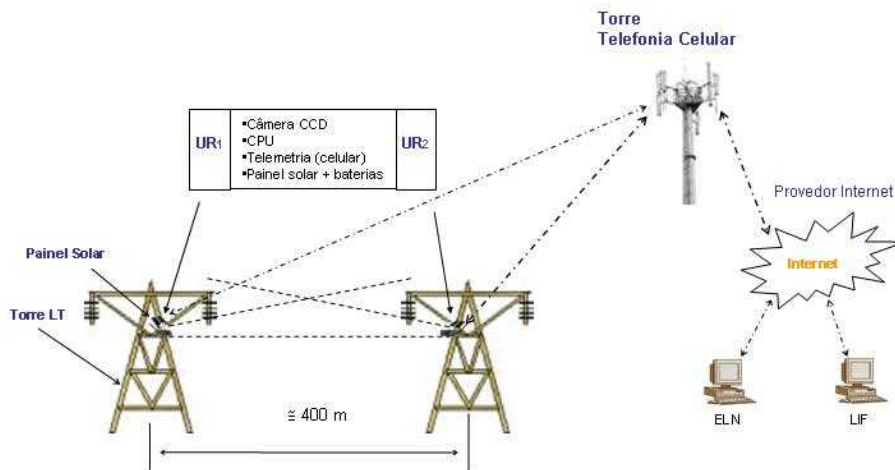


FIGURA 1 – Diagrama geral do projeto.

### 3.2 Captação e processamento das imagens

Devido às distâncias envolvidas ( $\cong 400$  m) entre o alvo e a câmera (torre a torre), e a dimensão dos objetos (cadeia de isoladores) a serem filmados (4 m aproximadamente), torna-se imprescindível a adoção de câmeras CCD com possibilidade de zoom óptico de pelo menos 20 vezes de aumento. Sendo que este zoom deveria ser obrigatoriamente ajustável externamente / remotamente.

O processamento das imagens deverá aplicar técnicas que segmentem a imagem, de forma a separar o fundo (pouco movimento) daquilo que deverá ser objeto de análise (isoladores). Da mesma forma, deverá ser feita análise detalhada das bordas dos isoladores [2,8]

O sistema microprocessado será implementado utilizando o computador industrial PC-104, com arquitetura Intel compatível [4,7]. Este tipo de produto tem demonstrado muita robustez nas implementações remotas em

ambientes com condições “hostis”. Este tipo de sistema, por sua vez, ainda nos permite utilizar softwares (“drivers”) já disponíveis no mercado para comunicação com telefones celulares e posterior conexão com provedores Internet.

### 3.3 Conceituação geral do projeto

A Figura 1 apresenta o diagrama geral do projeto já na sua formatação final. Percebe-se a definição do método de telemetria com utilização de tecnologia móvel celular padrão TDMA de modulação da operadora Tim. A Figura 2 apresenta o diagrama em blocos de uma Unidade Remota (UR) considerando as tecnologias de telefonia celular e a CPU industrial PC104.

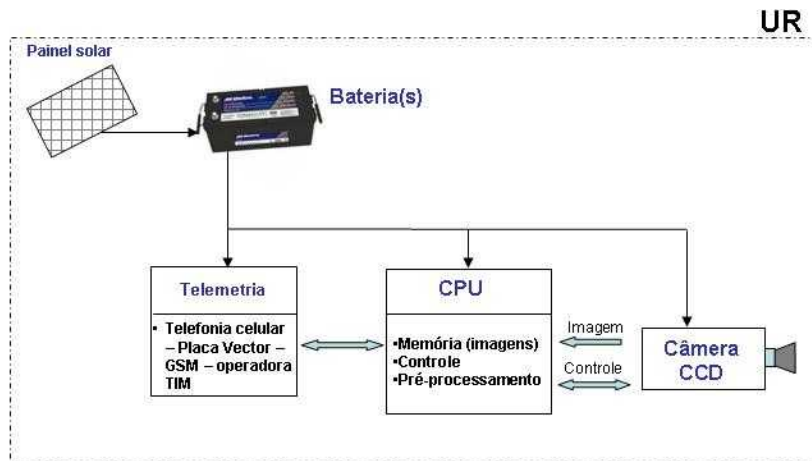


FIGURA 2 – Diagrama em blocos de uma Unidade Remota (UR).

### 3.4 Especificações de equipamentos

Nesta seção são apresentadas as especificações mais detalhadas de determinados equipamentos fundamentais para execução do projeto que serão adquiridos, são eles: câmera CCD, Sistema microprocessado PC104 e Placa de captura de vídeo (Tabela 1).

