



**SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

GTL - 28  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

## **GRUPO XVI**

### **GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL**

#### **TELEFONIA MÓVEL RESTRITA (TMR) COMUNICAÇÃO SEM FIO NA ÁREA INDUSTRIAL DE ITAIPU**

**Eli Marcos Finco  
ITAIPU BINACIONAL**

**Luiz Eduardo Guimarães Borges  
ITAIPU BINACIONAL**

## **RESUMO**

Este trabalho visa apresentar a experiência de ITAIPU na implantação de um sistema de telefonia sem fio para atender as necessidades de comunicação das equipes tanto no interior da Usina como nas áreas externas de forma a permitir a comunicação segura mesmo quando em deslocamento por entre as diversas estruturas de concreto, vãos e galerias que compõem a Usina Hidrelétrica de ITAIPU.

É apresentado sucintamente o desafio de implantar um sistema de telefonia móvel na Área Industrial de ITAIPU, um breve histórico, a definição da solução adotada, a implantação do sistema e sua expansão, concluindo com os resultados obtidos.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Cordless – DECT – Digital – Mobilidade – Móvel – Portátil – Restrita – Segurança – Telefonia – Telephony - Wirelles

### **1.0 - INTRODUÇÃO**

A Usina Hidrelétrica de ITAIPU além de ser a maior do mundo na produção de energia elétrica é um complexo de cinco tipos de barragem, um Vertedouro com capacidade para 60.000 m<sup>3</sup>/s e uma Casa de Força com 20 unidades geradoras, cada uma com a capacidade de 700 MW. No interior destas estruturas estão alocados não só os equipamentos relacionados com a geração de energia, mas também a Subestação Isolada a Gás SF6 (GIS) em 500 kV e muitos outros equipamentos e sistemas auxiliares, que exigem uma grande diversidade de equipes de trabalho de manutenção, operação, segurança entre outras, compostas de pessoas que necessitam se comunicar entre si deslocando-se em seu interior, por entre mais de uma centena galerias e vãos que se distribuem nos mais de 180 metros de altura da barragem e pelos seus quase 3,5 Km de extensão, e ainda externamente na Subestação de 500KV e 220 KV na Margem Direita, vencer estas barreiras de concreto e aço e todas as outras interferências com um único meio de comunicação foi o grande desafio.

### **2.0 - HISTÓRICO**

O estudo para vencer o desafio passou, ao longo do tempo, por diversas etapas até se chegar à solução adotada, passando pela análise de soluções de transceptores portáteis em VHF, BIP, Pager com tele-mensagem, telefone celular, e outras, cada uma com suas dificuldades e restrições de implementação.

\*AV. Tancredo Neves 6731 – C.P 1563 – CEP 85866–900 Foz do Iguaçu - PR - BRASIL  
Tel.: (045) 520-3070 - Fax: (045) 520-3070 - e-mail: elifinco@itaipu.gov.br

Embora tenha transcorrido um bom tempo, finalmente a solução adotada incorporou o que de melhor cada uma das soluções oferecia até então: a mobilidade do rádio, a portabilidade do celular, os sinais de alerta do “BIP”, e as mensagens de texto do “Pager”.

Para se chegar à solução foram necessários vários trabalhos de campo envolvendo parcerias com os fornecedores de equipamentos, usuários e estudos de engenharia. Dentre estes trabalhos destacam-se os levantamentos de campo (*site-survey*) como fundamentais na determinação do escopo da solução.

No transcurso dos estudos a regulamentação das faixas de frequência sofreu modificações que viabilizaram a entrada da tecnologia DECT (Digital Enhanced Cordless Telephony) no Brasil na faixa de 1,9 GHz.

### 3.0 - LEVANTAMENTO DE CAMPO (*SITE SURVEY*)

Por se tratar de um sistema em frequência na faixa de 1.9 Ghz e considerando que o local da prestação do serviço é formado por diversas galerias formando um verdadeiro labirinto de paredes de concreto, ficou claro que qualquer estudo teórico de propagação seria inviável, por isto partimos para um processo utilizando o *site survey* não considerando apenas a forma convencional de propagação (onda direta), mas considerando principalmente que a forma de propagação dentro das galerias seria por reflexão, dentro desta metodologia é que dirigimos os testes de campo.

