



# Rádio comunicador com microfone bluetooth acionado por comando de voz (função VOX).

**Tema:** Redes de Distribuição

**Autores:** Ismael Rodrigo Santos

**Co-Autores:** Allan Henrique Gomes, Almir Rodrigues Simões, Felipe Martins Sacramento Silva, Pablo Senna Oliveira, Ricardo Diniz de Oliveira.

**Empresa:** CEMIG Distribuição S.A

---

## Resumo

Este trabalho técnico tem por objetivo apresentar um rádio comunicador com tecnologia bluetooth aplicável às manutenções realizadas no Sistema Elétrico de Potência (SEP) e mostrar o quanto sua tecnologia pode melhorar a segurança e o desempenho dos serviços de campo, além de apresentar os resultados dos testes realizados com as equipes de manutenção da empresa CEMIG Distribuição S/A.

### OBJETIVOS

- Apresentar as características técnicas da função VOX (comando de voz), do microfone bluetooth e sua aplicação em atividades de manutenção elétrica;
- Descrever a metodologia dos testes;
- Identificar vantagens e desvantagens do uso de rádio comunicadores bluetooth.

### APLICAÇÃO

- Manutenção de redes de média tensão (13,8kV a 34,5kV) ao método "linha viva";
- Manutenção de redes subterrâneas;
- Manutenção de linhas de distribuição até 138 kV. (Linha morta e linha viva à distância\*);
- Treinamentos e cursos de manutenção relacionados ao SEP.

## 1. Introdução

A manutenção de redes e linhas de distribuição é uma atividade crítica que exige comunicação eficaz entre os profissionais que atuam direta ou indiretamente na atividade. A falta de comunicação ou a comunicação inadequada em serviços de manutenção da rede elétrica, principalmente em equipes que trabalham ao método "linha viva", pode ocasionar acidentes fatais aos colaboradores envolvidos, danos à estrutura da rede elétrica e atrasos no restabelecimento de energia ao consumidor.

Uma comunicação clara, explícita e precisa pode garantir que todos os membros da equipe estejam cientes dos riscos e dos procedimentos, facilitando a identificação e resolução de problemas e aumentando significativamente a percepção de segurança.

O rádio comunicador bluetooth com função VOX é uma tecnologia que permite que o eletricista possa estabelecer a comunicação com os colegas que estão no solo sem a necessidade de apertar o botão "ppt".

Ou seja, o rádio comunicador permite que o profissional estabeleça a comunicação por meio de comando de voz de forma a manter as mãos livres para continuar realizando a atividade de manutenção.



**Figura 1 - Rádio comunicador com tecnologia bluetooth e função VOX.  
Modelo HP606 HYTERA (à esquerda), MOTOTRBO MOTOROLA (à direita).**



**Figura 2 - Microfone com tecnologia bluetooth.  
Modelo SM27W2 HYTERA (à esquerda), WM500-PMMN4127 MOTOROLA (à direita).**

## 2. Desenvolvimento

A tecnologia consiste em um rádio comunicador digital que contém, dentre suas características técnicas principais, a função VOX e a conexão bluetooth. A solução também contém um microfone bluetooth que permite que o eletricitista envie e receba mensagens de voz. Nesse sentido, o microfone bluetooth se trata de um acessório sem fio, leve e compacto, constituído de um alto falante e microfone, que serve de ponte entre o eletricitista e o rádio comunicador. Entretanto, toda a comunicação entre o profissional que está em altura com a equipe que está em solo é feita por meio de rádio frequência.

O microfone bluetooth é o único dispositivo que fica junto ao eletricitista, como pode ser visto na figura 3. O uso do dispositivo bluetooth se mostrou muito eficaz, pois substitui tecnologias de fone de ouvido convencionais (com fio) e permite a livre movimentação dos membros superiores do usuário, sem atrapalhar ou incomodar o eletricitista.



**Figura 3 - Microfone bluetooth instalado no cinto de segurança.**

O microfone bluetooth possui alto falante remoto e tem seu volume ajustado no próprio dispositivo. Além disso, o equipamento conta com uma presilha resistente para fixação no cinto de segurança (ou em outro local definido pelo usuário). Vale ressaltar que o microfone deve estar em uma altura que favoreça uma boa fala e audição. Tanto o rádio comunicador quanto o microfone bluetooth possuem bateria interna recarregável.