TABELA 1. Especificações técnicas dos equipamentos adquiridos.

Equipamento	Especificação
Unidade Microprocessada	padrão PC-104 modelo Gene-6310
Placa de Captura de Vídeo	Frame Grabber Modelo 311 - padrão PC-104
Câmera Digital - CCD SONY	KODO modelo KCZ-21N - Zoom Óptico 21x

## 4.0 - DESENVOLVIMENTO DOS SOFTWARES

Esta etapa do desenvolvimento consiste em uma das partes mais críticas do projeto; incluindo ao seu final o desenvolvimento do algoritmo de processamento das imagens visando identificar danos em isolador(es) na(s) cadeia(s) da torre.

Fundamentalmente existem dois tipos de programas para desenvolvimento: um para ser executado na UR (Figura 3) e outro a ser utilizado pelo computador da ELN conectado à Internet (Figura 4(a)). O programa da UR basicamente é responsável pelas interações com a câmera e com o telefone celular. Por outro lado, o programa do computador da Internet utiliza tecnologia WEB, e tem a responsabilidade de permitir ao usuário a interação com a UR, ou seja, possibilitar a realização de possíveis alterações de configuração e/ou aquisição imediata de imagem e, ainda, o gerenciamento das imagens já capturadas: histórico (Figura 4(b)).

### 4.1 Descrição do projeto dos softwares

Quando o usuário, conectado à Internet (computador ELN), desejar uma conexão imediata da UR à Internet, deverá enviar uma mensagem SMS (via sistema de telefonia – Figuras 4 e 6) ao celular. O computador/CPU instalado na UR detecta o evento, decodifica a mensagem e conecta-se a internet via GPRS para enviar a imagem capturada naquele momento, e ler o arquivo de configuração pré-estabelecido pelo usuário via página WEB na internet.

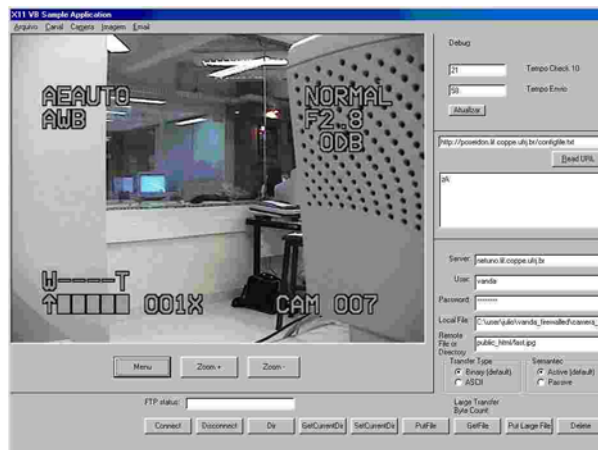


FIGURA 3 - Tela principal do software da UR: Recebe SMS, conecta-se a internet via GPRS, lê arquivo de configuração da câmera via HTTP, executa parâmetros do arquivo, salva BITMAP contendo a imagem daquele momento, converte para JPEG, envia imagem via FTP e desconecta.

Para evitar o recebimento de imagens impróprias, é necessário escrever o seguinte código no corpo da mensagem SMS: “##vandalismo##” – isso possibilita o descarte de quaisquer “spams” enviados ao celular. O cliente/usuário entra num website escrito em linguagem PHP, tendo controle sobre as funções de “zoom” e intervalo de conexão e envio das imagens da câmera. Sempre que a UR se conecta, é feita a leitura do arquivo de configurações hospedado no site.

As imagens capturadas pela UR com “zoom” de 21X são pré-processadas e enviadas comprimidas no formato JPEG por FTP para uma conta de e-mail e, posteriormente, apresentadas/gerenciadas através de uma página escrita em PHP, onde é mantido um histórico das imagens.

Todas as imagens serão armazenadas no histórico. Estas imagens ficam ordenadas e disponíveis para o usuário por ordem de armazenamento. O arquivo da imagem fica com o seguinte formatação em seu nome: <<Fotoaaaa-mmm-dd-hh-MM.jpg>>, onde a=ano, m=mês, d=dia, h=hora, M=minuto, são correspondentes ao momento em que a foto foi capturada.

