

RÁDIO DIGITAL

Vantagens, Limitações e Observações

Brasília – Novembro de 2012.

➤ **Objetivo da apresentação**

Reflexões sobre os desafios para a escolha e a implementação do rádio digital no Brasil.



➤ Agenda

1. Oportunidades
2. Inovações
3. Considerações sobre a Implementação do RD
 - 3.1 Layout de Instalações
 - 3.2 Observações técnicas
 - 3.3 Interpretação dos Resultados dos Testes
4. Conclusões

Secretaria de Comunicação Eletrônica

Oportunidades do
Rádio Digital

Tendências &
Inovações

Considerações sobre a
Implementação

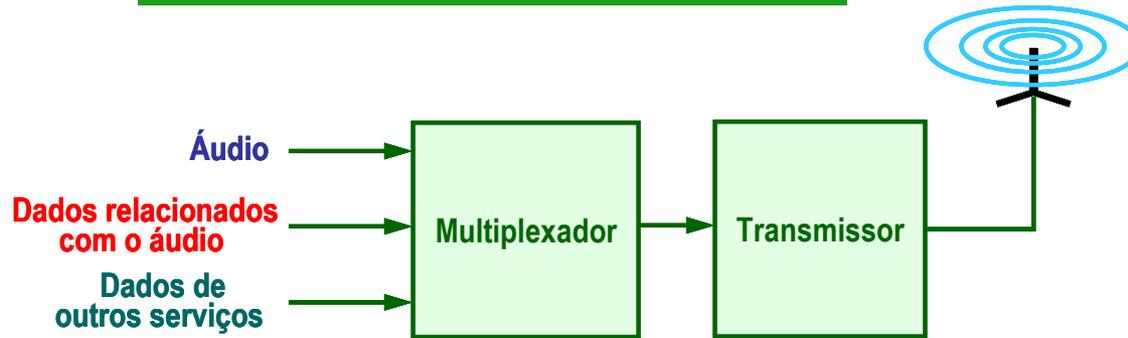


✓ *Oportunidades*

1. Melhoria na Qualidade do Áudio
2. Serviços de Dados
3. Diminuição dos gastos com energia (Full Digital)
4. Manutenção da área de cobertura analógica
5. Uso mais eficiente do espectro

Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ Oportunidades



Educação a distância



✓ Reflexões Sobre Oportunidades



Aberto ≠ Gratuito

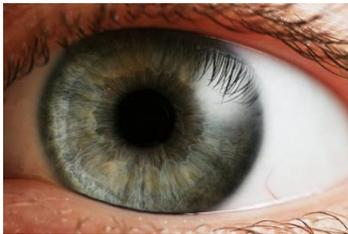
Confusões com o termo “Free”

Serviços ≠ Aplicativos

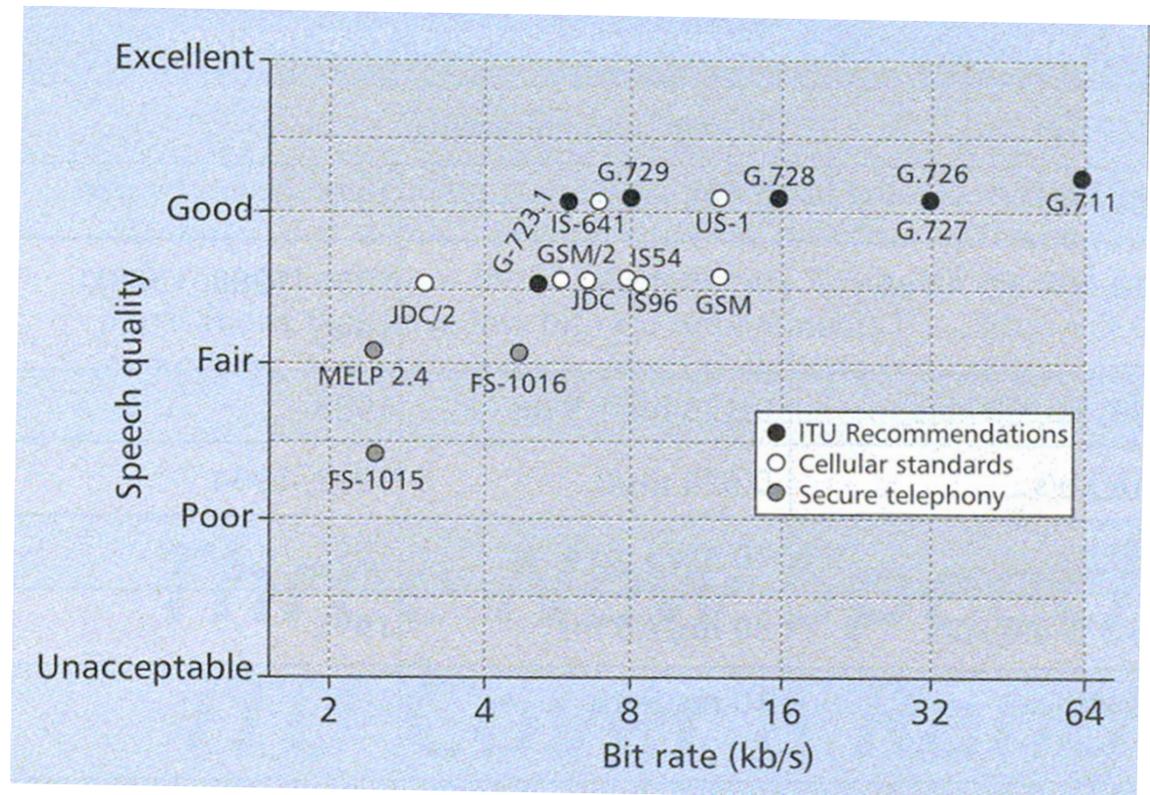


- ✓ Início em 2000 com um grupo Ad Hoc
 - Recomendação ITU-R BS.1114-7
 - Recomendação ITU-R BS.1514-2
- ✓ Parâmetros mínimos
 - Itália
- ✓ Futuro

✓ Reflexões Sobre Oportunidades



- Áreas de cobertura
 - ✓ Serviços
- Qualidade x Taxa de bits
- Comutação/Serviço