### 4.0 - DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO

Com os resultados dos “*site survey*” foi possível mapear uma solução para implantação do sistema DECT, buscando a distribuição racional das Estações Rádio Base (ERB) ao longo das galerias e locais de interesse, sendo então possível determinar o número de antenas necessárias para a cobertura mínima desejada, nas seguintes áreas:

- Casa de Força
- Barragem Principal
- Barragem do Canal de Desvio
- Barragem Lateral Direita
- Vertedouro
- Subestação da Margem Direita
- Laboratório Químico e Eletro-eletrônico - MD
- Laboratório de Concreto - ME
- Edifício da Produção
- Áreas Externas

### 5.0 - IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Através de processo de licitação pública binacional a ITAIPU BINACIONAL adquiriu os equipamentos e os serviços de instalação do Sistema de Telefonia Móvel Restrita para a Área Industrial da Usina Hidrelétrica de Itaipu - TMR.

O sistema adquirido inicialmente foi composto basicamente dos seguintes itens principais:

- 01 Estação Central com entroncamentos com os PABX SOPHO existentes, equipada para até 160 ERBs;
- 140 Estações Rádio Base (ERB);
- 300 Terminais Portáteis;
- 09 Pares de Antenas Diretivas
- 01 Sistema DECT Messenger.

### 6.0 - EXPANSÃO DO SISTEMA

Os recursos e facilidades de um telefone digital oferecidos pelo DECT, tais como identificador de chamada, mensagens de texto, armazenamento de chamadas perdidas, agenda telefônica, e outros foram rapidamente assimilados pelos usuários permitindo a mobilidade com segurança.

A rapidez e a naturalidade com que estas facilidades se incorporaram às atividades dos usuários levaram a uma pressão dos usuários por aumentar a área de cobertura do sistema e o número de aparelhos portáteis, denotando a existência de uma demanda reprimida, isto levou ITAIPU a ampliar o sistema da Usina para 252 ERB e 560 terminais portáteis.

Com esta ampliação o sistema DECT de ITAIPU, que já era considerado o maior do mundo, passa a ser praticamente o dobro do maior do mundo em número de estações rádio base.

## 7.0 - TECNOLOGIA DECT

Com o advento da comunicação via rádio, a arquitetura de telecomunicações que conecta lugares, evoluiu para aquela que conecta pessoas. A telefonia móvel tornou-se uma valiosa ferramenta de negócios. Até bem pouco tempo o local de trabalho não se beneficiava de uma infra-estrutura de telefonia sem fio confiável.

Com a inclusão da tecnologia DECT abrimos possibilidades para resolver problemas de comunicação que antes não podiam ser solucionados total ou parcialmente. Os usuários dispõem agora de um sistema de comunicação que proporciona conexão diretamente à pessoa e não simplesmente à mesa de trabalho. Além disto, os usuários do terminal móvel DECT continuam tendo acesso às facilidades do PABX, com proteção da comunicação através de criptografia, qualidade digital de conversação e alta capacidade de tráfego.

### 7.1 Conceito Aberto

DECT é uma sigla que significa Digital Enhanced Cordless Telephony. Ele foi especificado pelo ETSI (European Telecommunication Standardisation Institute). A especificação DECT define uma interface comum para o equipamento (entre a parte fixa da rede e a parte portátil).

A infra-estrutura do PABX e dos terminais móveis estão de acordo com um outro protocolo, o GAP (Generic Access Protocol), tal como especificado pelo ETSI. Isto significa que terminais GAP de outros fabricantes podem ser operados, teoricamente, na infra-estrutura do PABX, e vice-versa.

A compatibilidade com GAP garante o funcionamento de funções básicas de chamada, roaming e handover.

### 7.2 Padrão DECT

O padrão DECT desenvolvido pelo ETSI (European Telecommunications Standards Institute), foi guiado por um grande desejo de servir um mercado latente de comunicação móvel pessoal em um ambiente de trabalho. Muito importante no projeto desse padrão foi a capacidade de satisfazer, pela primeira vez, as necessidades rigorosas para o ambiente de escritórios e corporações.

O DECT descreve um método de acesso de rádio (de baixa potência) para equipamentos móveis conectados à rede fixa permitindo comunicação com alta densidade de tráfego.

O padrão DECT foi projetado para suportar uma grande variedade de aplicações a um custo que iria encorajar grande aceitação. As seguintes aplicações foram apontadas como objetivo:

- Telefones sem fio domésticos;
- Sistemas telefônicos para pequenos negócios;
- Serviços de "Telepoint";
- PABX sem fio;
- LAN sem fio;

Produtos baseados no padrão DECT chegaram ao mercado europeu em 1994. No Brasil, a regulamentação do uso das frequências de 1910 a 1930 MHz se deu em setembro de 1997. Entretanto, o Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita, onde a tecnologia DECT se enquadra, foi publicado somente em janeiro de 2000.