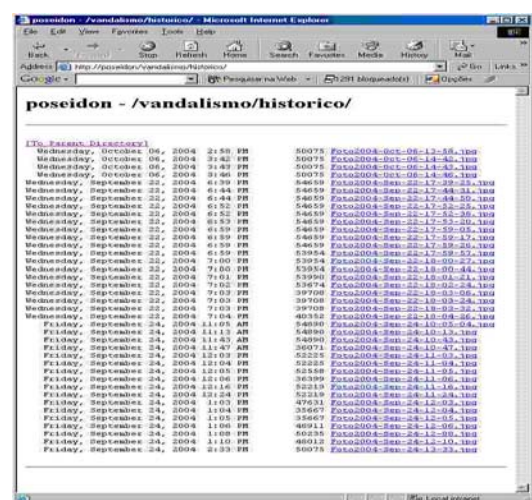
No caso de uma imagem com zoom de 21X encontrar-se fora de um padrão pré-estabelecido é enviado um e-mail de aviso chamando a atenção para o fato.

A cada intervalo de tempo, pré-programado, a UR lê um arquivo de configuração modificado por uma página web contendo informações de zoom e tempo para o envio da próxima imagem.

Como descrito anteriormente todas as imagens trafegadas pela internet estão no formato jpeg sendo de tamanho de aproximadamente 50KB para o jpeg.



(a)



(b)

FIGURA 4 – (a) Página WEB de exibição das imagens e comunicação com a UR; (b) Histórico das imagens.

A Figura 3 apresenta a tela relativa ao software da UR de controle da câmera, aquisição e processamento de imagens, processamento do arquivo gerado pelo cliente através do website, envio dos e-mails com conteúdo formatado para que haja auto-organização das imagens adquiridas, codificação das imagens para o formato JPEG permitindo otimização do tempo para envio da imagem e fluxo de dados.

#### 4.2 Interação SMS

A UR conecta-se logo após receber um torpedo SMS e processá-lo buscando o código “##vandalismo##” e desconecta-se ao fim do envio do arquivo de imagem (ou imediatamente caso o código esteja incorreto). A transferência do arquivo está sendo feita via FTP no modo binário, o que eliminou a possibilidade de erros durante a transferência de algumas imagens.

As imagens são enviadas a cada intervalo constante configurado pelo cliente. Em casos particulares é possível enviar uma mensagem SMS requisitando de imediato uma imagem e leitura da nova configuração ajustada na página do projeto.

O processo atual para envio de mensagem SMS para o celular da unidade remota é obrigatoriamente dependente da concessionária TIM, portanto, o usuário após pressionar o botão “Conexão SMS” (Figura 4(a)), será desviado para as páginas web da TIM onde deverá seguir o roteiro apresentado na Figura 5.



FIGURA 5. Ao clicar em “Conexão SMS” aparece a página da TIM para envio de torpedos SMS.

#### 5.0 - PROTOTIPAÇÃO DO SISTEMA

O processo de prototipação do sistema envolve conceitos básicos de “engenharia de produto” no que se refere a preparação do sistema para suportar as condições agressivas a serem encontradas no local de instalação.

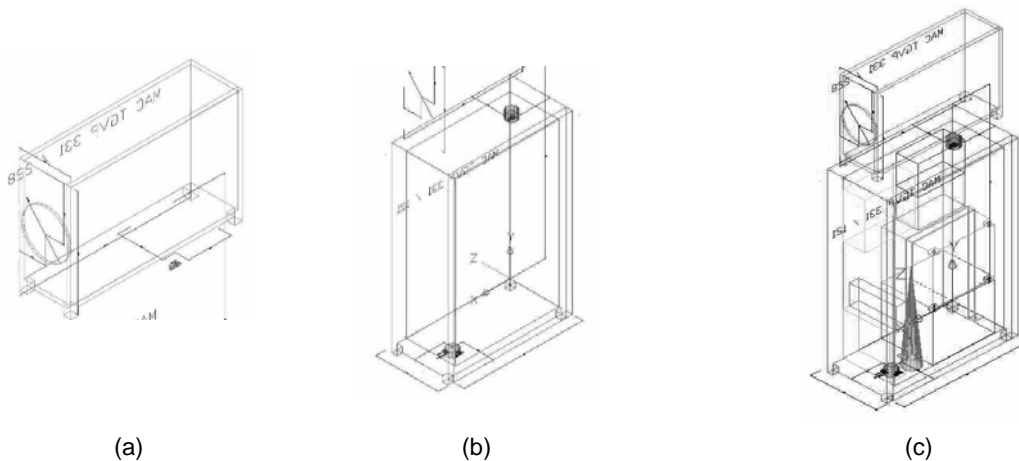


FIGURA 6 - Desenhos técnicos das caixas demonstrando, em tamanho proporcional a distribuição dos subsistemas que compõem uma Unidade Remota (UR). (a) caixa-abrigo da câmera; (b) caixa contendo o hardware; (c) composição das caixas com distribuição dos subsistemas.