Secretaria de Comunicação Eletrônica

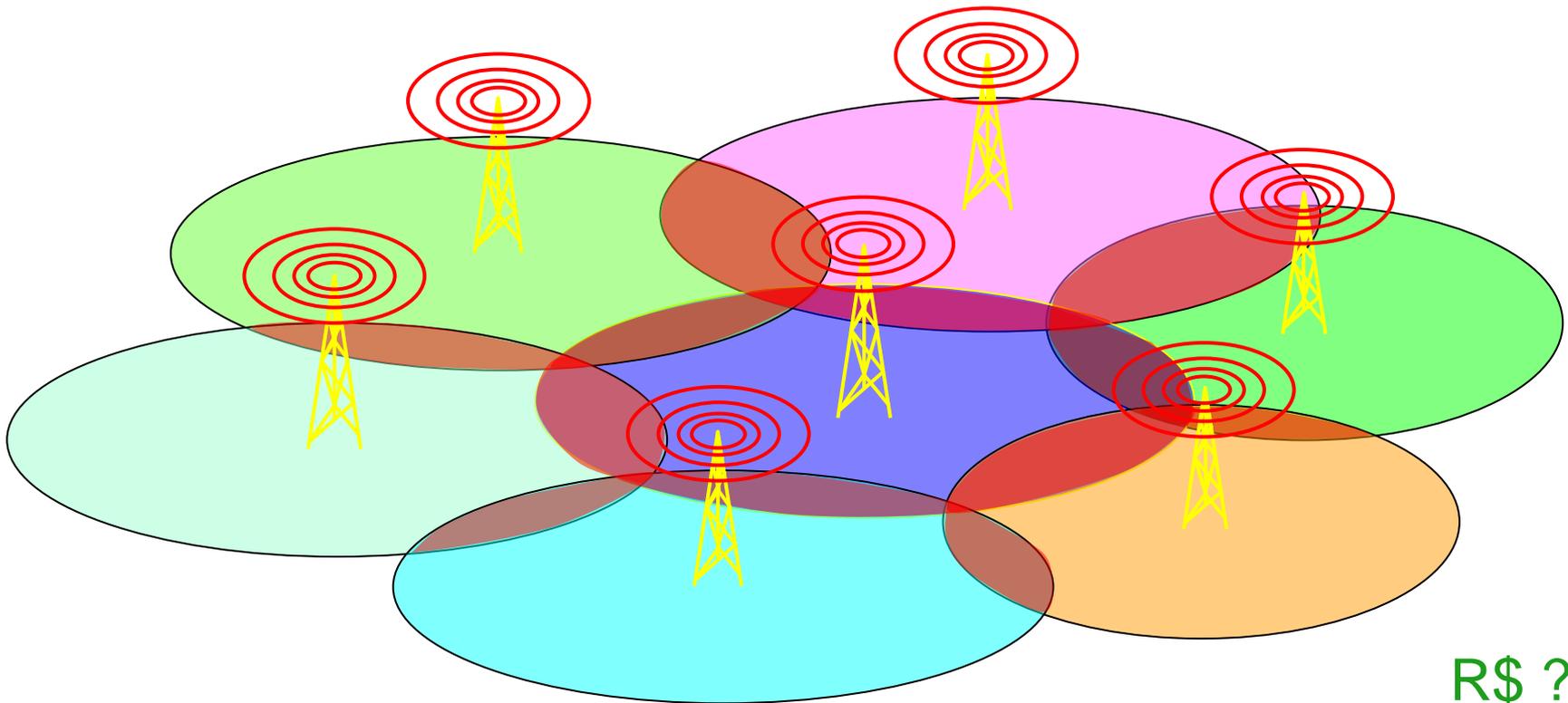
Oportunidades do
Rádio Digital

Tendências &
Inovações

Considerações sobre a
Implementação

Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ *Inovações*

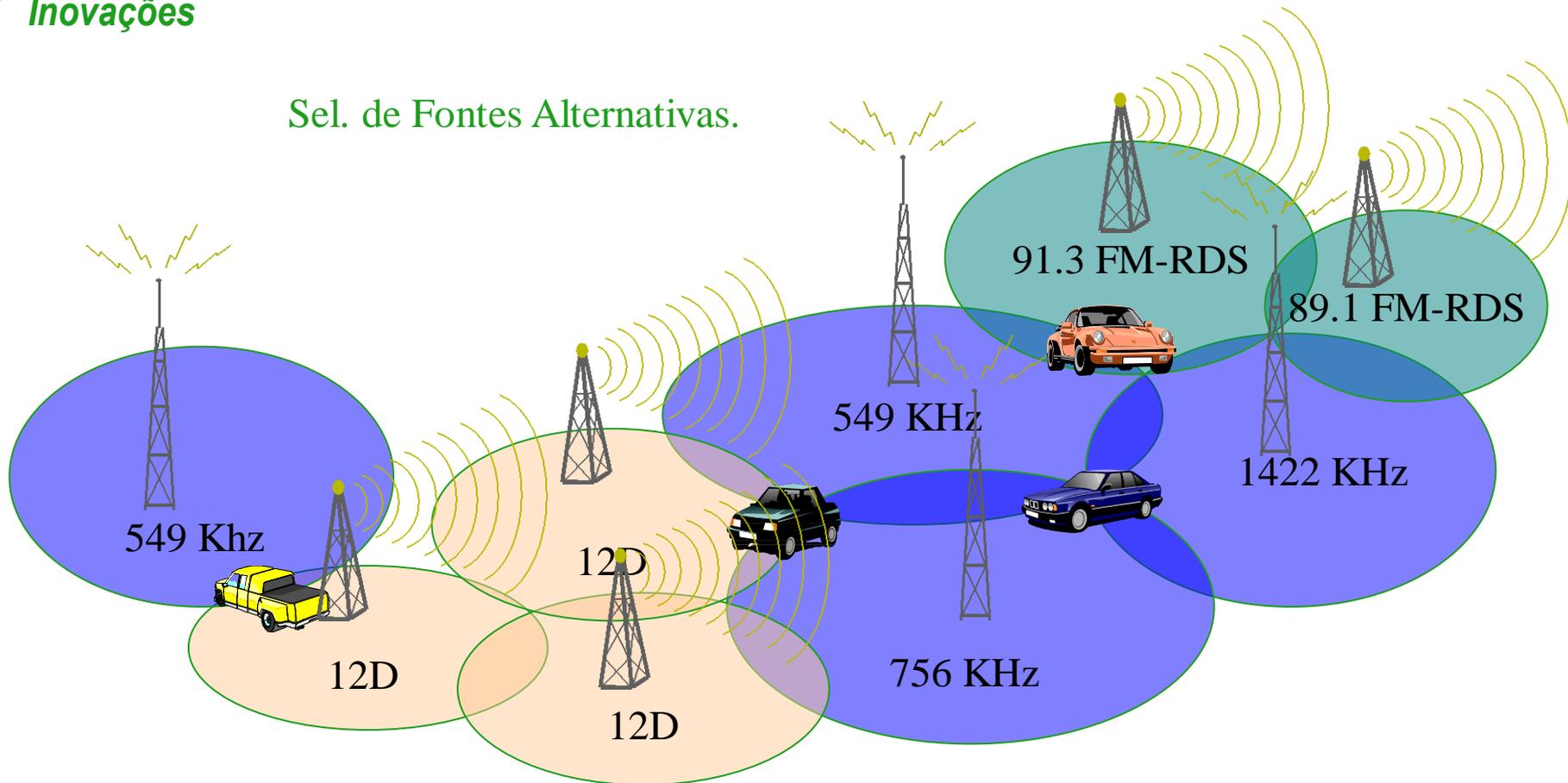


R\$???

Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ Inovações

Sel. de Fontes Alternativas.



Secretaria de Comunicação Eletrônica

Oportunidades do
Rádio Digital

Tendências &
Inovações

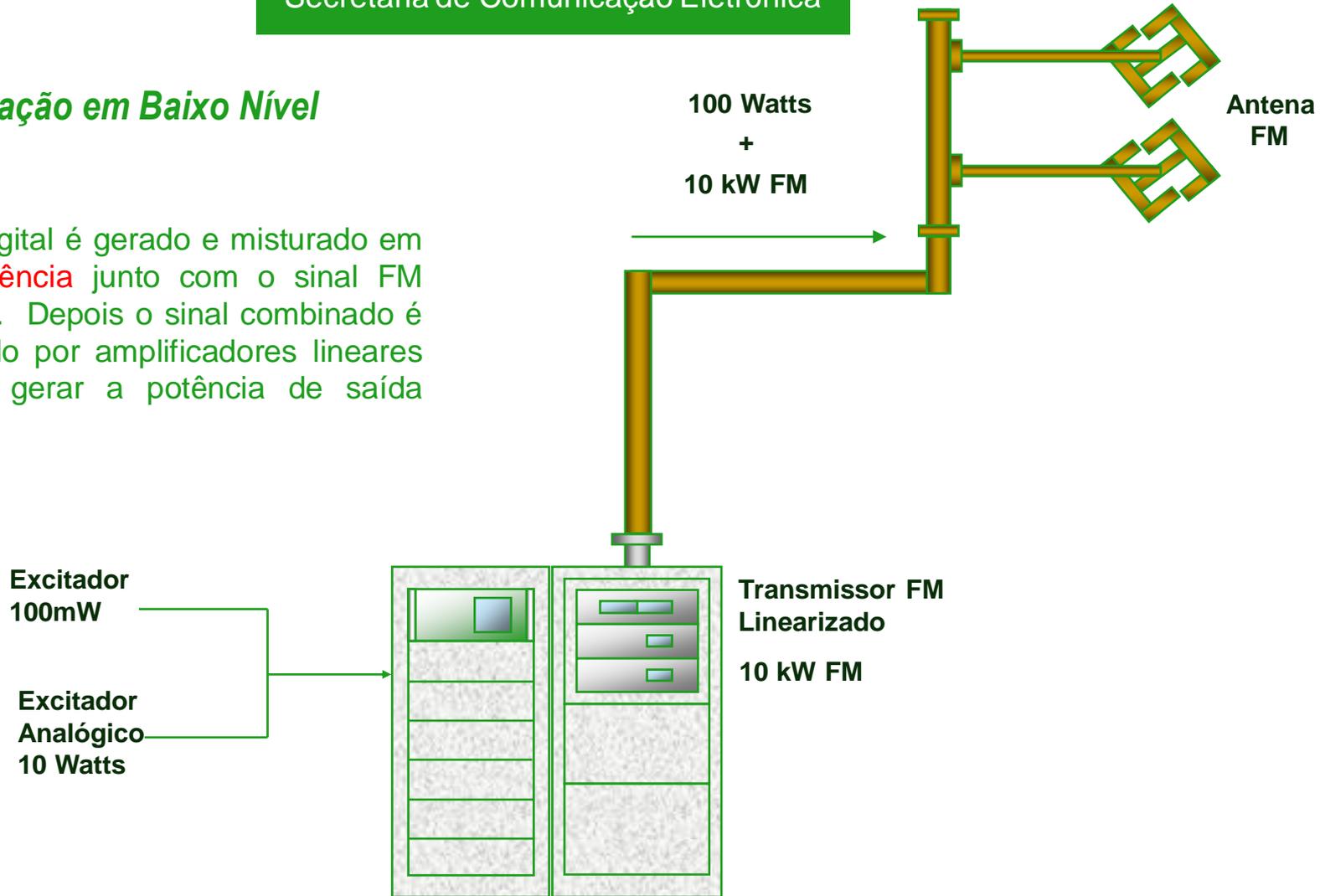
Considerações sobre a
Implementação

Layout de Instalações – Configurações no Centro de
Transmissão

Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ *Combinação em Baixo Nível*

O sinal digital é gerado e misturado em **baixa potência** junto com o sinal FM analógico. Depois o sinal combinado é amplificado por amplificadores lineares RF para gerar a potência de saída permitida.



Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ **Combinação em Baixo Nível - Consumo de Energia**

+ **Sistema Digital**

Informado (1%)

Real (5% a 10%)

+ **Período de simulcast:**

Digital  1% Analógico  5% a 10% Analógico

Total  1% a 5% / 10%

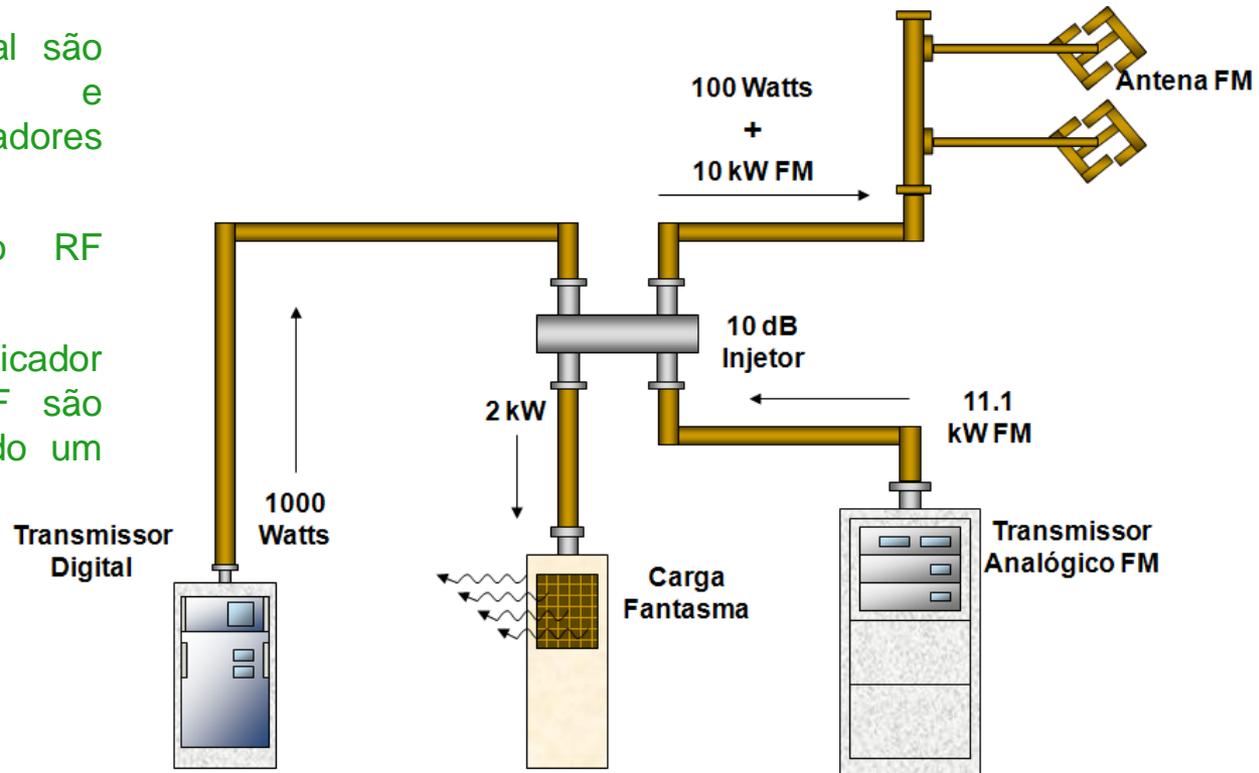
Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ *Combinação em Alto Nível - Amplificação Separada*

Os sinais FM analógico e digital são gerados independentemente e alimentados com amplificadores separados.