### 7.3 Arquitetura

A tecnologia DECT aplicada ao PABX, consiste dos elementos mostrados na figura 1.

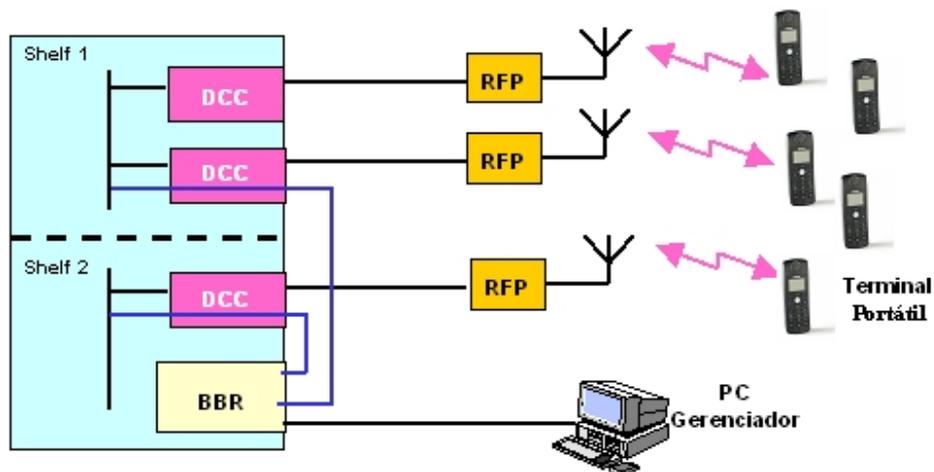


FIGURA1 - Arquitetura do sistema DECT (SOPHO iSMobile)

### 7.3.1 Placa de Controle das ERB/RFP

Placa do PABX que processa toda a informação de voz e sinalização entre as estações rádio base (ERBs ou RFPs) e o PABX. A DCC é responsável também por manter a mobilidade, isto é, subscrição, autenticação de usuário e *handover* de chamadas entre as células. Para realizar as operações de subscrição e cancelamento de subscrição é utilizado o software de gerenciamento do sistema (DECT Manager.)

### 7.3.2 Placa de Integração de Barramentos do PABX (BBR)

Placa que faz a interligação entre dois ou mais *shelves* do PABX que contenham placas DCC instaladas garantindo a integração das células ligadas a diferentes *shelves*.

### 7.3.3 Estação rádio base (ERB/RFP)

As estações rádio base são instaladas na edificação do cliente formando uma rede *pico* celular. Elas consistem basicamente de um transmissor/receptor de rádio capaz de tratar 12 chamadas de voz simultâneas de/para os terminais portáteis (*cordless*), podendo ser instaladas a até 2000m do PABX, com alimentação pela linha, dependendo do tipo de cabo utilizado.

### 7.3.4 Terminais portáteis (*cordless*)

Interface do sistema com o usuário. É o equipamento que faz o usuário sentir os benefícios da mobilidade.

Trata-se de um terminal compacto que oferece um conjunto completo de facilidades, incluindo visor gráfico, agenda telefônica, programação via menus em português e espanhol (entre outros idiomas) e transmissão e recepção de mensagens alfanuméricas. A bateria é de NiMH e tem capacidade para 8 horas de conversação ou 80 horas de *stand-by*. Além disso, o terminal permite subscrição em até 10 sistemas DECT distintos.

## 7.4 Solução Integrada

A solução integrada da tecnologia DECT sem fio com o PABX beneficia todos os usuários:

O usuário do ramal portátil tem acesso a todas as facilidades do PABX como se ele estivesse utilizando um terminal fixo.

O usuário do ramal fixo e a operadora não percebem diferença entre pessoas utilizando um ramal portátil ou não.

O administrador do sistema gerencia os ramais portáteis da mesma maneira que ele faz para os ramais fixos.

Os técnicos instalam e mantêm a interface *cordless* e os terminais da mesma forma que eles fazem para um ramal RDSI comum.

## 7.5 Funcionamento da Tecnologia DECT

Para funcionar, o DECT precisa de 20 MHz de largura de banda: 1910-1930 MHz. Essa faixa de 20 MHz é dividida em 10 portadoras. Uma segmentação no tempo utilizando a técnica TDMA/TDD (Time Division Multiple Access / Time Division Duplex) resulta em 12 canais "full duplex" por portadora. Em outras palavras, o DECT pode oferecer 120 canais "full duplex".