**Figura 4 - Presilha do microfone bluetooth.**

**O microfone conta com alto falante e botões de ajuste de volume.**

O VOX é uma função que possibilita que o profissional estabeleça a comunicação com outro rádio, sem a necessidade de pressionar o botão ptt. Esta comunicação é estabelecida por meio de comando de voz. Dessa forma, assim que o microfone bluetooth percebe que uma palavra foi dita, o canal é aberto e a mensagem é enviada. Esse recurso é essencial para a escolha do rádio comunicador e representa o grande ganho na utilização deste equipamento no setor elétrico, pois desta maneira é possível que o usuário mantenha suas mãos livres para executar qualquer tarefa e ainda consiga se comunicar com a equipe que está em solo.

Nos testes realizados com equipe de manutenção ao método "linha viva" de redes de distribuição(13.8kV a 34.5kV) foi possível verificar que o uso de rádio comunicadores é fundamental para a atividade devido à necessidade de comunicação a todo o momento entre o supervisor de equipe e o eletricitista que executa o serviço. Ademais, muitos serviços são executados em locais movimentados, tais como rodovias e avenidas, onde os ruídos sonoros podem atrapalhar a efetiva comunicação.

Conforme a figura 5, foi realizada uma simulação em um serviço de poda de árvores, onde o eletricitista que estava no cesto aéreo utilizou uma motopoda hidráulica para que fosse possível verificar se o ruído vindo da ferramenta interferiria na comunicação ou acionaria a função VOX deliberadamente. Verificou-se que os ruídos vindos da ferramenta, além do barulho intenso da avenida próxima ao local, não eram capazes de acionar a função VOX. Além disso, a comunicação entre o supervisor de serviço e o eletricitista foi eficaz e livre de ruídos.





**Figura 5 - Equipe em solo comunicando com eletrícista que está no cesto aéreo.**

**O eletrícista está com uma motopoda ligada para testes de ruído.**

Obs.: Não foi verificada a interferência eletromagnética nos rádios em trabalhos ao método "linha viva" em circuitos de média tensão (13.8kV a 34.5kV).

A equipe que está no solo não precisa utilizar o dispositivo bluetooth. Dessa maneira, a comunicação é estabelecida de forma manual, apertando o botão "ppt" do próprio rádio comunicador para estabelecer o contato com quem está trabalhando em altura.



**Figura 6 - Equipe em solo comunica diretamente pelo rádio, sem utilizar o dispositivo bluetooth.**

**Teste com equipe de linhas de distribuição.**

Em testes realizados com equipe de manutenção de linhas de distribuição(até 138kV), foi possível verificar que o uso de rádio comunicadores é essencial para a atividade, devido à altura das estruturas e as grandes distâncias em que as equipes se localizam. A utilização do microfone bluetooth pelo eletricitista que estava em altura possibilitou que ele mantivesse o contato com o supervisor de serviço a todo momento, desde a escalada até o topo da estrutura, bem como na realização de atividades inerentes ao trabalho.

Foram realizados testes, tanto em serviço executado em linha morta quanto em serviço de linha viva à distância. Não foi identificada a interferência eletromagnética em serviços de linha viva à distância executados em linhas de distribuição de até 138kV. Porém, serão necessários testes prolongados para verificar se existe ou não a interferência na comunicação.



**Figura 7 - Teste com equipe de manutenção de linhas de distribuição.**

Em testes realizados com equipe de manutenção de rede subterrânea, foi possível verificar que o uso de rádios comunicadores é muito útil para a função, principalmente em serviços executados em grandes câmaras. A comunicação se manteve livre de ruídos e de ecos.