Pode-se usar o equipamento RF analógico atual.

O sinal digital alimenta um amplificador linear. Os dois sinais de RF são combinados em alto nível usando um combinador.



✓ *Combinação em Alto Nível - Amplificação Separada*

Observações

- Ineficiente
 - 90% da potência digital é perdida em forma de calor
 - 10% da potência analógica é perdida em forma de calor
- Espaço inicial para dois transmissores
- Alto custo de operação



Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ **Combinação em Alto Nível - Amplificação Separada - Consumo de Energia**

✚ **Sistema Digital**

Informado (1%)

Real (5% a 10%)

✚ **Período de simulcast:**

Digital  10% Analógico  50% a 100% Analógico

+

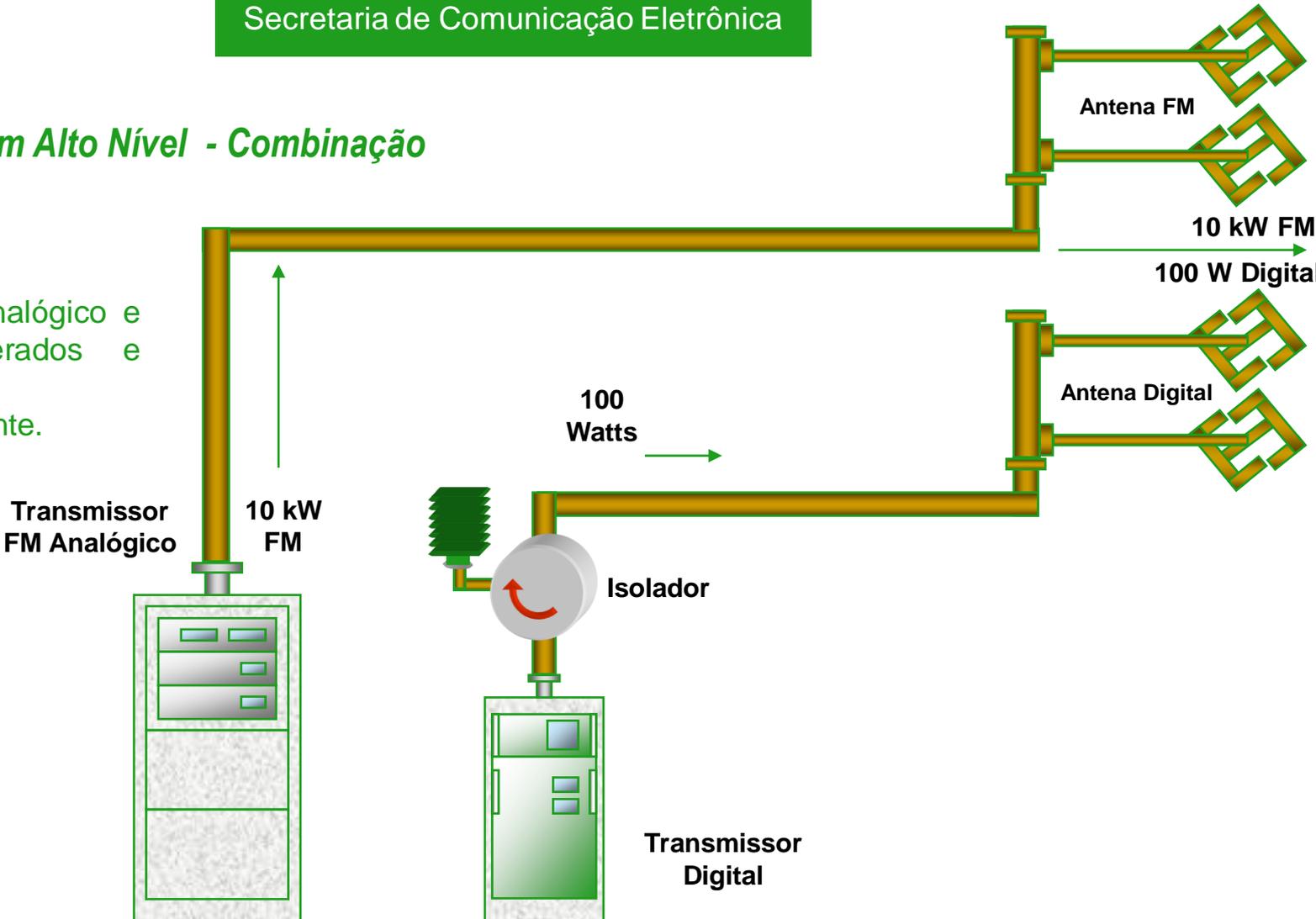
10% Analógico

Total  20% a 60% / 110%

Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ *Combinação em Alto Nível - Combinação Espacial*

Os sinais FM analógico e digital são gerados e amplificados independentemente.

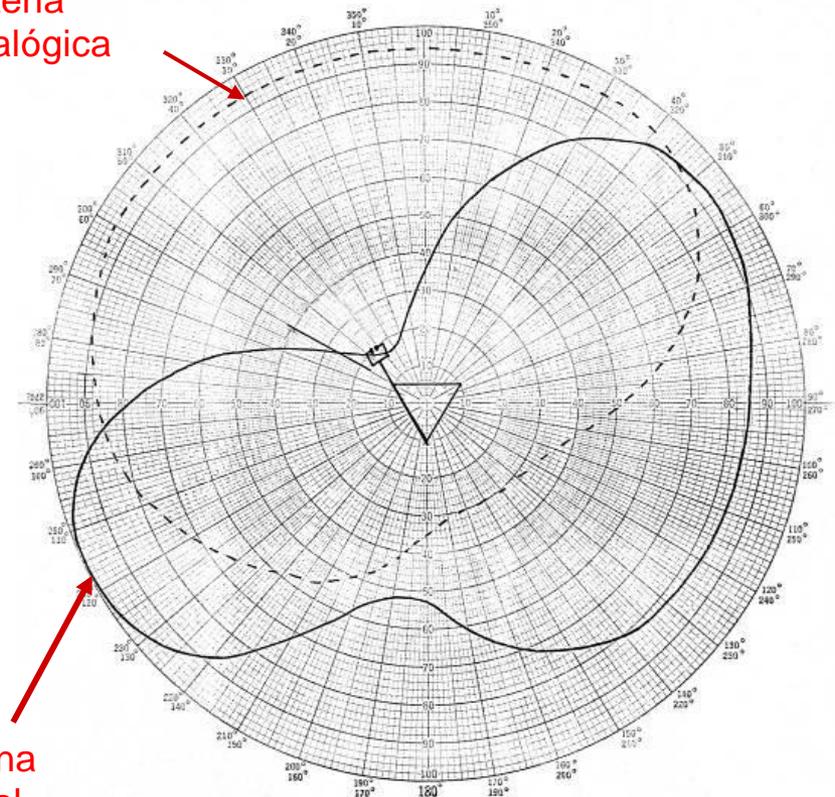


✓ *Combinação em Alto Nível - Combinação Espacial*

Condicionantes

É importante que as duas antenas tenham o mesmo padrão de radiação.

Antena Analógica



Antena Digital

Secretaria de Comunicação Eletrônica

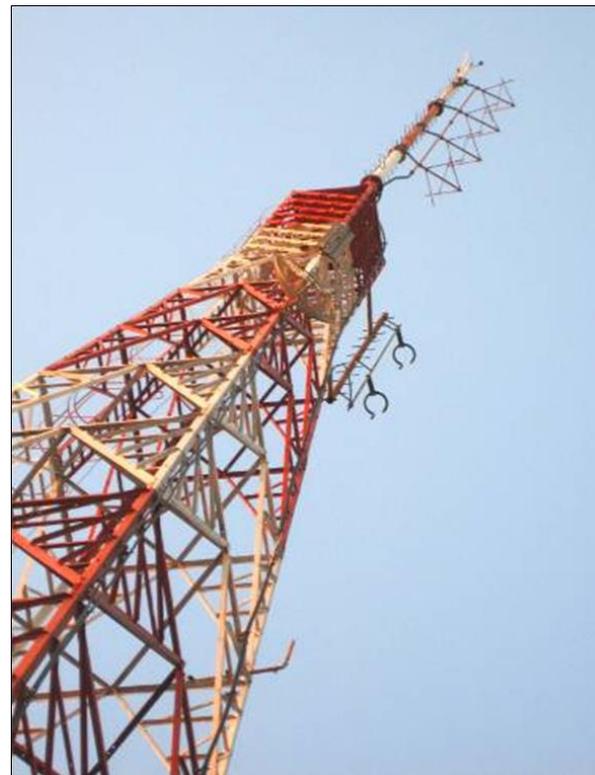
✓ *Combinação em Alto Nível - Combinação Espacial*

Condicionantes

- Espaçamento para casamento

Observações

- Ocupa mais espaço na torre
- SD/SI quando reduz proteção



Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ **Combinação em Alto Nível - Combinação Espacial - Consumo de Energia**

✚ **Sistema Digital**

Informado (1%)

Real (5% a 10%)

