

# Desenvolvimento de Dispositivo Repelente Automático de Pássaros para Linhas de Transmissão

C. F. S. e Souza, CTEEP, M. T. Nakahata, R. J. Riella, J. A. Pereira, LACTEC

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo descrever o desenvolvimento de um protótipo de um sistema de proteção contra excrementos de pássaros para linhas de transmissão, visando solucionar o problema de desligamentos em linhas de transmissão causados por excrementos de pássaros que pousam nas torres de transmissão. O desenvolvimento deste projeto consistiu em especificar, desenvolver e colocar em operação na Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista – CTEEP um sistema composto por duas soluções distintas para diferentes configurações de estruturas de transmissão. Para as torres que apresentam cadeias de isoladores em suspensão, foi adaptado um equipamento que impede o pouso de aves diretamente sobre a cadeia, impedindo que seus dejetos venham a causar uma área de baixa impedância entre as fases superiores e a estrutura da torre, sem impedir o seu pouso em outros pontos da torre onde sua presença não apresenta potencial para gerar desligamentos. Já para as torres que apresentam cadeias de isoladores em ancoragem, onde o dispositivo anterior não surte efeito, foi desenvolvido um equipamento eletrônico que detecta a presença e afugenta as aves através de sinais luminosos e sonoros.

Palavras-chave – repelente de pássaros, curicaca, bird-streamer, desligamentos.

## I. INTRODUÇÃO

Desde o final dos anos 90 têm-se observado um crescente número de desligamentos fase-terra nas linhas de transmissão (LTs) de 138kV da CTEEP, na região nordeste do estado de São Paulo, com causas inicialmente desconhecidas. Na figura 1 estão representados os locais onde ocorreram desligamentos na área de atuação da CTEEP, entre os anos de 2002 a 2004.



Figura 1 – Área de ocorrência

Após inspeções nas estruturas das torres das LTs atingidas, verificou-se que estes desligamentos são ocasionados por excrementos de pássaros, principalmente pelo *Theristicus caudatus*, conhecido popularmente pelo nome curicaca.



Figura 2 – bird-streamer

Neste processo, conhecido internacionalmente por *bird-streamer*, os dejetos de pássaros de grande porte, quando eliminados nas regiões entre os cabos condutores e a estrutura da torre, geram áreas de baixa resistência elétrica, provocando curtos-circuitos entre a linha e a estrutura da torre, com consequentes desligamentos fase-terra. Na figura 2 tem-se um exemplo da ocorrência do *bird-streamer*. Desta maneira, este comportamento da curicaca faz com que as regi-

M. T. Nakahata trabalha no Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - Lactec (e-mail: mateus@lactec.org.br).

R. J. Riella trabalha no Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - Lactec (e-mail: riella@lactec.org.br).

J. A. Pereira trabalha no Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - Lactec (e-mail: pereira@lactec.org.br).

C. F. S e Souza trabalha na Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista - CTEEP (e-mail: csouza@ctEEP.com.br).

ões das pontas- das mísulas das torres tornem-se pontos críticos, onde a presença destas aves deve ser evitada para que não haja probabilidade de ocorrência de curtos-circuitos causados pelos dejetos destes pássaros. Foram então desenvolvidos estudos sobre as características anatômicas, comportamentais e sensoriais das aves em geral e, mais especificamente da curicaca, com foco na busca de novas soluções tecnológicas agregadas à preservação da fauna existente, visando solucionar este problema que compromete a confiabilidade operativa do sistema elétrico. Os resultados destes estudos foram utilizados no desenvolvimento de um sistema de proteção contra desligamentos em linhas de transmissão provocados por essas aves. Este sistema é baseado em diferentes configurações, dependendo do tipo de cadeia de isoladores presente na torre. Para as torres que possuem cadeias de isoladores em suspensão foram desenvolvidos pela CTEEP, dispositivos para a proteção da cadeia e para o impedimento do pouso das curicacas no ponto crítico, imediatamente acima do cabo condutor fase superior. Já para as torres que possuem cadeias de isoladores em ancoragem, foi desenvolvido através do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da Aneel, um sistema eletrônico microcontrolado que detecta a presença destas aves e aciona automaticamente um dispositivo repelente visando afastá-la da torre. Este dispositivo repelente atua de duas formas: inicialmente dispara-se uma lanterna composta por leds de alto-brilho, que emite luz de forma pulsada. Se o feixe de luz não for suficiente para espantá-las, dispara-se um sinal sonoro intermitente com potência suficiente para afastar as aves, mas que também está em um nível sonoro incapaz de incomodar os moradores das proximidades. Desta forma, este artigo descreve o desenvolvimento do sistema repelente de pássaros para linhas de transmissão, assim como os resultados obtidos com a implantação deste nas linhas de transmissão de 138 kV da CTEEP.