A Figura 6 apresenta os desenhos técnicos relativos à disposição dos subsistemas a serem colocados dentro das caixas a serem instaladas na torres. Optamos por caixas blindadas de poliéster reforçado com fibra de vidro da marca Maccomevap modelo TGVP 331/121 de dimensões 600 x 400 x 210 mm, e modelo TGVP 331/228 de dimensões 250 x 400 x 120 mm, ambas com encapsulamento IP66/67 (Figura 6). Entretanto, como pode ser observado no desenho da Figura 6, a caixa de menor dimensão será instalada sobre a caixa de maior tamanho, visto que será utilizada exclusivamente como abrigo da câmera. Nesta caixa-abrigo será feito um buraco garantindo a visada da câmera à outra torre, portanto, não haverá mais a proteção IP66 nesta caixa. Neste sentido, internamente à caixa-abrigo, a câmera estará inserida em outra pequena caixa que garantirá o isolamento

às intempéries; sendo fixada internamente por um tripé, permitindo ajustes finos de posicionamento (Figura 7). Ainda com o objetivo de garantir a possibilidade de ajustes de posicionamento em relação ao plano horizontal da câmera, será implementado um eixo/parafuso interligando as duas caixas de poliéster.

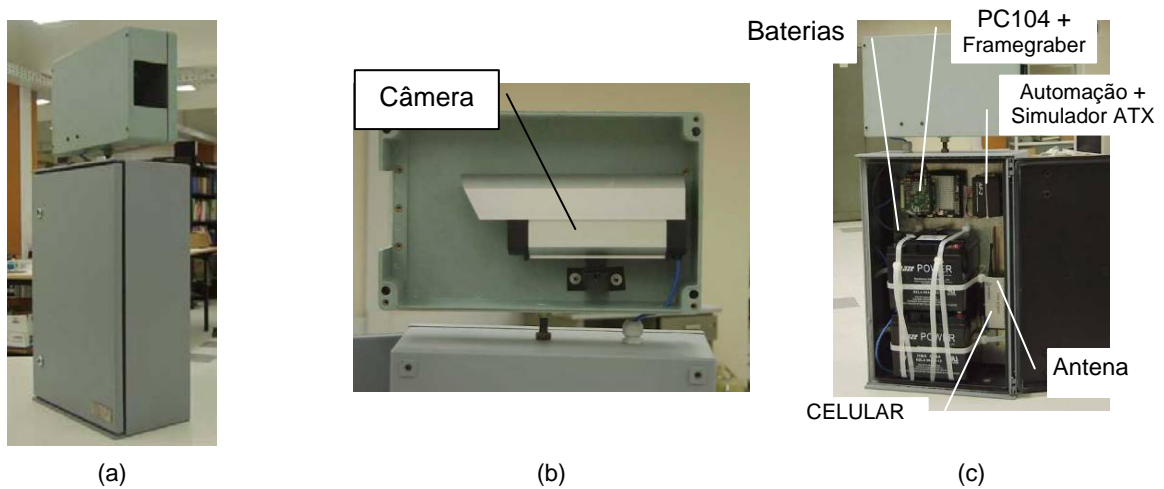


FIGURA 7 - Fotografias das caixas que compõem uma UR. (a) Disposição das duas caixas quando instaladas na torre da LT; (b) Caixa-abrigo da câmera; (c) Hardware já instalado dentro da caixa.

### 5.1 Autonomia do sistema

Em relação à autonomia dos subsistemas de telefonia celular, da placa microprocessada, da framegrabber, e da automação, foi previsto e dimensionada a utilização de duas baterias de 44 Ah associadas a um sistema de painel solar de geração média diária de 250W. A seguir são apresentadas as características da bateria de 44 Ah e do painel solar:

#### Bateria: HMA 12-44

- 12 V - 44 Ah
- Corrente de carga máxima: 11,0 A

#### Painel solar: HM-70D12

- Potencia máxima: 70,0 W
- Corrente máxima: 4,38 A
- Tensão máxima: 16,8 V
- Dimensões: 1246 x 487 x 45 mm