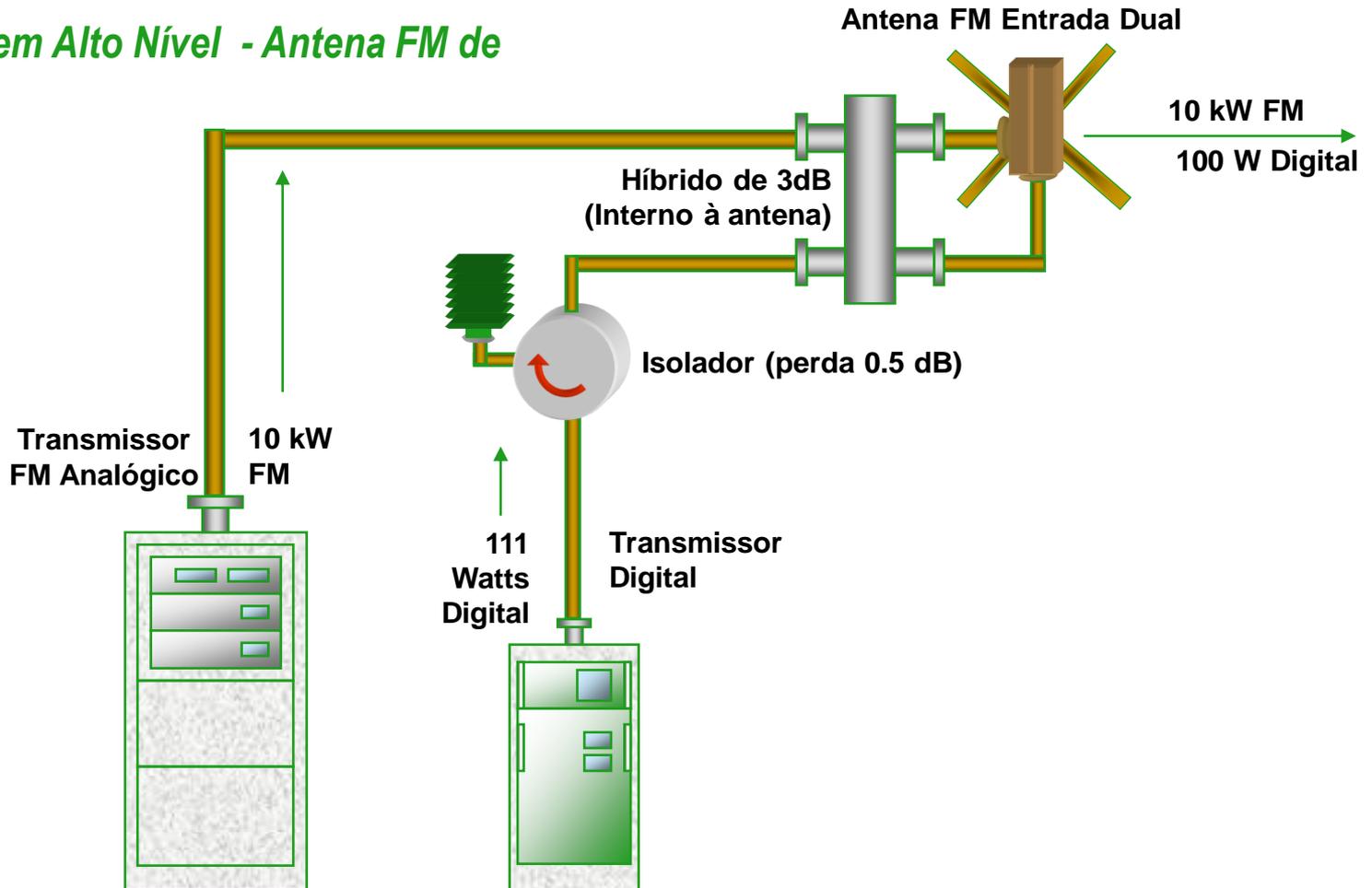
✚ **Período de simulcast:**

Digital  1% Analógico  5% a 10% Analógico

Total  1% a 5% / 10%

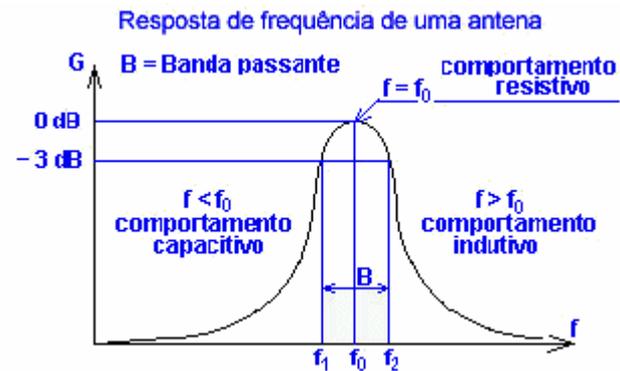
Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ *Combinação em Alto Nível - Antena FM de entrada Dual*

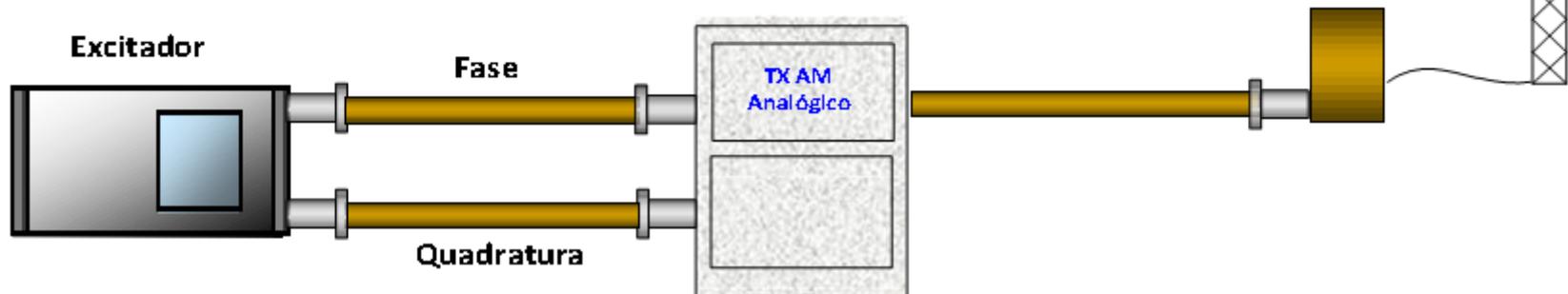


✓ AM

- Largura de Banda mais ampla
- Distorção mínima na fase
- Linearidade
- Transmissores de Estado Sólido

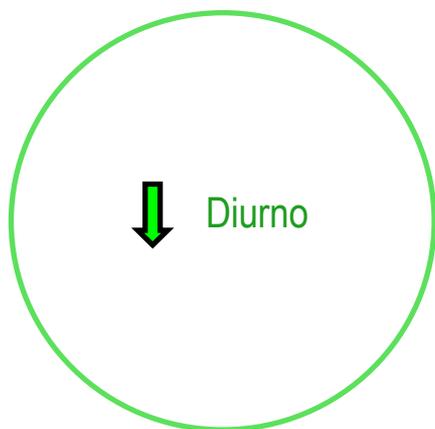


Antena AM



✓ **OBSERVAÇÕES:**

- Intensidade de campo elétrico para AM



Secretaria de Comunicação Eletrônica

Oportunidades do
Rádio Digital

Tendências &
Inovações

Considerações sobre a
Implementação

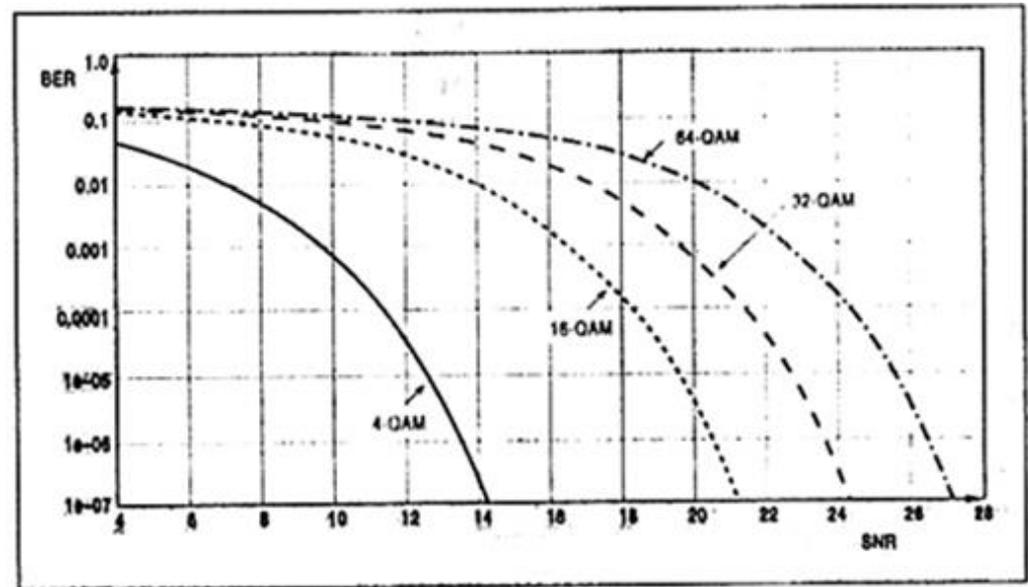
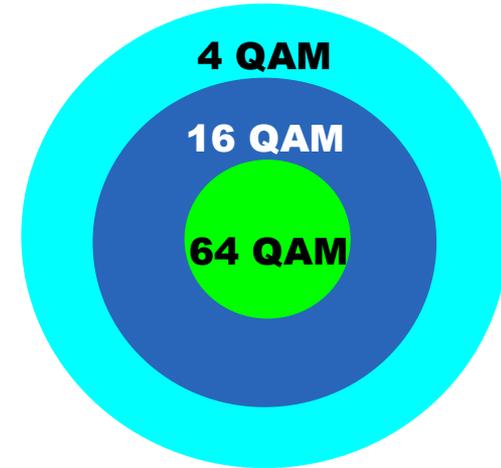
Observações Técnicas – Área de Cobertura

✓ **ÁREA DE COBERTURA¹**

- Sinal Analógico
 - ✓ Interferência
 - ✓ Efeito de Captura

- Sinal Digital
 - ✓ Ambiente
 - ✓ Limiares conjugados (SNR)
 - ✓ Variabilidade do sinal
 - ✓ Desvanecimentos
 - ✓ Configuração