Além do dispositivo eletrônico, foi montada uma estrutura para ser instalada nas mísulas, de forma a impedir o pouso das aves logo acima da cadeia de isoladores.

## II. DESENVOLVIMENTO

### A. Características das Curicacas

Através de inspeções realizadas pela equipe de manutenção da CTEEP, verificou-se que muitos dos desligamentos nas linhas de transmissão são ocasionados por excrementos de pássaros, principalmente pelo *Theristicus caudatus*, conhecido popularmente pelo nome curicaca. Em vista disso, o projeto teve como primeira etapa um estudo dessa ave, com o intuito de conhecer as suas características sensoriais e comportamentais. Esta pesquisa foi necessária, pois apesar de ser uma premissa o fato que seria utilizado um dispositivo eletrônico sonoro, não estava descartado a utilização de qualquer outro tipo de estímulo capaz de repelir as aves, desde que se mostrasse eficaz.



Figura 3 – Curicaca (*Theristicus caudatus*)

O nome curucaca é utilizado no Paraná e em Santa Catarina, embora em algumas regiões deste último a chamem de carucaca. Mais ao norte, em Goiás, Mato Grosso e Nordeste, a denominação é curicaca. O nome é onomatopéico, embora no dicionário esteja dito que provém do tupi Kuri' Kaka. Seu nome científico é *Theristicus caudatus* e pertence à ordem dos *Ciconiformes*, família *Threskiornithidae*. As características principais desta família são as pernas e pescoço longos, o bico comprido, o habitar em lugares encharcados, beiras de rios e lagos, e alimentar-se de peixes e outros animais aquáticos.

Mas a Curucaca é, em muitos aspectos, exceção à ordem. Não habita lugares encharcados, procura os campos secos, não desce nos banhados, o que fez com que suas pernas ficassem mais curtas e que se alimentasse de insetos e outros animais do seco. O bico sim, é comprido chegando a medir 15 cm. Outras aves dessa ordem são o Jaburu, a Garça, o Guará, o Socó e a Cegonha.

Possui tamanho avantajado, com cerca de 70 cm de envergadura, sendo sua coloração geral cinza-escuro para o dorso e abdômen. A cor que predomina é o cinza claro, no dorso, no ventre e nas penas das asas junto ao corpo.

A cabeça é ferrugem esmaecendo em direção ao pescoço, tomando um tom amarelado no peito. Apresenta duas manchas implumes separadas na garganta, remiges e cauda negra, coberteiras superiores brancas, bico curvo e preto, pés avermelhados. Não possui dimorfismo sexual externo aparente, porém nota-se uma maior acentuação da mancha peitoral nos machos.

A Curucaca ocorre da Colômbia à Terra do Fogo, Andes e em todo o Brasil em regiões de clima subtropical úmido e com formações vegetais herbáceas, suportam inverno, época em que são encontrados os maiores bandos.

A combinação entre mato e campo é que tornou o habitat ideal para a ave, que passa os dias nas campinas catando insetos e à noite procura árvores altas para dormir.

A Curucaca prefere o ambiente campestre primitivo, não gostando muito de descer nas lavouras estabelecidas em áreas de campo, tendo havido uma diminuição de exemplares nas regiões onde a agricultura expulsou a pecuária. Atualmente a Curucaca é mais comum em algumas regiões dos Campos Gerais e nos Campos de Palmas. Trata-se de uma

ave com grande capacidade de adaptação. Para ilustrar esta adaptação citamos a diferença entre dois grupos de Curucacas, o que vive nos Campos de Palmas, que pela região apresentar árvores altas, costuma nidificar em cima dessas árvores e o que vive nos Campos Gerais onde a rocha típica, o arenito Furnas, pela sua forma de erosão deu origem a muitos tabuleiros em forma de pequenas cavernas, fato que levou as curucacas a outra exceção na ordem dos ciconiformes, nidificarem em paredões inacessíveis.