A otimização do consumo do sistema tem sido uma de nossas principais preocupações de projeto, visto que, uma autonomia de pelo menos dois anos é um dos requisitos de projeto. Neste sentido, implementamos um circuito que simula o comportamento de uma fonte de computador tipo ATX, ou seja, permite o desligamento e o religamento do sistema microprocessado (componente de maior consumo) a partir de pré-programação da BIOS. Desta forma, o sistema será pré-programado para operar diariamente dentro do intervalo de 12h às 18h. Entretanto, caso o usuário deseje um religamento fora deste período, bastará efetuar uma ligação de telefonia convencional para o telefone celular da UR, que, por sua vez, estará permanente monitorando este sinal e efetuará o religamento do sistema.

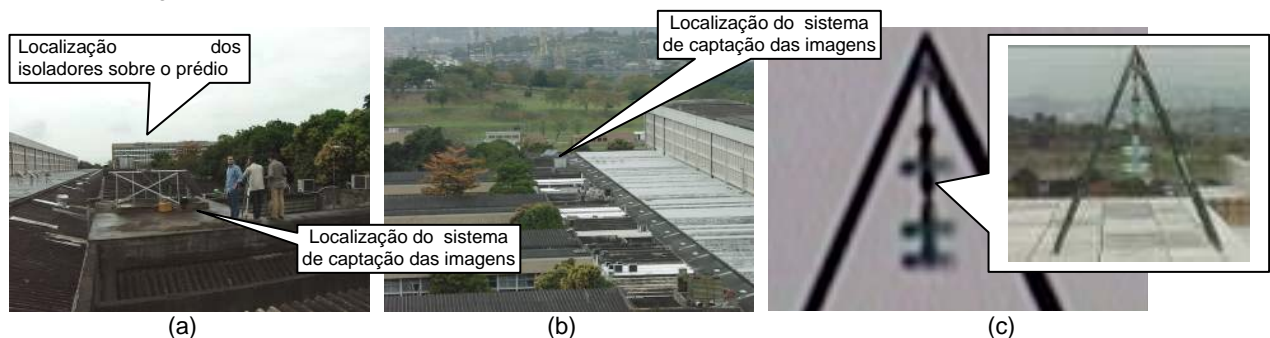


FIGURA 8 - Fotografias apresentado o teste de captação de imagens sob condições similares ao campo. (a) e (b) Fotografias mostrando o distanciamento entre os pontos/prédios usados para o teste; (c) Imagem capturada com nosso sistema de aquisição - no detalhe é apresentada uma fotografia obtida próxima da cadeia de isoladores.

## 6.0 - RESULTADOS PRELIMINARES DE ALCANCE

Visando obter imagens reais, ou próximas àquelas a serem obtidas no campo, foram realizados testes preliminares ainda dentro do campus universitário da UFRJ. Como pode ser observado na Figura 8, posicionamos uma pequena cadeia de 4 isoladores (1 quebrado) sobre um prédio, e o sistema de aquisição de imagens sobre outro prédio, distando aproximadamente 400m. As imagens obtidas nos deram a certeza de que nosso sistema, quando instalado, será perfeitamente capaz de identificar danos nos isoladores presentes na cadeia.

## 7.0 - DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O projeto ainda não está concluído, pois falta o término da prototipação do sistema principalmente no que se refere à interação com o painel solar. Entretanto, todas as outras tecnologias envolvidas já estão prontas, testadas e integradas, o que nos permite afirmar que ao longo do mês de fevereiro de 2005 será executada (atividade já agendada) a instalação dos sistemas nas duas torres de LT da ELN. Somente após o teste de campo é que será considerado encerrado o projeto, desde que os resultados obtidos estejam dentro do esperado. Tendo em vista que estamos vivenciando o 13º mês do projeto, e que a previsão de cronograma inicial era 12 meses, concluímos que tenhamos subestimado a complexidade para execução do projeto se considerarmos tendo em vista a diversificação de tecnologias empregadas e a obrigatoriedade do teste de campo.

Identificamos que a instalação dos sistemas nas torres será um procedimento de extrema complexidade pois alguns aspectos devem, e já estão sendo considerados, tais como: as caixas não devem ter aparência de câmeras de monitoramento de forma a minimizar atos de vandalismo sobre o sistema; apesar da remota possibilidade (devido ao intenso campo criado pela alta tensão – Linha de 500kV) de pássaros fazerem ninho dentro da caixa-abrigo, serão colocadas linhas de nylon (ou material similar) no orifício aberto na frente da câmera (não afetará as imagens devido ao alto zoom empregado); a caixa-abrigo terá movimento rotatório sobre a outra caixa permitindo ajustes após a fixação da caixa inferior.

Em relação ao aspecto bidirecional de comunicação optou-se pelo uso da tecnologia SMS de telefonia celular que, por suas vezes, está sujeito a alguns atrasos por parte da operadora TIM, fazendo com que uma imagem, requisitada num determinado momento, possa atrasar alguns minutos sem que possamos interferir no processo. Este realmente é um ponto desfavorável desta opção, entretanto, é de custo reduzido e, notoriamente, tende o serviço da operadora tende a melhorar. Sem mencionarmos o fato de que atualmente, este processo de monitoramento (aéreo – helicóptero) dos isoladores é feito com periodicidade de 30 a 60 dias, o que nos indica que atrasos na ordem minutos na identificação de danos na cadeia pode ser considerado não significativo.

## 8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1). Edição 85 - Janeiro/Fevereiro 2002 da Revista da Abramam, Artigo "Manutenção Sustentando a Energia".
- (2). Isoladores Poliméricos em 69 kV: Combatendo o Vandalismo na COELBA. Nilton Cezar Gois Santos COELBA.
- (3). Chin-Hwa Kuo, Tay-Shen Wang – Computer and Networks (CAN) Lab. "Design of Networked Visual Monitoring Systems". ISCAS 2000 – IEEE. Pg IV-297 – IV-300.2000.
- (4). A.G. Ventrella - CTEEP; L.A Moscato - EPUSP; A. de Souza - EPUSP; M.F dos Santos - EPUSP; W.B Vital Filho - EPUSP; G. A. N. Ferreira - EPUSP. "Robô Móvel Aplicado à Inspeção em Linhas de Transmissão". Anais do CITENEL /2003. Salvador.Pg 1015-1019.2003.
- (5). C.S. Yabiku, D.Fischer. "Sistema de Vídeo – Monitoramento e Controle de subestações com transmissão Via TCP/IP". Anais do CITENEL /2003. Salvador. Pg 1028-1031.2003.
- (6). J.R. de Carvalho, CERJ, R. Vivekananda, A.M. Luiz, S.F. Sciammarella – LACTEC. "Desenvolvimento de Dispositivo para Telecomunicações de Pontos Críticos de Linhas de Trasnmissão". Anais do CITENEL /2003. Salvador.Pg 1145-1147.2003.
- (7). M.M Werneck, F.L. Maciel, C.C Carvalho, R.M. Ribeiro, P. Porciuncula – COPPE/UFRJ. "Desenvolvimento de Sistema de Detecção e Monitoramento de Correntes de Fuga em Isoladores Através de Fibra Óptica". Anais do Il Citenel - VOLUME II. Salvador. Pg 960 – 964.2003.
- (8). Claudio Sacchi, Carlo Regazzoni, Gianni Vernazza – University of Genoa. Department of Biophysical and Electronic (DIBE), Signal Processing and Telecommunications Group (SP & T). IEEE.2001.
- (9). F.Pires Neto, N. SALVADOR JÚNIOR – BANDEIRANTE, J. Souza Júnior – Elektro, A. Baldossin Neto, P.Pimentel – Eletropaulo, A. Bagaroli, CBarbosa, F. Nallin, J.Rossi, P.Morais, R.Romano, V.Vellano Neto – CPqD. "Sistema de Telecomunicações para Telessupervisão, Controle e Monitoração de Redes de energia Elétrica". Anais do CITENEL /2003. Salvador.Pg 1067-1070.2003.
- (10). WERNECK, M. M., PORCIÚNCULA, P. Sensor a FO para Linhas de Transmissão de Alta Tensão In: XVII Encontro de Física da Matéria Condensada, 1994, Caxambu. XVII Encontro de Física da Matéria Condensada, 1994.
- (11). CARVALHO, C.C., WERNECK, M.M., CAVALCANTE, J.T.P., "Least Squares Method Applied to Image Enhancement from ICCD Camera Connected to Fiber Optical Bundle", In: EOS/SPIE Applied Photonics Symposium - EUROPTO'2000, Glasgow, Scotland, May, 2000.
- (12). REINCHENBACH, S.E., PARK, S.K., NARAYANSWAMY, R., "Characterizing Digital Image Acquisition Devices", Optical Engineering, v. 30, no 2, pp. 170-177, 1991.