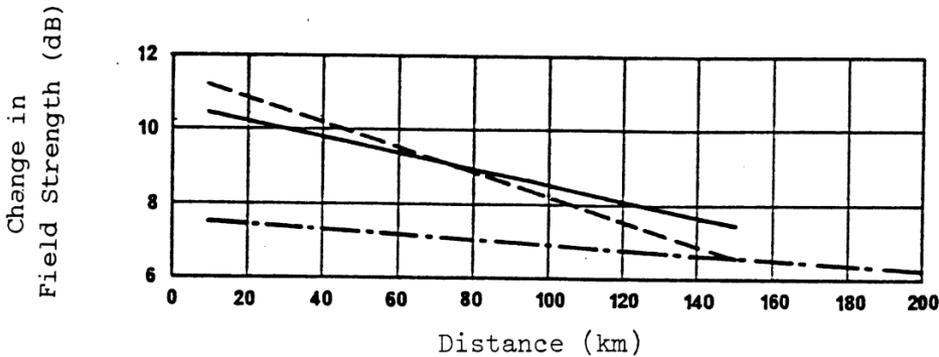
- Modelos de predição
 - ✓ Ponto Área
 - ✓ Ponto a Ponto



Secretaria de Comunicação Eletrônica

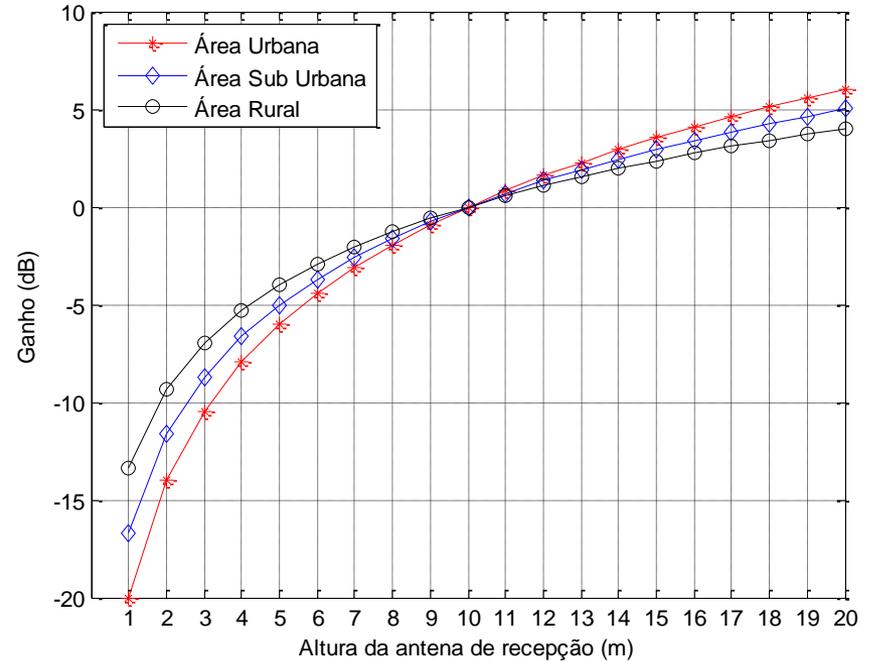
✓ **ÁREA DE COBERTURA**

- Altura da antena de recepção
- ✓ Recomendação ITU-R P.370-7
- ✓ Report P.239-7



— VHF Band I
- - - VHF Band II
- · - · VHF Band III

De 10 para 3 metros



$$Ganho(dB)_{Altura Rx} = \frac{c}{6} \log_{10} \left(\frac{h_{rx}}{10} \right)$$

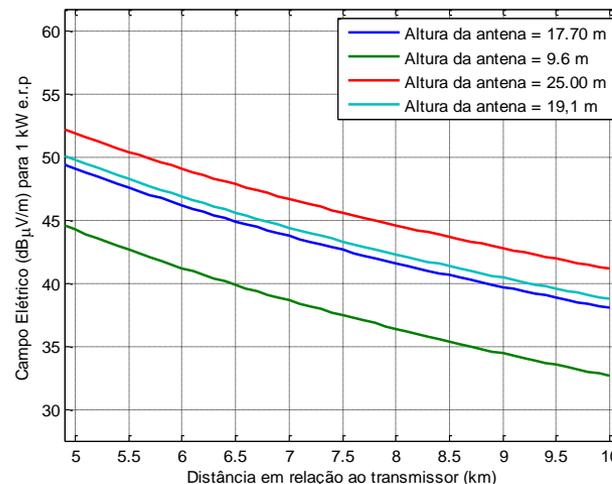
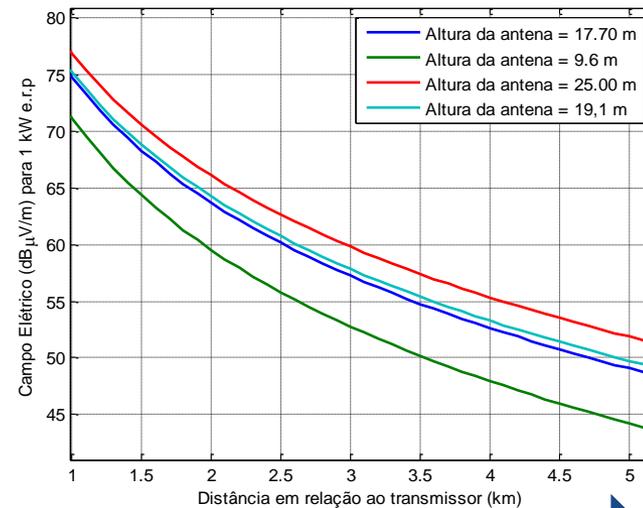
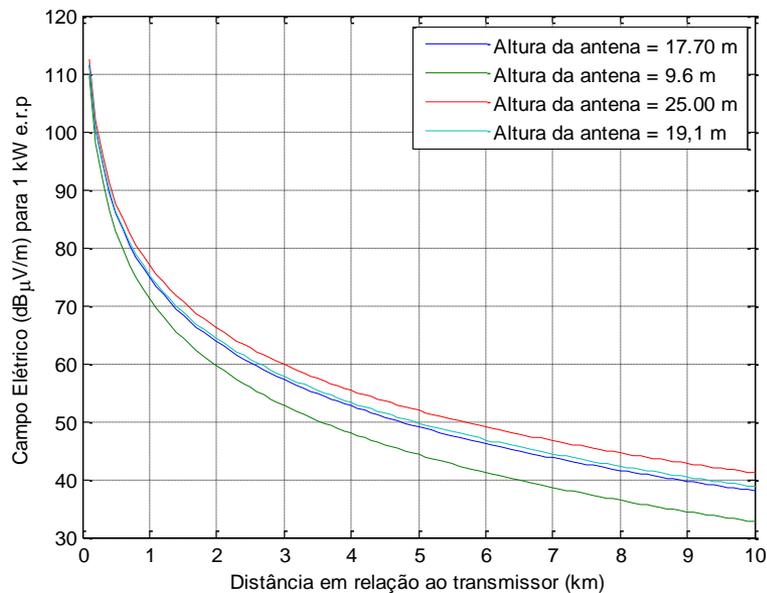
Zone	VHF (dB)	UHF (dB)
Rural	4	4
Suburban	5	6
Urban	6	8

Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ ÁREA DE COBERTURA

■ Altura da antena de transmissão

- Itatiaia
- UFMG
- Líder FM

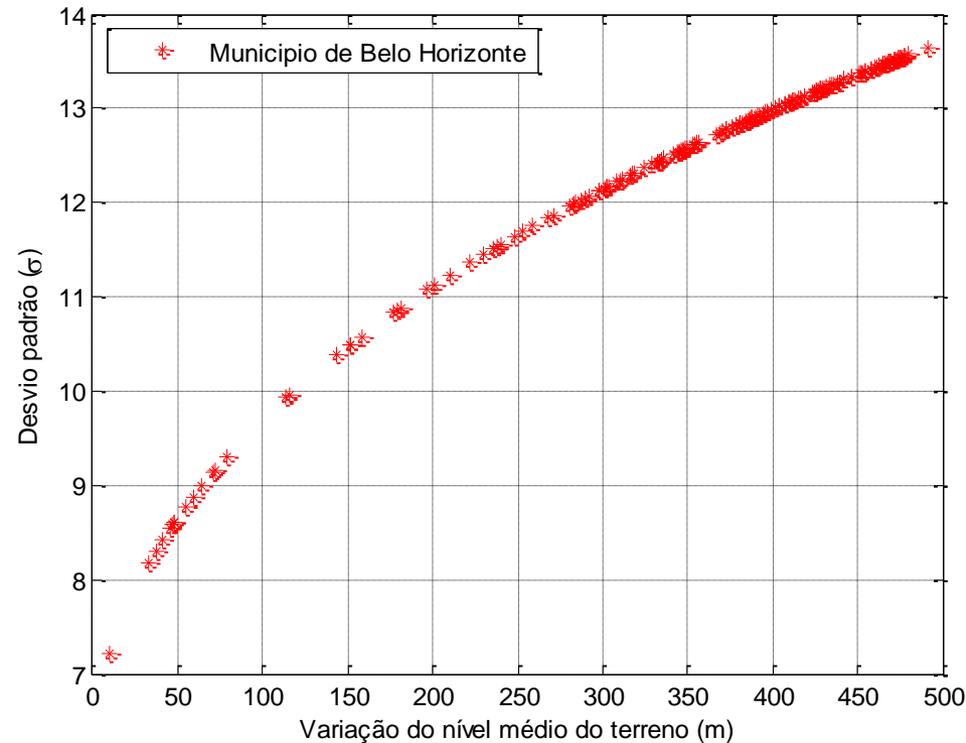


✓ ÁREA DE COBERTURA

- Variabilidade: Influência do Perfil do Terreno



$$\sigma_{L(dB)} = 6 + 0,69 * \sqrt{\left(\frac{\Delta h}{\lambda}\right)} - 0,0063 * \left(\frac{\Delta h}{\lambda}\right)$$



Secretaria de Comunicação Eletrônica

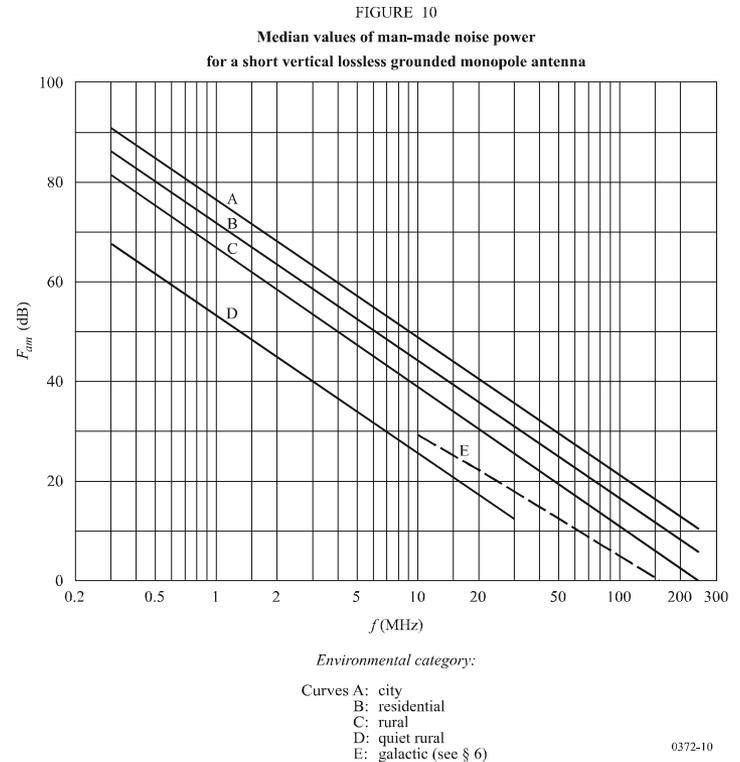
✓ ÁREA DE COBERTURA

- Ruído ambiente: Produzido pelo Homem

$$F_{am} = c - d * \log_{10}(f_{MHz})$$

$$E_{NE}(dB\mu V/m) = F_{am} + 20 * \log_{10}(f_{MHz}) + 10 * \log_{10}(B_{Hz}) - 95.5$$

E_{NE} : Intensidade de campo elétrico equivalente do ruído com largura de banda B



0372-10

Environmental category	c	d
City (curve A)	76.8	27.7
Residential (curve B)	72.5	27.7
Rural (curve C)	67.2	27.7
Quiet rural (curve D)	53.6	28.6
Galactic noise (curve E)	52.0	23.0



Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ ÁREA DE COBERTURA

- Corpo Humano

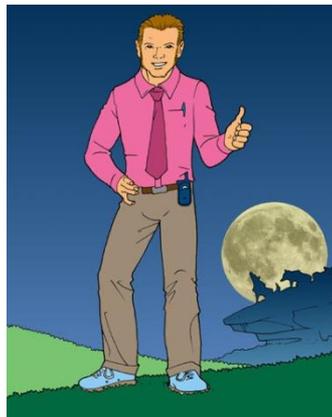
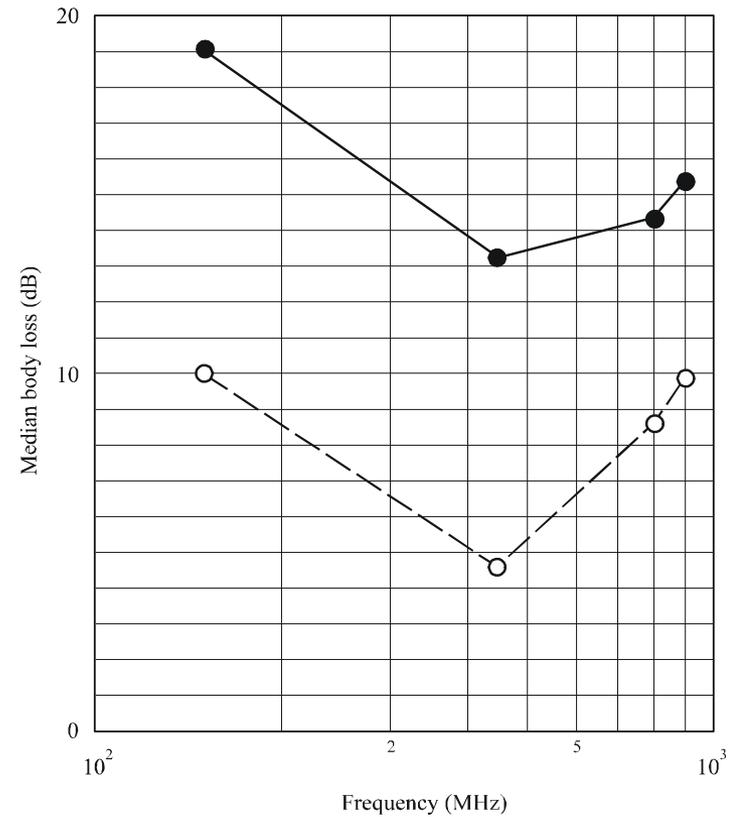


FIGURE 2

Typical body loss - Portable transceiver



● — Waist level
○ - - Head level

1406-02

✓ ÁREA DE COBERTURA

- Atenuação: Ambiente Indoor ($R_x=1,5\text{ m} \times R_x=10\text{ m}$)



Localização da Antena Indoor (Altura em relação ao solo)	Banda	Redução na Intensidade de Campo Elétrico		Tipo de Construção Predominância
		Média (dB)	Desvio Padrão (dB)	
Térreo (2,5 m)	I	24,50	5,60	Cimento / Concreto
Térreo (2,5 m)	II	25,00	4,70	Cimento / Concreto
Térreo (2,5 m)	III	23,00	5,40	Tijolo / Pedra
1º Pavimento (5,0 m)	I & II	16,00	4,00	Cimento / Concreto
1º Pavimento (5,0 m)	III	15,75	3,65	Tijolo
Dentro de uma cabana	II	20,00	3,00	Paredes de Tijolos com telhado de palha/sapé

Secretaria de Comunicação Eletrônica

Oportunidades do
Rádio Digital

Tendências &
Inovações

Considerações sobre a
Implementação

Interpretação dos Resultados dos Testes

✓ Comparação: Direta x Indireta

A análise comparativa entre dois sistemas digitais por meio de uma campanha de medição em um ambiente real só é possível quando se submetem ambos os sistemas às mesmas condições simultaneamente, sejam elas de ambientes, equipamentos de transmissão e recepção, etc. Porém, esse procedimento se torna extremamente oneroso e, em algumas situações, impossível, devido às particularidades dos equipamentos de transmissão e recepção de cada sistema

- Probabilidade da alteração do ambiente
 - ✓ Multipercurso
 - ✓ Variabilidade do sinal
- Alteração das características técnicas emissora

✓ ANÁLISE COMPARATIVA

- Instalações diferentes, ERPs iguais
- Instalações diferentes, ERPs diferentes
- Antena de transmissão com alturas diferentes
- Quantidade de pontos diferentes
- Antena de recepção com alturas diferentes

- Itatiaia
- UFMG



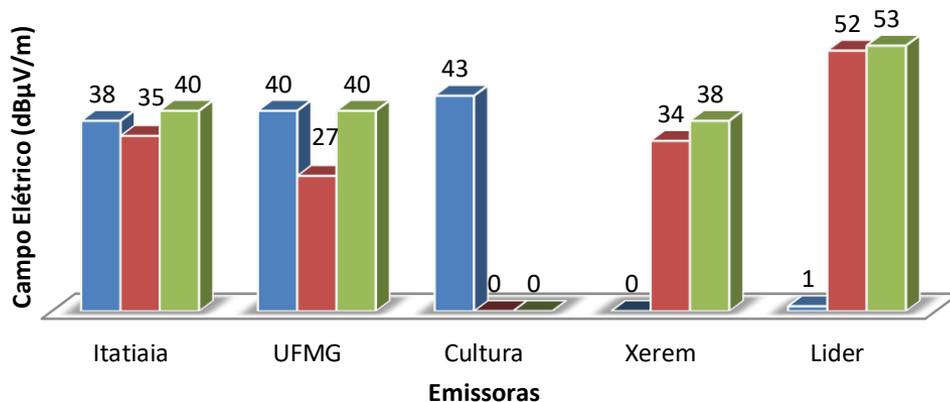
Secretaria de Comunicação Eletrônica

✓ ANÁLISE COMPARATIVA

■ Limiares de recepção

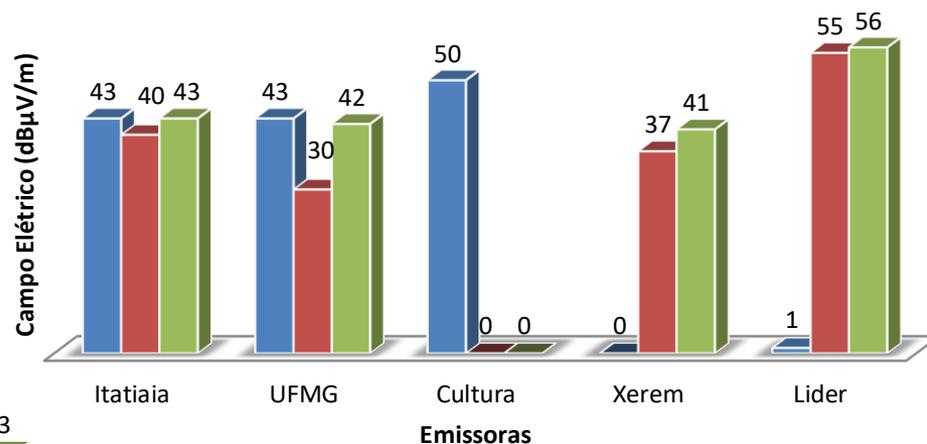
Campo Elétrico Inferior

■ HD Radio ■ DRM 4QAM ■ DRM 16QAM



Campo Elétrico Superior

■ HD Radio ■ DRM 4QAM ■ DRM 16QAM

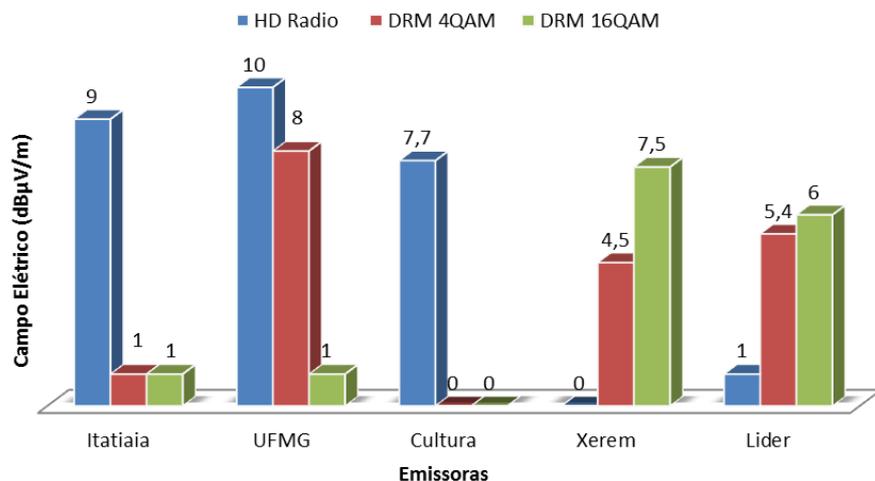


0 = Não houve medição
1 = Não foi possível definir

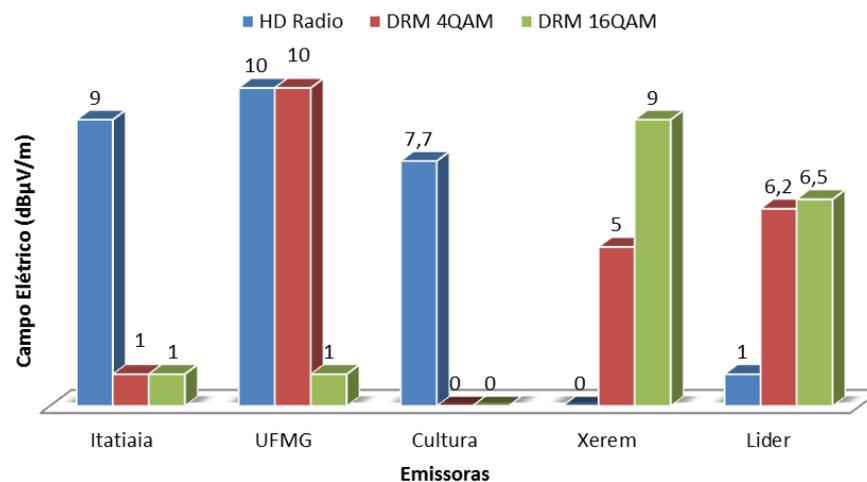
✓ ANÁLISE COMPARATIVA

■ Limiares de recepção

Relação Sinal Ruído Inferior



Relação Sinal Ruído Superior



✓ PREDIZENDO A ÁREA DE COBERTURA

- Considerações para ambiente indoor

$$E_{(dB\mu V/m)} = (\text{Limiar}_{\text{Médio}})_{dB\mu V/m} + (\text{At. Indoor})_{dB} + (\text{Var. Indoor})_{dB}$$

ou

$$E_{(dB\mu V/m)} = (\text{Limiar}_{\text{Médio}})_{dB\mu V/m} + (\text{At. Indoor})_{dB} + (\text{Var. Indoor})_{dB} + (\text{CH})_{dB}$$

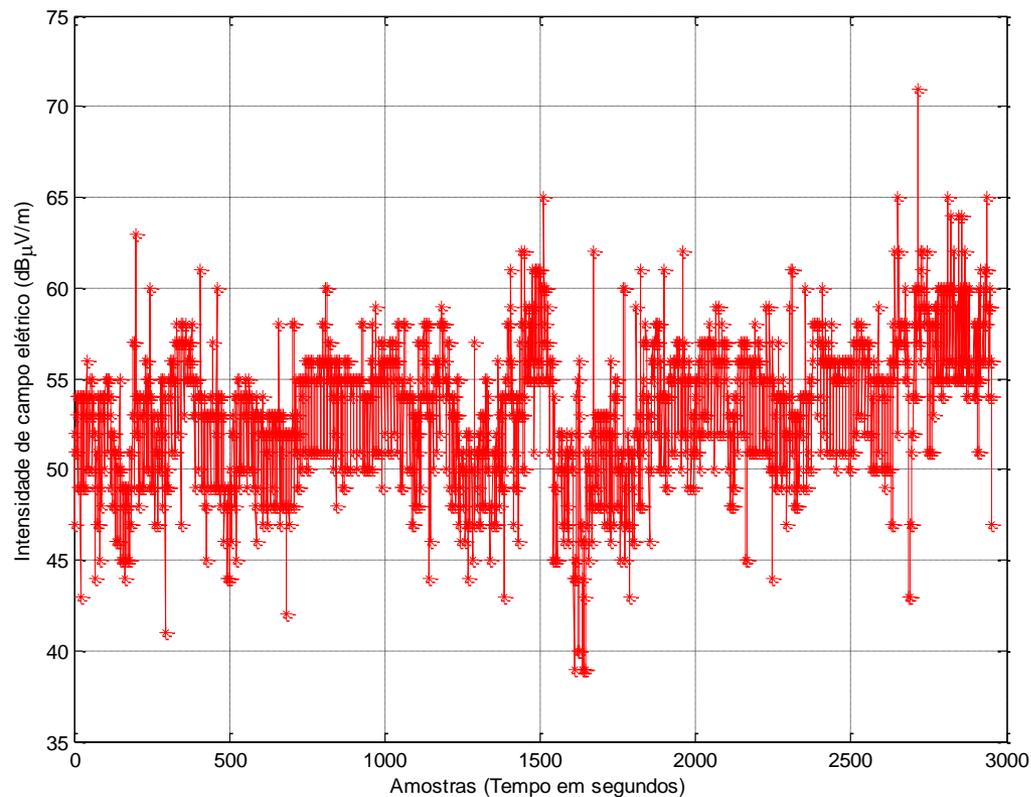
$(\text{At. Indoor})_{dB}$ → Atenuação de acordo com o material utilizado na alvenaria do ambiente, descrita na Recomendação ITU-R P.239-7.

$(\text{Var. Indoor})_{dB}$ → Variabilidade do sinal dentro do ambiente indoor.

$(\text{CH})_{dB}$ → Atenuação devido ao sombreamento do corpo humano.

✓ *PREDIZENDO A ÁREA DE COBERTURA*

- *Considerações para ambiente indoor*



✓ PREDIZENDO A ÁREA DE COBERTURA

- Considerações para ambiente indoor

Fixo – Receptor de Mesa

$$E_{(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})} = (\text{Limiar}_{\text{Médio}})_{\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}} + (\text{At. Indoor})_{\text{dB}} + (\text{Var. Indoor})_{\text{dB}}$$

$$E_{(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})} = 40 + 12 + 5 \quad \rightarrow \quad E_{(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})} = 57$$

✓ PREDIZENDO A ÁREA DE COBERTURA

▪ Considerações para ambiente outdoor

$$E_{(dB\mu V/m)} = (\text{Limiar}_{\text{Médio}})_{dB\mu V/m} + (\text{CorAtRx})_{dB} + (\text{Var. Outdoor})_{db}$$

ou

$$E_{(dB\mu V/m)} = (\text{Limiar}_{\text{Médio}})_{dB\mu V/m} + (\text{CorAtRx})_{dB} + (\text{Var. Outdoor})_{db} + (\text{CH})_{dB}$$

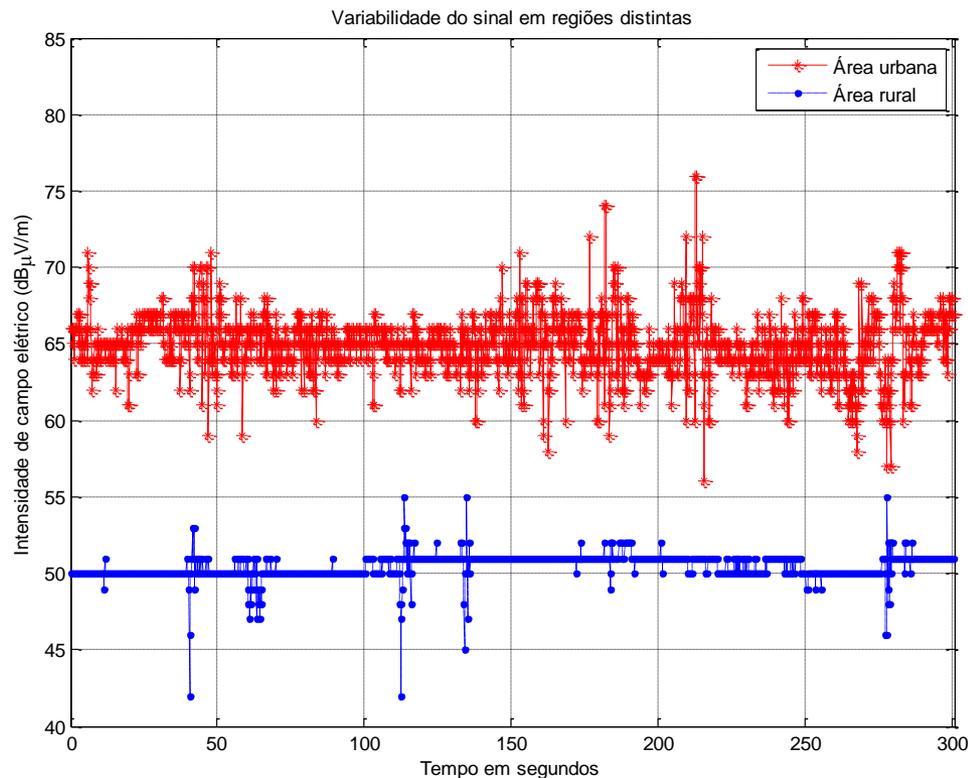
$(\text{CorAtRx})_{dB}$ → Correção da altura da antena de recepção.

$(\text{Var. Indoor})_{dB}$ → Variabilidade do sinal no ambiente de recepção outdoor.

$(\text{CH})_{dB}$ → Atenuação devido ao sombreamento do corpo humano.

✓ *PREDIZENDO A ÁREA DE COBERTURA*

■ Considerações para ambiente outdoor



✓ PREDIZENDO A ÁREA DE COBERTURA

- Considerações para ambiente outdoor

Móvel - Automóvel

$$E_{(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})} = (\text{Limiar}_{\text{Médio}})_{\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}} + (\text{CorAtRx})_{\text{dB}} + (\text{Var. Outdoor})_{\text{dB}}$$

$$E_{(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})} = 40 + 2 + 12 \quad \rightarrow \quad E_{(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})} = 54$$

✓ **CONCLUSÕES**

- Investimento e Manutenção
- Núcleo aberto para desenvolvimento de aplicativos
- Emissoras de Baixa Potência
- Áreas de Sombras
- Áreas de Cobertura
- Modelos de Predição

Secretaria de Comunicação Eletrônica

OBRIGADO!

Eng^a. Elza Maria Del Negro B. Fernandes

Email: elza.fernandes@mc.gov.br

Eng. Flávio Ferreira Lima

Email: flavio.ferreira@mc.gov.br

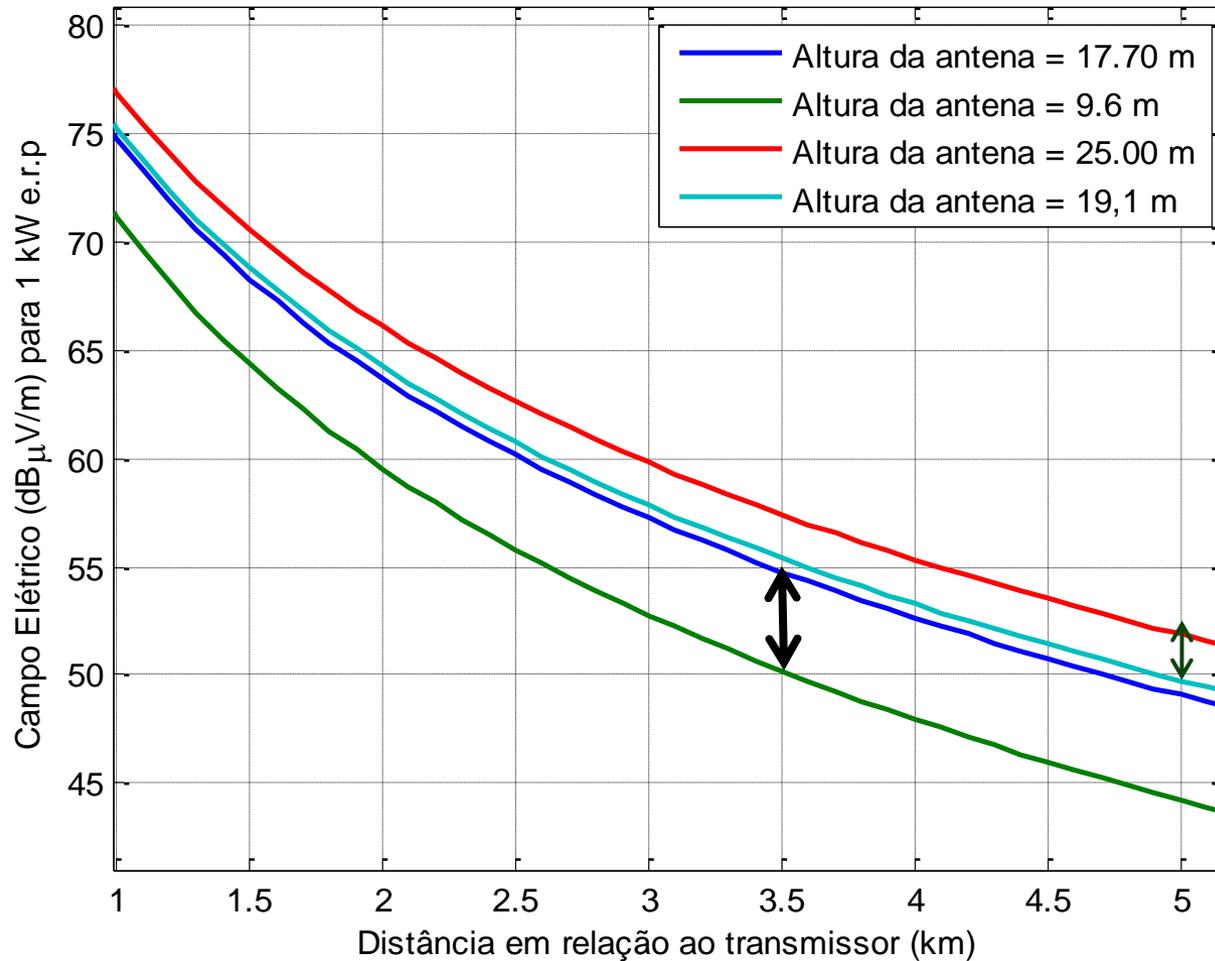
Eng^a. Letícia Ribeiro Cardoso

Email: leticia.cardoso@mc.gov.br

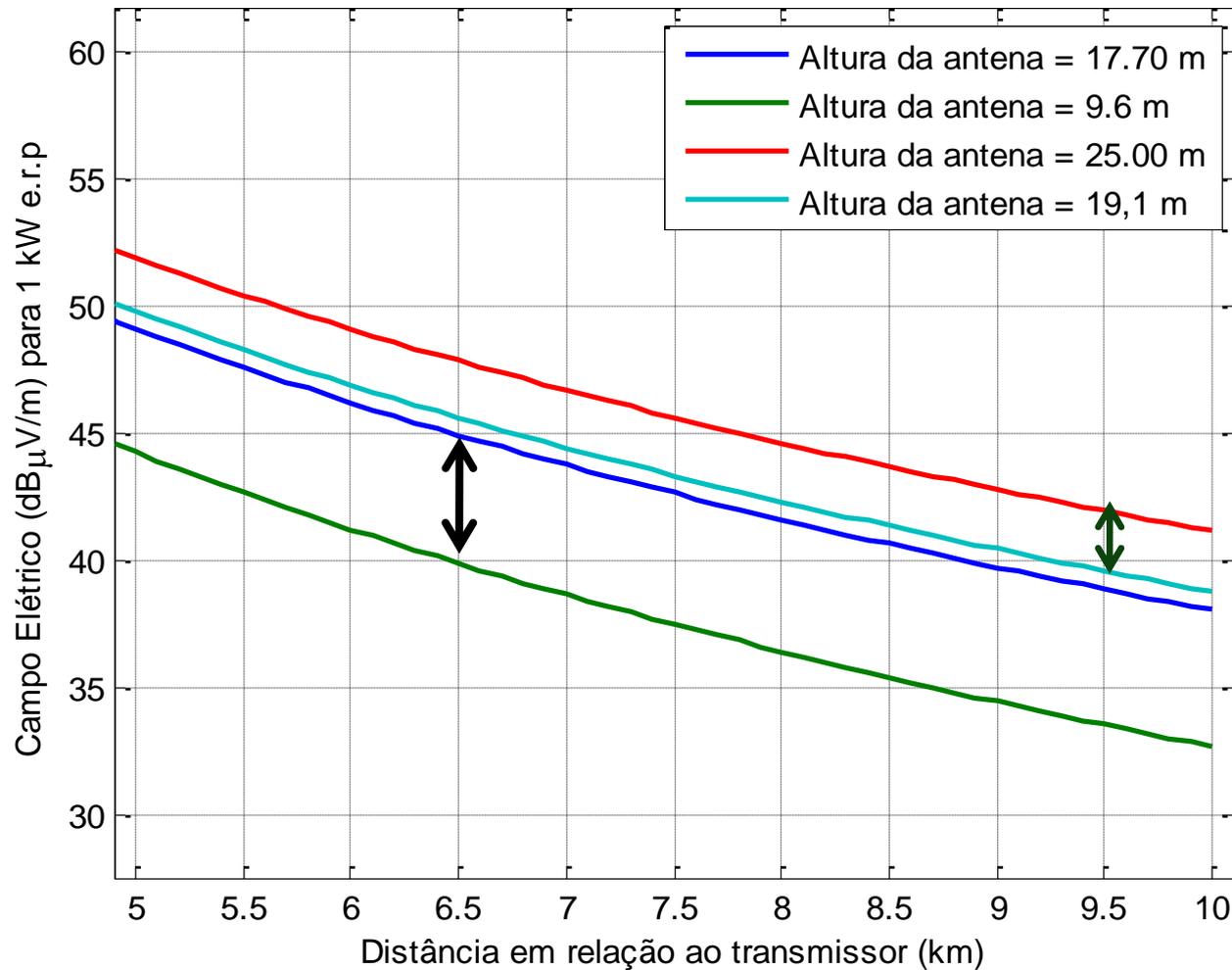
Tec. Telecom. Gilvandson Costa Cavalcante

Email: gilvandson.cavalcante@mc.gov.br

Secretaria de Comunicação Eletrônica



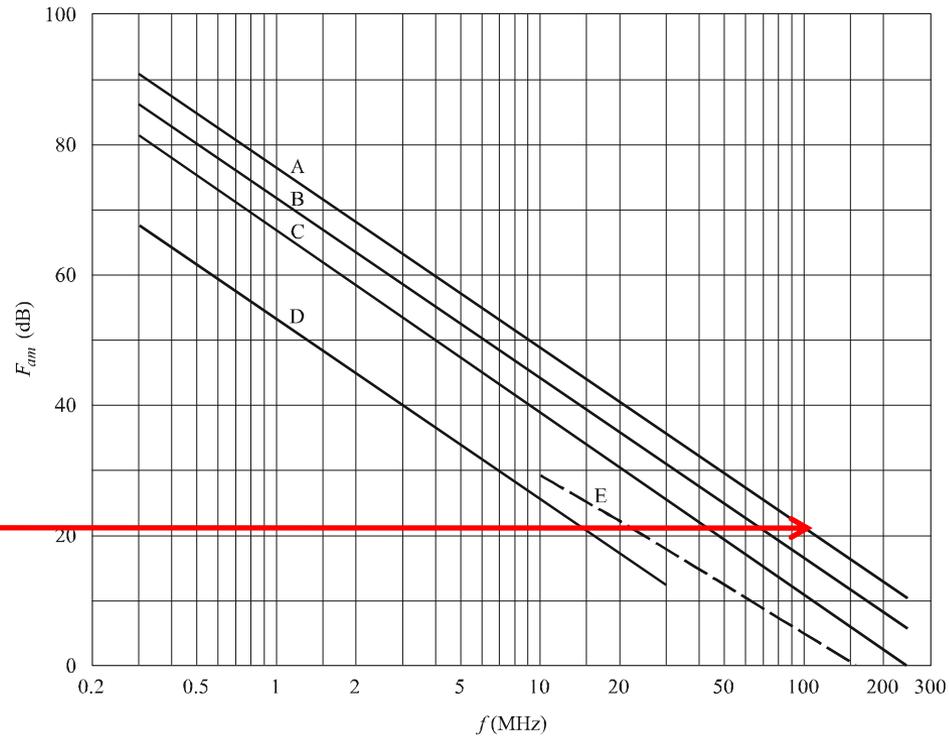
Secretaria de Comunicação Eletrônica



Secretaria de Comunicação Eletrônica

FIGURE 10

Median values of man-made noise power
for a short vertical lossless grounded monopole antenna



Environmental category:

- Curves A: city
- B: residential
- C: rural
- D: quiet rural
- E: galactic (see § 6)

0372-10