A Curucaca é insetívora, apanha gafanhotos, aranhas, centopéias, lagartixas, cobras e ratos. Podem incluir em sua dieta pequenos camundongos, rãs, répteis, lacertílios e ofídios. O alimento é encontrado e capturado no solo, entre a vegetação. Alimenta-se também de térmitas, abundantes em campos, cuja captura é facilitada pela conformação do bico, podendo penetrar nos orifícios do cupinzeiro.

Vocalizam regularmente, possuindo sons diferentes para cada situação, tendo sido notadas emissões em vôo alto, quando estão reunidas em bandos, sons de vigilância, quando se alimentam nos campos onde sempre uma ave fica de vigia, sons produzidos entre indivíduos de um mesmo bando como se fossem uma “conversa”, sons emitidos por surpresa ou espanto, sons emitidos por ocasião do acasalamento e nidificação. Em todos os casos citados, há variação na notas e na entonação do som emitido. O timbre é semelhante ao de uma galinha-d’angola.

Essas aves são encontradas normalmente aos bandos ou aos pares. Um número máximo de 50 indivíduos foi observado fora do período de reprodução. Ao aproximar-se do período reprodutivo, as aves se separam em casais e normalmente assim são encontradas.

Com algumas exceções, observam-se bandos de seis a oito indivíduos, diminuindo com a intensificação do período de incubação e cuidado com os filhotes.

As Curucacas nidificam em três locais distintos, bastante protegidos, dificultando o acesso de predadores. Foram encontrados ninhos dentro e capões, em árvores altas (próximo a copa), em fendas abaixo do nível do solo em formações rochosas que afloram nos campos e em saliências e ocos de rochas altas isoladas.

Foi notada uma variação muito grande em relação à época de postura, alguns casais iniciaram-na no mês de julho, abandonando, porém os ovos e fazendo nova postura em outubro. A postura de uma maneira geral inicia-se no mês de setembro prolongando-se até dezembro. No período de outubro a novembro, é possível encontrar filhotes com idades diferentes, o que sugere a variância na época de postura. A cada ano, a ave pode aproveitar o mesmo local para postura, algumas vezes só retoca o antigo, outras empurram para fora os gravetos velhos e constroem novo ninho. Às vezes no mesmo ano o ninho é utilizado em duas oportunidades.

Os ninhos são volumosos, de forma arredondada, irregular, feitos de gravetos de diferentes tamanhos, entrelaçados ate formarem uma base firme, e revestidos por folhas gramíneas.

As variações entre indivíduos seguem uma ordem cronológica com alteração na plumagem, tamanho e comportamento. Filhotes com três dias de idade apresentam corpo

arredondado, revestido de plumagem branca, deixando aparecer à epiderme rosada, bico e pés negros. Permanecem imóveis no ninho, a cabeça caída ao lado quando estão dormindo, ou em posição normal.

Já com quinze dias de vida, evidencia-se um aumento no tamanho, apresentam revestimento escapular e coberteiras de cor cinza, encimadas por penugem, o restante do corpo revestido de plumagem branca. Com vinte e um dias de vida a coloração muda para marrom acinzentada. Iniciam o aparecimento de penas definitivas no pescoço e cabeça. O bico torna-se preto com a ponta azulada. Com cinquenta dias de vida os filhotes já apresentam plumagem completa, porém desbotada em comparação com a dos adultos. Porte e tamanho quase normal. Movem-se em pé pelo ninho, saltando e levantando as asas. Em dez dias os filhotes devem deixar o ninho.

### *B. Características fisiológicas*

Não foi encontrado um estudo aprofundado sobre a fisiologia das curicacas, sendo que os trabalhos pesquisados apresentavam uma descrição superficial dessas características. Em vista disso, foram utilizados estudos fisiológicos das aves de uma forma geral, bem como de trabalhos que utilizam estas características para afugentar as aves.

Durante a fase inicial do projeto existia uma grande expectativa quanto à eficácia da utilização de ultra-sons para repelir as aves, pois este seria um método imperceptível ao ser humano, evitando transtornos e possíveis reclamações.