A voz é transmitida a 32 Kbps, conforme técnica de compressão conhecida como ADPCM, considerada de excelente qualidade de voz..

Não há planejamento de frequências no DECT, devido a um recurso chamado alocação dinâmica de canais ou seleção automática de canais. Cada terminal está constantemente verificando quais são os canais disponíveis e sua qualidade. No momento em que o usuário quiser falar, o próprio terminal encontra o melhor canal. Se a qualidade do canal cair, o terminal troca de canal durante a conversação. Da mesma forma, devido à alocação dinâmica de canal, um mesmo canal pode ser reusado em chamadas distintas, desde que não esteja em células sobrepostas. Todo esse controle é feito automaticamente pelo sistema.

Embora tenha sido baseado no sistema celular digital TDMA, o DECT é, em muitos aspectos, o oposto do celular. Sistemas celulares foram projetados para: macro células; baixa densidade (poucos assinantes por quilômetro quadrado); baixo tráfego por assinante (usualmente 0,05 erl por assinante); mobilidade irrestrita.

O sistema DECT, por sua vez, considera como pressupostos: *pico* células; alta densidade de assinantes; alto tráfego (teoricamente 0,2 erl por usuário); mobilidade restrita, isto é, limitada à área de cobertura da instalação.

Os aspectos de segurança do DECT são:

- Subscrição: determinando os direitos iniciais de acesso e a identidade do usuário;
- Roaming: verificando direitos de acesso de usuários chamadores e chamados e localizando os usuários chamados dentro de um sistema;
- Handover: trocando canais durante uma chamada, dentro da mesma célula ou entre células;
- Segurança: criptografia e autenticação.

## 7.6 Tecnologia DECT Aplicada ao SOPHO

A principal característica do sistema é que o fabricante adotou uma solução DECT integrada ao PABX. Uma solução integrada é mais benéfica ao usuário. A placa DCC é uma placa integrada ao PABX como qualquer placa ISDN. Com esta solução podemos oferecer aos nossos usuários *cordless*, o mesmo nível de funcionalidade que os usuários de telefones fixos possuem. Isto implica em, por exemplo, que mostrar o número do chamador no visor é possível e que também os ramais *cordless* podem ser membros de grupos ou associações chefe-secretária. Além disso, é possível monitorar o estado de um ramal *cordless* em um telefone digital também integrado ao PABX, por exemplo.

Embora o fabricante tenha uma solução *cordless* integrada ao PABX proprietário, também é possível configurar o sistema como um “add-on” de PABX de outros fabricantes.

## 7.7 “Site Survey” para Instalação de Sistemas DECT

Além de determinar a quantidade de células que um sistema precisa, o levantamento de campo (*site survey*) é necessário para determinar exatamente a posição para instalação das Estações Rádio Base (ERB) de maneira a obter a melhor cobertura com o melhor aproveitamento possível das ERBs, mantendo o mínimo de sobreposição necessária para garantir o handover, ou seja permitir que o usuário se desloque entre as células sem perder a conectividade e sem perceber qualquer depreciação na qualidade da comunicação.

A experiência mostrou que ainda não é possível definir precisamente qual é a infra-estrutura necessária em termos de células a partir simplesmente de desenhos das edificações, principalmente quando se tratam de edificações com estruturas não convencionais, como por exemplo, galerias de equipamentos industriais, túneis e estruturas com geometrias complexas em concreto e aço.

É com base num detalhado *site survey*, é que se deve projetar e planejar a instalação da rede, buscando garantir a qualidade do sinal na interligação entre a placa de controle (DCC) e as ERBs como se fosse um telefone fixo. Em instalações onde se pretende aproveitar a rede telefônica existente é necessário certificar-se da disponibilidade e qualidade de pares telefônicos nas caixas de distribuição próximas aos locais de instalação das ERBs para garantir a adequada conexão à placa de controle.

Dependendo do tipo de edificação ou estrutura onde é instalado o sistema, o sinal entre as ERBs e os terminais portáteis nem sempre segue um caminho direto. Em muitos lugares se obtém boa parte da cobertura por reflexão do sinal nas estruturas, desta maneira o *site survey* bem elaborado é fundamental para se obter a otimização na localização e distribuição das ERBs.