**Figura 8 – Teste com equipe de rede subterrânea no centro de Belo Horizonte.**

#### METODOLOGIA APLICADA E RESULTADOS NOS TESTES DE CAMPO

Os testes foram realizados em 3 etapas

- **Teste do áudio e do comando de voz:**

Foi verificada a estabilidade de conexão e estabelecimento da comunicação por comando de voz. Avaliou-se a qualidade do áudio, clareza e redução de ruído. A qualidade do áudio foi clara e livre de ruídos, mesmo em ambientes próximos a avenidas com muito barulho.

- **Teste de conectividade:**

Foi verificada a estabilidade da conexão bluetooth entre dispositivos em diferentes distâncias e ambientes e a possível interferência dos campos eletromagnéticos. A conexão bluetooth se manteve estável até 20 metros de distância em ambientes abertos. Não foi verificada a interferência eletromagnética nos rádios em trabalhos de linha viva nos circuitos de Média Tensão (MT) (13,8kV a 34,5 kV). Para serviços em linhas de até 138kV, serão necessários testes prolongados para verificar se existe ou não a interferência na comunicação.

- **Desempenho em campo:**

Possíveis cenários de manutenção de campo foram simulados para avaliar a eficácia do equipamento. O rádio foi testado com equipes de rede subterrânea, equipes de manutenção em linha viva de MT (13,8kV), equipes de manutenção de linhas de distribuição. Os dispositivos melhoraram significativamente a coordenação e segurança durante as simulações de manutenção em todos os cenários.





**Figura 9 – Teste com equipe de rede subterrânea no centro de Belo Horizonte.**



**Figura 10 – Teste com equipe de manutenção de redes em linha viva.**

### **VANTAGENS E DESVANTAGENS**

#### **VANTAGENS:**

- Melhora a comunicação entre equipes, aumentando a segurança.
- Reduz a quantidade de falhas operacionais, pois os profissionais que estão em trabalho em altura ou câmara (rede subterrânea) estarão em comunicação direta com o supervisor de serviço.
- Aumento do desempenho, da produtividade e diminuição do desgaste físico vocal.
- Não exige configuração complexa. Basta ligar e colocar em operação, pois o rádio vem com toda a configuração necessária para uso.

#### **DESVANTAGENS:**

- Dependência de bateria.

## **3. Conclusão**

Os testes demonstraram que os rádios comunicadores com tecnologia VOX e microfone bluetooth são uma ferramenta importante para manutenção de redes elétricas, melhorando a comunicação, segurança e eficiência.

A qualidade do áudio foi clara e livre de ruídos, mesmo em ambientes próximos a avenidas com muito barulho.

A conexão bluetooth se manteve estável até 20 metros de distância em ambientes abertos. Em serviço de manutenção onde se utiliza cestas aéreas, o eletricista poderá subir na cesta e só utilizar o microfone bluetooth no cinto, não havendo necessidade de deixar o rádio no compartimento de ferramentas, o qual fica localizado dentro do cesto aéreo. Nessa situação, o rádio poderá ficar na caminhonete, desde que em uma posição que não tenha obstáculos e não bloqueie o sinal.

Para atividades em torres de linhas de distribuição, o rádio comunicador poderá ficar acondicionado em uma sacola de ferramentas na base ou no meio da torre. Dessa maneira, o eletricista só irá utilizar o microfone bluetooth no cinto.

Não foi verificada a interferência eletromagnética nos dispositivos em trabalhos de linha viva em circuitos de MT (13.8kV a 34.5kV). Para serviços em linhas de distribuição até 138kV, serão necessários testes prolongados para verificar se existe ou não alguma interferência.

#### **Recomendações**

- Utilizar dispositivos com tecnologia de redução de ruído.
- Realizar pré-testes para conferir se a conexão bluetooth foi estabelecida e o comando de voz está operante. O pré-teste deve ser feito no solo, antes de subir com o equipamento.
- Realizar o carregamento da bateria diariamente.
- Utilizar microfones bluetooth com botão PPT desabilitado.
- Implementar e realizar análise de risco.
- Realizar testes prolongados em linhas de distribuição até 138kV para verificar se existe a interferência no sinal de rádio ou bluetooth.

## **4. Referências bibliográficas**

**ND-4.4. Intervenções em Redes e Subestações de Distribuição Aéreas Energizadas de Média Tensão até 34,5 kV – Linha Viva.**