No entanto alguns trabalhos sobre a utilização de ultra-sons para afugentar as aves não foram bem sucedidos. Woronecki, P.P, realizou um estudo com equipamentos mistos (sonoros e visuais) para afugentar pombos. O estudo conduzido com esta espécie confere resultados significativos devido à urbanização e capacidade de adaptação dos mesmos, certamente resultados positivos podem ser extrapolados para outras espécies de aves, principalmente quando estas não são urbanas. Neste estudo foram utilizados o aparelho de ultrassom UET-360, o aparelho de som Deva-megastress II e a imagem Deva-Spinning eyes.

O aparelho de ultra-som emitia 79 pulsos por minuto com alcance de três metros. Foi avaliada sua eficácia em afugentar pombos de uma casa abandonada. Durante o início da sua utilização foi verificada a presença de 64 aves na casa. Em resumo, o aparelho quando ligado nos primeiros dias causava o afastamento de no máximo 15 pombos do ambiente estudado, os quais logo retornavam. No último dia de avaliação existiam 75 pombos e com presença de ninhos indicando que o aparelho não tinha qualquer efeito sobre eles.

O estudo da sua capacidade visual também foi importante no projeto e desenvolvimento de medidas que possam impedir o pouso e permanência de aves em locais impróprios. Pouco se sabe sobre a visão das aves, mas sabe-se que possuem sensibilidade as cores, semelhante a nossa. Além disso, são capazes de perceber a luz ultravioleta e luz polarizada, facultade que as aproxima dos insetos.

As aves em geral possuem quatro tipos distintos de cones que são células fotoreceptoras usados para percepção de

cores. Fotos, imagens computadorizadas e imagens video-gráficas têm sido um estímulo popular na experimentação da capacidade cognitiva dos pássaros. Muitos autores os consideram estímulos complexos para as aves, mas alguns os tratam como estímulos naturais.

Diante do que se tem estudado acerca dos métodos para e evitar pássaros em uma determinada região, a técnica de modificação do habitat isolada, geralmente não previne os pássaros de utilizarem o local. A combinação da modificação do Habitat com técnicas de afugentamento aumentam as chances de sucesso consideravelmente.

Os métodos envolvendo sons têm se revelado útil e com bons resultados no afugentamento de aves, no entanto muitas aves têm demonstrado capacidade de se habituar ao aparelho e o som gerado em um período médio de sete dias. Para reduzir a capacidade de habituação, os sons devem ter a maior variedade possível ambos em local e conteúdo do sinal. O uso de técnicas associadas conforme o já mencionado geralmente funciona melhor do que qualquer outro sistema isolado, como por exemplo, a combinação de imagem e som, ou luz e som, mas uma atenção muito grande deve ser dada a mudança do tipo de som, volume e localização de ambos os dispositivos para prevenir a habituação da ave.

Outra técnica para evitar o pouso das aves consiste na utilização de estruturas que empecem a fixação de seus pés, dificultando o equilíbrio da ave. Dispositivos circulares de grande diâmetro e superfície lisa é um exemplo deste tipo de estrutura. Na figura 4 são mostrados alguns exemplos de pés de aves.

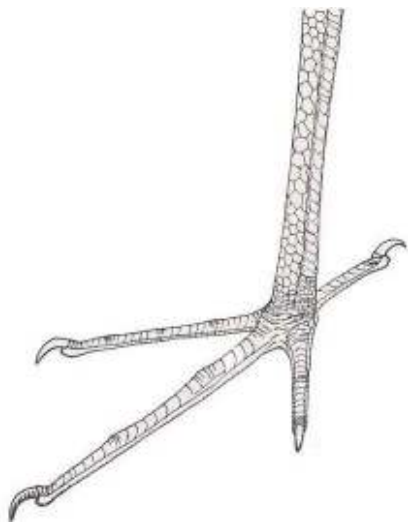


Figura 4 – Detalhe do pé da Curicaca

### C. Experimentos iniciais

Inicialmente, visando avaliar a susceptibilidade das aves à luz como possível método para repeli-las, foi adotada a metodologia utilizada por Woronecki, P. P. Esta metodologia sugere que os testes sejam realizados no local onde as aves costumam dormir, longe de movimentação. Seguindo o critério disposto nesta metodologia, o local escolhido para os testes com as aves foi um barracão abandonado, utilizado

por pombos domésticos como local de pernoite.