## 8.0 - CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA IMPLANTADO EM ITAIPU

O Sistema de Telefonia Móvel Restrita de ITAIPU (TMR) foi integrado aos PABX SOPHO IS3090 já existentes na Usina, através da aplicação SOPHO IS MOBILE.

### 8.1 Descrição Detalhada do SOPHO ISMOBILE

A aplicação DECT consiste de 3 blocos principais:

- A placa de controle das ERBs - DCC (DECT Cluster Controller);
- A estação rádio base (também chamada RFP – Radio Fixed Part, ou simplesmente “ERB”);
- Terminal cordless (também chamado portátil).

#### 8.1.1 Placas DCC e BBR

A DCC é o principal elemento na infra-estrutura DECT e faz a interface do ambiente móvel com o PABX. Toma conta das funções de controle necessárias ao DECT das quais a capacidade de fazer *roaming* através de uma rede móvel é a que mais demanda.

Para esse propósito todas as DCCs são interconectadas através de bus serial de alta velocidade baseado na tecnologia ATM (no painel traseiro). Este painel é padrão em todos os modelos da família SOPHO iS3000. Uma DCC ocupa uma *Unit Group* completa na *shelf*.

Pode-se instalar até 4 ERB por DCC, através de uma interface G703 (2Mbit/s) para cada estação rádio base. A DCC também alimenta todas as estações rádio base através da linha telefônica a 4 fios até uma distância de 2000m.

Para assegurar a operação apropriada de um sistema DECT com outros sistemas DECT sobrepostos, a DCC possui uma porta de sincronismo para sincronizar ambas as redes.

O firmware da DCC está contido em *flash* EPROMs. Isto abre a possibilidade não apenas para futuras manutenções de software como também para a criação de novas facilidades. Esse software pode ser carregado remotamente à DCC, facilitando a atualização das placas.

A BBR (Back Bone Repeater) conecta até quatro painéis traseiros (de quatro *shelves*) entre si. Ela é necessária:

- Para sistemas que precisem de mais de 8 DCCs
- Quando as DCCs de um sistema forem instaladas em *shelves* diferentes
- Quando módulos remotos (iS3030/3050) estiverem conectados à rede pública através de troncos analógicos.

## 8.2 Estação Rádio Base modelo B412

A estação rádio base, cria um ambiente de rádio (célula) onde o telefone portátil pode ser operado. As estações rádio base fornecem a interface aérea entre a rede fixa e os terminais portáteis.

A quantidade de estações rádio base dependerá da área a ser coberta e da quantidade de tráfego que será gerado em uma célula.

De acordo com a especificação DECT a interface aérea pode suportar até 120 canais duplex simultâneos. Esses canais são criados a partir de uma seleção de 10 frequências e 12 *time-slots* para cada frequência.

As estações rádio base tem um padrão de radiação omnidirecional (aproximadamente esférico) e utilizam tecnologia de diversidade de espaço (antena dual) para assegurar uma qualidade de sinal boa e contínua. A instalação de uma estação rádio base é muito simples, basta apenas conectá-la. A DCC ajusta-se automaticamente ao tamanho do cabo para compensar eco e atraso dentro dos limites de comprimento para cada tipo de cabo. Além disso, fornece alimentação à estação rádio base.

Para a interligação com a DCC as estações rádio base necessitam de dois pares de fios torcidos (*twisted*) de 120 ohms.

A Tabela 1 mostra a distância máxima para cada tipo de cabo:

TABELA 1 – TIPO DE CABO VERSUS COMPRIMENTO MÁXIMO

Tipo de cabo	Comprimento máximo
0,4 mm	1000 m
0,5 mm	1500 m
0,6 mm	1700 m
0,8 mm	2000 m

Os valores do comprimento máximo podem ser diferentes devido às condições do ambiente, qualidade do cabo e principalmente, a quantidade de Quadros Intermediários de Interligação, que podem reduzir significativamente a distância especificada.

As seguintes regras gerais são aplicáveis aos cabos:

O cabo entre o DG e a caixa de conexão (DCC – RFP) deve estar de acordo com a Categoria 3 UTP ou superior, conforme EIA/TIA (TSB 36). Cabos de menor qualidade implicam em menores distâncias de instalação.

A perda de sinal não pode exceder 34 dB em 1024 MHz por par e medido entre a DCC e a RFP.

O nível de “*cross talk*” (entre os pares) deve ser maior ou igual a 54 dB em 1024 MHz.

A resistência de *loop* DC do cabo não pode exceder 180 ohms, medidos entre a DCC e a RFP.