Inicialmente, foram feitos testes de reação dos pombos à luz ultravioleta em seu local de pernoite, verificando se estes se incomodavam quando da projeção deste tipo de luz. Os testes de reação das aves à luz ultravioleta (UV) foram efetuados utilizando-se um dispositivo emissor de luz UV, composto por um conjunto de diodos emissores de luz (LEDs) com comprimento de onda de emissão na faixa de 430nm. Uma vez que este comprimento de onda encontra-se no limiar entre a faixa visível e a radiação ultravioleta tipo A, esta não possui restrições de exposição à pele dentro da faixa de potência utilizada, de 2mW por LED. Entretanto, esta radiação requer restrições quanto a sua visualização. Isto ocorre devido ao fato de que este comprimento de onda não excita a retina humana, fazendo com que não haja contração da íris e, conseqüentemente, haja uma injeção direta da radiação na retina. Contudo, este mesmo fato não se aplica às aves, uma vez que estas possuem em suas retinas bastonetes sensíveis a radiação ultravioleta tipo A no comprimento de onda utilizado. Para este teste foi construído um dispositivo que possibilita tanto o funcionamento contínuo dos leds, mantendo-os todos ligados, quanto o funcionamento intermitente, piscando-os todos em uma frequência variável, que pode ser selecionada girando um potenciômetro, disposto na parte superior de sua caixa.

Os testes realizados com luz UV mostraram que os pombos sentiam-se incomodados quando expostos a este tipo de radiação durante o período de preparação para o sono. Entretanto, este incômodo não garantiu que os pombos fossem efetivamente repelidos do local de pouso, principalmente quando já há nidificação no local. Desta maneira, os testes com radiação UV sobre os pombos mostraram que esta tecnologia pode fazer parte de uma alternativa para repeli-los sem, entretanto, ser caracterizado como principal princípio ativo do dispositivo.

Assim, os resultados destes testes motivaram a utilização de dispositivos de emissão de sinais de áudio e, posteriormente, uma combinação de luz UV e sinais de áudio, tentando melhorar a eficácia do sistema. Desta forma, foram realizados novos testes com o sistema de led's ultravioleta e som, verificando-se que as aves são muito mais sensíveis aos sinais de áudio do que à luz.

### D. Testes em campo

Uma vez obtidos os resultados dos testes utilizando pombos domésticos, definiu-se a estrutura do protótipo para utilização em testes de campo, diretamente nas estruturas de transmissão. Este protótipo deveria possuir as mesmas funcionalidades do equipamento utilizado nos testes com pombos domésticos, sendo construído para atestar a eficácia do uso de sinais luminosos e sonoros para afugentar as aves das torres de transmissão. Assim, o protótipo do equipamento para testes é composto por um transmissor e quatro receptores de rádio, um para cada torre de transmissão. Cada receptor de rádio é capaz de disparar dois conjuntos de dispositivos luminosos, formados por leds ultravioleta e um disposi-



tivo sonoro. Os equipamentos que formam este sistema podem ser vistos na figura 5.



Figura 5 – Dispositivos do protótipo para testes em campo.

Uma vez que este equipamento foi desenvolvido para testes *in loco*, era necessário criar-se uma forma de acionamento que garantisse à equipe de pesquisa manter-se a uma distância que não chamasse a atenção das aves e cobrisse uma área correspondente a algumas torres, evitando assim que as aves se concentrassem em uma torre que não possuísse equipamentos, o que inviabilizaria os testes. Desta forma, projetou-se um circuito transmissor baseado em rádio digital com alcance mínimo de quatro quilômetros.

O transmissor desenvolvido para os testes, visto na figura 5, é capaz de acionar até quatro receptores individualmente, selecionando o tipo de disparo, entre luminoso e sonoro, com alcance de até 15 km e confirmação de disparo via. Este equipamento foi construído baseado em um rádio digital microcontrolado onde cada receptor é programado com uma palavra-chave de disparo e retorno. Desta forma, quando solicita-se o disparo de um receptor específico, o transmissor envia uma palavra de comando contendo a palavra-chave do receptor e os dispositivos a serem acionados. Quando o receptor aceita o disparo, retorna ao transmissor um sinal de confirmação de disparo, fazendo com que o transmissor acenda um led verde como retorno ao usuário. Quando o receptor não consegue reconhecer o disparo, o sinal de confirmação não é enviado, fazendo com que o transmissor acenda um led vermelho.

Os receptores são alimentados através de uma bateria e capazes de disparar dois dispositivos luminosos e um sonoro de forma independente, ao comando do transmissor.

Para realizar os testes em campo foram instalados na linha de transmissão de 138kV da CTEEP Euclides da Cunha - Caconde, nas torres de transmissão de número 50 a 53. Em cada torre foram instalados um dispositivo luminoso ultravioleta e dispositivo sonoro, controlados por uma central microprocessada que é acionada remotamente através de uma comunicação via rádio com o transmissor. A figura 6 mostra a instalação dos dispositivos na mísula superior da torre de transmissão número 50.



Figura 6 – Instalação de um dos receptores para testes em campo.

No primeiro dia de testes, os equipamentos foram instalados nas quatro torres, e por volta das 17h15min as aves pousaram na torre 51. Após o pouso foi acionado o conjunto de leds ultravioleta, mas o mesmo não foi capaz de afugentar as aves. Sequencialmente, foi acionado o dispositivo sonoro que espantou as aves, que rumaram para a torre 52. O mesmo procedimento foi realizado, e outra vez apenas a sirene afugentou as aves, sendo que estas voaram para a torre 53. Com o acionamento da sirene nesta torre as aves voaram em direção a mata e não mais retornaram.

No segundo dia as aves retornaram um pouco mais tarde, por volta das 17h45min, e pousaram na torre 51, sendo que sem motivo aparente levantaram vôo após alguns segundos, rumando em direção à torre 53. Após as aves posarem na torre, foi acionado o conjunto de led's ultravioleta, o que afugentou as aves que rumaram para a mata e não voltaram.

No terceiro dia as aves apareceram por volta da 17h55min, sobrevoaram o local, mas não pousaram em nenhuma das torres e depois de algum tempo rumaram em direção à mata.

Assim, com os resultados obtidos nos testes em campo, concluiu-se que os sons, dentro do espectro audível, é capaz de repelir as curicacas de forma eficiente. Porém a luz ultravioleta só apresentou resultados satisfatórios quando a luminosidade ambiente mostrava-se mais baixa.

Outros testes foram realizados na linha de transmissão de 138kV RPR/EUC, nas estruturas 122, 123 e 124. Nesta linha de transmissão, cujas estruturas em estudo localizam-se próximas a área urbana do município de Mococa, notou-se que as curicacas somente deixavam a torre quando do acionamento do dispositivo sonoro na hora do pouso sendo que, quando o dispositivo foi acionado após o pouso, estas caminhavam sobre a estrutura tentando se afastar do dispositivo sonoro sem, entretanto, levantar vôo.

Desta forma concluiu-se que o equipamento repelente de aves deveria conter não somente um dispositivo sonoro, mas dois, apontados um para cada mísula da torre de transmissão. Escolheu-se trocar os dispositivos emissores de luz ultravioleta por luz visível multicolor, uma vez que estes apresentam um custo menor para fabricação e serão utilizados

em complemento aos dispositivos sonoros, que apresentaram melhores resultados nos testes de campo.

#### E. Sistema Repelente de aves

Os resultados obtidos com o protótipo de testes nortearam o desenvolvimento do equipamento eletrônico repelente de pássaros. Desta maneira, este foi desenvolvido utilizando-se três módulos distintos: um sistema de detecção da presença de aves, sistema de disparo de alarme visual e sonoro e um sistema de geração e armazenamento de energia elétrica baseado em painéis solares, que terá por função fornecer a alimentação a todo o equipamento. Estes módulos estão integrados na mesma caixa metálica, de forma a proteger todo o circuito interno do equipamento. A figura 7 mostra o protótipo do equipamento. Apenas os dispositivos de luz estão localizados externamente ao equipamento, sendo instalados nas pontas das mísulas da torre e conectados via cabos.



Figura 7 – Equipamento eletrônico repelente de pássaros.

Conforme a figura 7, o equipamento repelente de aves é constituído por dois sensores de presença, emissores de luz e uma sirene sonora, sendo estes dispositivos controlados através de um sistema digital microcontrolado.

O sensor de presença é utilizado no processo de detecção da aproximação de aves no ponto crítico ao qual o sistema está instalado. Este sensor apresenta uma distância mínima de detecção de três metros, o que possibilita o disparo dos emissores de luz e da sirene sonora quando da presença de aves de grande porte em qualquer ponto da cadeia de isoladores, conforme visto na área de abrangência do sensor de presença, nas vistas frontal e superior da figura 8.

O conjunto emissor de luz ultravioleta é composto por um conjunto de leds com comprimento de onda de emissão na faixa visível, nas cores vermelha e branca. Este conjunto de leds está disposto de forma a gerar um fecho de luz na área de abrangência do sistema repelente de aves, com o objetivo de gerar uma sensação de incômodo às aves presentes nestes pontos, auxiliando assim a repeli-las. Quando do disparo do sistema, o conjunto emissor de luz pisca de forma aleatória entre os disparos, evitando assim que as aves se acostumem com o sistema.

A sirene sonora, inclusa no sistema repelente de aves, age simultaneamente com o conjunto emissor de luz, sendo este

dispositivo utilizado como principal princípio ativo do sistema. Assim como o conjunto emissor de luz, a sirene sonora também dispara sinais sonoros variados, aleatoriamente entre disparos, com o mesmo objetivo de evitar que as aves se acostumem com o sistema, vindo a ignorá-lo.

Já o sistema digital microcontrolado é o gerenciador de todos os dispositivos, verificando o sinal do sensor de presença e efetuando tanto os disparos quando da detecção da presença de aves quanto a geração dos sinais para conjunto emissor de luz e para a sirene sonora. Neste dispositivo estão armazenados os vários tipos de sinais capazes de serem disparados pelos conjuntos visual e sonoro, sendo estes sinais escolhidos por processo aleatório, quando do disparo do sensor de presença.

Para gerar energia para os vários sistemas repelentes de aves dispostos na torre, foi desenvolvido um equipamento gerador e acumulador de energia elétrica baseado em painéis solares. Este sistema será composto por três módulos: um painel solar, uma bateria e um circuito regulador de tensão e gerenciador de carga da bateria.

O painel solar é utilizado como componente gerador de energia, sendo capaz de gerar potência suficiente para carregar a bateria, que alimentará todo o equipamento repelente de aves, em um dia, dependendo das condições de luminosidade.

A bateria do sistema é utilizada para efetivamente alimentar todos os sistemas repelentes de aves instalados em uma torre. Esta bateria é capaz de, quando em plena carga, manter o bom funcionamento de todos os sistemas por pelo menos uma semana sem recarga.

O circuito regulador de tensão e gerenciador de carga de bateria tem por finalidade realizar a interface entre o painel solar e a bateria, aplicando à bateria o ciclo de carga condizente com sua especificação, quando da presença de potência no sistema gerador. Quando da ausência desta potência o circuito regulador deve impedir que o gerador torne-se carga à bateria, aumentando assim o seu tempo de carga. Nos testes efetuados com o sistema de carga da bateria, um período de insolação de 4 horas é capaz de carregar plenamente a bateria do equipamento. A figura 8 mostra um croqui do equipamento instalado em uma torre de transmissão.

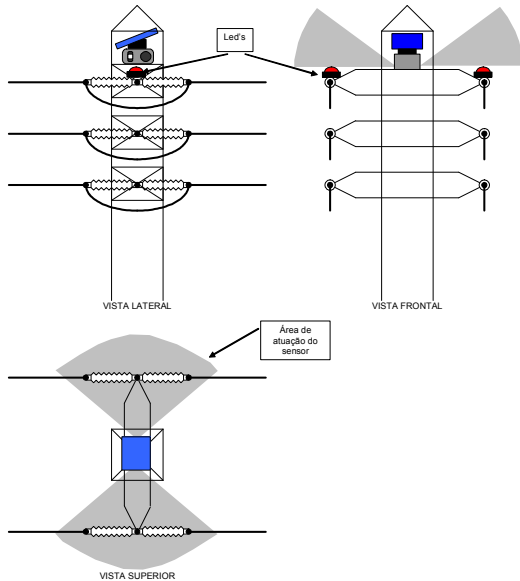


Figura 8 – Croqui do equipamento repelente de pássaros instalado em uma torre

O equipamento eletrônico repelente de pássaros para torres de transmissão foi desenvolvido visando espantar os pássaros apenas das torres que possuem cadeias de isoladores em ancoragem, sendo que não é interessante espantar as curicacas de todas as torres de transmissão, mas apenas dirigí-las a pontos na torre onde não possam causar desligamentos.

Assim, para o caso das torres que possuem cadeia de isoladores em sustentação, adotou-se uma solução utilizando dispositivos que impeçam o pouso das curicacas imediatamente acima da cadeia, deixando livre toda área restante na torre.

Este dispositivo, que foi adaptado de um sinalizador de linha, conforme a figura 9, é composto por uma semi-esfera, que é posicionada na ponta da mísula superior da torre, conforme visto na figura 10.



Figura 9 – Semi-esfera utilizada para impedir o pouso de curicacas sobre a cadeia de isoladores



Figura 10 – Dispositivos anti pouso instalados em uma torre de transmissão.

### III. CONCLUSÕES

De uma forma geral o projeto foi muito bem sucedido, pois o objetivo inicial de desenvolver um protótipo capaz de repelir as aves para proteger as cadeias de isoladores, tanto em ancoragem como em sustentação, foi alcançado. Na torre onde foi instalado o dispositivo desenvolvido as curicacas foram repelidas e após algumas tentativas de pouso não retornaram mais ao local. Apesar de não ter sido utilizado ultrassom, conforme inicialmente planejado, a utilização de sons audíveis mostrou-se viável, não gerando transtornos aos moradores e a fauna da região. Isso se deve ao fato da grande altura das torres de transmissão, o que diminui sensivelmente a intensidade sonora ao nível do solo. Além disso, as curicacas demonstraram ser muito ariscas, com uma capacidade de aprendizado muito desenvolvida, e uma vez afugentada pelo dispositivo, tendem a não retornar ao mesmo local. Como o dispositivo só é acionado quando é detectada a presença das curicacas, este tende a não gerar sons depois de algum tempo da instalação, ficando em estado de espera. Os resultados com relação aos benefícios proporcionados a longo prazo ainda estão sendo avaliados, devido à sua recente implantação nas torres de transmissão. Um item a ser observado é a robustez do dispositivo, devido às condições adversas do local de instalação.

A outra solução apresentada, utilizando os protetores circulares, mostrou-se muito eficiente e de baixo custo, principalmente pela sua fácil instalação e pela utilização componentes padrões, o que facilita a sua aquisição pelas companhias de transmissão. Nas torres onde estes dispositivos foram instalados as curicacas não pousaram sobre a mísula, e não foram mais registradas interrupções no local. No entanto a última solução é capaz de proteger apenas a cadeia de

isoladores em sustentação, sendo que para as cadeias em ancoragem deve-se utilizar o dispositivo eletrônico desenvolvido que possui um custo mais elevado, porém apresenta uma grande área de atuação.

#### IV. AGRADECIMENTOS

Os desenvolvedores agradecem ao professor Ambires Cecílio Machado Riella (*in memoriam*) pelo auxílio no estudo da ave curucaca, imprescindível no desenvolvimento deste projeto e ao Eng Eduardo Sachelli Teixeira, da CTEEP pela iniciativa e pelas contribuições durante a especificação e execução deste projeto.

#### V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. P. S. Neto, "Aspectos Bionômicos e Desenvolvimento e Theristicus caudatus", *Dusenía*, 13(4): 145-149, 1982.
- [2]. J. C. V. Lopes, Curucaca. "Edição Comemorativa de 80 anos de Fundação do Instituto Histórico, Geográfico e Etnográfico Paranaense", 1981.
- [3]. R. T Orr, AVES. "Biologia dos Vertebrados", Roca, São Paulo, Sp, 1986.
- [4]. H. Sick, "Ordem Ciconiformes. Ornitologia Brasileira", Nova Fronteira, Rio de Janeiro, RJ, 1997.
- [5]. D. Bovet, J. Vauclair, "Picture recognition in animals and humans. Behavioural Brain Research", *Université de Provence*, 109 (2000) 143-165, France.
- [6]. C. S. Evans, P. Marler, "On the use of video images as social stimuli in birds: audience effects on alarm calling", *Anim Behav* 1991;41:17-26.
- [7]. D. Delius, J. Emmerton, HORSTER, R. Jager, J. Ostheim, "Picture-object recognition in pigeons", *Universität Konstanz, Konstanz, Germany*.
- [8]. N. S. Hart, M. Vorobyev, "Modeling oil absorption spectra and spectral sensitivities of bird cone photoreceptors", *Touch and Hearing Research Centre, School of Biomedical Sciences, University of Queensland, Brisbane, QLD, 4072, Australia*.
- [9]. A. E. Smith; S. R. Craven, P. D. Curtis, "Managing Canada Geese in Urban Environments", *Cornell Cooperative Extension, University of Wisconsin*.