Se o par torcido do DG até a caixa de conexão for parte de um cabo com outros pares torcidos, os outros pares neste cabo não podem ser usados para interfaces analógicas.

As estações rádio base são para uso interno às edificações, entretanto, podem ser instaladas externamente desde que adequadamente protegidas. A conexão da ERB com a DCC é feita através de um cabo com conectores RJ45 nas extremidades, que vem com a B412 e possui 3 m comprimento. Uma vez instalados os suportes, a instalação da estação rádio base se dá com um único parafuso.

### 8.2.1 Caixa para Instalação Externa – “Outdoor Box”

A caixa para instalação externa pode ser usada não só quando for necessário instalar uma estação rádio base fora da edificação, mas também quando for necessária sua instalação em ambientes industriais que requeiram proteção do equipamento contra umidade, poeira e outros agentes nocivos.

### 8.2.2 Características Técnicas da ERB Modelo B412L

Algumas das principais características da ERB Modelo BE412L implantada no sistema TMR de ITAIPU são apresentadas a seguir:

#### Transmissor:

- faixa de frequências: 1910 – 1930 MHz
- 10 frequências portadoras
- 12 canais *full-duplex* TDM
- potência máxima de saída (todos os canais ocupados): 250 mW

#### Receptor:

- faixa de frequências: 1910 – 1930 MHz
- sensibilidade melhor que:
  - 88 dBm a BER =  $10^{-3}$
  - 75 dBm a BER =  $10^{-5}$

#### Características Físicas:

- empacotamento: plástico ABS
- cor: cinza
- dimensões: 235x170x44mm (lxhxp)
- peso: 800g
- conector de linha: RJ45

#### Compatibilidade Eletromagnética:

- Conformidade com ETS 300 329

#### Condições Ambientais:

- Conformidade com ETS 300-019, Classe 2
- 20°C a +60°C, 5-95% umidade relativa
- Conformidade com IP40

#### Segurança:

- Conformidade com EM 60950 Classe 2

#### Confiabilidade:

- MTBF  $\geq$  100.000 horas
- Tempo de vida técnico  $\geq$  7,5 anos

### 8.2.3 Terminal Portátil Modelo C633

O terminal sem fio modelo C633 e seus acessórios fazem parte da solução SOPHO iSMobile de comunicações sem fio com tecnologia DECT. O C633 é um terminal compacto que oferece um conjunto completo de facilidades, incluindo visor gráfico, agenda de telefones, programação via menu e transmissão e recepção de mensagens alfanuméricas.

O terminal foi projetado tomando-se um cuidado especial com o aspecto ergonômico para assegurar conforto e facilidade de uso.

Uma facilidade importante do C633 é sua capacidade de suportar a transmissão em baixa velocidade de mensagens alfanuméricas de acordo com o protocolo padrão DECT E2. Com esta característica, o terminal C633 torna-se uma ferramenta de comunicação poderosa, com a possibilidade de alertar ou informar usuários sem a necessidade de estabelecimento de uma chamada de voz.

#### Principais características:

- 80 horas de stand-by
- 8 horas de conversação
- compatível com o protocolo GAP;
- operação em português, inglês e espanhol
- 10 subscrições

- criptografia automática
- transmissão / recepção de mensagens alfanuméricas
- possibilidade de subscrição em até 10 sistemas DECT diferentes com seleção automática ou manual;
- todas as facilidades de ramal do PABX SOPHO iS3000

Dados técnicos :

Dimensões

- Terminal: 136 x 48 x 25 mm (hxlxp)
- Carregador: 85 x 77 x 58 mm (hxlxp)

Peso

- Terminal: 136g
- Carregador: 45g

## 9.0 - CONCLUSÃO

A utilização da tecnologia DECT na Área Industrial da Usina Hidrelétrica de ITAIPU modificou a forma de trabalho e a comunicação das pessoas, principalmente das equipes de campo, pois a mobilidade permitida pelo sistema aliada à sua alta confiabilidade contribuíram para o desenvolvimento mais dinâmico, rápido e seguro das atividades no ambiente industrial da Usina.

Com o Sistema de Telefonia Móvel Restrita (TMR) o problema de isolamento de comunicação e de localização das pessoas ao deixarem suas bancadas de trabalho foi solucionado na Área Industrial de ITAIPU.

Desta forma a experiência de ITAIPU demonstra, na prática, a viabilidade de utilização da tecnologia DECT em instalações similares.

## BIBLIOGRAFIA

[1] Resolução nº 209, de 14 de janeiro de 2000, da ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações.