

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES

ATO Nº 3116, DE 10 DE JUNHO DE 2020

O SUPERINTENDENTE DE OUTORGA E RECURSOS À PRESTAÇÃO DA AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, no uso das atribuições que lhe foram conferidas pelo art. 156 do Regimento Interno da Anatel, aprovado pela [Resolução nº 612, de 29 de abril de 2013](#), e

CONSIDERANDO a competência dada pelo Inciso VIII do art. 19 da Lei nº 9.472/97 – Lei Geral de Telecomunicações;

CONSIDERANDO a competência da Anatel de regular o uso eficiente e adequado do espectro, consoante o interesse público, de acordo com o disposto no art. 160 da Lei nº 9.472, de 1997;

CONSIDERANDO a competência da Anatel de elaborar e manter os respectivos planos de distribuição de canais, levando em conta, inclusive, os aspectos concernentes à evolução tecnológica, de acordo com o disposto no art. 211 da Lei nº 9.472, de 1997;

CONSIDERANDO o disposto no art. 10 do Regulamento anexo à Resolução nº 721, de 11 de fevereiro de 2020, publicada no Diário Oficial da União em 12 de fevereiro de 2020;

CONSIDERANDO o constante dos autos dos processos nº [53500.066673/2017-12](#) e [53500.008060/2020-58](#);

CONSIDERANDO o resultado da Consulta Pública nº 15/2020.

RESOLVE:

Art. 1º Aprovar o Ato de Requisitos Técnicos de Condições de Uso de Radiofrequências para os Serviços de Radiodifusão Sonora em Onda Média e em Onda Tropical (faixa de 120 metros), na forma do Anexo a este Ato.

Art. 2º Este Ato entra em vigor na data determinada pelo art. 2º da Resolução Anatel nº 721, de 11 de fevereiro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius Oliveira Caram Guimarães, Superintendente de Outorga e Recursos à Prestação**, em 14/10/2020, às 09:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 23, inciso II, da [Portaria nº 912/2017](#) da Anatel.



A autenticidade deste documento pode ser conferida em <http://www.anatel.gov.br/autenticidade>, informando o código verificador **5643158** e o código CRC **3F4FA886**.

ANEXO**REQUISITOS TÉCNICOS DE CONDIÇÕES DE USO DE RADIOFREQUÊNCIAS PARA OS SERVIÇOS DE RADIODIFUSÃO SONORA EM ONDA MÉDIA E EM ONDA TROPICAL (FAIXA DE 120 METROS)****1. Padrões de Transmissão**

1.1. Os padrões de transmissão definem as características técnicas dos sinais gerados pelos transmissores dos Serviços de Radiodifusão Sonora em Onda Média e em Onda Tropical (faixa de 120 metros) estão detalhados no Anexo 1.

2. Planos Básicos de Distribuição de Canais de OM e OT

2.1. Para execução dos Serviços de Radiodifusão Sonora em Onda Média e em Onda Tropical (faixa de 120 metros) são definidos os seguintes Planos:

a) Plano Básico de Distribuição de Canais de Onda Média (PBOM)

b) Plano Básico de Distribuição de Canais de Onda Tropical (PBOT)

2.2. O Plano Básico de Distribuição de Canais de Onda Média e o Plano Básico de Distribuição de Canais de Onda tropical contêm a lista que identifica os canais distribuídos para as localidades brasileiras, fixando as seguintes informações:

- 2.2.1. Tipo de serviço;
- 2.2.2. UF e Município de outorga;
- 2.2.3. Frequência de operação;
- 2.2.4. Classe de operação;
 - 2.2.4.1. Coordenadas geográficas da estação;
 - 2.2.4.2. Potência Diurna e Noturna (em kW);
 - 2.2.4.3. Altura da torre do sistema radiante (em metros);
 - 2.2.4.4. Diagrama do Contorno Protegido (de 5 em 5°).
 - 2.2.4.5. Parâmetros do sistema diretivo;
 - 2.2.4.6. Categoria da estação (Principal, Reserva, e outras que venham a ser criadas).

2.3. As estações de OM e OT devem ser instaladas em local que assegure o atendimento dos requisitos mínimos de cobertura do município de outorga, estabelecidos no item 4.4.

2.4. A potência de operação será normalmente determinada pelo método direto, isto é, pelo produto da resistência da antena (RA) pelo quadrado da corrente de alimentação (IA), sem modulação, ambos os valores medidos num ponto que é o de alimentação da antena.

2.5. Para estações que operem com sistema radiante diretivo que utilizem pelo menos 2 elementos ativos, a potência de operação é calculada pelo produto da resistência no ponto comum de alimentação (entrada do divisor de potência) pelo quadrado da corrente medida neste mesmo ponto, sem modulação.

2.6. Na ausência do valor de resistência da antena e não havendo possibilidade de medi-la, ou quando houver motivos para crer que o valor da resistência de alimentação da antena sofreu variações desde a última medição, a potência de operação será determinada pelo método indireto de acordo com a seguinte expressão:

$$P_{op} = E_p \times I_p \times F$$

onde:

P_{op} = potência de operação

E_p = tensão contínua na placa ou coletor do último estágio amplificador de RF.

I_p = corrente contínua na placa ou coletor do último estágio amplificador de RF, sem modulação.

F = Fator de eficiência.

2.6.1. O valor de " F " a utilizar será o fator de eficiência do transmissor, especificado pelo fabricante, na folha de serviço do mesmo ou, na falta deste, no laudo de ensaio mais recente do transmissor.

2.7. Serão submetidas ao processo de análise de viabilidade técnica e posterior Consulta Pública a inclusão de novos canais nos Plano Básico de Distribuição de Canais de Onda Média e Plano Básico de Distribuição de Canais de Onda Tropical elencados no subitem 6.4, ou as alterações técnicas dos referidos Planos que impliquem em mudança das características descritas em 2.2.3 e 2.2.4 e subitens.

2.7.1. A Anatel poderá submeter ao processo de análise de viabilidade técnica outras alterações técnicas que julgar necessárias.

2.7.2. A alteração do PBOM e PBOT deverá ser solicitada à Anatel mediante apresentação das características técnicas pretendidas, conforme procedimento estabelecido no item 6.

3. Contorno Protegido e Classificação das estações

3.1. O contorno protegido de uma estação, no período diurno, é o lugar geométrico dos pontos em que são obtidos os valores de campo estipulados na Tabela 2. Tais pontos devem ser tomados em radiais espaçadas em 5 graus, iniciando no azimuth correspondente ao apontamento do sistema radiante, quando diretivo ou no norte verdadeiro, quando omnidirecional, com distâncias em relação ao local da coordenadas geográficas da estação.

3.2. Os valores de intensidade de campo nominal utilizável, E_{nom} , são função da classe da estação e de sua localização geográfica em relação às zonas de ruído atmosférico, e são discriminados na Tabela 1 (para emissoras estrangeiras) e na Tabela 2 (para emissoras nacionais).

TABELA 1 - EMISSORAS ESTRANGEIRAS

E_{nom} , segundo classe da estação e zona de ruído

CLASSE DA ESTAÇÃO	ZONA DE RUÍDO 1	ZONA DE RUÍDO 2
A	onda de superfície: período diurno: - mesmo canal: 100 $\mu\text{V/m}$ - canais adjacentes: 500 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 500 $\mu\text{V/m}$ onda ionosférica: 500 $\mu\text{V/m}$, 50% do tempo	onda de superfície: período diurno: - mesmo canal: 250 $\mu\text{V/m}$ - canais adjacentes: 500 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 1250 $\mu\text{V/m}$ onda ionosférica: 1250 $\mu\text{V/m}$, 50% do tempo
B	onda de superfície: período diurno: 500 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 2500 $\mu\text{V/m}$ 1605 - 1705 kHz: 3300 $\mu\text{V/m}$	onda de superfície: período diurno: 1250 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 6500 $\mu\text{V/m}$ 1605 – 1705 kHz: 6000 $\mu\text{V/m}$
C	onda de superfície: período diurno: 500 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 4000 $\mu\text{V/m}$ 1 605 - 1705 kHz: 3300 $\mu\text{V/m}$	onda de superfície: período diurno: 1250 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 10000 $\mu\text{V/m}$ 1605 – 1705 kHz: 6000 $\mu\text{V/m}$

TABELA 2 - EMISSORAS NACIONAIS

E_{nom} , segundo classe da estação e zona de ruído

CLASSE DA ESTAÇÃO	ZONA DE RUÍDO 1	ZONA DE RUÍDO 2
A	onda de superfície: período diurno: 500 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 500 $\mu\text{V/m}$ onda ionosférica: 500 $\mu\text{V/m}$, 50% do tempo	onda de superfície: período diurno: 1250 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 1250 $\mu\text{V/m}$ onda ionosférica: 1250 $\mu\text{V/m}$, 50% do tempo
B	onda de superfície: período diurno: 2000 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 2500 $\mu\text{V/m}$ 1605 - 1705 kHz: 3300 $\mu\text{V/m}$	onda de superfície: período diurno: 5000 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 6500 $\mu\text{V/m}$ 1605 – 1705: 6000 $\mu\text{V/m}$
C	Onda de superfície: período diurno: 2000 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 4000 $\mu\text{V/m}$ 1605 - 1705: 3300 $\mu\text{V/m}$	onda de superfície: período diurno: 5000 $\mu\text{V/m}$ período noturno: 10000 $\mu\text{V/m}$ 1605 – 1705: 6000 $\mu\text{V/m}$

3.3. ZONAS DE RUÍDO

a) ZONA DE RUÍDO 1: Compreende toda a Região, 2 excluindo-se a Zona de Ruído 2.

b) ZONA DE RUÍDO 2: Compreende a área dentro da linha definida pelas coordenadas 20° Sul - 45° Oeste, e meridiano 45° Oeste até as coordenadas 16° Norte - 45° Oeste, e paralelo 16° Norte até as coordenadas 16° Norte - 68° Oeste, e meridiano 68° Oeste até as coordenadas 20° Norte - 68° Oeste, e paralelo 20° Norte até as coordenadas 20° Norte - 75° Oeste, e meridiano 75° Oeste até as coordenadas 18° Norte - 75° Oeste, com exclusão da JAMAICA, e paralelo 18° Norte até a costa de BELIZE, a costa nordeste de BELIZE, e a fronteira entre MÉXICO e BELIZE, a fronteira entre MÉXICO e GUATEMALA, a costa sul de GUATEMALA e EL SALVADOR, até o meridiano 90° Oeste, e meridiano 90° Oeste até as coordenadas 5° Norte - 90° Oeste, e paralelo 5° Norte até as coordenadas 5° Norte - 95° Oeste, e meridiano 95° Oeste até o paralelo 20° Sul e paralelo 20° Sul até a costa do CHILE, a costa norte do CHILE, a fronteira entre CHILE e PERU, a fronteira entre BOLÍVIA e CHILE, a fronteira entre BOLÍVIA e a ARGENTINA, a fronteira entre PARAGUAI e BOLÍVIA, a fronteira entre PARAGUAI e o BRASIL até o paralelo 20° Sul, o paralelo 20° Sul até as coordenadas 20° Sul - 45° Oeste.

3.4. As emissoras são classificadas nas Classes A, B e C, em função de suas características técnicas, conforme se segue:

a) Classe A - é a estação destinada a prover cobertura às áreas de serviço primária e secundária, estando protegida contra interferência objetável nestas áreas; seu campo característico mínimo é de 310 mV/m e suas potências máximas são de 100 kW (diurna) e de 50 kW (noturna); estações cujas potências já excedem estes valores não serão aumentadas;

b) Classe B - é a estação destinada a prover cobertura das zonas urbanas, suburbanas e rurais de um ou mais centros populacionais contíguos contidos em sua área de serviço primária, estando protegida contra interferências objetáveis nesta área; seu campo característico mínimo é de 295 mV/m e sua potência máxima diurna e noturna é de 50 kW. Poderá ser autorizada potência diurna até 100 kW para emissoras classe B outorgadas para executar o serviço em capitais de Estados e municípios pertencentes a regiões metropolitanas dessas capitais, mediante justificativa de natureza técnica.

c) Classe C - é a estação destinada a prover cobertura local das zonas urbana e suburbana de um centro populacional contidas em sua área de serviço primária, estando protegida contra interferências objetáveis nesta área; seu campo característico mínimo é 280 mV/m; quando instaladas na Zona de Ruído 1, a potência máxima diurna e noturna é de 1 kW; quando instaladas na zona de ruído 2, a potência máxima diurna é de 5 kW e a noturna de 1 kW.

3.4.1. A classificação de uma estação é determinada pela ANATEL, de acordo com as características acima e procedimentos internacionais pertinentes. No caso de estações diretivas, para determinar o campo característico será considerada a intensidade de campo na direção horizontal de radiação máxima.

3.4.2. As estações de onda média na faixa de 1605 a 1705 kHz poderão ter potência máxima de 10 kW, desde que respeitados os critérios estabelecidos no item 5.4.4.2.

3.5. As estações de onda tropical na faixa de 120 m enquadram-se exclusivamente na Classe C.

4. Área de Prestação do Serviço

4.1. ÁREA DE SERVIÇO PRIMÁRIA - É a área de serviço delimitada pelo contorno para o qual o campo da onda de superfície está protegido contra interferências objetáveis, de acordo com o estipulado no item 5.

4.2. ÁREA DE SERVIÇO SECUNDÁRIA - É a área de serviço delimitada pelo contorno para o qual o campo da onda ionosférica durante 50% do tempo está protegido contra interferências objetáveis, de acordo com o estipulado no item 5.

4.3. CAMPO CARACTERÍSTICO - É a intensidade de campo elétrico do sinal da onda de superfície propagada através de solo perfeitamente condutor, à distância de 1 km na direção horizontal, para uma estação de 1 kW de potência, consideradas as perdas em uma antena real onidirecional.

4.4. Para fins de planejamento de novas inclusões e alterações de canais no Plano Básico pelas entidades outorgadas, o contorno protegido do canal deve ser projetado de forma a garantir o uso eficiente do espectro eletromagnético atingindo a área dos setores censitários urbanos do município de outorga inserida no contorno protegido do canal.

4.4.1. Para a avaliação do item 4.4 será utilizada a base de setores censitários urbanos escolhida pela Anatel, que estará disponibilizada no endereço eletrônico da Agência.

5. Critérios de Proteção entre Canais

5.1. As estações terão sua proteção assegurada contra interferências objetáveis, causadas por estações nacionais e estrangeiras, bem como assegurarão a proteção de emissoras nacionais e estrangeiras (Região 2), de acordo

com as relações de proteção especificadas na Tabela 3.

TABELA 3
RELAÇÕES DE PROTEÇÃO
(Sinal desejado/sinal interferente)
f = frequência do sinal desejado

FREQUÊNCIA DO SINAL	RELAÇÃO ENTRE EMISSORAS			
	NACIONAL E ESTRANGEIRA		NACIONAIS	
	LINEAR	EM dB	LINEAR	EM dB
f	20:1	26	DIA:100:1 NOITE: 20:1	DIA: 40 NOITE: 26
f ±10 kHz	1:1	0	2:1	6
f ±20 kHz	1:30	-29,5	1:30	-29,5
f/2	1:30	-29,5	1:30	-29,5
f ±910 kHz	1:30	-29,5	1:30	-29,5

NOTA: Entre emissoras nacional e estrangeira e entre emissoras nacionais que operem em canais separados de ±30 kHz, não deverá ocorrer superposição de seus contornos de 25 mV/m;

5.2. CÁLCULO DO SINAL INTERFERENTE NOTURNO

CÁLCULO DO CAMPO UTILIZÁVEL

5.2.1. O valor total da intensidade de campo utilizável, E_U , resultante de duas ou mais contribuições individuais interferentes, é determinado através do método da raiz quadrada da soma dos quadrados (RSQ) das intensidades de campo, conforme a seguinte expressão, para intensidade de campo expressa em mV/m:

$$e_u = \sqrt{(a_1 e_1)^2 + (a_2 e_2)^2 + \dots + (a_i e_i)^2}$$

onde:

a_i - relação de proteção em radiofrequência, expressa como relação linear.

e_i - intensidade de campo do i-ésimo transmissor interferente, em mV/m.

PRINCÍPIO DE EXCLUSÃO DE 50%

5.2.2. Na determinação do sinal interferente noturno, será utilizado o princípio de exclusão de 50%, como descrito a seguir:

- relacionam-se as contribuições individuais dos sinais interferentes em ordem decrescente;
- se o valor do segundo sinal relacionado é menor que 50% do primeiro, o segundo sinal e os demais são desprezados;
- caso contrário, calcula-se o RSQ dos dois primeiros sinais;
- se o valor do 3º sinal é menor que 50% do RSQ resultante dos dois primeiros sinais, o 3º e os demais sinais são desprezados;

- e) caso contrário, calcula-se o RSQ resultante dos três primeiros sinais;
- f) este procedimento é aplicado até que o seguinte valor comparado seja menor que 50% do último RSQ calculado;
- g) o último RSQ calculado após a aplicação do método de exclusão de 50%, multiplicado pela relação linear de proteção, é a intensidade de campo utilizável, E_u .

5.3. CÁLCULO DO RSQ EM INCLUSÃO DE CANAIS

5.3.1. Nos estudos para inclusão de canal em determinada frequência, bem como nos de mudança de frequência de canais do PROM, novo valor de RSQ deverá ser calculado sempre que:

- a) a nova contribuição for superior à metade do valor RSQ calculado anteriormente;
- b) a nova contribuição for superior à menor considerada anteriormente, mesmo que seu valor seja inferior à metade do valor RSQ.

5.3.2. Os seguintes critérios são válidos para se considerar viável a inclusão ou alteração proposta:

- 1 - se, para as condições do PROM, $E_u \geq E_{nom}$, o valor de E_u não sofrer acréscimo pela inclusão da emissora proposta ou pela alteração pretendida;
- 2 - se, para as condições do PROM, $E_u < E_{nom}$, o valor de E_u sofrer acréscimo até que seja atingida a condição $E_u = E_{nom}$.

5.4. APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE PROTEÇÃO

5.4.1. PROTEÇÃO NO MESMO CANAL

5.4.1.1. PROTEÇÃO DIURNA PARA TODAS AS CLASSES

5.4.1.1.1. Toda estação deverá ser protegida, no período diurno, contra interferência causada por onda de superfície. O contorno protegido é o contorno da onda de superfície correspondente ao valor de E_{nom} .

5.4.1.1.2. O máximo campo interferente admissível no contorno protegido será o valor de E_{nom} dividido pela relação de proteção linear. O efeito de cada sinal interferente deverá ser avaliado separadamente.

5.4.1.1.3. Na verificação da proteção da emissora proponente, poderá ser aceito um campo interferente maior que o máximo estabelecido como admissível sobre seu contorno protegido, desde que, na situação proposta, tal campo interferente corresponda a um contorno utilizável de onda de superfície igual ou superior para a emissora em estudo, considerados o campo característico e potência para cada situação, bem como sejam respeitados todos os demais critérios estabelecidos neste Regulamento.

5.4.1.1.4. Não serão admitidas propostas de mudança de frequência que envolvam aumento de potência, quando a alteração não resultar em aumento do contorno utilizável da onda de superfície.

5.4.1.2. PROTEÇÃO NOTURNA DE ESTAÇÕES CLASSE A

5.4.1.2.1. Toda estação de Classe A deverá ser protegida, no período noturno, contra interferência causada por onda ionosférica, no contorno protegido correspondente ao maior entre os contornos de onda de superfície ou de onda ionosférica correspondente ao E_{nom} . O valor de intensidade de campo que deverá ser protegido é o maior entre os valores de E_{nom} e de E_u resultante do PROM, sendo que o valor de E_u é calculado de acordo com o item 5.2, em 72 pontos situados no contorno protegido e separados de 5° em 5°, partindo do Norte Verdadeiro.

5.4.1.2.2. O contorno protegido correspondente à onda ionosférica é determinado por iterações: tomam-se várias distâncias e calculam-se os valores de intensidade de campo correspondentes. A distância a ser considerada é a maior daquelas onde se verifica o valor indicado nas Tabelas 1 e 2, conforme o caso.

5.4.1.2.3. O máximo campo interferente admissível no contorno protegido será o valor de E_{nom} dividido pela relação de proteção linear ou, nos casos em que $E_u > E_{nom}$, será o valor de E_u dividido pela relação de proteção linear, sendo E_u obtido de acordo com o estabelecido no item 5.2.

5.4.1.3. PROTEÇÃO NOTURNA DE ESTAÇÕES DE CLASSES B e C

5.4.1.3.1. As estações de Classe B e C deverão ser protegidas, no período noturno, no contorno da onda de superfície, contra interferências objetáveis de ondas ionosféricas. O valor de campo a proteger será o maior entre E_{nom} e E_u resultante do PROM. Devido ao pequeno raio desse contorno, para fins de cálculo de viabilidade técnica, a interferência poderá ser calculada no ponto cujas coordenadas geográficas estão indicadas no PROM.

5.4.1.3.2. O máximo campo interferente admissível no ponto mencionado neste item, será o valor de E_{nom} dividido pela relação de proteção linear ou, nos casos em que $E_u > E_{nom}$ será o valor de E_u dividido pela relação de proteção linear, sendo E_u obtido de acordo com o estabelecido no item 5.2.

5.4.1.3.3. Nos estudos de mudança de frequência, poderá ser aceito para a proponente um valor de E_u superior ao correspondente à frequência consignada no PBOM e PBOT (120 m), ou ao seu E_{nom} , se maior, desde que, na situação proposta, tal E_u corresponda a um contorno utilizável de onda de superfície igual ou superior para a emissora em estudo, considerados o campo característico e a mesma potência para cada situação, bem como sejam respeitados todos os demais critérios estabelecidos neste Regulamento.

5.4.1.3.4. Nos estudos de inclusão de canais em localidades não previstas no PBOM e no PBOT (120 m), não pertencentes a Região Metropolitana oficialmente reconhecida, para estações de Classes B e C propostas, poderá ser aceito um valor de E_u superior ao E_{nom} , desde que tal E_u , para a situação proposta, corresponda a um contorno utilizável adequado à localidade objeto do estudo, bem como sejam respeitados todos os demais critérios estabelecidos neste Regulamento.

5.4.1.4. Os canais incluídos nos respectivos planos básicos mediante aplicação do item 5.4.1.3.4 terão seu valor de E_u indicado no mesmo.

5.4.2. PROTEÇÃO NOS CANAIS ADJACENTES

5.4.2.1. Durante o período diurno ou noturno, as estações de Classes A, B e C deverão ser protegidas no contorno da onda de superfície contra interferência de outra onda de superfície. O contorno protegido será o contorno da onda de superfície correspondente ao valor do E_{nom} , determinado da seguinte forma:

- a) no caso de proteção diurna de estações estrangeiras de Classe A, o valor de E_{nom} a ser utilizado é o especificado para a onda de superfície de canal adjacente na Tabela 1. Para o caso de estações brasileiras de Classe A, o valor do E_{nom} é o especificado para a onda de superfície no período diurno na Tabela 2;
- b) no caso de proteção noturna de estações nacionais ou estrangeiras de Classe A, o valor de E_{nom} a ser utilizado é o especificado para a onda de superfície no período noturno nas Tabelas 1 e 2;
- c) no caso de proteção diurna e noturna de estações de Classes B e C, o valor de E_{nom} a ser utilizado é o especificado para a onda de superfície no período diurno nas Tabelas 1 e 2, respectivamente para emissoras estrangeiras e nacionais.

5.4.2.2. O máximo campo interferente admissível no contorno protegido será o valor do E_{nom} dividido pela relação de proteção linear. O efeito de cada sinal interferente deverá ser analisado separadamente.

5.4.2.3. Na verificação da proteção da emissora proponente, poderá ser aceito um campo interferente maior que o máximo estabelecido como admissível sobre seu contorno protegido, desde que, na situação proposta, tal campo interferente corresponda a um contorno utilizável de onda de superfície igual ou superior para a emissora em estudo, considerados o campo característico e a potência para cada situação, bem como sejam respeitados todos os demais critérios estabelecidos neste Regulamento.

5.4.2.4. Não serão admitidas propostas de mudança de frequência que envolvam aumento de potência, quando a alteração não resultar em aumento do contorno utilizável da onda de superfície.

5.4.3. PROTEÇÃO NA FRONTEIRA

5.4.3.1. Nenhuma estação nacional ou estrangeira terá direito a proteção além da fronteira. Quando o contorno protegido se estender além da fronteira, as relações de proteção deverão ser aplicadas ao valor de campo calculado ao longo da fronteira.

5.4.3.2. No caso de proteção noturna de estações de Classe A operando ou planejadas no mesmo canal, a intensidade de campo calculada ao longo da fronteira será protegida conforme especificado no item 5.4.1.2, utilizando-se a intensidade de campo do sinal da onda de superfície sempre que a fronteira atravessar a área de serviço primária, e utilizando-se o valor correspondente ao sinal da onda ionosférica sempre que a área de serviço primária não atingir a fronteira.

5.4.4. PROTEÇÃO A ESTAÇÕES DE OUTROS PAÍSES

5.4.4.1. As estações de outros países, constantes do PROM, deverão ser protegidas de acordo com os critérios estabelecidos nos itens 5.4.1, 5.4.2 e 5.4.3. Além disso, deverão ser observados os seguintes requisitos:

- a) não será admitida nenhuma estação com uma separação de 10 kHz, em relação a uma estação de outro país, se os contornos de 2500 $\mu\text{V/m}$ se superpuserem;
- b) não será admitida nenhuma estação separada de 20 kHz com respeito a uma estação de outro país, se os contornos de 10000 $\mu\text{V/m}$ se superpuserem;
- c) não será admitida nenhuma estação separada de 30 kHz, com respeito a uma estação de outro país, se os contornos de 25000 $\mu\text{V/m}$ se superpuserem.

5.4.4.2. Na sub-faixa de 1605 - 1705 kHz, poderá ser utilizada uma potência radiada maior que a produzida por uma estação com parâmetros normalizados, desde que atendidas as condições estabelecidas

no item 4.4 do Apêndice 1 do Acordo estabelecido pela CARR-88.

5.4.4.2.1. Os parâmetros normalizados são os descritos a seguir:

- potência de 1 kW
- antena onidirecional de 90° elétricos de altura
- campo característico de 310 mV/m

6. Roteiros para elaboração de projetos técnicos

Alteração de Canais no PBOM e PBOT

6.1. Para a alteração de quaisquer parâmetros técnicos dos itens 2.2.3 e 2.2.4, deverão ser apresentadas as características técnicas da situação pretendida para o canal, de acordo com os critérios técnicos estabelecidos neste documento.

6.1.1. Será disponibilizado no portal da Agência um guia contendo o procedimento administrativo para o encaminhamento de solicitações de alterações técnicas de canais do Plano Básico de Distribuição de Canais de Onda Média e do Plano Básico de Distribuição de Canais de Onda Tropical (120 metros).

6.2. Para a alteração das características técnicas do canal deverá ser preenchido formulário específico, em sistema informatizado da Anatel, contendo as alterações pretendidas, conforme procedimento administrativo disponibilizado no portal da Agência.

Inclusão de Canais no PBOM e PBOT

6.3. O processo de análise de viabilidade técnica de inclusão de canais de Radiodifusão Sonora em Onda Média (OM) e Onda Tropical (OT) no Plano Básico de Distribuição de Canais de Onda Média (PBOM) somente será avaliado pela Anatel por solicitação.

6.3.1. A Anatel avaliará as características necessárias para assegurar os critérios estabelecidos no item 4, caso a solicitação não inclua estudo de viabilidade técnica submetido pela entidade interessada.

6.3.2. Para fins de cálculos de viabilidade técnica, caso a solicitação não inclua estudo de viabilidade técnica submetido, a Anatel adotará como referência uma antena transmissora com diagrama de radiação horizontal onidirecional, bem como um local de instalação adequado para o atendimento dos itens 4 e 5.

6.3.3. Após a outorga do canal, a entidade outorgada deverá apresentar as características técnicas do canal de modo a adequar os parâmetros técnicos de referência incluídos no PBOM e PBOT à situação proposta pela entidade outorgada. Nesses casos, deverão ser apresentadas as características técnicas pretendidas para o canal, conforme procedimentos estabelecidos pelos itens 6.1 e 6.2.

7. Estações Transmissoras

7.1. A Estação Transmissora é constituída, basicamente, dos equipamentos de transmissão e dos respectivos sistemas radiantes, necessários para assegurar a prestação do serviço.

7.2. Todas as características técnicas das estações serão disponibilizadas pela Anatel.

7.3. Para emissão da licença da estação, a Anatel adotará as providências para fins de cobrança da Taxa de Fiscalização da Instalação – TFI.

7.4. Uma estação é composta por:

- a) Sistema Radiante
- b) Transmissor
- c) Abrigo
- d) Equipamentos adicionais

7.4.1. Consideram-se partes integrante do sistema radiante a antena, sua estrutura de sustentação e os dispositivos destinados a transferir a energia de radiofrequência do transmissor para a antena.

7.4.2. Sistema auxiliar

7.4.2.1. As entidades poderão ter em suas estações sistema auxiliar, que pode ser composto por:

- a) Transmissor
- b) Sistema radiante

Sistema Radiante

7.5. Para os fins deste Regulamento, consideram-se como parte integrante do sistema radiante a antena, o sistema de terra e os dispositivos acessórios destinados a transferir a energia de radiofrequência do transmissor para a antena, processando o sinal a fim de que sejam satisfeitas as características de radiação estabelecidas para a emissora.

7.6. A antena e o sistema de terra não poderão ter suas características alteradas sem prévia autorização da ANATEL.

7.7. ANTENA E SISTEMA DE TERRA

7.7.1. Tipo: a antena da emissora de onda média ou de onda tropical é constituída de um ou mais elementos monopolos verticais, erigidos sobre um sistema de terra construído de acordo com o item 7.6.3 abaixo.

7.7.1.1. Poderá ser autorizada a instalação de outros tipos de sistema radiante, não previstos neste Regulamento, desde que seja apresentado um estudo elaborado por profissional habilitado, comprovando que as características do tipo proposto atendem às disposições deste Regulamento. Tal estudo deverá ser submetido à aprovação da ANATEL. Poderá ser determinada a realização de medições de intensidade de campo, demonstrando a adequada cobertura da área de serviço, conforme o disposto no item 5.

7.7.2. Altura: a altura da antena a ser utilizada deve permitir o atendimento das condições de cobertura e interferência, para cada classe de estação, conforme estabelecido no item 5 deste Regulamento.

7.7.3. Sistema de Terra: para cada torre deverá ser construído um sistema de terra, composto, em princípio, por 120 condutores metálicos, encapados ou não, denominados radiais, dispostos radialmente a partir da base de cada torre. Estas radiais deverão estar com espaçamento angular uniforme.

7.7.3.1. O comprimento mínimo da radial deverá ser tal que o campo característico resultante seja compatível com a classe da emissora. De qualquer maneira, este comprimento não poderá ser inferior a 0,1l. Os sistemas de terra constituídos por radiais de comprimento igual ou inferior a 0,2l deverão ter, no mínimo, 120 radiais. A bitola mínima dos condutores metálicos que constituem as radiais deverá ser de 4 mm² (10 AWG) para condutores de cobre ou aquela que resulte em equivalência elétrica para outro material.

7.7.3.2. Poderão ser utilizadas outras configurações de sistema de terra, desde que seja submetido à ANATEL um estudo técnico demonstrando ter o sistema de terra proposto, pelo menos a mesma eficiência, além do atendimento do campo característico adequado à classe da estação. Poderão ser exigidas medições após a instalação. Toda a bibliografia utilizada no desenvolvimento do estudo deve ser citada e facilitada à ANATEL, caso solicitada.

7.7.4. A entidade deverá medir a impedância do sistema radiante, ou seja, no ponto de alimentação da antena, deixando disponível/visível para facilitar o cálculo de potência.

7.8. MULTIPLEXAÇÃO

7.8.1. Será permitido o uso simultâneo de uma só antena por duas ou mais emissoras. Neste caso, para fins de licenciamento, após concluída a instalação das estações, deverá ser apresentado à ANATEL um relatório contendo os resultados das seguintes medições:

- a) de radiação de espúrios nas frequências soma e diferença de cada par envolvido e seus segundo e terceiro harmônicos; os níveis dessas radiações não devem exceder os limites fixados no item 5 do Anexo 1, relativo à atenuação de espúrios, para todas as frequências envolvidas;
- b) o valor do resíduo de modulação de cada uma das portadoras, causado pelo sinal modulado das demais; este resíduo deverá estar atenuado de, no mínimo, 45 dB em relação ao nível correspondente ao índice de modulação de 100%, em 400 Hz.

7.9. SUSTENTAÇÃO DE OUTRAS ANTENAS

7.9.1. Só será permitida a utilização da antena de onda média ou de onda tropical (120 m) como suporte de outras antenas de transmissão ou recepção, no caso destas operarem em frequência acima de 26 MHz. No caso de antenas alimentadas em série, antes e após a instalação de cada uma dessas antenas, deverão ser feitas medições de campo a fim de comprovar que a variação total do diagrama de radiação horizontal não ultrapassa 2 dB, a uma distância de 2 a 5 comprimentos de onda da estação. As medições serão feitas em, no mínimo, 8 pontos espaçados de 45° simétrico. Estas medições deverão ser realizadas por Profissional Habilitado, e constarão de relatório por ele elaborado, onde fique demonstrado o atendimento ao disposto neste item. O referido relatório deverá ser apresentado à ANATEL.

7.10. ALIMENTAÇÃO

7.10.1. As antenas onidirecionais podem ser alimentadas em série, em paralelo, ou na configuração de monopolo vertical dobrado, que é uma forma particular de alimentação em paralelo. As antenas diretivas podem ser alimentadas em série ou na configuração de monopolo dobrado.

7.10.2. Nas antenas alimentadas na configuração de monopolo dobrado, os cabos metálicos que constituem os alimentadores deverão ser múltiplos inteiros do número de faces da torre, paralelos à torre e dispostos simetricamente em relação a ela.

7.10.3. A base da antena deve ser protegida por uma cerca com pelo menos um metro de altura, instalada a uma distância superior a dois metros da antena; a exigência de construção da cerca será dispensada quando todas as partes vivas da antena ficarem situadas a mais de 2,5 metros de altura sobre o solo.

7.10.4. Junto à base da antena, em local de ampla visibilidade, deve ser afixado um aviso pictórico de perigo de vida.

7.10.5. As antenas não aterradas nas suas bases deverão ainda atender às seguintes exigências:

a) deve ser instalado na base da antena um deflagrador de centelhas, a fim de permitir o escoamento rápido para a terra das descargas elétricas atmosféricas que atinjam a antena; o deflagrador deverá ser ligado a um poço de terra de baixa resistência elétrica construído junto à base da torre;

b) entre a antena e a linha de transmissão deve ser instalado um dispositivo que permita a descarga permanente para a terra de tensões contínuas de eletricidade estática, porventura induzidas na torre;

7.11. ESTAIAMENTO

7.11.1. No caso de estruturas estaiadas, os estais metálicos deverão ser seccionados por isoladores, afastados de frações ímpares de comprimento de onda e no máximo de $l/7$ (uma vez que frações ímpares de comprimento de onda dificultam o surgimento de correntes harmônicas espúrias induzidas nos estais da torre). No caso de multiplexação, deverá, ser considerada a maior frequência envolvida.

7.12. SEPARAÇÃO ENTRE TORRES EM SISTEMAS RADIANTES DIRETIVOS

7.12.1. Nos sistemas radiantes diretivos com torres ativas, a separação mínima admitida entre os elementos será de 60º elétricos.

7.12.2. Nos sistemas radiantes diretivos com elemento parasita, a separação mínima admitida entre os elementos será de 36º elétricos.

7.12.3. Nos sistemas radiantes diretivos, as torres deverão ser identificadas numericamente, conforme constar do projeto de instalação.

7.13. ALTERAÇÃO DOS VALORES ESTIPULADOS PELO PBOM PARA OS PARÂMETROS DE RELAÇÃO DE CAMPO E DE FASE EM SISTEMAS DIRETIVOS SIMÉTRICOS QUANDO DOS SEUS AJUSTES EM CAMPO

7.13.1. Nos ajustes em campo de sistemas radiantes diretivos simétricos, os parâmetros de operação pertinentes às relações de campo e de fase dos elementos radiantes que os constituem, eventualmente, poderão ser diferentes daqueles inicialmente estabelecidos no PBOM, desde que os diagramas de radiação permaneçam os mesmos (na conformação geométrica e nos valores do campo elétrico).

7.13.2. São sistemas radiantes diretivos simétricos:

a) todos os sistemas diretivos com duas torres;

b) todos os sistemas diretivos de "n" torres em linha, em que os espaçamentos entre elas sejam iguais;

c) alguns sistemas diretivos que têm as torres alocadas na configuração de um paralelogramo.

7.13.3. Uma vez concluída satisfatoriamente a instalação do sistema radiante diretivo, o profissional habilitado responsável deverá encaminhar à ANATEL um relatório com a descrição das modificações efetuadas, acompanhado de um estudo técnico que comprove a similaridade teórica dos diagramas previsto e instalado.

Equipamentos Transmissores

7.14. Os equipamentos transmissores a serem utilizados nas estações de OM e OT deverão operar em conformidade com os requisitos mínimos estabelecidos por regulamentação específica da Anatel.

7.14.1. A potência de operação dos equipamentos transmissores de cada estação deverá ser indicada.

Linhas de Transmissão

- 7.15. As linhas de transmissão poderão ser do tipo aberto ou fechado.
- 7.15.1. A linha de transmissão utilizada e suas características técnicas deverão ser indicadas, em especial a atenuação na frequência de operação da estação.
- 7.16. As linhas de transmissão concêntricas deverão ter o condutor externo firmemente ligado à terra.
- 7.17. As linhas do tipo aberto deverão ser conduzidas em posteação utilizada exclusivamente para este fim, com altura sobre o solo igual ou superior a 2,5 metros. Nas extremidades destas linhas, deverão ser instalados deflagradores de centelha, para proteção contra sobretensões.
- 7.18. TRANSFORMADOR DE IMPEDÂNCIAS
- 7.18.1. Para possibilitar o perfeito casamento das impedâncias da linha de transmissão e da antena, deverá ser instalado entre elas um dispositivo para casamento de impedâncias. Este circuito deverá ser instalado o mais próximo possível da antena, sendo que o condutor que o liga à antena é considerado parte integrante da mesma.

Instrumentos e Demais Equipamentos

- 7.19. A entidade deverá ter disponíveis os instrumentos de medição, monitoração e controle e demais equipamentos necessários para assegurar o atendimento aos requisitos técnicos estabelecidos neste Regulamento.
- 7.20. Os equipamentos definidos no subitem 7.18 poderão ser compartilhados entre as entidades que utilizam a mesma infraestrutura de instalação.

Sistema de Transmissão Reserva

- 7.21. A entidade poderá instalar estação reserva para situações emergenciais que impliquem o impedimento de operação da estação.
- 7.21.1. O sistema de transmissão reserva deverá ser instalado em coordenadas diferente da estação principal.
- 7.21.2. O sistema de transmissão reserva somente poderá entrar em operação em situações de caso fortuito, de força maior, ou por outro motivo de impedimento de uso da estação, e o contorno protegido da estação reserva deve estar contido no contorno protegido do canal.

Ensaio Prévio

- 7.22. Será permitida a instalação provisória de equipamentos, a fim de possibilitar a realização de ensaios prévios destinados a comprovar as condições técnicas do local para a instalação definitiva da estação.
- 7.22.1. A autorização para ensaios prévios não constitui qualquer direito à instalação definitiva da estação.
- 7.23. A autorização para os ensaios prévios será emitida pela Anatel mediante requerimento da interessada, observadas as seguintes condições:
- 7.23.1. A potência de operação do equipamento utilizado deverá ser a mínima necessária para a realização satisfatória dos testes, sem causar interferências; e
- 7.23.2. Deve ser utilizada a mesma frequência consignada à estação de OM ou OT.
- 7.24. O prazo máximo de duração dos ensaios será de trinta dias, prorrogável por igual período.

Operação das Estações

- 7.25. Na operação das estações devem ser obedecidas as tolerâncias individuais de cada parâmetro técnico aplicadas pela fiscalização da Agência, no momento da medição das grandezas:
- 7.25.1. Potência de saída do transmissor: $\pm 10\%$.
- 7.25.2. Altura da antena: $\pm 5\%$.
- 7.25.3. Azimute de apontamento do sistema radiante: $\pm 5^\circ$.
- 7.25.4. Coordenadas Geográficas: $\pm 2''$.

ANEXO 1**PADRÕES DE TRANSMISSÃO DOS SINAIS GERADOS PELOS TRANSMISSORES DE AMPLITUDE MODULADA****CARACTERÍSTICAS DA EMISSÃO****1. DESIGNAÇÃO**

Modulação em amplitude, com ambas as faixas laterais e portadora completa (1fKfA3EGN, 1fKfA9WGN ou 1fKfD9WHX).

2. ÍNDICE DE MODULAÇÃO

Os sinais da emissão devem ser mantidos com índice de modulação o mais elevado possível, sem, contudo, ultrapassar o valor de 1 nos picos negativos e de 1,25 nos picos positivos. Em qualquer condição de funcionamento da emissora, os picos positivos cuja repetição é frequente (acima de 15 por minuto) deverão ter um valor percentual de, pelo menos, 85%.

3. TOLERÂNCIA DE FREQUÊNCIA

A variação de frequência da portadora não deve ultrapassar o valor de ± 20 Hz, sob quaisquer condições de funcionamento da emissora.

4. ZUMBIDO E ESPÚRIOS NA FAIXA DE ÁUDIO

O nível de zumbido e de ruídos espúrios da portadora, na faixa de frequências de 30 a 20000 Hz deve estar, no mínimo, 45 dB abaixo do nível de um sinal senoidal de 400 Hz que module a portadora em 95%.

5. ESPÚRIOS DE ALTA FREQUÊNCIA

Para quaisquer índice e frequência de modulação, as emissões espúrias devem ser atenuadas, no mínimo, aos níveis relacionados na Tabela 3.2.

TABELA 3.2

Afastamento entre a frequência do espúrio e a da portadora (kHz)	Nível máximo em relação ao nível da portadora sem modulação (dB)
de 10,2 a 20, inclusive	-25
maior que 20 até 30, inclusive	-35
maior que 30 até 60, inclusive	-(5+1dB/kHz)
maior que 60 até 75, inclusive	-65
maior que 75	-[73 + P (dBk)], para potências até 5,0 kW, inclusive
	- 80 para potências maiores que 5,0 kW

6. TRANSMISSÃO ESTEREOFÔNICA

a) a onda transmitida pelo sistema estereofônico deve atender aos limites estabelecidos no item 5 deste Anexo;

b) o sistema de transmissão estereofônico é de Modulação em Amplitude, em Quadratura Compatível (C-QUAM);

c) o canal principal (soma do sinal esquerdo com o sinal direito), L + R, deve modular a portadora em amplitude; sob todas as condições de modulação em amplitude, no sistema estereofônico, o índice de modulação em amplitude não deve exceder o valor de 1 nos picos negativos;

d) somente o sinal esquerdo (ou somente o sinal direito), separadamente, sob todas as condições de modulação, no sistema estereofônico, não deve exceder o índice de modulação de valor 1 nos picos negativos;

e) o canal estereofônico (diferença entre o sinal esquerdo e o sinal direito), L - R, deve modular a portadora em fase, em quadratura, com faixas laterais compatíveis;

f) a máxima modulação angular nos picos negativos do sinal esquerdo ou direito, cada um na ausência do outro, não deve exceder a 1,25 radianos;

g) um pico de modulação de fase de $\pm 0,785$ radianos pelo canal estereofônico (L - R), na ausência do canal principal (L + R) e do sinal piloto, representa o índice de modulação 1 do canal estereofônico;

h) o sinal composto deve conter um tom piloto de 25 Hz, que module a portadora em fase, com pico de $\pm 0,05$ radianos, que corresponde a 5% da modulação do canal L - R quando nenhuma outra modulação estiver presente; o nível de injeção do tom piloto deve ser de 5%, com tolerância de $\pm 1\%$;

i) a diafonia no canal principal, causada pelo sinal do canal estereofônico, deve estar, pelo menos, 30 dB abaixo do nível correspondente a 75% de modulação, para sinais de áudio de 50 a 7500 Hz;

j) a diafonia no canal estereofônico, causada pelo sinal do canal principal, deve estar, pelo menos, 30 dB abaixo do nível correspondente a 75% de modulação, para sinais de áudio de 50 a 7500 Hz.

PROPAGAÇÃO

7. ONDA DE SUPERFÍCIE

Para determinação da intensidade de campo da onda de superfície, utilizam-se os gráficos correspondentes à frequência desejada.

I - CONDUTIVIDADE DO SOLO

Para fins de cálculo, serão utilizados os valores de condutividade do solo obtidos na "Carta de Condutividades Equivalentes do Solo do Brasil" ou na "Carta de Condutividade da Região 2".

II - CÁLCULO DA INTENSIDADE DE CAMPO DA ONDA DE SUPERFÍCIE

a) SOLO DE CONDUTIVIDADE HOMOGÊNEA

A intensidade de campo da onda de superfície a uma determinada distância é obtida a partir da seguinte expressão:

$$e = e_0 \frac{e_r}{100}, \text{ para intensidades de campo expressas em mV/m, e}$$

$E = E_0 + E_r - 100$, para intensidades de campo expressas em dBμ, onde:

e_0, E_0 - intensidade de campo lida nas curvas de intensidade de campo

e_r, E_r - campo efetivo da estação

No caso de sistemas radiantes onidirecionais, o campo efetivo é determinado por:

$$e_r = e_c \sqrt{P}, \text{ para intensidades de campo expressas em mV/m, e}$$

$E_r = E_c + 10 \log P$, para intensidades de campo expressas em dBm, onde:

P - potência nominal da emissora, em kW.

e_c, E_c - campo característico da emissora.

Nos sistemas radiantes diretivos, o valor de E_r é dado por:

$$E_r = E(\phi, \theta), \text{ onde:}$$

$E(\phi, \theta)$ é calculado conforme indicado no Anexo 04.

b) SOLO DE CONDUTIVIDADE NÃO HOMOGÊNEA

Neste caso, deverá ser utilizado o método das distâncias equivalentes. Para aplicar este método, utilizam-se, também, os gráficos mencionados no item 7 deste Anexo.

O método se aplica da forma descrita no Anexo 05.

8. ONDA IONOSFÉRICA

A intensidade de campo da onda ionosférica será calculada de acordo com o método descrito a seguir:

I - PROCEDIMENTO GERAL:

a) O ângulo de elevação (θ), para a faixa de OM, é dado, em graus, por:

$$\theta = \arctg\left(0,0075176 \times \cot g \frac{d}{444,71}\right) - \frac{d}{444,71} \quad , \quad (1a)$$

b) O ângulo de elevação (θ), para a faixa de OT(120 m), é dado, em graus, por:

$$\theta = \arctg\left(0,0135501 \times \cot g \frac{d}{444,71}\right) - \frac{d}{444,71} \quad , \quad (1b)$$

com $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$

onde:

d - distância de grande círculo, em km.

Para obtenção do ângulo de elevação (q), poderá, também, ser utilizada a Tabela do Anexo 06.

Considerou-se que a Terra é uma esfera com um raio efetivo de 6370 km e que a reflexão ocorre a uma altura de 96,5 km para OM (que corresponde à altura mínima da camada E) e a uma altura de 175 km para OT (120 m) (que corresponde ao valor de compromisso para propagação em modo misto nas camadas E e F_2).

c) A fração de campo, $f(\theta)$, radiada para um ângulo de elevação q , relativa ao campo radiado para $q = 0$, é dada por:

$$f(\theta) = \frac{\cos(H \sin \theta) - \cos H}{(1 - \cos H) \cos \theta} \quad , \quad (2)$$

onde:

H - altura da antena, em graus elétricos.

O valor de $f(\theta)$ poderá, também, ser obtido da Tabela constante do Anexo 07.

II - INTENSIDADE DE CAMPO DA ONDA IONOSFÉRICA EM 50% DO TEMPO

A intensidade de campo da Onda Ionosférica, E , excedida em 50% do tempo, é dada, em dBm, por:

$$E = E(50\%) + 20 \log e_r / 100 \quad , \quad (3)$$

onde:

$E(50\%)$ - intensidade mediana de campo, em dBμ, dada no Anexo 08.

$e_r = e_f(\theta) \sqrt{P}$, para sistema radiante onidirecional e $e_r = e(\phi, \theta)$, para sistema radiante diretivo, calculado conforme o Anexo 04.

Na faixa de OM, para distâncias d , em km, maiores que 4250 km, $E(50\%)$, em dBm, pode ser obtido por:

$$E(50\%) = 231 / (3 + d/1000) - 35,5$$

$$E(50\%) = \frac{231}{3 - d/1000} - 35,5$$

Na faixa de OT (120 m), para qualquer distância d , em km, até 9000 km, $E(50\%)$, em dBm, pode ser obtido por:

$$E(50\%) = \sum_{n=0}^7 A_n \times d^n \times 10^{J_n}$$

onde:

d = distância de grande círculo, em km

A0 = +34,89	J0 = 0
A1 = -1,95029	J1 = -3
A2 = - 7,28180	J2 = -6
A3 = + 2,55846	J3 = -9
A4 = - 3,93731	J4 = -13
A5 = +2,46845	J5 = -17
A6 = - 3,68930	J6 = -23
A7 = -3,87904	J7 = -26

ANEXO 02

As curvas de propagação a seguir mostram a componente vertical da intensidade de campo elétrico para um trajeto homogêneo em função da distância à antena transmissora e são válidas para a gama de frequências nelas indicadas.

Todas as curvas foram traçadas com base nas seguintes suposições:

- a) utilização de antena vertical curta na superfície da terra esférica, com condutividade uniforme do solo;
- b) campo característico de 100 mV/m;
- c) constante dielétrica relativa do solo igual a 15, para terra ou água doce, e 80, para água do mar, considerando, como referência unitária, a constante dielétrica do ar.

As curvas mencionadas são válidas para antenas de qualquer altura, a distâncias maiores que 5 (cinco) vezes a altura da antena, no caso de um só elemento. No caso de sistema radiante diretivo, as curvas são válidas para distâncias maiores que 5 (cinco) vezes a altura ou 10 (dez) vezes a separação entre os elementos radiantes, adotando-se, sempre, o maior destes valores.

FIG. 01 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

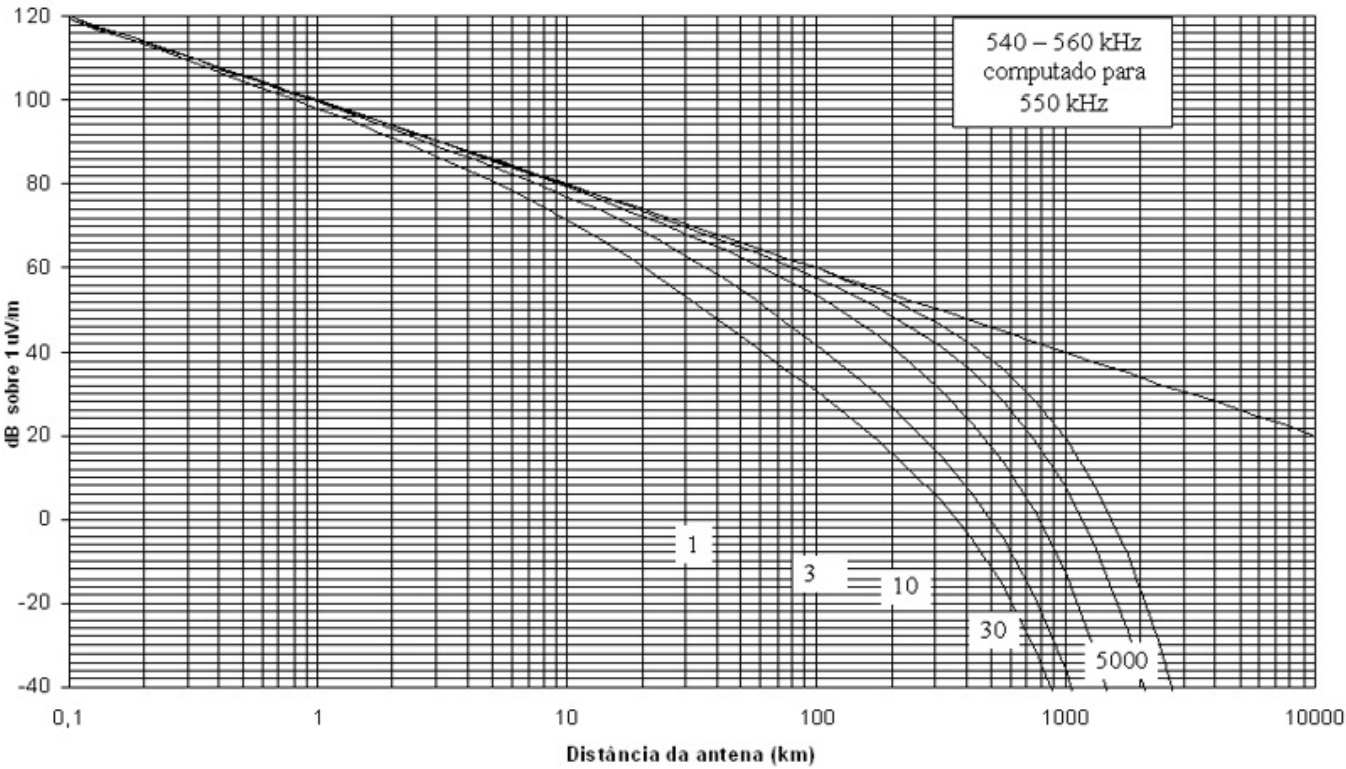
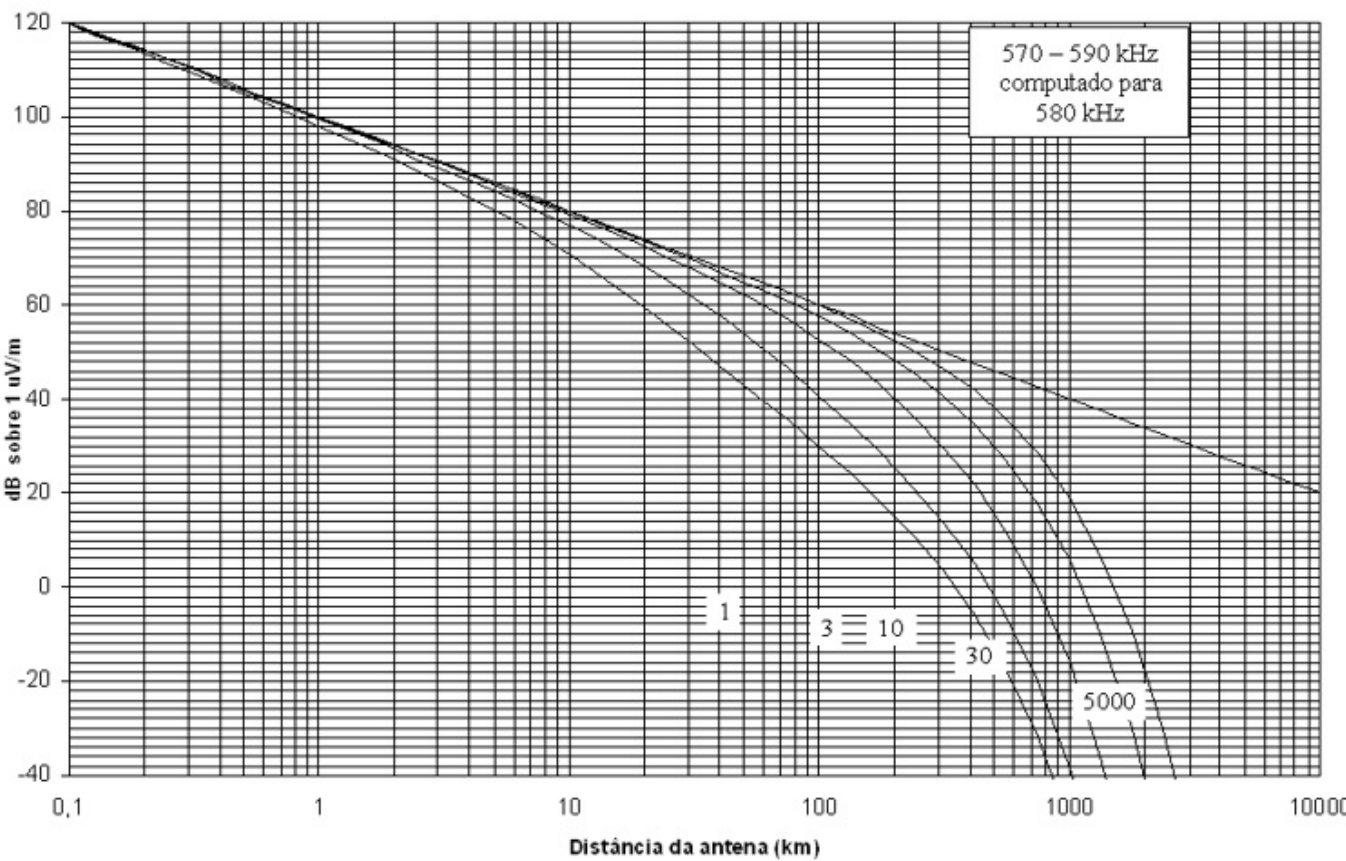


FIG. 02 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância



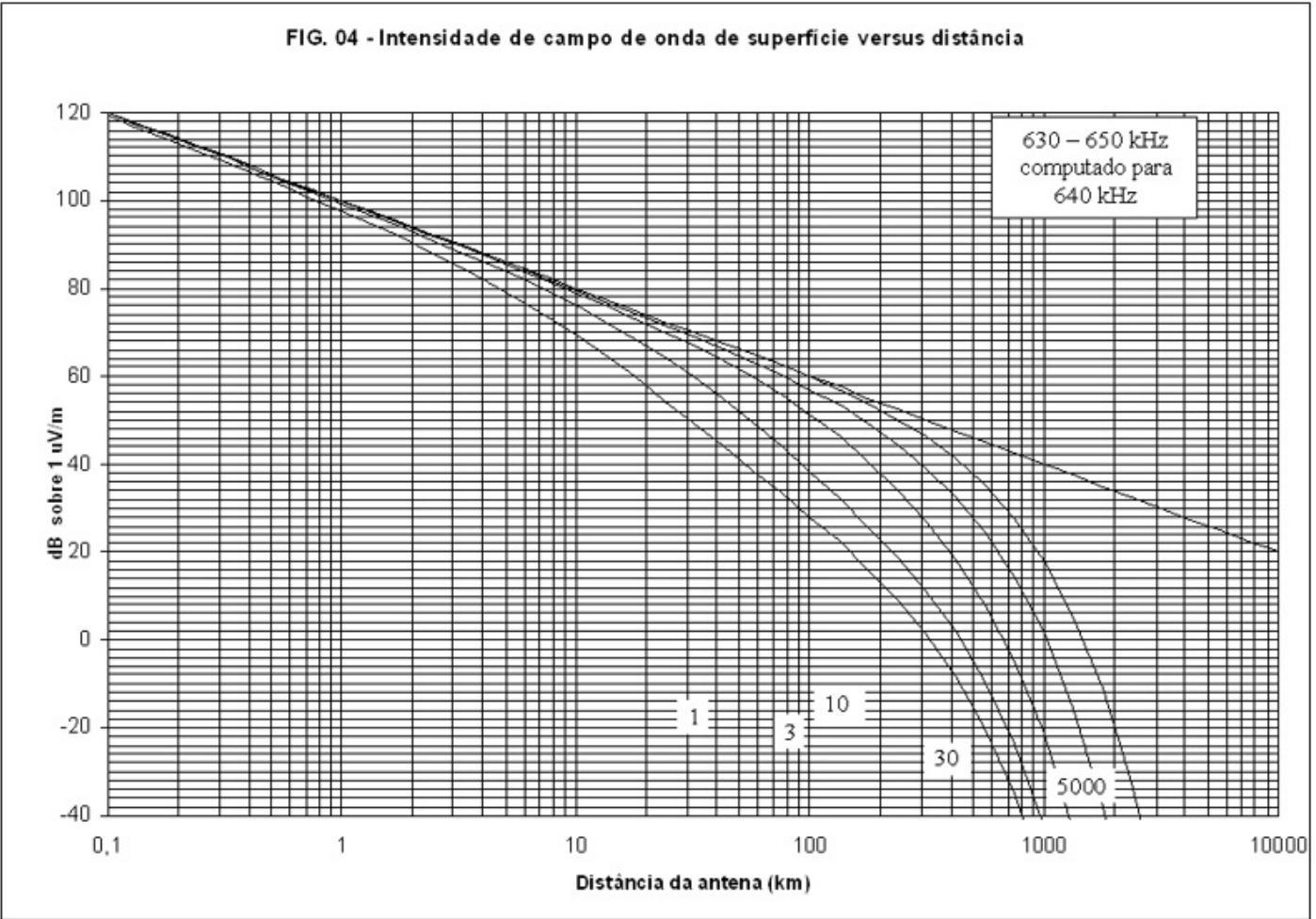
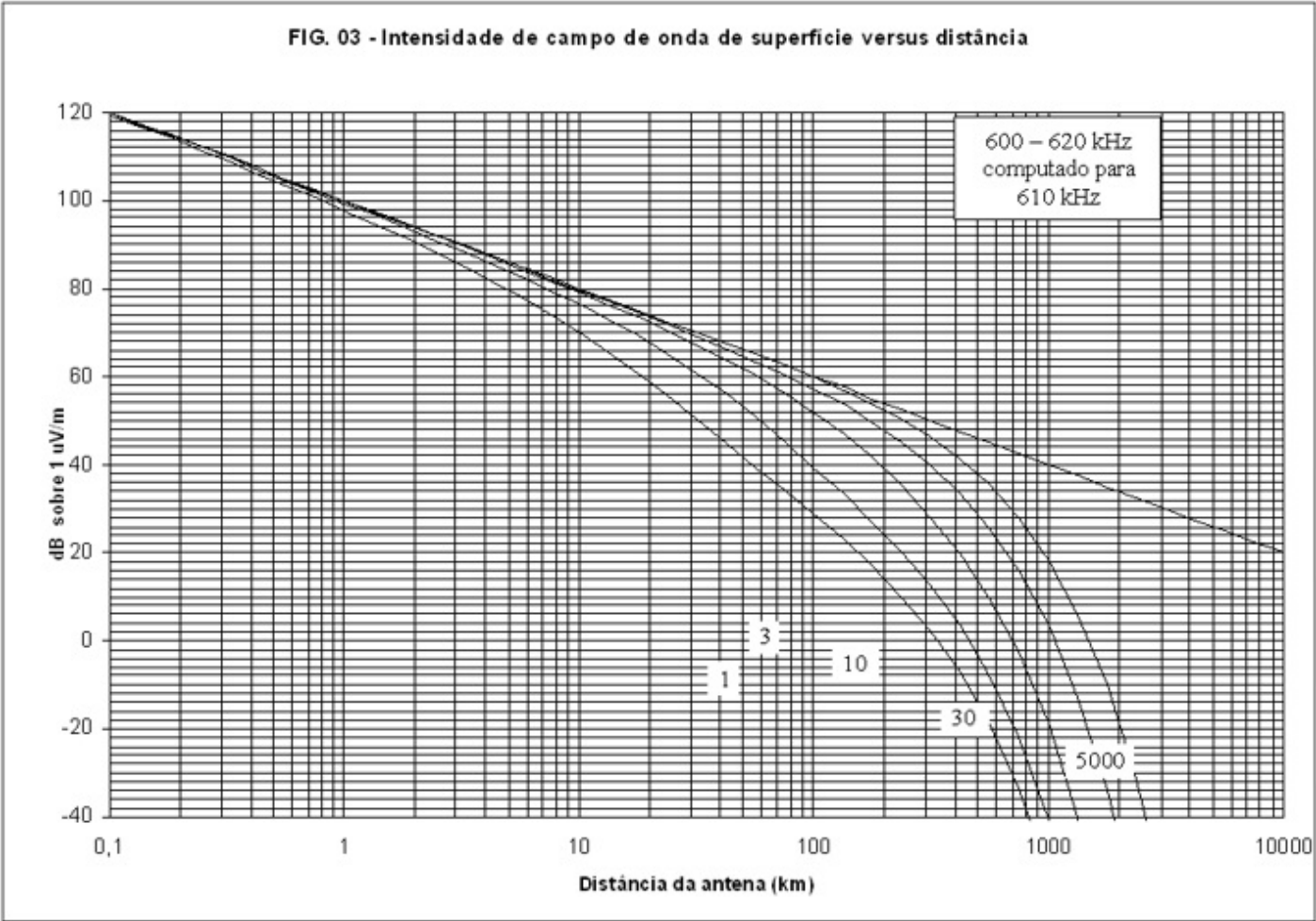


FIG. 05 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

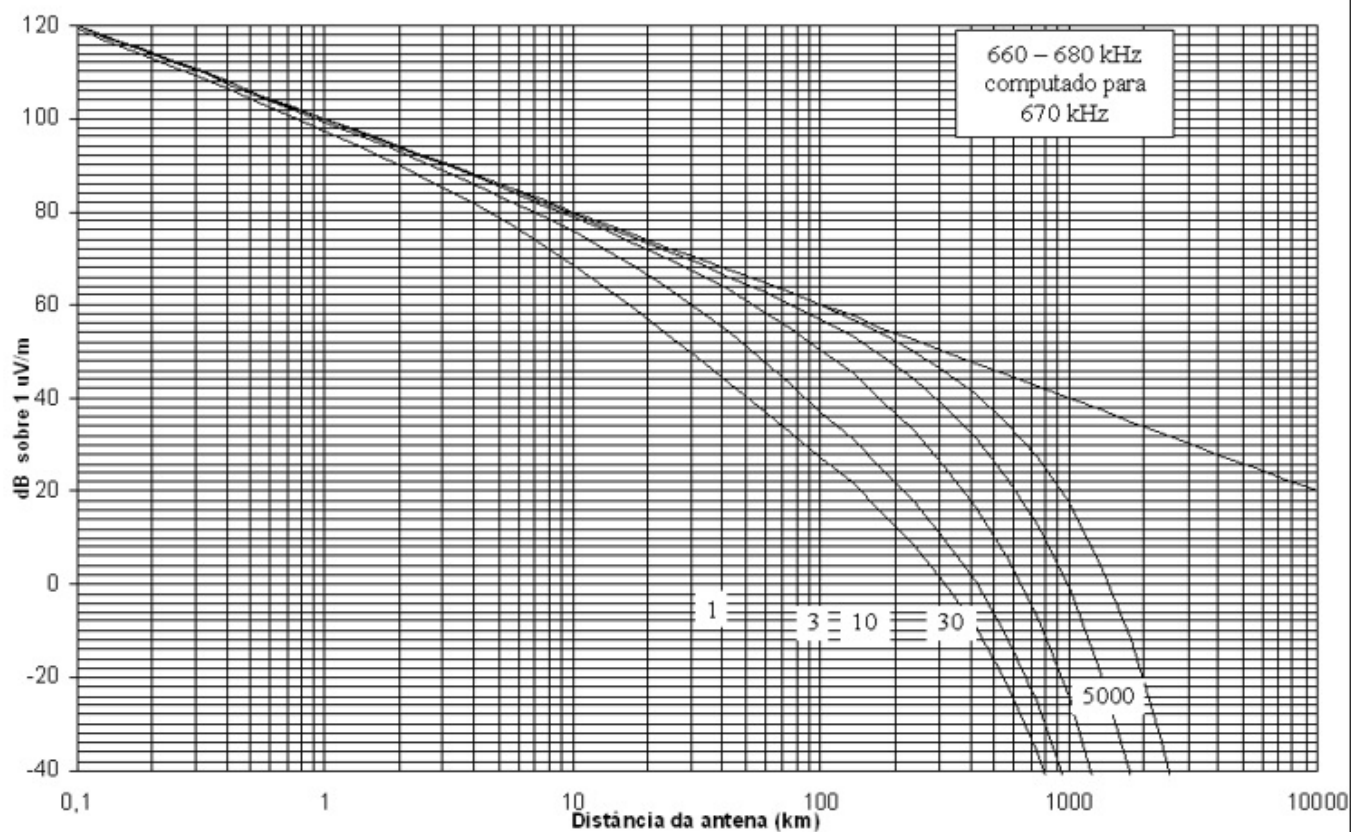
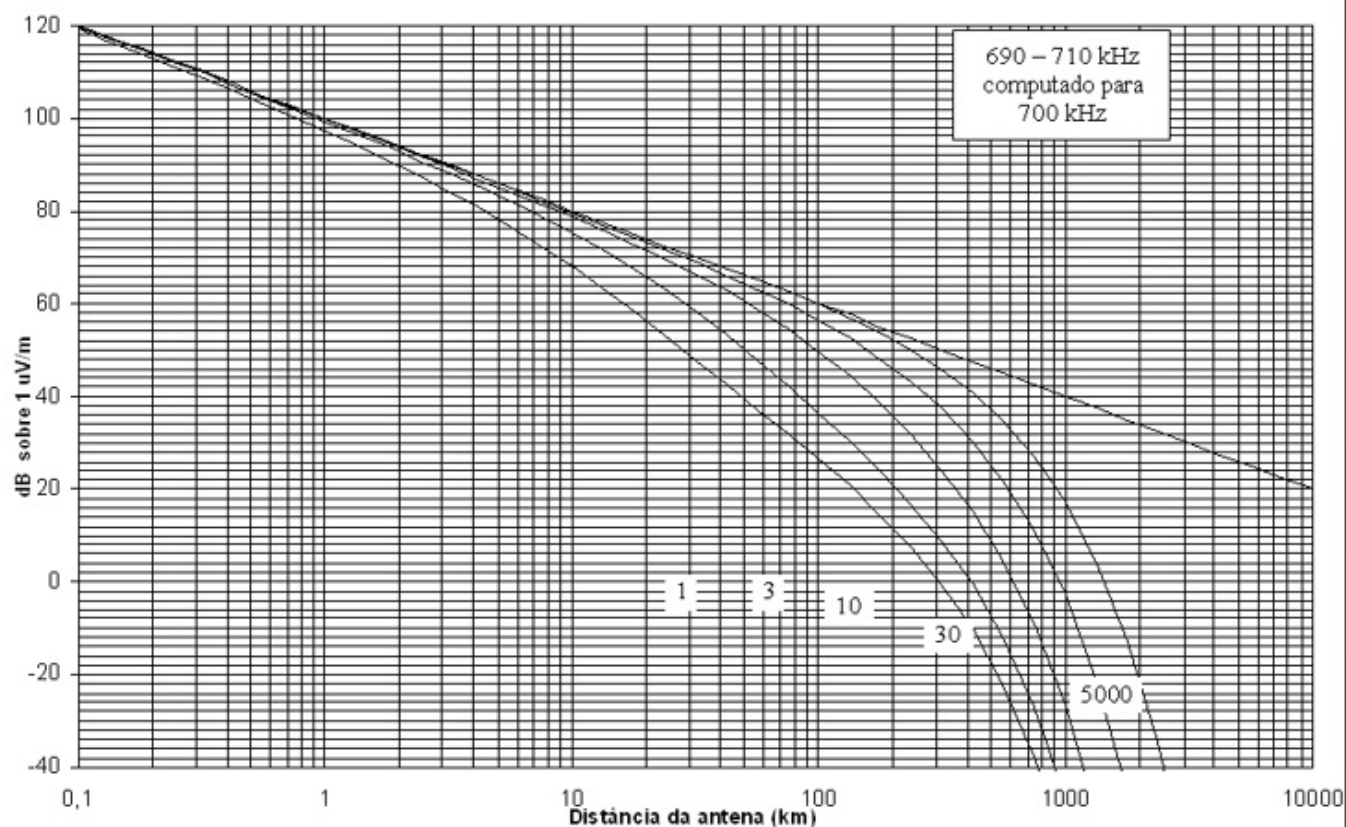


FIG. 06 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância



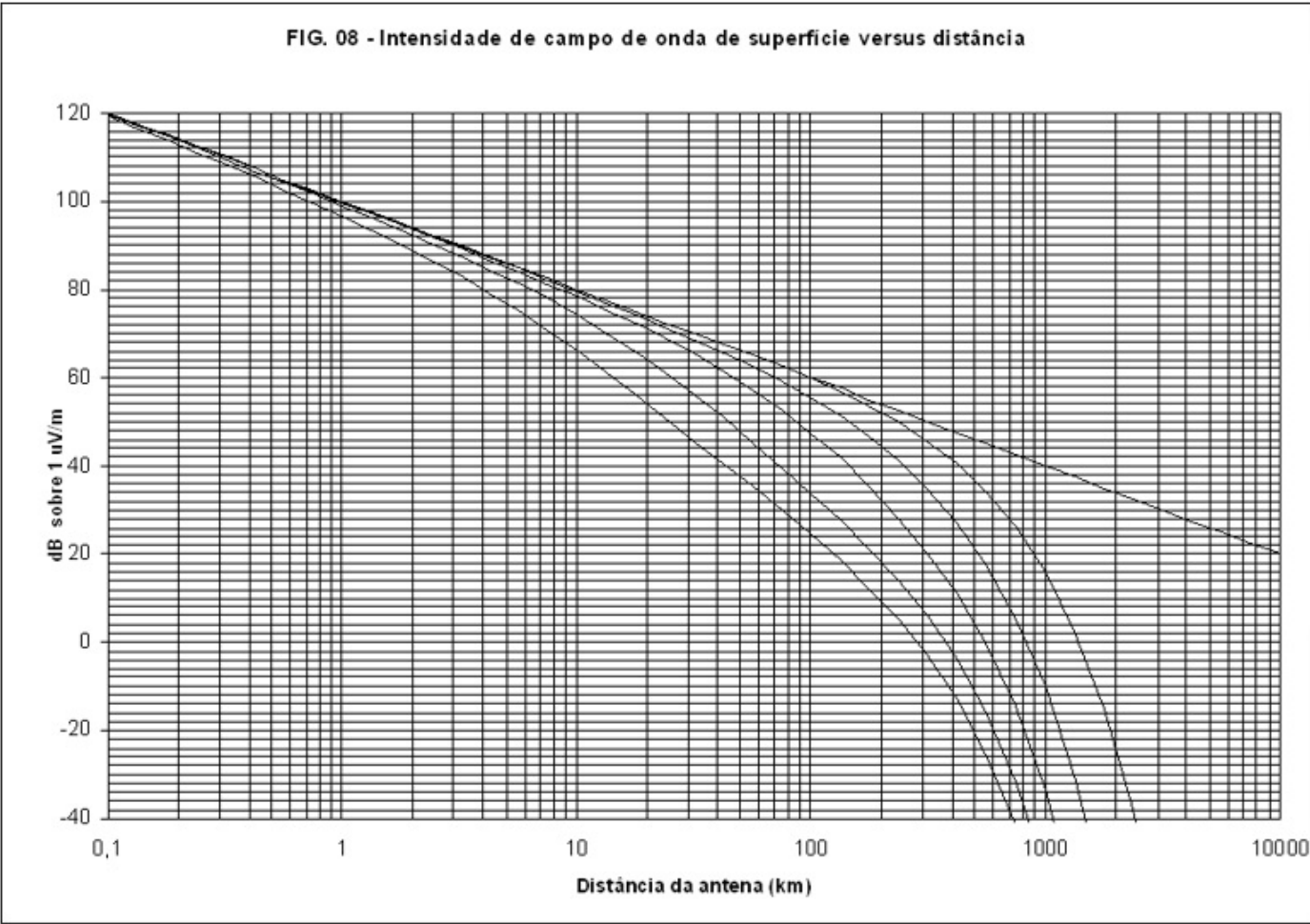
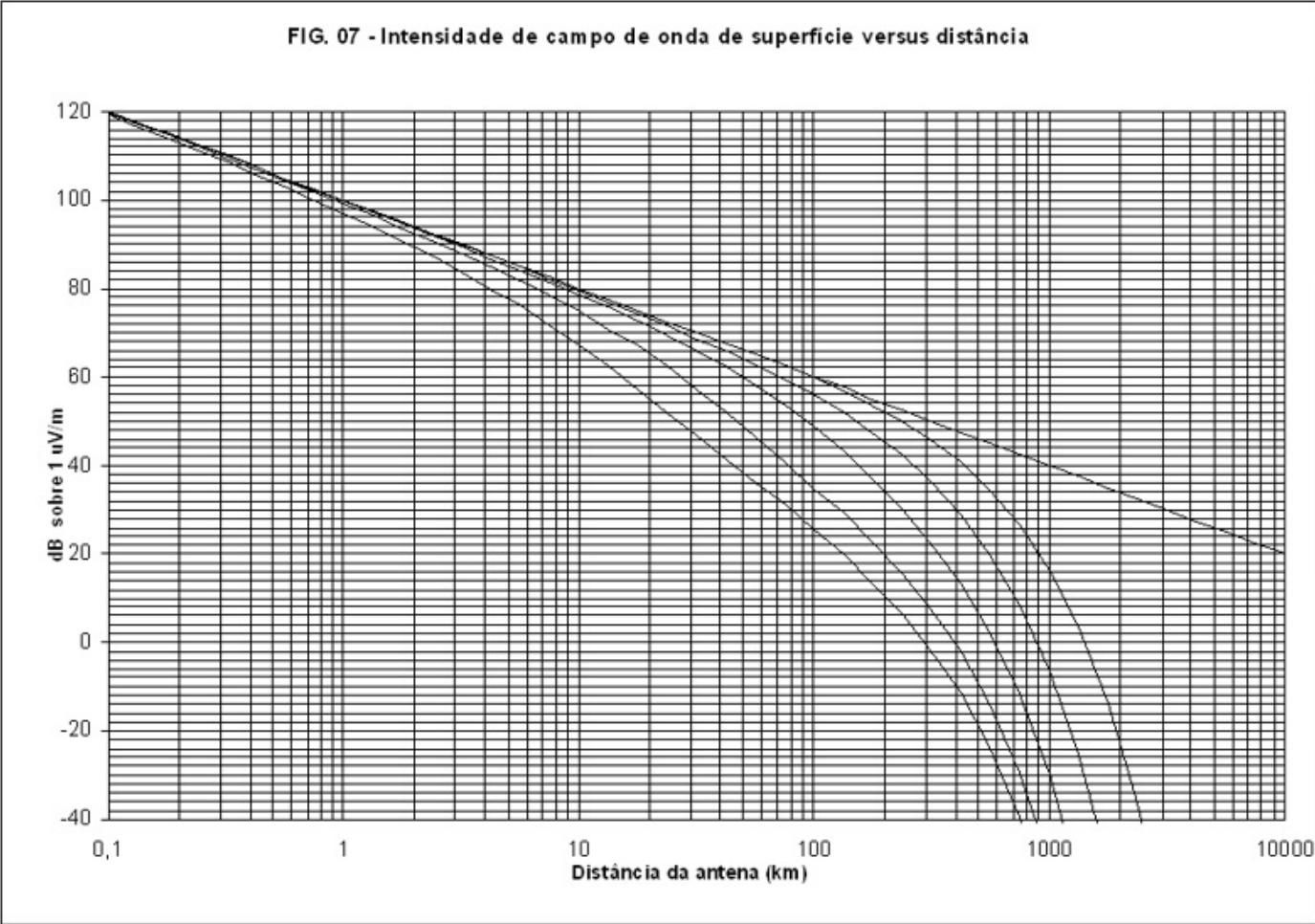


FIG. 09 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

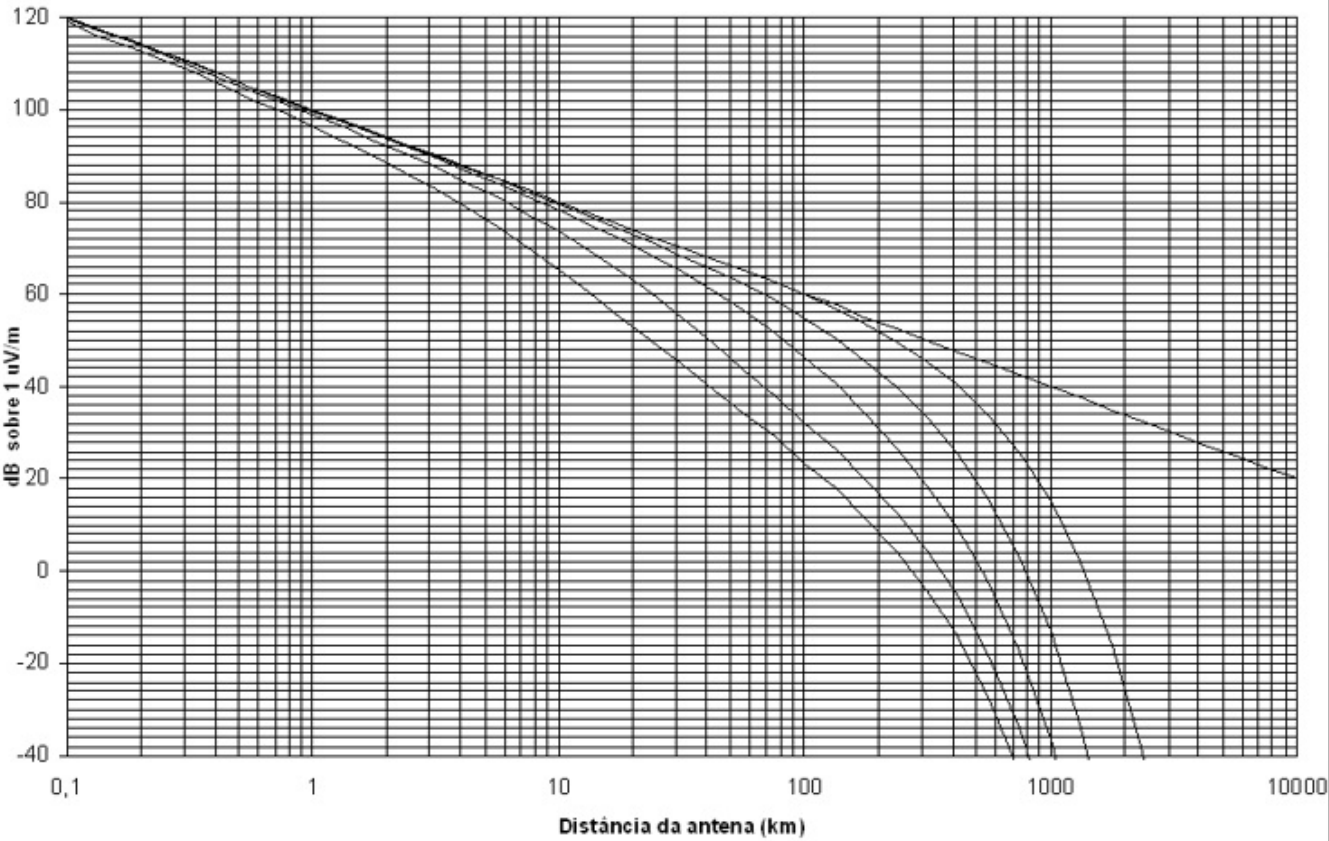


FIG. 10 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

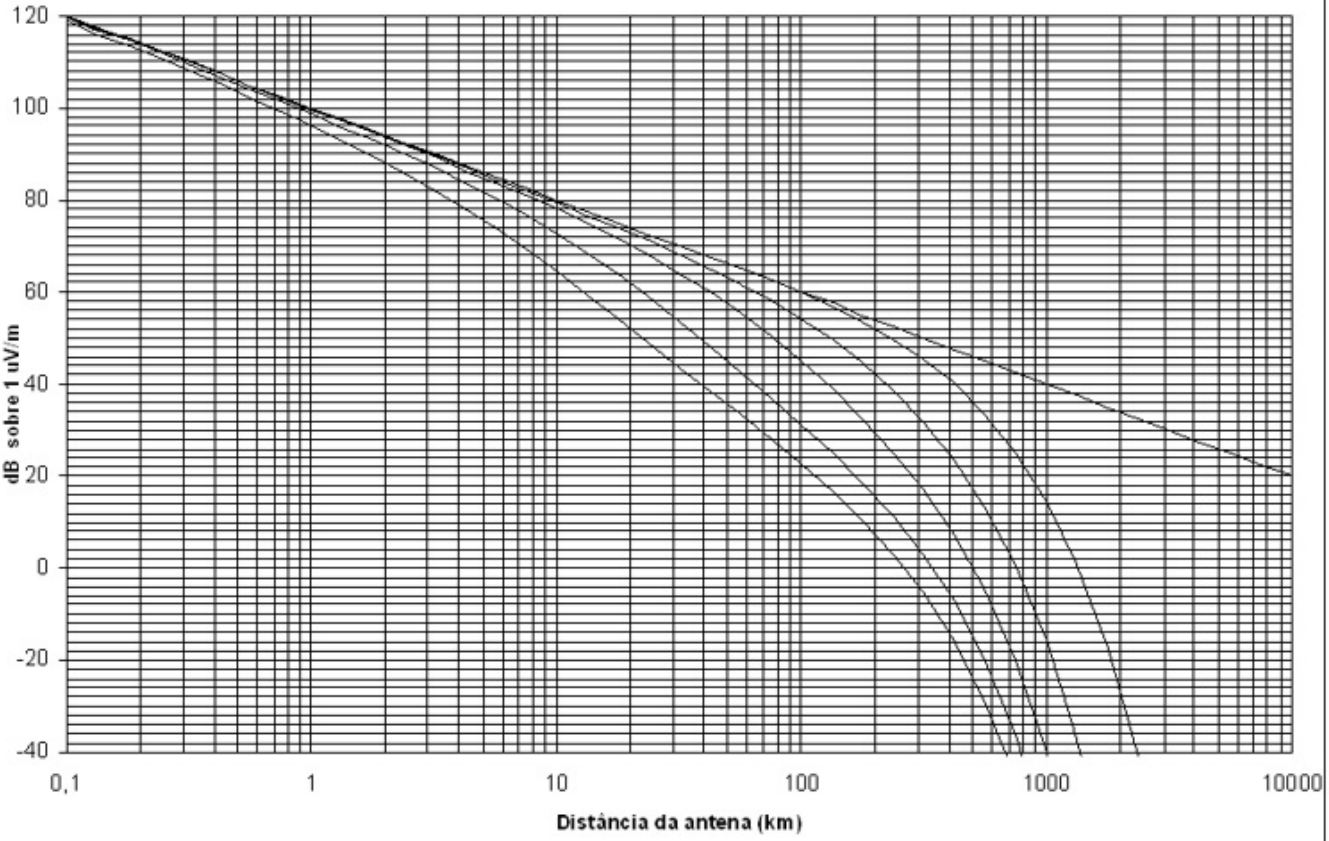


FIG. 11 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

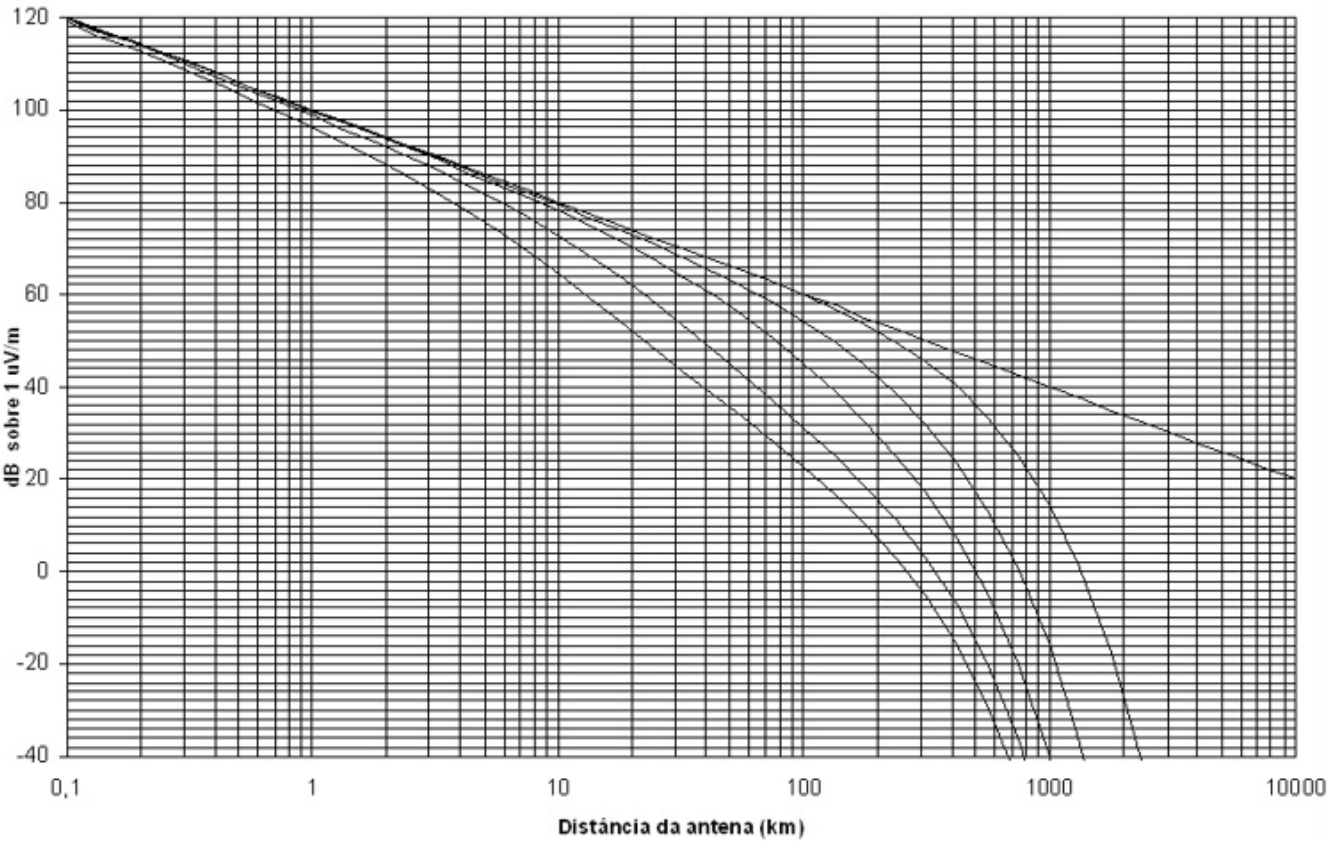


FIG. 12 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

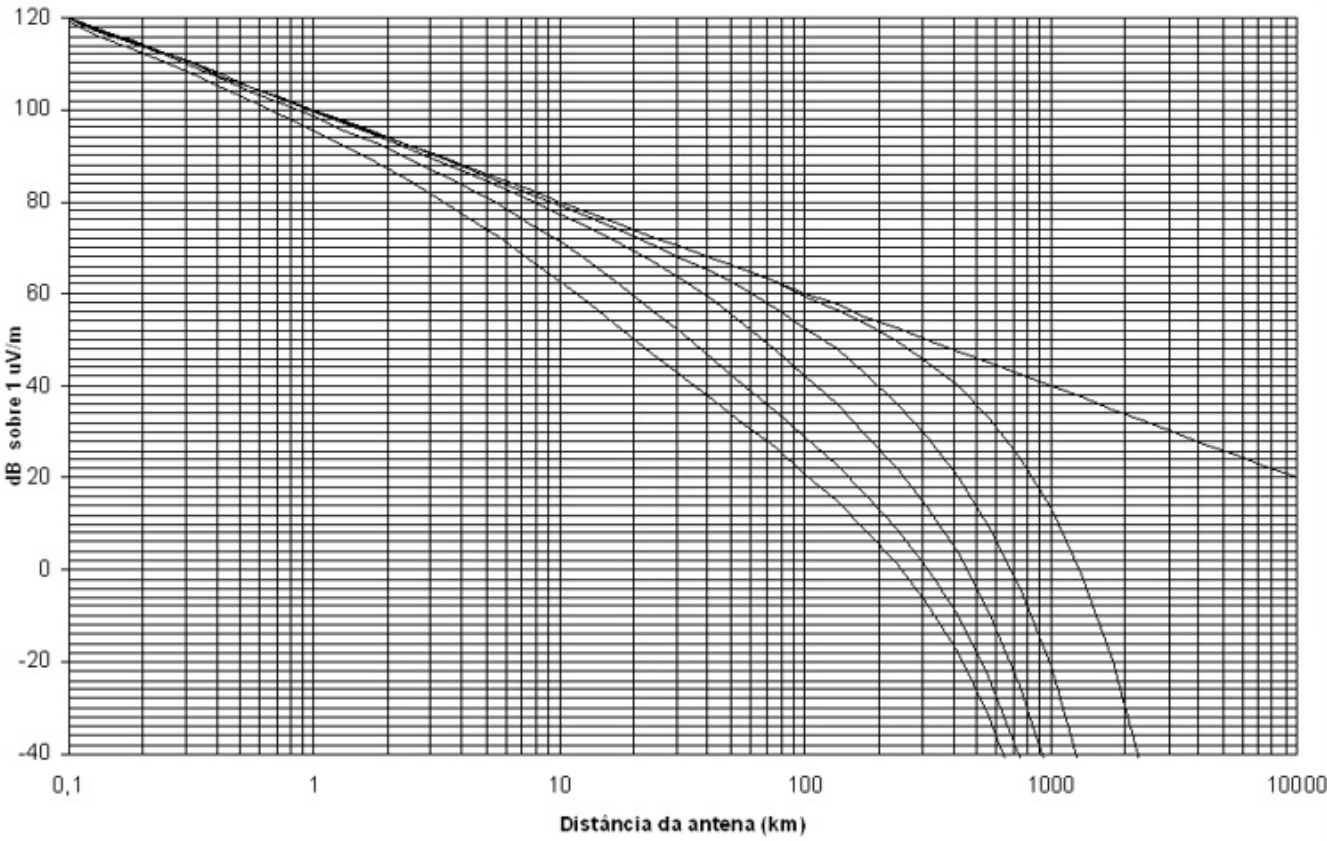


FIG. 13 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

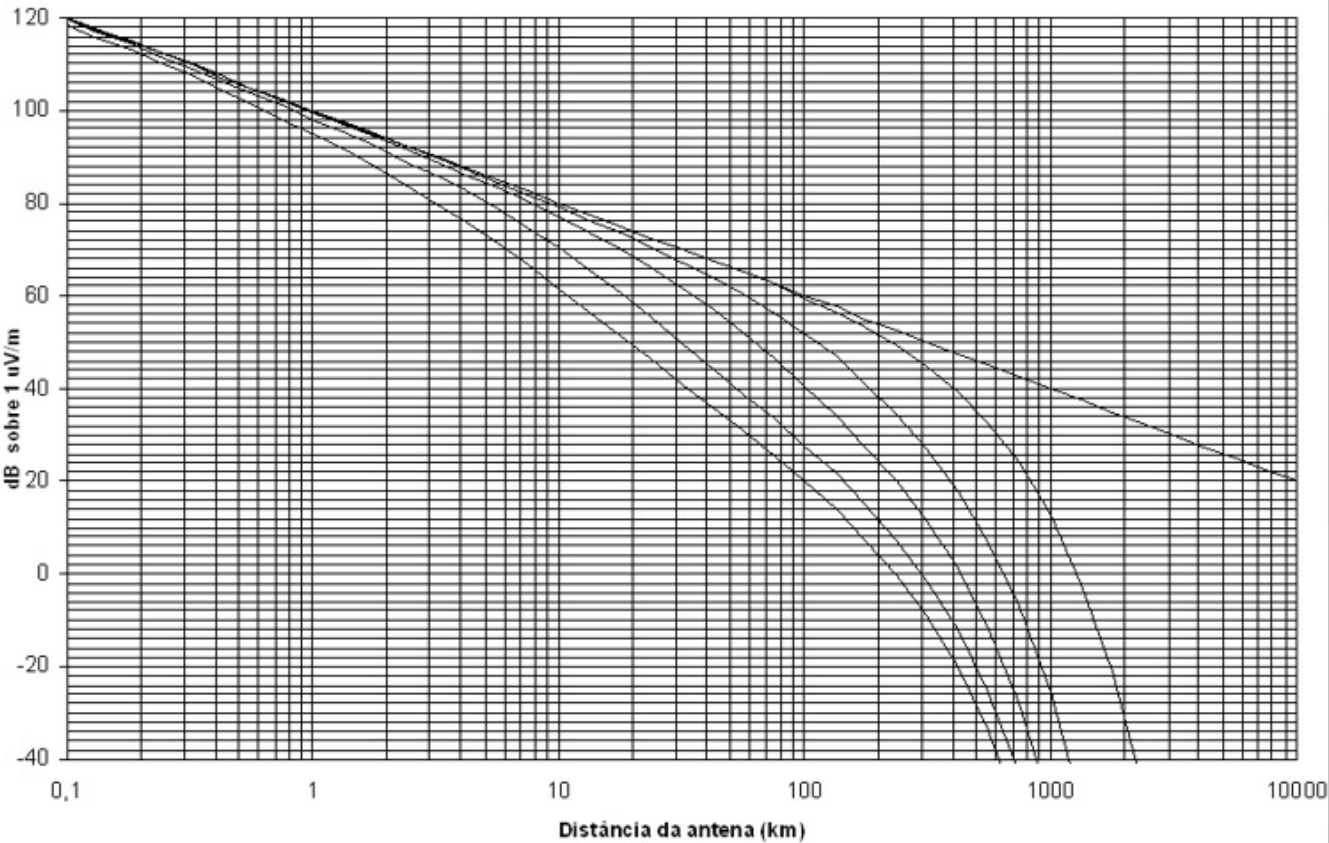


FIG. 14 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

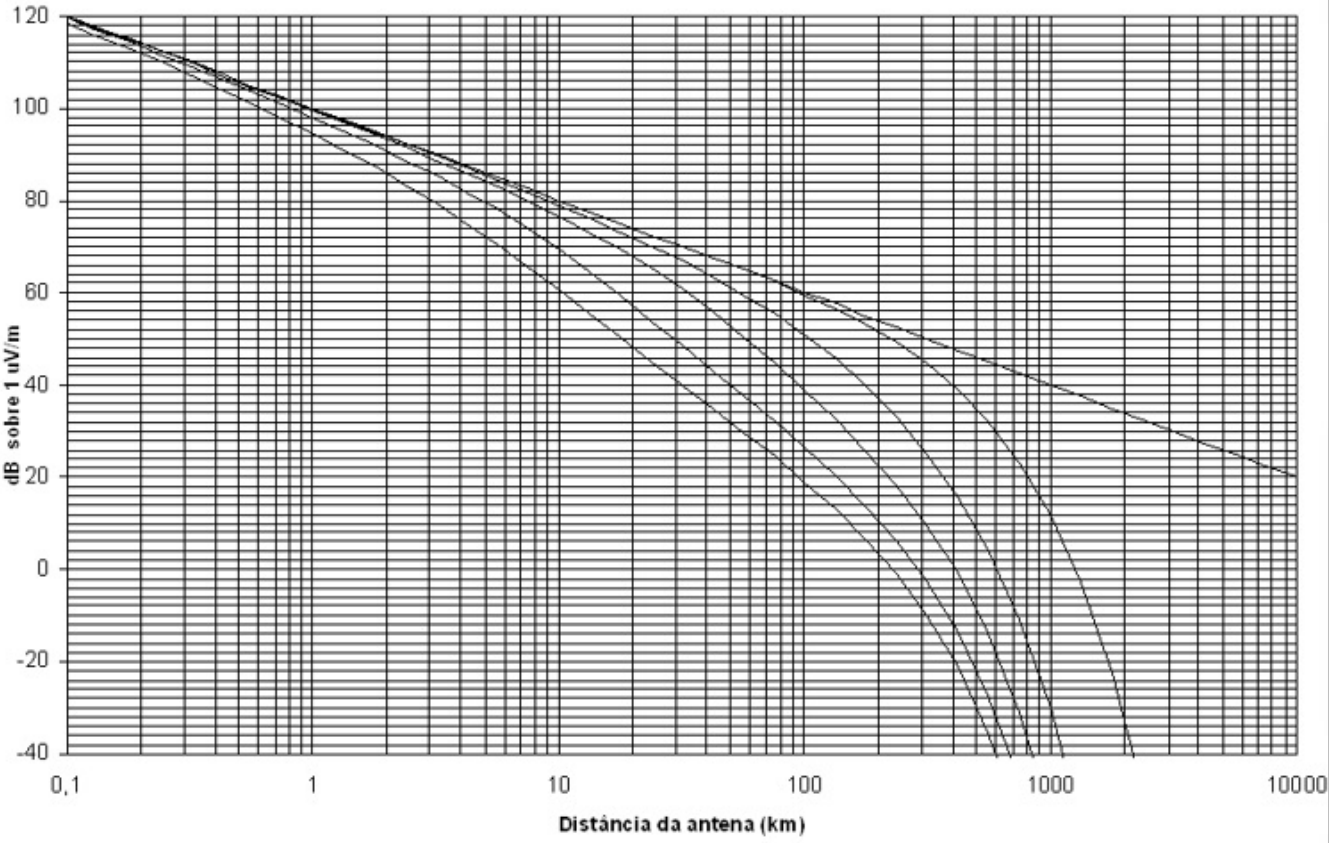


FIG. 15 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

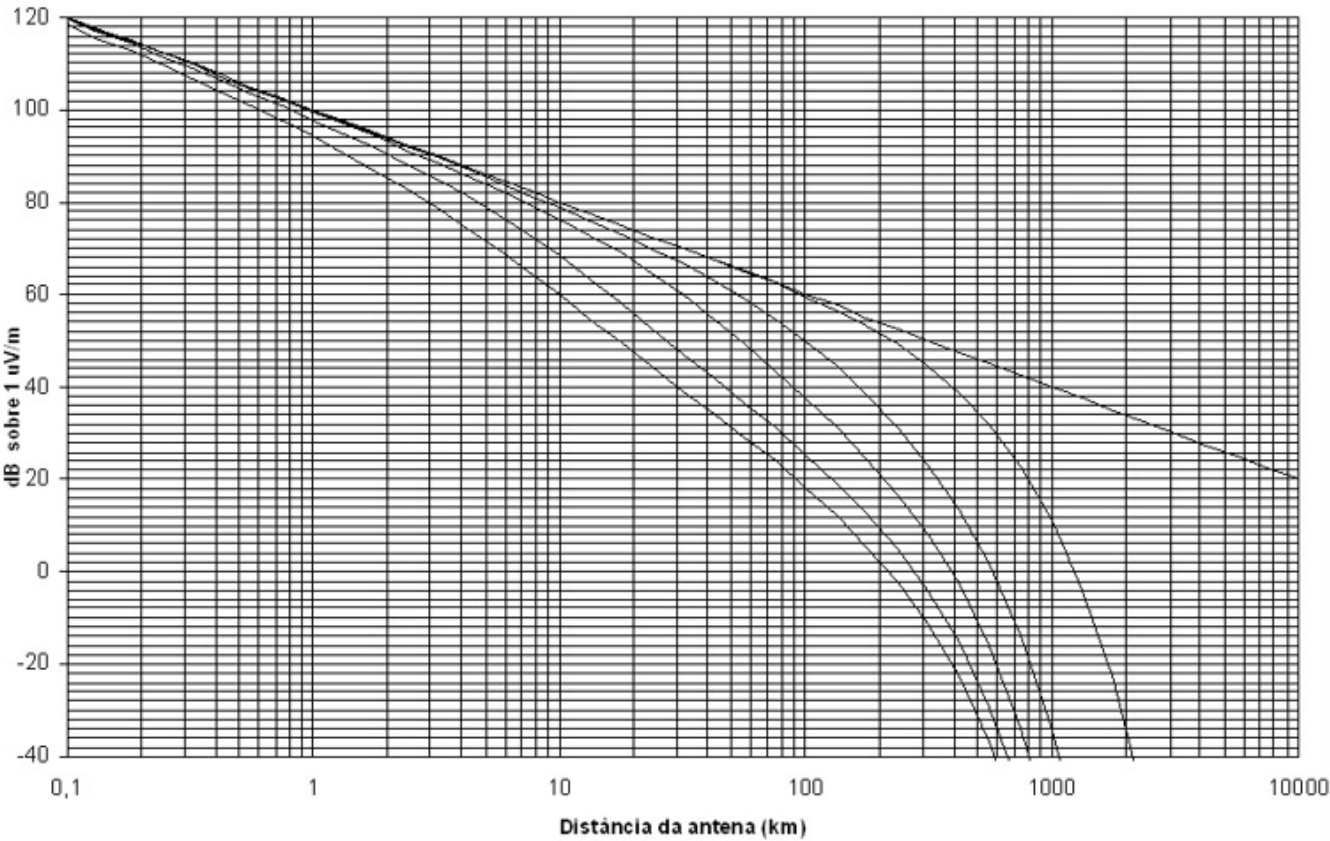


FIG. 16 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

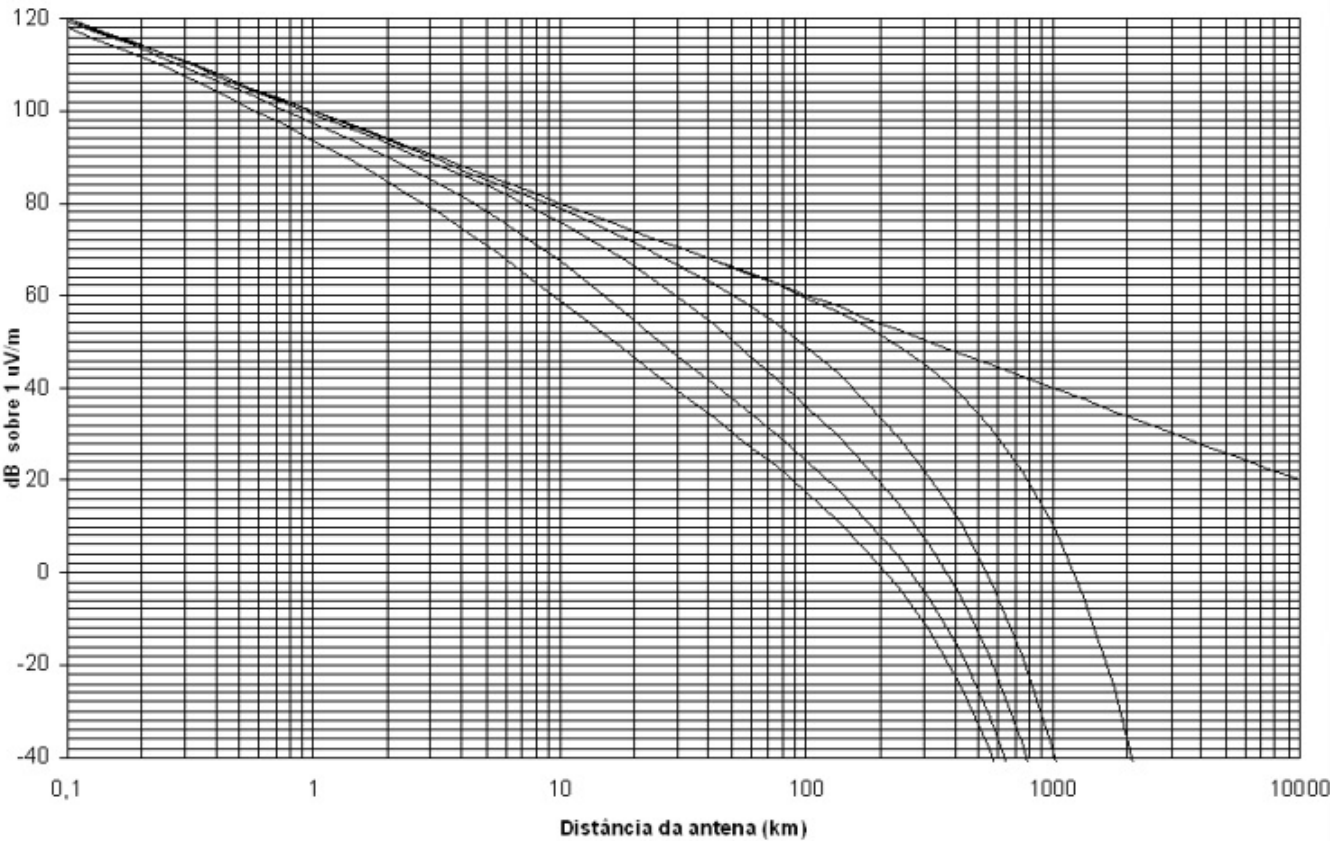


FIG. 17 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

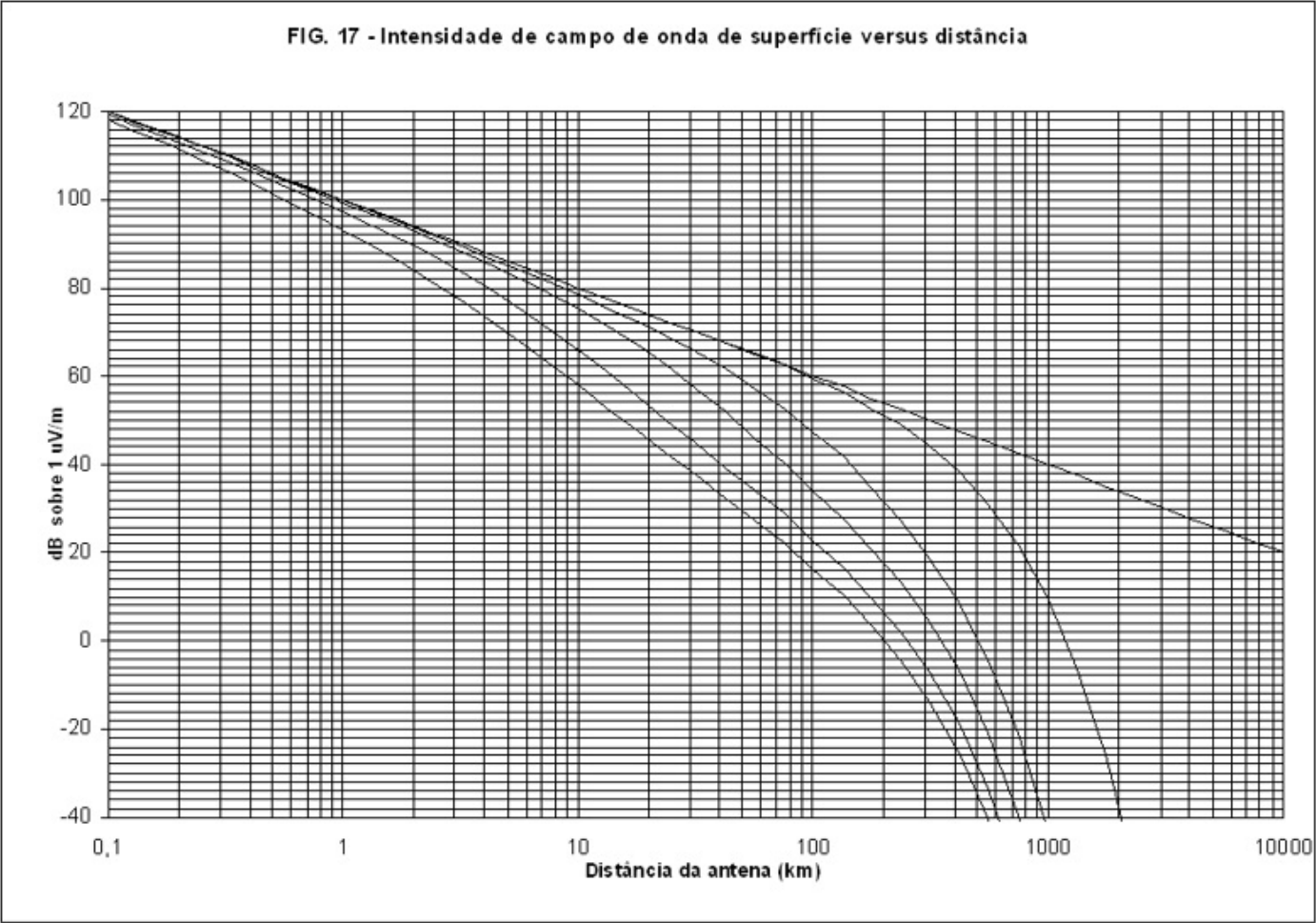


FIG. 18 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

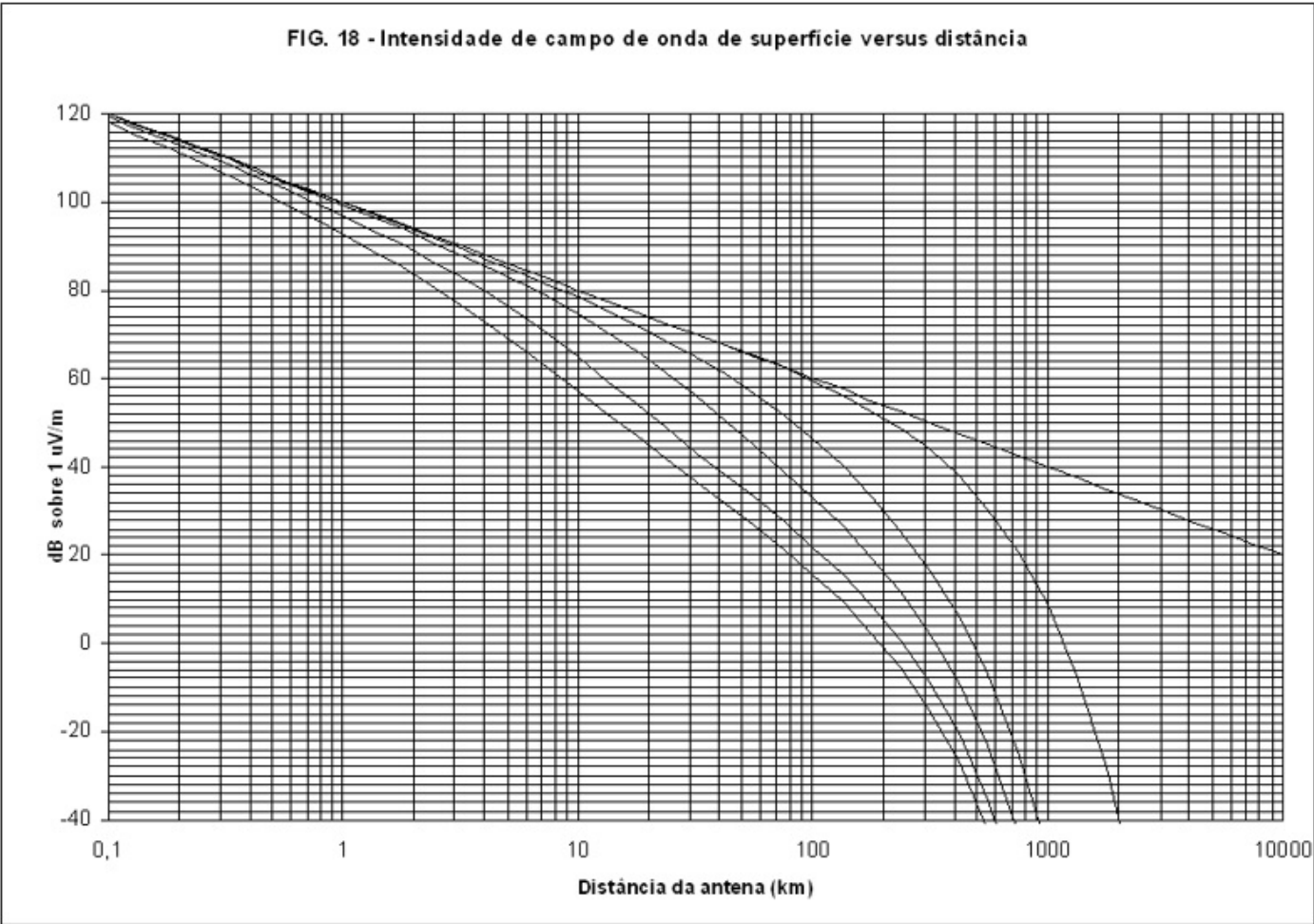


FIG. 19 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

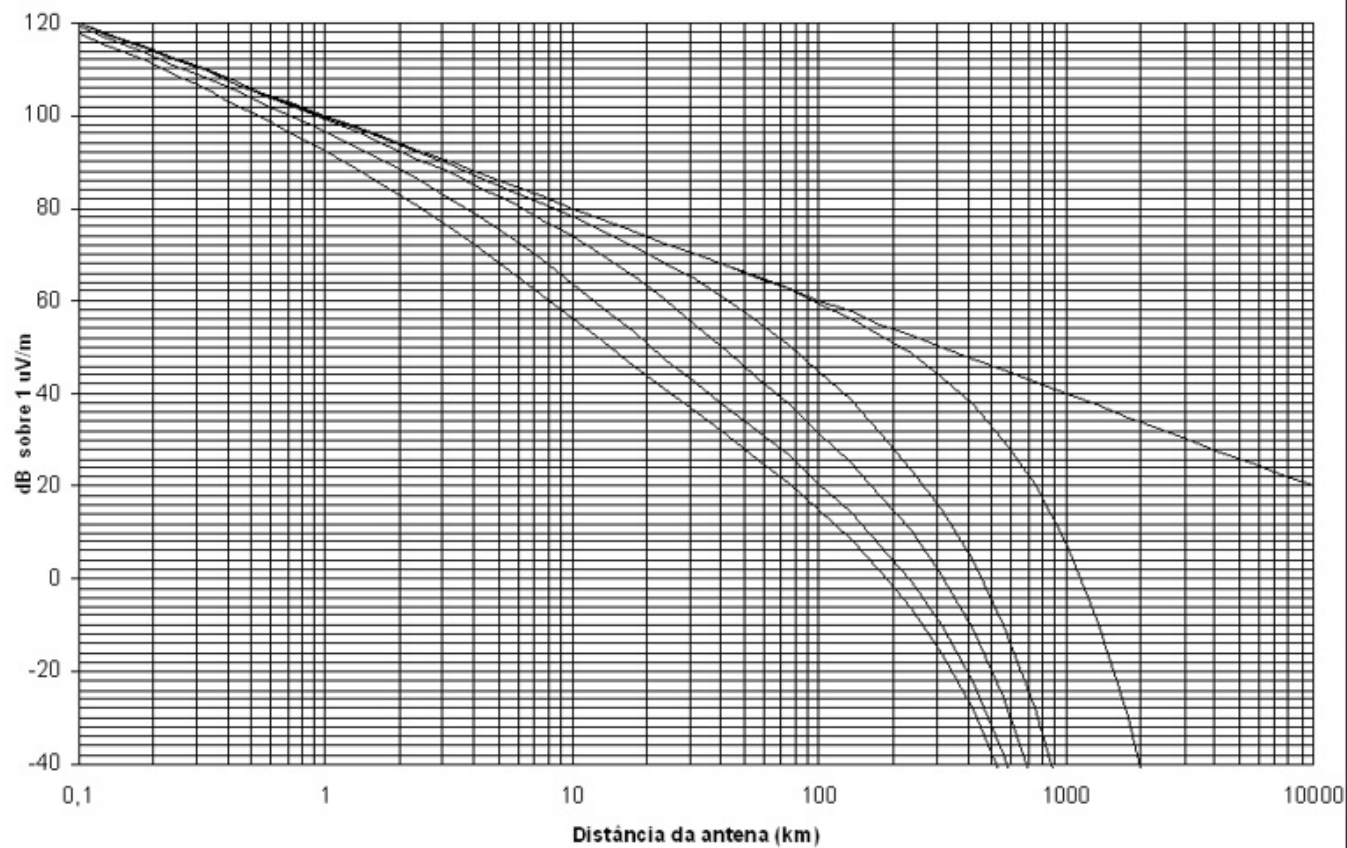
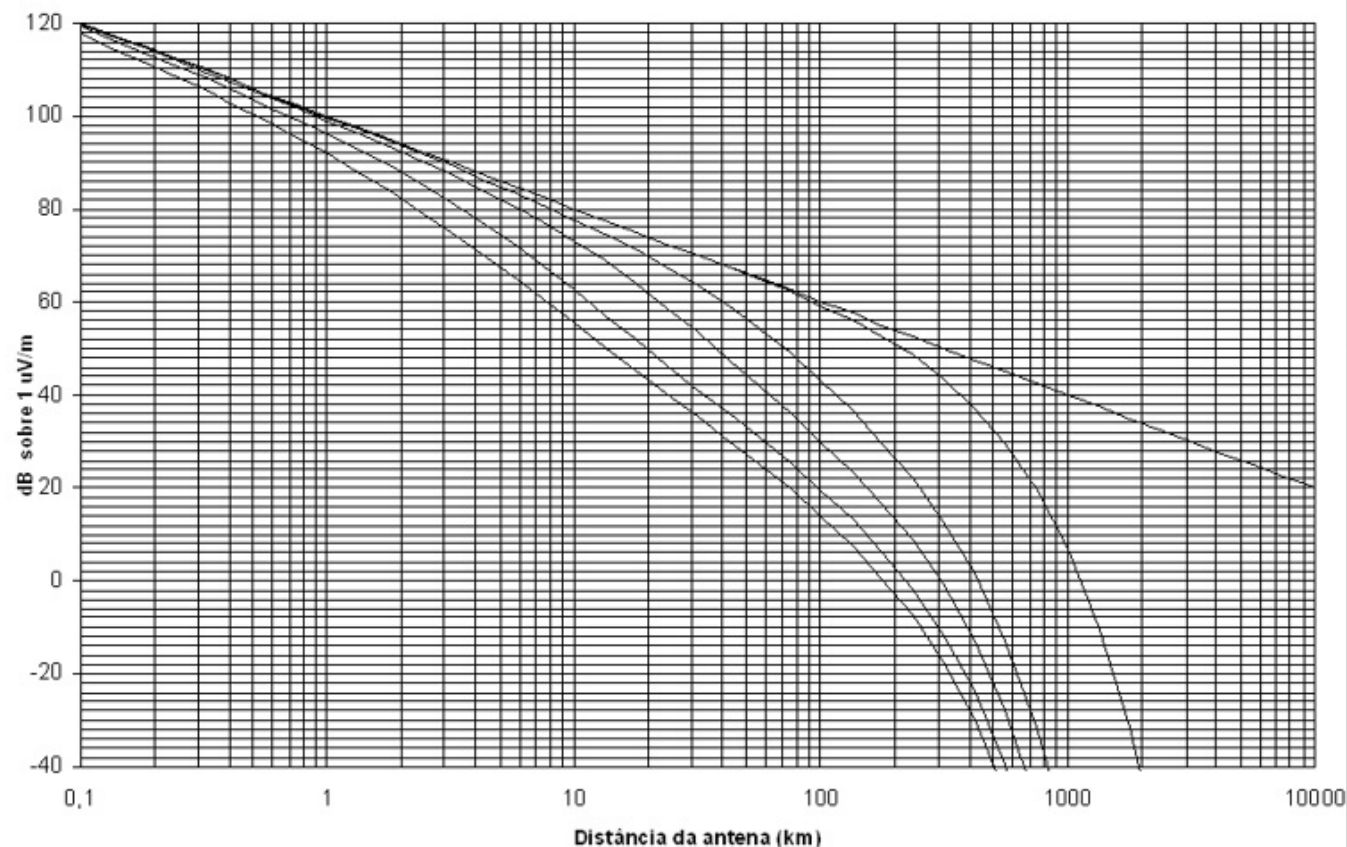
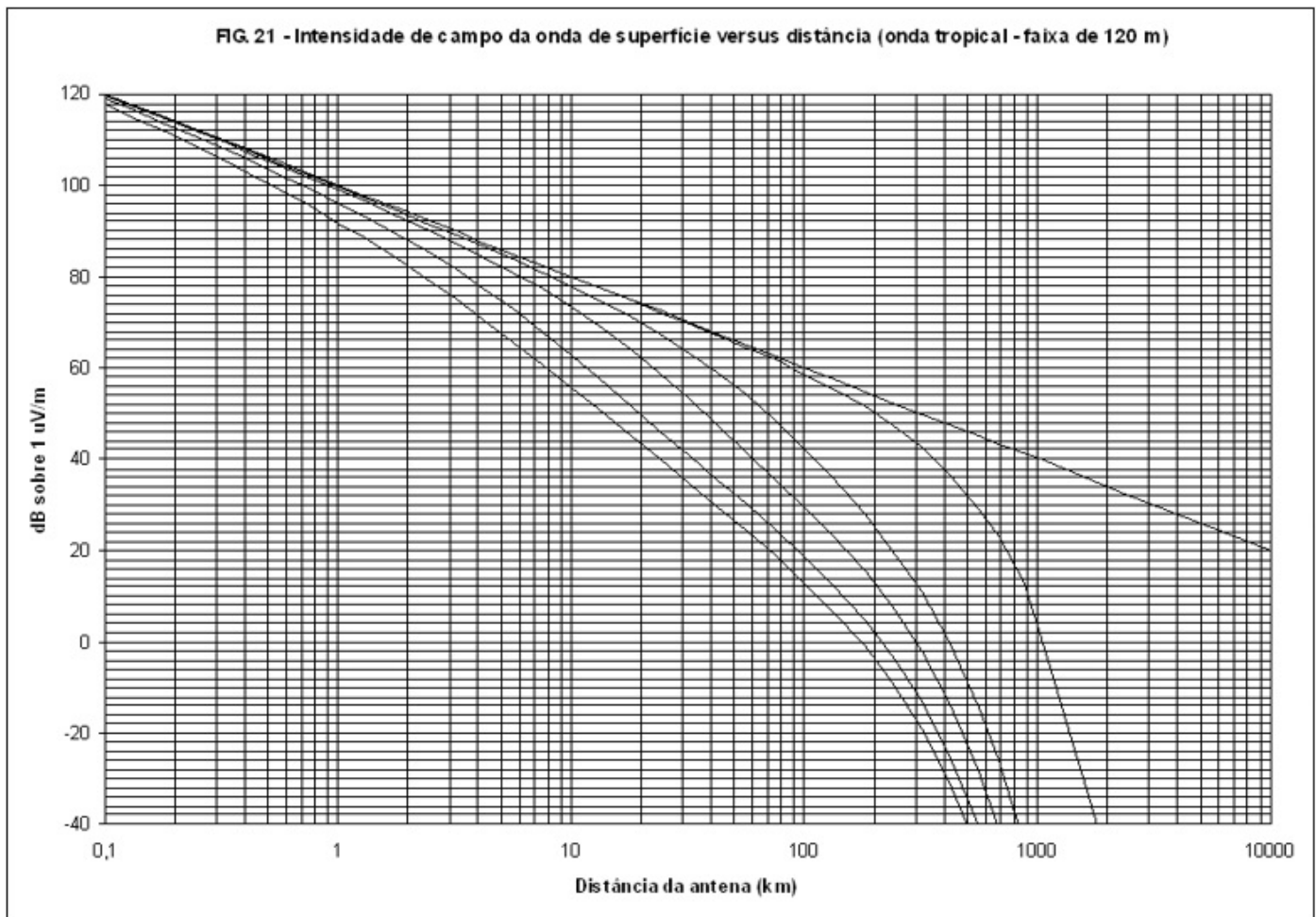


FIG. 20 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância





ANEXO 03

ANTENAS PARAN

1. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

A antena PARAN (Perimeter Current Antenna) é um sistema constituído por quatro monopolos curtos com carga de topo. A necessidade de carga de topo decorre da baixa eficiência de um monopolo curto (da ordem de 50% ou até menos). Busca-se, com a carga de topo, tornar uniforme a distribuição de corrente no monopolo, a qual, de outro modo, seria senoidal. Teoricamente, para que a distribuição de corrente no monopolo curto se tornasse uniforme, seria necessária uma carga de topo de dimensões muito grandes; na prática - e isto é feito na PARAN - esta dificuldade é contornada através do uso de uma bobina em série com uma carga de topo. Como, para a sustentação dos condutores dessa carga de topo, são necessárias outras torres (monopolos), o efeito das resistências mútuas é aproveitado para um novo aumento da resistência de radiação do sistema e, conseqüentemente, de sua eficiência.

A alimentação da PARAN é feita em uma das torres e daí levada às outras três através dos condutores periféricos da carga de topo.

O diagrama de radiação de uma PARAN é praticamente onidirecional no plano horizontal. Além disso, a radiação da carga de topo da PARAN pode ser desprezada na prática, pois, devido à pequena altura das torres que a formam, há um virtual cancelamento do que é radiado com a carga de topo e com sua imagem. Assim, basta considerar a radiação das torres verticais.

2. PLANO DE TERRA

Tipicamente, o plano de terra da PARAN é constituído por 120 condutores radiais originados no centro do sistema, com comprimento igual a pelo menos duas vezes a altura de cada torre.

3. CAMPO CARACTERÍSTICO

Para efeito de projeto de instalação, o campo característico da PARAN será obtido na TABELA 1.

TABELA 1

ALTURA (graus)	CAMPO CARACTERÍSTICO (mV/m)
20	287
23	291
25	293
28	295
30	297

Para efeito de cálculo de viabilidade técnica devem ser usados o campo característico e o diagrama de radiação do monopolo vertical equivalente ($l = 0,25 \lambda$), isto é, aquele monopolo cujo campo característico, é igual ao da PARAN, pela TABELA 1.

Assim, uma PARAN com $H=25^\circ$ terá como monopolo equivalente aquele com $H=57,6^\circ = 0,16 \lambda$.

A altura dos elementos da PARAN deve situar-se entre os limites de 20° e 30° elétricos. A separação entre eles deve ser igual à altura das torres.

A antena PARAN não poderá ser utilizada para potências superiores a 10 kW.

4. APLICAÇÃO DO SISTEMA PARAN

Nos casos em que a configuração da PARAN difira do especificado neste Anexo, deverão ser apresentadas, na proposta, uma justificativa técnica e, após a instalação, medidas experimentais que comprovem a possibilidade de seu uso.

Devido à necessidade de se conhecer melhor a antena PARAN, por ocasião do pedido de vistoria da instalação deverão ser apresentados os resultados da medição experimental do Campo Característico e da impedância própria da antena. Deverão também ser informadas as dimensões da seção reta das torres.

ANEXO 04

SISTEMAS RADIANTES DIRETIVOS

1. INTRODUÇÃO

Neste anexo, apresenta-se o método empregado para o cálculo da intensidade de campo elétrico produzido por um sistema radiante diretivo com ou sem elementos parasitas em uma determinada direção. As seguintes condições foram admitidas:

- distribuição senoidal das correntes nos elementos
- elementos alimentados na base, quando ativo
- distância grande em relação às dimensões do sistema de antenas

2. DETERMINAÇÃO DE VALORES E CONSTANTES

2.1. Valor eficaz da radiação

O valor eficaz da radiação, $e(q)$, correspondendo a um ângulo de elevação q especificado, é dado por:

$$e(\theta) = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N F_i f_i(\theta) F_j f_j(\theta) \cos \psi_{ij} J_0(S_{ij} \cos \theta) \right]^{1/2}, \quad (1)$$

onde:

$e(\theta)$ = valor eficaz da radiação

i = i-ésimo elemento

j = j-ésimo elemento

n = número de elementos do sistema

F_i = relação entre as intensidades de campo elétrico teóricas produzidas pelo i-ésimo elemento do sistema e pelo elemento de referência

K_i = relação entre as magnitudes das correntes nas bases do i-ésimo elemento do sistema e do elemento de referência

A razão entre F_i e K_i é dada pela razão entre os fatores de forma do i-ésimo elemento e do elemento de referência ($i=1$), ou seja:

$$\frac{F_i}{K_i} = \left(\frac{1 - \cos H_i}{\sin H_i} \right) \left(\frac{\sin H_i}{1 - \cos H_i} \right) \text{ em se tratando de elementos iguais } F_i = K_i$$

$f_i(\theta)$ = relação entre os campos radiados nos planos vertical e horizontal pelo i-ésimo elemento, com um ângulo de elevação θ

$$f_i(\theta) = \frac{\cos(H_i \sin \theta) - \cos H_i}{(1 - \cos H_i) \cos \theta}, \quad (2)$$

H_i = altura elétrica do i-ésimo elemento, em graus

θ_{ij} = diferença entre os ângulos de fase das correntes nos i-ésimo e j-ésimo elementos do sistema

S_{ij} = espaçamento angular entre os i-ésimo e j-ésimo elementos do sistema

$J_0(S_{ij} \cos \theta)$ = função de Bessel de primeira espécie e ordem zero do espaçamento aparente entre os i-ésimo e j-ésimo elementos. Na eq. (1), S_{ij} é expresso em radianos. Quando são utilizadas funções de Bessel tabeladas, que fornecem o argumento em graus, os valores de S_{ij} devem ser expressos em graus.

Para o caso de sistema radiantes diretivos constituídos de dois elementos iguais a eq. (1) reduz-se a:

$$e(\theta) = f(\theta) \left[1 + k_2^2 + 2k_2 \cos \psi_2 J_0(S_2 \cos \theta) \right]^{1/2}, \quad (3)$$

Onde:

k_2 = relação entre as magnitudes das correntes que alimentam os elementos. k_2 é igual a F_2 quando as duas torres forem iguais

2.2. Valor eficaz da radiação em um hemisfério

O valor eficaz da radiação, e_h , em um hemisfério, pode ser obtido integrando-se $E(\theta)$ em todo o hemisfério:

$$e_h = \left[\int_0^{\pi/2} e^2(\theta) \cos \theta d\theta \right]^{1/2}, \quad (4)$$

Esta integração pode ser efetuada utilizando-se o método de aproximação trapezoidal:

$$e_h = \left\{ \frac{\pi \Delta}{180} \left[\frac{e^2(0)}{2} + \sum_{n=1}^L e^2(n\Delta) \cos n\Delta \right] \right\}^{1/2}, \quad (5)$$

Onde:

e_h = valor eficaz da radiação em um hemisfério

D = intervalo entre os pontos de amostragem igualmente espaçados, nos distintos ângulos de elevação Δ (graus)

n = número inteiro variando de 1 a L tal que $\Delta = nD$ (graus)

L = número de intervalos menos 1. $(L = \frac{90}{\Delta} - 1)$

$e(0)$ e $e(n\Delta)$ = valor eficaz da radiação, eq. (1), onde $q = 0$ e $q = nD$, respectivamente

2.3. Constante de multiplicação K

O fator de multiplicação K, na ausência de perdas, a 1 km, é calculado integrando o fluxo de potência em um hemisfério, obtendo uma intensidade de campo eficaz. O resultado é comparado com o caso em que a potência é radiada uniformemente em todas as direções do hemisfério. Assim:

$$K = \frac{e_s \sqrt{P}}{e_h} \quad , \quad (6)$$

Onde:

K = constante de multiplicação na ausência de perdas (mV/m)

e_s = nível de referência para radiação uniforme sobre um hemisfério

$$e_s = \left[\frac{120\pi \times 10^3 \times P}{2\pi r^2} \right]^{1/2} \times 10^3 \text{ mV/m}$$

Para $P = 1 \text{ kW}$ e $r = 1 \text{ km}$, e_s é igual a 244,95 mV/m

P = potência de entrada da antena (kW)

e_h = valor eficaz da radiação em um hemisfério (eq. 5)

2.4. Relação entre a intensidade de campo elétrico e a corrente na antena

A intensidade de campo elétrico resultante de uma corrente que atravessa um elemento de antena vertical é dada por:

$$e = \frac{\eta_0 I_m [\cos(H \sin \theta) - \cos H]}{2\pi r \cos \theta} \times 10^3 \quad , \quad (7)$$

Onde:

e = intensidade de campo elétrico (mV/m)

η_0 = impedância intrínseca do espaço livre ($\eta_0 = 377 \text{ ohms}$).

I_m = valor máximo da corrente em uma distribuição senoidal (Ampères). A corrente na base será inferior a I_m se a altura elétrica do elemento for inferior a 90°

H = altura elétrica do elemento (graus)

r = distância a partir da antena (graus)

θ = ângulo de elevação (graus)

A 1 km da antena e no Plano horizontal ($\theta = 0^\circ$), tem-se:

$$e = \frac{120\pi I_m (1 - \cos H)}{2\pi(1000)} \times 10^3 \quad , \quad (8a)$$

Ou

$$I_m = \frac{e}{60(1 - \cos H)} \quad , \quad (8b)$$

2.5. Determinação da corrente máxima na ausência de perdas

A corrente máxima no i-ésimo elemento de um sistema diretivo constituído de torres de seção transversal uniforme, na ausência de perdas, é dada por:

$$I_{mi} = \frac{k F_i}{60(1 - \cos H_i)} \quad , \quad (9)$$

Onde:

I_{mi} = corrente máxima no i-ésimo elemento (Ampères)

K = constante de multiplicação na ausência de perdas (eq. 6)

F_i = relação entre as intensidades de campo elétrico teórico produzido pelo i-ésimo elemento do sistema e pelo elemento de referência

H_i = altura elétrica do i-ésimo elemento (graus)

A corrente na base do i-ésimo elemento, I_{bi} , é dada por:

$$I_{bi} = I_{mi} \text{ Sen } H_i, \quad (10)$$

A corrente I_{bi} deverá ser usada em substituição a I_{mi} , se a altura elétrica do elemento for inferior a 90°.

2.6. Perda de potência em um sistema de antenas

A energia é perdida em um sistema diretivo de antenas de vários modos: na terra, por acoplamento, etc. Para considerar todas as perdas, supõe-se que a resistência de perda do sistema se insere no ponto que corresponde à corrente máxima. A perda de potência fica:

$$P_p = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^n R_i I_i^2, \quad (11)$$

Onde:

P_p = Perda total de potência (kW)

n = número de elementos do sistema

R_i = resistência de perda para a i-ésima torre, em ohms. A menos que seja indicado o contrário, adota-se para R_i o valor de 1 ohm. Em nenhum caso, R_i será superior a um valor tal que K_r (ver item 2.7 deste Anexo) difira do valor calculado para uma resistência de 1 ohm em mais de 10%

I_i = corrente máxima (eq. 9) ou corrente na base (eq. 10) para a i-ésima torre

2.7. Determinação da constante de multiplicação corrigida

O fator de multiplicação, K_p , em mV/m, que determina o tamanho do diagrama, levando em conta a perda de potência no sistema, é dado por:

$$K_p = K \left(\frac{P}{P + P_p} \right)^{1/2}, \quad (12)$$

onde:

K_p = constante de multiplicação corrigida (mV/m)

K = constante de multiplicação na ausência de perda (eq. 6)

P = potência de entrada do sistema (kW)

P_p = perda total de potência (eq. 11)

3. CÁLCULO DO DIAGRAMA DE RADIAÇÃO DE SISTEMAS DIRETIVOS

O diagrama teórico de radiação de sistemas diretivos é calculado utilizando a seguinte equação que soma os campos de cada elemento do sistema:

$$e_T(\phi, \theta) = \left| K_r \sum_{i=1}^n F_i f_i(\theta) \psi_i + S_i \cos \theta \cos(\phi - \phi_i) \right|, \quad (13)$$

onde:

$e_T(\phi, \theta)$ = valor teórico da intensidade de campo inversa da distância a 1 km, para valores dados do azimuth e do ângulo de elevação (mV/m)

K_p = constante de multiplicação corrigida (eq. 12)

n = número de elementos do sistema

i = i-ésimo elemento do sistema

F_i = relação entre as intensidades de campo teóricas produzidas pelo i-ésimo elemento do sistema e pelo elemento de referência

θ = ângulo de elevação vertical, medido a partir do plano horizontal (graus)

$f_i(\theta)$ = relação entre os campos radiados nos planos vertical e horizontal pelo i-ésimo elemento, a um ângulo de elevação θ

ϕ_i = ângulo de fase elétrica da corrente devida ao i-ésimo elemento e com relação ao elemento de referência (graus)

S_i = espaçamento elétrico do i-ésimo elemento ao elemento de referência (graus)

Φ_i = orientação, com relação ao Norte Verdadeiro, do i-ésimo elemento, a partir do elemento de referência (graus)

Φ = azimute, com relação ao Norte Verdadeiro (graus)

A equação (13), no caso de sistemas radiantes diretivos constituídos de dois elementos iguais, assume a forma mais simples:

$$e_i(\phi, \theta) = K_i |f(\theta)| \sqrt{1 + K_i^2 + 2K_i \cos \alpha(\phi, \theta)}, \quad (14)$$

onde:

$$\alpha(\Phi, \theta) = \psi_2 + S_2 \cos \theta \cos (\Phi_2 - \theta)$$

O Cálculo do diagrama de radiação horizontal é realizado tomando-se $\theta = 0^\circ$, quando, então:

$$|f(\theta)| = 1 \text{ e } \alpha(\Phi) = \psi_2 + S_2 \cos (\Phi_2 - \Phi)$$

4. SISTEMAS RADIANTES DIRETIVOS UTILIZANDO ELEMENTO PARASITA

A sistemática apresentada visa complementar o assunto relativo a sistemas radiantes diretivos quando da utilização de elemento parasita, detalhando como os mesmos deverão ser calculados no caso particular de dois elementos, assim como estabelecer o procedimento a ser adotado para a dessintonia de torres.

4.1 - Descrição do sistema

Um sistema diretivo utilizando elemento parasita possui basicamente a mesma configuração de base e um plano de terra idêntico ao de um sistema convencional. A principal diferença é a inexistência de conexão direta entre o transmissor e os elementos parasitas (ou passivos), que são aterrados através de reatâncias em série com suas bases. Os elementos parasitas são indiretamente excitados devido ao acoplamento do campo próximo gerado pelos elementos ativos, reradiando a energia que foi absorvida.

4.2 - Ganho do sistema radiante diretivo com elemento parasita

A equação (14), no caso de sistemas radiantes diretivos constituídos de dois elementos quaisquer, transforma-se em:

$$e_i(\phi, \theta) = K_i f_i(\theta) \sqrt{1 + K_i^2 \eta_i^2(\theta) + 2K_i \eta_i(\theta) \cos \alpha(\phi, \theta)}, \quad (15)$$

onde:

$$\eta_i(\theta) = \frac{\sin H_1 [\cos(H_1 \sin \theta) - \cos H_1]}{\sin H_i [\cos(H_i \sin \theta) - \cos H_i]}, \quad (16)$$

$$\alpha(\phi, \theta) = \psi_2 + S_2 \cos \theta \cos (\phi_2 - \phi)$$

O ganho do sistema radiante é dado pela razão entre o valor da intensidade de campo e $e_T(\Phi, \theta)$ e o valor da intensidade de campo inversa da distância, no plano horizontal, a 1 km do elemento de referência isolado, e_0 , alimentado com a mesma potência e entregue no sistema diretivo.

$$G(\phi, \theta) = \frac{e_i(\phi, \theta)}{e_0}, \quad (17)$$

onde:

$$e_0 = \frac{60 H_1 (1 - \cos H_1)}{\sin H_1} \text{ mV/m}, \quad (18)$$

P_{op} = perda de potência do elemento de referência isolado, dada pela expressão (11), para $i = 1$

I_{b1} = corrente de base do elemento de referência

Pode-se demonstrar que:

$$\frac{K_i}{e_0} = \sqrt{\frac{P}{P + P_p}} \sqrt{\frac{R_{11}}{R_1}}, \quad (19)$$

onde:

P_p = perda de potência total do diretivo, dada pela expressão (11)

R_{11} = resistência própria do elemento 1, tomado como referência, em ohms, obtida da seguinte expressão:

$$R_{11} = 15 \left\{ 2 \left[0,5772 + \ln 2mG - Ci2mG \right] + \cos 2mG \right. \\ \left. \left[0,5772 + \ln mG + Ci4mG - 2Ci2mG \right] + \sin 2mG \right. \\ \left. \left[Si4mG - 2Si2mG \right] \right\} \quad (\text{no ventre}) \quad (20)$$

$$R_{11}(\text{base}) = \frac{R_{11}(\text{ventre})}{\sin^2 H}$$

onde:

G = altura da antena, em graus elétricos

$$m = \frac{\pi}{180}$$

Si = função seno integral

Ci = função coseno integral

R_1 = resistência de entrada do elemento 1, na presença de outros elementos do sistema diretivo, em ohms

O ganho do sistema diretivo de duas torres é dado por:

$$G(\phi, \theta) = \sqrt{\frac{P}{P + P_p}} \sqrt{\frac{1 + K_1^2 \eta_1^2(\theta) + 2K_2 \eta_2(\theta) \cos \alpha(\phi, \theta)}{1 + \frac{R_{22}}{R_{11}} K_2^2 + 2K_2 \left(\frac{R_{12}}{R_{11}} \right) \cos \psi_2}} f_1(\theta) \quad (\text{na base}) \quad (21)$$

onde:

R_{12} = resistência mútua entre as torres 1 e 2, em ohms, que poderá ser obtida através da expressão (22)

OBS.: o valor do módulo da impedância mútua deverá ser dividido por $\sin^2 H^\circ$, de modo a se obter este valor referido à base da torre.

$$R_{12} = \frac{15}{\sin G_1 \sin G_2} \left\{ \cos(G_2 - G_1) [Ciu_1 - Ciu_0 + Civ_1 - Civ_0 + 2Ciy_0 - Ciy_1 - Cis_1] + \right. \\ \sin(G_2 - G_1) [Siw_1 - Siu_0 + Siv_0 - Siv_1 - Siy_1 + Sis_1] + \cos(G_2 + G_1) \\ [Ciw_1 - Civ_0 + Cix_1 - Ciu_0 + 2Ciy_0 - Ciy_1 - Cis_1] + \sin(G_2 + G_1) \\ \left. [Siw_1 - Siv_0 + Siu_0 - Six_1 - Siy_1 + Sis_1] \right\} \quad (22)$$

A reatância mútua poderá ser obtida através da expressão (10) (em ohms):

$$X_{12} = \frac{15}{\sin G_1 \sin G_2} \left\{ \cos(G_2 - G_1) [Siw_0 - Siu_1 + Siv_0 - Siv_1 + Siy_1 - 2Siy_0 + Sis_1] + \right. \\ \sin(G_2 - G_1) [Ciu_1 - Ciu_0 + Civ_0 - Civ_1 - Ciy_1 + Cis_1] + \\ \cos(G_2 + G_1) [Siv_0 - Siw_1 + Siu_0 - Six_1 + Siy_1 - 2Siy_0 + Sis_1] + \\ \left. \sin(G_2 + G_1) [Ciw_1 - Civ_0 + Ciu_0 - Cix_1 - Ciy_1 + Cis_1] \right\} \quad (23)$$

onde:

G_1 = altura da antena nº 1, em radianos

G_2 = altura da antena nº 2, em radianos

Si = função seno integral

Ci = função coseno integral

S = espaçamento entre as antenas em radianos

$$\begin{aligned}
u_0 &= \sqrt{S^2 + G_1^2} - G_1, \text{ em radianos} \\
u_1 &= \sqrt{S^2 + (G_2 - G_1)^2} + G_2 - G_1, \text{ em radianos} \\
v_0 &= \sqrt{S^2 + G_1^2} + G_1, \text{ em radianos} \\
v_1 &= \sqrt{S^2 + (G_2 - G_1)^2} - G_2 + G_1, \text{ em radianos} \\
w_0 &= v_0, \text{ em radianos} \\
w_1 &= \sqrt{S^2 + (G_2 + G_1)^2} + G_2 + G_1, \text{ em radianos} \\
x_0 &= u_0, \text{ em radianos} \\
x_1 &= \sqrt{S^2 + (G_2 + G_1)^2} - G_2 - G_1, \text{ em radianos} \\
y_0 &= S \\
y_1 &= \sqrt{S^2 + G_2^2} + G_2, \text{ em radianos} \\
S_0 &= y_0 = S \\
s_1 &= \sqrt{S^2 + G_2^2} - G_2, \text{ em radianos}
\end{aligned}$$

O cálculo do ganho do sistema radiante diretivo com elemento parasita será efetuado através da aplicação da expressão (21), considerando-se como elemento de referência a torre alimentada (torre 1) e o elemento parasita como torre 2, onde os termos são:

$$K_2 = | Z_{12} / (Z_{22} + jX_s) |, \quad (24)$$

$$K_2 = 180^\circ + Z_{12} - jX_{22}, \quad (25)$$

(26) Z_{12} = fase da impedância mútua entre os elementos 1 (alimentado) e 2 (parasita), em graus = $\arctg (X_{12} / R_{12})$,

(X_s) jX_{22} = fase da impedância própria do elemento 2 (parasita), considerando a influência da reatância de sintonia

$$= \arctg [(X_{22} + X_s) / R_{22}], \quad (27)$$

X_s = reatância de sintonia, conectada em série com a base do elemento 2 (parasita).

$$= R_{22} \operatorname{tg} Z_{22} - X_{22}$$

4.3 - PROCEDIMENTOS A SEREM OBSERVADOS

4.3.1 - Altura equivalente

O ganho do sistema deverá ser calculado considerando uma altura equivalente para cada elemento, cujo valor é obtido na TABELA 1.

TABELA 1

ALTURA REAL (GRAUS)	ALTURA EQUIVALENTE (GRAUS)	ALTURA REAL (GRAUS)	ALTURA EQUIVALENTE (GRAUS)
50	54,00	140	156,40
55	59,30	145	-
60	64,20	150	200,64
65	71,30	155	202,30
70	77,40	160	205,20
75	83,50	165	208,10
80	89,50	170	211,55
85	96,40	175	215,15
90	103,00	180	218,30

95	109,20	185	222,00
100	114,90	190	225,30
105	122,80	195	229,40
110	129,30	200	232,80
115	136,10	205	236,50
120	141,20	210	241,00
125	146,30	215	245,50
130	150,60	220	252,00
135	153,60		

A TABELA 1 foi determinada do seguinte modo:

Partindo-se da altura física da torre, obteve-se sua resistência de entrada. Determinou-se, então, a altura teórica, de tal modo que o valor da resistência própria associado fosse igual ao da resistência de entrada obtida anteriormente. Este valor de altura teórica foi definido como altura equivalente da torre.

4.3.2 - Dessintonia de torres

Os casos de utilização de sistemas radiantes diretivos com diagrama onidirecional em um período de operação e diretivo em outro, bem como os casos de proximidade do sistema radiante de estruturas metálicas aterradas (as antenas devem distar de, pelo menos, 3 comprimentos de onda de estruturas metálicas aterradas com altura superior a: $0,125 \lambda$ para antenas com $h > 0,25 \lambda$ ou $0,5 h$ para antenas com $h < 0,25 \lambda$), deverão ser tratados como um caso particular de sistema radiante diretivo utilizando elemento parasita.

4.3.2.1 - Sistemas radiantes ONI/DIR

Nesses casos, deverá ser procedida a dessintonia de um dos elementos do sistema.

Para isso, deverá ser dimensionada a reatância X_s , a ser conectada em série com a base do elemento a ser dessintonizado. Tal reatância deverá ser suficientemente grande para que a presença desse elemento acarrete um ganho do sistema radiante não superior a +2 dB e um ganho mínimo não inferior a -2 dB.

4.3.2.2 - Proximidade de estruturas metálicas

Nesses casos, deverá ser calculado o diagrama de radiação considerando-se a estrutura metálica como elemento parasita, com $X_s = 0$. Se, nesta consideração, a variação do diagrama de radiação original for superior a ± 2 dB, o sistema radiante não poderá ser instalado, a menos que seja colocada uma reatância X_s , em série com a estrutura metálica, dimensionada de modo a assegurar que a deformação do diagrama fique dentro de ± 2 dB.

ANEXO 05

MÉTODO DAS DISTÂNCIAS EQUIVALENTES

Quando o sinal da onda terrestre se propaga através de um percurso no qual o solo apresenta condutividade diferente em cada trecho, a intensidade de campo da onda terrestre pode ser calculada, desde que sejam conhecidos os diferentes valores da condutividade e o local das descontinuidades, por meio do método das distâncias equivalentes. Este método consiste em substituir a região existente, que é formada de trechos com condutividades diferentes, por um só trecho, cuja condutividade é igual à do ponto final onde se deseja determinar o valor da intensidade de campo. Para efetuar esta substituição, a distância real em cada trecho é também substituída por uma distância equivalente.

Para aplicar o método, proceder da seguinte forma:

a) considerar primeiro a região onde se encontra a emissora, com condutividade de solo de valor σ_1 ; calcular, pelo método normal, a intensidade de campo, na distância correspondente ao ponto em que a onda terrestre atravessa o limite da região de condutividade σ_1 para uma região adjacente de condutividade σ_2 ;

b) como a intensidade de campo varia continuamente através das descontinuidades de solo, o seu valor imediatamente após o limite entre as regiões é o mesmo valor calculado em (a); supor que todo o percurso entre este ponto e

a emissora tivesse condutividade igual a σ_2 ; com esta suposição, calcular, pelo método normal, qual a distância equivalente a que deveria estar uma emissora fictícia, de mesma potência, para produzir, neste mesmo ponto, um sinal com intensidade de campo igual à calculada em (a);

c) utilizando esta distância equivalente em solo com condutividade uniforme de valor σ_2 , pode ser calculada a intensidade de campo em qualquer outro ponto mais distante da emissora, somando-se à distância equivalente a distância deste novo ponto até o local onde a onda atravessou a descontinuidade de condutividade do solo;

d) para trechos sucessivos com condutividades diferentes, repetir o procedimento acima para cada ponto de descontinuidade.

ANEXO 06

ÂNGULO DE ELEVAÇÃO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA

DISTÂNCIA (km)	ÂNGULO DE ELEVAÇÃO (Graus) OM OT (120 m)	DISTÂNCIA (km)	ÂNGULO DE ELEVAÇÃO (Graus) OM OT (120 m)	DISTÂNCIA (km)	ÂNGULO DE ELEVAÇÃO (Graus) OM OT (120 m)
0	90,0 90,0	440	22,5 37,1	880	10,3 19,4
10	87,0 88,3	450	22,0 36,5	890	10,1 19,2
20	84,0 86,6	460	21,6 35,9	900	10,0 19,0
30	81,0 85,0	470	21,1 35,2	910	9,8 18,7
40	78,1 83,3	480	20,7 34,6	920	9,7 18,5
50	75,3 81,6	490	20,2 34,1	930	9,5 18,3
60	72,5 80,0	500	19,8 33,5	940	9,4 18,0
70	69,8 78,4	510	19,4 32,9	950	9,3 17,8
80	67,2 76,8	520	19,0 32,4	960	9,1 17,6
90	64,6 75,2	530	18,7 31,9	970	9,0 17,4
100	62,2 73,6	540	18,3 31,4	980	8,8 17,2
110	59,9 72,1	550	18,0 30,9	990	8,7 17,0
120	57,7 70,6	560	17,6 30,4	1000	8,6 16,8
130	55,5 69,1	570	17,3 29,9	1050	8,0 15,8
140	53,5 67,6	580	17,0 29,5	1100	7,4 14,9
150	51,6 66,2	590	16,7 29,0	1150	6,9 14,1
160	49,8 64,8	600	16,4 28,6	1200	6,4 13,3
170	48,0 63,4	610	16,1 28,1	1250	5,9 12,6
180	46,4 62,1	620	15,8 27,7	1300	5,4 11,9
190	44,8 60,7	630	15,5 27,3	1350	5,0 11,3
200	43,3 59,5	640	15,2 26,9	1400	4,6 10,7
210	41,9 58,2	650	15,0 26,5	1450	4,3 10,1
220	40,5 57,0	660	14,7 26,1	1500	3,9 9,6
230	39,3 55,8	670	14,4 25,8	1550	3,5 9,1
240	38,1 54,7	680	14,2 25,4	1600	3,2 8,6
250	36,9 53,5	690	14,0 25,0	1650	2,9 8,1
260	35,8 52,4	700	13,7 24,7	1700	2,6 7,6

270	34,7 51,4	710	13,5 24,3	1750	2,3 7,2
280	33,7 50,3	720	13,3 24,0	1800	2,0 6,8
290	32,8 49,3	730	13,1 23,7	1850	1,7 6,4
300	31,9 48,3	740	12,8 23,3	1900	1,5 6,0
310	31,0 47,4	750	12,6 23,0	1950	1,2 5,6
320	30,2 46,5	760	12,4 22,7	2000	1,0 5,3
330	29,4 45,6	770	12,2 22,4	2100	0,5 4,6
340	28,6 44,7	780	12,0 22,1	2200	0,0 4,0
350	27,9 43,8	790	11,8 21,8	2300	0,0 3,3
360	27,2 43,0	800	11,7 21,5	2400	0,0 2,8
370	26,5 42,2	810	11,5 21,3	2500	0,0 2,2
380	25,9 41,4	820	11,3 21,0	2600	0,0 1,7
390	25,3 40,6	830	11,1 20,7	2700	0,0 1,2
400	24,7 39,9	840	11,0 20,4	2800	0,0 0,7
410	24,1 39,2	850	10,8 20,2	2900	0,0 0,2
420	23,6 38,5	860	10,6 19,9	3000	0,0 0,0
430	23,0 37,8	870	10,5 19,7	3100	0,0 0,0

ANEXO 07**VALORES DE $f(\theta)$ PARA MONOPOLOS VERTICAIS**

ÂNGULO DE ELEVAÇÃO (graus)	$f(\theta)$											
	0,11 λ	0,13 λ	0,15 λ	0,17 λ	0,19 λ	0,21 λ	0,23 λ	0,25 λ	0,27 λ	0,29 λ	0,31 λ	0,35 λ
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999
3	0,999	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,997
4	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,996	0,996	0,996	0,996	0,995
5	0,996	0,996	0,996	0,995	0,995	0,995	0,995	0,994	0,994	0,994	0,993	0,992
6	0,994	0,994	0,994	0,993	0,993	0,993	0,992	0,992	0,991	0,991	0,990	0,989
7	0,992	0,992	0,991	0,991	0,991	0,990	0,990	0,989	0,988	0,988	0,987	0,985
8	0,989	0,989	0,989	0,988	0,998	0,987	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983	0,980
9	0,987	0,986	0,986	0,985	0,985	0,984	0,983	0,982	0,981	0,980	0,978	0,975
10	0,984	0,983	0,983	0,982	0,981	0,980	0,979	0,978	0,977	0,975	0,973	0,969
11	0,980	0,980	0,979	0,978	0,977	0,976	0,975	0,973	0,972	0,970	0,968	0,963
12	0,976	0,976	0,975	0,974	0,973	0,971	0,970	0,968	0,966	0,964	0,962	0,956

13	0,972	0,972	0,971	0,969	0,968	0,967	0,965	0,963	0,961	0,958	0,955	0,949
14	0,968	0,967	0,966	0,965	0,963	0,961	0,959	0,957	0,955	0,952	0,948	0,941
15	0,963	0,962	0,961	0,959	0,958	0,956	0,953	0,951	0,948	0,945	0,941	0,932
16	0,958	0,957	0,956	0,954	0,952	0,950	0,947	0,944	0,941	0,937	0,933	0,924
17	0,953	0,952	0,950	0,948	0,946	0,943	0,941	0,937	0,934	0,930	0,925	0,914
18	0,947	0,946	0,944	0,942	0,940	0,937	0,934	0,930	0,926	0,921	0,916	0,904
19	0,941	0,940	0,938	0,935	0,933	0,930	0,926	0,922	0,918	0,913	0,907	0,894
20	0,935	0,933	0,931	0,929	0,926	0,922	0,919	0,914	0,909	0,904	0,898	0,883
22	0,922	0,920	0,917	0,914	0,911	0,907	0,902	0,897	0,891	0,885	0,877	0,861
24	0,907	0,905	0,902	0,898	0,894	0,890	0,885	0,879	0,872	0,865	0,856	0,837
26	0,892	0,889	0,885	0,882	0,877	0,872	0,866	0,859	0,852	0,843	0,833	0,811
28	0,875	0,872	0,868	0,864	0,858	0,852	0,846	0,838	0,830	0,820	0,809	0,785
30	0,857	0,854	0,849	0,844	0,839	0,832	0,825	0,816	0,807	0,797	0,784	0,758
32	0,838	0,834	0,830	0,824	0,818	0,811	0,803	0,794	0,784	0,772	0,759	0,729
34	0,819	0,814	0,809	0,803	0,796	0,789	0,780	0,770	0,759	0,747	0,732	0,701
36	0,798	0,793	0,788	0,781	0,774	0,766	0,756	0,746	0,734	0,721	0,705	0,671
38	0,776	0,771	0,765	0,758	0,751	0,742	0,732	0,720	0,708	0,694	0,677	0,642
40	0,753	0,748	0,742	0,735	0,726	0,717	0,706	0,695	0,681	0,667	0,649	0,612
42	0,730	0,724	0,718	0,710	0,702	0,692	0,681	0,668	0,654	0,639	0,621	0,582
44	0,705	0,700	0,693	0,685	0,676	0,666	0,654	0,641	0,627	0,611	0,593	0,552
46	0,680	0,674	0,667	0,659	0,650	0,639	0,628	0,614	0,600	0,583	0,564	0,523
48	0,654	0,648	0,641	0,633	0,623	0,612	0,600	0,587	0,572	0,555	0,536	0,494
50	0,628	0,621	0,614	0,606	0,596	0,585	0,573	0,559	0,544	0,527	0,507	0,465
52	0,600	0,594	0,587	0,578	0,568	0,557	0,545	0,531	0,516	0,498	0,479	0,436
54	0,572	0,566	0,559	0,550	0,540	0,529	0,517	0,503	0,487	0,470	0,451	0,408
56	0,544	0,537	0,530	0,521	0,512	0,501	0,488	0,474	0,459	0,442	0,423	0,381
58	0,515	0,508	0,501	0,493	0,483	0,472	0,460	0,446	0,431	0,414	0,395	0,354
60	0,485	0,479	0,472	0,463	0,454	0,443	0,431	0,418	0,403	0,387	0,368	0,328

ÂNGULO DE ELEVAÇÃO (GRAUS)	f (θ)					
	0,40λ	0,45λ	0,50λ	0,528λ	0,55λ	0,625λ
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

1	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999
2	0,998	0,998	0,998	0,997	0,997	0,995
3	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,989
4	0,994	0,992	0,990	0,989	0,988	0,981
5	0,991	0,988	0,985	0,983	0,981	0,970
6	0,986	0,983	0,979	0,975	0,972	0,957
7	0,982	0,977	0,971	0,967	0,962	0,941
8	0,976	0,970	0,962	0,957	0,951	0,924
9	0,970	0,963	0,953	0,945	0,938	0,904
10	0,963	0,954	0,942	0,933	0,924	0,882
11	0,955	0,945	0,930	0,919	0,909	0,859
12	0,947	0,934	0,917	0,905	0,893	0,834
13	0,938	0,923	0,903	0,889	0,875	0,807
14	0,929	0,912	0,889	0,872	0,857	0,778
15	0,918	0,899	0,873	0,855	0,837	0,748
16	0,908	0,886	0,857	0,836	0,816	0,717
17	0,897	0,873	0,840	0,817	0,795	0,684
18	0,885	0,859	0,823	0,797	0,772	0,651
19	0,873	0,844	0,804	0,776	0,749	0,617
20	0,860	0,828	0,785	0,755	0,726	0,582
22	0,833	0,796	0,746	0,710	0,677	0,510
24	0,805	0,763	0,705	0,665	0,626	0,436
26	0,776	0,728	0,663	0,618	0,574	0,363
28	0,745	0,692	0,621	0,570	0,522	0,290
30	0,714	0,655	0,577	0,522	0,470	0,219
32	0,682	0,619	0,534	0,475	0,419	0,151
34	0,649	0,582	0,492	0,428	0,369	0,086
36	0,617	0,545	0,450	0,383	0,321	0,025
38	0,584	0,509	0,409	0,340	0,275	-0,031
40	0,552	0,473	0,370	0,298	0,231	-0,083
42	0,519	0,438	0,332	0,258	0,190	-0,129
44	0,488	0,405	0,296	0,221	0,152	-0,170
46	0,457	0,372	0,262	0,187	0,117	-0,205
48	0,427	0,341	0,230	0,155	0,085	-0,235

50	0,397	0,311	0,201	0,126	0,056	-0,259
52	0,369	0,283	0,174	0,099	0,031	-0,278
54	0,341	0,257	0,149	0,076	0,009	-0,291
56	0,315	0,232	0,126	0,055	-0,010	-0,300
58	0,289	0,208	0,105	0,037	-0,026	-0,304
60	0,265	0,186	0,087	0,021	-0,039	-0,304
62				0,008	-0,049	-0,300
64				-0,003	-0,056	-0,292
66				-0,011	-0,062	-0,281
68				-0,017	-0,064	-0,267
70				-0,022	-0,065	-0,250
72				-0,025	-0,064	-0,231
74				-0,026	-0,061	-0,210
76				-0,026	-0,056	-0,188
78				-0,024	-0,051	-0,163
80				-0,022	-0,044	-0,138

Observação referente à Tabela acima:

O sinal (-) na Tabela significa somente a existência de um lobo secundário e uma inversão de fase no campo elétrico, em relação lobo principal, segundo o ângulo de elevação considerado. Para efeito de cálculo, deve-se desprezar o sinal (-), tomando-se o valor absoluto de $f(\theta)$ ali tabelado.

ANEXO 08

INTENSIDADE DE CAMPO DA ONDA IONOSFÉRICA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA (DE 0 A 9600 KM) PARA UMA INTENSIDADE DE CAMPO CARACTERÍSTICO DE 100 MV/M

DISTÂNCIA (km)	CAMPO dB μ 50%		DISTÂNCIA (km)	CAMPO dB μ 50%	
	OM	OT(120m)		OM	OT(120m)
100	45,06	34,89	5000	-6,67	-9,65
200	39,28	34,23	5200	-7,37	-11,16
400	35,13	33,10	5400	-8,04	-12,67
600	32,94	31,60	5600	-8,68	-14,19
800	30,73	29,83	5800	-9,29	-15,71
1000	28,14	27,85	6000	-9,88	-17,24

1200	25,25	25,73	6200	-10,43	-18,76
1400	22,08	23,53	6400	-10,97	-20,29
1600	18,66	21,29	6600	-11,48	-21,80
1800	15,28	19,04	6800	-11,97	-23,30
2000	12,34	16,81	7000	-12,44	-24,78
2200	10,05	14,63	7200	-12,90	-26,23
2400	8,13	12,51	7400	-13,33	-27,65
2600	6,16	10,46	7600	-13,75	-29,03
2800	4,58	8,48	7800	-14,15	-30,38
3000	3,11	6,58	8000	-14,54	-31,70
3200	1,78	4,74	8200	-14,92	-32,98
3400	0,57	2,98	8400	-15,28	-34,25
3600	-0,53	1,28	8600	-15,63	-35,52
3800	-1,59	-0,38	8800	-15,97	-36,82
4000	-2,52	-1,98	9000	-16,29	-38,18
4200	-3,46	-3,55	9200	-16,61	-39,65
4400	-4,33	-5,10	9400	-16,91	-41,29
4600	-5,15	-6,62	9600	-17,21	-43,16
4800	-5,93	-8,14	9800	-17,50	-

ANEXO 09**HORÁRIO PARA ALTERAÇÃO DE POTÊNCIA****HORÁRIO LIMITE DE SERVIÇO DIURNO DAS EMISSORAS DE RÁDIO DIFUSÃO SONORA EM ONDA MÉDIA (TEMPO LEGAL)**

Estado ou Distrito	Mês					
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
	I F	I F	I F	I F	I F	I F
ACRE	6:30 19:00	6:45 19:00	6:45 19:00	6:45 18:45	7:00 18:30	7:15 18:30
ALAGOAS	5:15 18:00	5:30 18:00	5:30 17:45	5:45 17:30	5:45 17:15	5:45 17:15
AMAPÁ	6:30 18:45	6:45 18:45	6:30 18:45	6:30 18:30	6:15 18:30	6:30 18:30
AMAZONAS	6:00 18:30	6:15 18:30	6:15 18:15	6:00 18:15	6:00 18:00	6:15 18:00
BAHIA	5:30 18:15	5:45 18:15	5:45 18:00	5:45 17:45	6:00 17:30	6:00 17:30

DISTRITO FEDERAL	5:45 18:45	6:00 18:45	6:15 18:30	6:15 18:00	6:30 17:45	6:30 17:45
CEARÁ	5:30 18:00	5:45 18:00	5:45 17:45	5:30 17:30	5:30 17:30	5:45 17:30
ESPÍRITO SANTO	5:15 18:30	5:30 18:15	5:45 18:00	6:00 17:30	6:00 17:15	6:15 17:15
FERNANDO DE NORONHA	6:15 18:30	6:15 18:30	6:15 18:30	6:15 18:15	6:15 18:00	6:15 18:00
GOIÁS	6:00 19:00	6:15 18:45	6:15 18:30	6:30 18:15	6:30 18:00	6:45 18:00
MARANHÃO	6:00 18:15	6:00 18:30	6:00 18:15	6:00 18:00	6:00 18:00	6:00 18:00
MATO GROSSO	5:15 18:15	5:30 18:15	5:45 18:00	5:45 17:30	6:00 17:15	6:00 17:15
MATO GROSSO DO SUL	5:15 18:15	5:30 18:15	5:45 18:00	5:45 17:30	6:00 17:15	6:00 17:15
MINAS GERAIS	5:30 18:45	5:45 18:30	6:00 18:15	6:00 17:45	6:15 17:30	6:30 17:30
PARÁ	6:30 18:45	6:30 18:45	6:30 18:45	6:30 18:30	6:30 18:30	6:30 18:30
PARAÍBA	5:30 17:45	5:30 17:45	5:30 17:45	5:30 17:30	5:30 17:15	5:30 17:30
PARANÁ	5:45 19:15	6:15 19:00	6:30 18:45	6:45 18:15	7:00 17:45	7:00 17:45
PERNAMBUCO	5:30 18:00	5:30 18:00	5:30 17:45	5:30 17:30	5:30 17:15	5:45 17:15
PIAUÍ	5:45 18:15	6:00 18:15	6:00 18:00	6:00 17:45	6:00 17:45	6:00 17:45
RIO DE JANEIRO	5:15 18:45	5:45 18:30	6:00 18:15	6:00 17:45	6:15 17:15	6:30 17:15
RIO GRANDE DO NORTE	5:15 17:45	5:30 17:45	5:30 17:30	5:30 17:30	5:30 17:15	5:30 17:15
RIO GRANDE DO SUL	5:45 19:30	6:15 19:15	6:30 18:45	7:00 18:00	7:15 17:45	7:30 17:45
RONDÔNIA	6:00 18:45	6:15 18:45	6:15 18:30	6:15 18:00	6:15 18:00	6:30 18:00
RORAIMA	6:15 18:15	6:15 18:15	6:15 18:15	6:00 18:15	6:00 18:15	6:00 18:15
SANTA CATARINA	5:45 19:15	6:15 19:00	6:15 18:45	6:45 18:00	7:00 17:45	7:00 17:30
SÃO PAULO	5:30 19:00	6:00 18:45	6:00 18:30	6:15 18:00	6:30 18:00	6:45 17:30
SERGIPE	5:15 18:00	5:30 18:00	5:30 17:45	5:45 17:30	5:45 17:15	5:45 17:15
TOCANTINS	6:00 18:45	6:15 18:45	6:15 18:30	6:15 18:15	6:15 18:00	6:30 18:00

I = Início da transmissão diurna.

F = Fim da transmissão diurna.

HORÁRIO LIMITE DE SERVIÇO DIURNO DAS EMISSORAS DE RADIODIFUSÃO SONORA EM ONDA MÉDIA (Tempo Legal)

Estado ou Distrito	Mês					
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	I F	I F	I F	I F	I F	I F
ACRE	7:00 18:30	6:45 18:45	6:30 18:30	6:15 18:30	6:15 18:45	6:15 19:00
ALAGOAS	5:45 17:15	5:30 17:15	5:15 17:30	5:00 17:30	5:00 17:30	5:00 17:45
AMAPÁ	6:30 18:45	6:30 18:45	6:15 18:30	6:15 18:15	6:15 18:15	6:15 18:30
AMAZONAS	6:15 18:15	6:15 18:15	6:00 18:00	5:45 18:00	5:45 18:00	6:00 18:15

BAHIA	6:00 17:30	6:00 17:45	5:45 17:45	5:30 17:45	5:15 17:45	5:15 18:00
DISTRITO FEDERAL	6:45 18:00	6:30 18:00	6:00 18:00	5:45 18:15	5:30 18:15	5:30 18:45
CEARÁ	5:45 17:45	5:45 17:45	5:30 17:30	5:15 17:30	5:15 17:30	5:15 17:45
ESPÍRITO SANTO	6:15 17:15	6:00 17:30	5:45 17:45	5:15 17:45	5:15 18:00	5:00 18:15
FERNANDO DE NORONHA	6:15 18:15	6:15 18:15	6:00 18:15	5:45 18:00	5:45 18:00	6:00 18:15
GOIÁS	6:45 18:00	6:30 18:15	6:15 18:15	5:45 18:15	5:30 18:30	5:45 18:45
MARANHÃO	6:15 18:00	6:00 18:00	5:45 18:00	5:45 18:00	5:30 18:00	5:45 18:15
MATO GROSSO	6:15 17:15	6:00 17:30	5:30 17:30	5:15 17:45	5:00 18:00	5:00 18:15
MATO GROSSO DO SUL	6:15 17:15	6:00 17:30	5:30 17:30	5:15 17:45	5:00 18:00	5:00 18:15
MINAS GERAIS	6:30 17:30	6:15 17:45	6:00 18:00	5:30 18:00	5:15 18:15	5:15 18:30
PARÁ	6:30 18:30	6:30 18:30	6:15 18:30	6:15 18:15	6:00 18:15	6:30 18:30
PARAÍBA	5:45 17:30	5:30 17:30	5:15 17:30	5:00 17:30	5:00 17:30	5:00 17:45
PARANÁ	7:15 17:45	6:45 18:00	6:15 18:15	5:45 18:30	5:30 18:45	5:30 19:15
PERNAMBUCO	5:45 17:30	5:30 17:30	5:15 17:30	5:00 17:30	5:00 17:30	5:00 17:45
PIAUÍ	6:00 17:45	6:00 17:45	5:45 17:45	5:30 17:45	5:30 17:45	5:30 18:00
RIO DE JANEIRO	6:30 17:30	6:15 17:30	5:45 17:45	5:15 18:00	5:00 18:15	5:00 18:30
RIO GRANDE DO NORTE	5:30 17:30	5:30 17:30	5:15 17:30	5:00 17:30	5:00 17:30	5:00 17:45
RIO GRANDE DO SUL	7:30 18:00	7:00 18:15	6:30 18:30	6:00 18:45	5:30 19:00	5:30 19:30
RONDÔNIA	6:30 18:00	6:30 18:15	6:00 18:15	5:45 18:15	5:45 18:15	5:45 18:30
RORAIMA	6:00 18:15	6:00 18:15	6:00 18:00	5:45 18:00	5:45 17:45	6:00 18:00
SANTA CATARINA	7:00 17:45	6:45 18:00	6:15 18:15	5:45 18:30	5:15 18:45	5:15 19:15
SÃO PAULO	6:45 17:30	6:30 18:00	6:00 18:00	5:30 18:15	5:15 18:30	5:15 18:45
SERGIPE	5:45 17:15	5:30 17:15	5:15 17:30	5:00 17:30	5:00 17:30	5:00 17:45
TOCANTINS	6:30 18:00	6:30 18:15	6:00 18:15	5:45 18:15	5:45 18:15	5:45 18:30

I = Início da transmissão diurna.

F = Fim da transmissão diurna.

ANEXO 10

PROCEDIMENTO PARA O TRAÇADO DAS CURVAS EXPERIMENTAIS DA INTENSIDADE DE CAMPO DA ONDA DE SUPERFÍCIE E PARA A DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DO CAMPO CARACTERÍSTICO E DA CONDUTIVIDADE DO SOLO

Estas instruções visam padronizar o procedimento para as medições experimentais da intensidade de campo de uma emissora de OM e de OT (120 m), com a finalidade de determinar as "Curvas Experimentais de Propagação da Onda de Superfície", o campo característico da emissora e a condutividade do solo na região da medição.

1. TRAÇADO DAS CURVAS EXPERIMENTAIS DE PROPAGAÇÃO DA ONDA DE SUPERFÍCIE.

a) As medições devem ser executadas em pelo menos oito direções radiais, em torno da antena, com um medidor de intensidade de campo recentemente calibrado. O número total de radiais e sua orientação dependerão das condições do terreno. Entretanto, o espaçamento angular entre as radiais deve ser o mais uniforme possível, dentro das considerações acima. As medições deverão ser sempre executadas com sistema radiante onidirecional. No caso de sistemas radiantes diretivos, as torres nº 2, 3, etc. deverão ser dessintonizadas, conforme indicado no item 4.3.2.1 do Anexo 04.

b) Iniciar as medições de campo a uma distância suficiente da antena para eliminar a influência do campo de indução e das dimensões finitas da mesma. Esta distância mínima deve ser maior que o valor do comprimento de onda e também maior que cinco vezes a altura da antena.

c) Sobre cada radial, fixar pontos de medições, com os seguintes intervalos:

- até 3 km com intervalos de 150 metros
- de 3 a 10 km com intervalos de 500 metros
- de 10 a 30 km com intervalos de 2000 metros
- acima de 30 km algumas medidas adicionais em intervalos de 5000 metros, quando necessário

Os intervalos acima especificados não são rígidos, podendo sofrer variações por imposição das peculiaridades do terreno. Assim, em áreas planas e desobstruídas, a tomada de cerca de 20 medições em cada radial é considerada suficiente. Para áreas acidentadas ou densamente construídas, devem ser efetuadas medidas na maioria dos pontos desobstruídos, mesmo com intervalos menores que os especificados acima, principalmente até a distância de 3 km da antena.

Quando não for possível obter medidas exatas até a distância de 10 km da antena, reduzir os intervalos das medições nas distâncias acima de 10 km.

d) As medições devem ser sempre executadas no período compreendido entre duas horas após o nascer do sol e duas horas antes do pôr do sol.

e) Durante a execução das medições, é necessário manter constantes as condições de operação do transmissor e da antena. Recomenda-se a leitura da corrente da antena a cada meia hora.

f) Para cada ponto de medição, recomenda-se efetuar duas ou três medidas extras, nas proximidades e em direções distintas, a fim de assegurar que a medida obtida no ponto escolhido não é anômala ou regular.

g) No decorrer das medições, marcar em mapa ou carta de escala conveniente os pontos de medição, numerando-os para identificação. Recomenda-se, para facilitar a identificação do ponto, um código numérico que faça referência à distância do ponto à antena e ao azimute da radial. Por exemplo, o ponto 3,5/95 será o ponto distante 3,5 km da antena na radial do azimute 95°.

h) Organizar as medidas em tabelas em que constem, para cada ponto, a data, hora e minuto do instante da medição, a identificação do ponto, as coordenadas geográficas (GG, MM, SS) e a medida de campo. Deixar coluna em branco para lançamento posterior da potência na antena, no instante de cada medição.

i) Após o término das medições, corrigir os valores das medidas de campo para a potência de operação normal da emissora.

j) Com as medidas de campo corrigidas, lançar os pontos relativos a cada radial em papel semi-logarítmico, tomando como abcissa a distância em km e, como ordenada, a intensidade de campo em mV/m e dBm. As curvas traçadas por estes pontos, para cada radial, serão as "Curvas Experimentais de Propagação da Onda Terrestre" da emissora.

2. DETERMINAÇÃO DO CAMPO CARACTERÍSTICO

Para a determinação do campo característico da emissora, a partir das curvas obtidas acima, proceder do seguinte modo:

a) Transportar para folha de papel transparente, graduada na mesma escala, os pontos determinantes das curvas traçadas no item anterior.

b) Colocar a folha transparente sobre as figuras de intensidade de campo de onda de superfície em função da distância correspondentes à frequência da emissora, fazendo coincidir a distância de 1 km em ambas as figuras.

c) Deslocar o papel transparente para cima e para baixo, até que os pontos lançados se ajustem, o mais perfeitamente possível, a uma das curvas da figura de baixo.

d) O valor do campo não atenuado a 1 km, nesta radial, será a ordenada da linha de distância inversa da figura de baixo, correspondente à distância de 1 km. O valor da ordenada deve ser lido na escala do papel transparente.

e) Proceder de forma idêntica para todas as demais radiais.

f) Em papel de coordenadas polares, lançar os pontos correspondentes ao campo não atenuado a 1 km, para todas as radiais; a curva traçada por estes pontos será o diagrama polar do campo não atenuado a 1 km, no plano horizontal.

g) O campo efetivo da emissora é definido como o raio do círculo cuja área é igual à área contida dentro da curva obtida acima. Este valor pode ser obtido graficamente, por meio de um planímetro, ou analiticamente, através da

seguinte expressão:

$$e_{ef} = \sqrt{\frac{\sum_{r=1}^n e_r^2}{n}}$$

onde:

e_{ef} = campo efetivo

e_r = intensidade de campo não atenuado a 1 km na radial "r"

n = número de radiais medidas

h) O campo característico da emissora é obtido pela seguinte expressão:

$$e_c = \frac{e_{ef}}{\sqrt{P}}$$

onde:

e_c = campo característico

e_{ef} = campo efetivo

P = potência de operação normal da emissora

i) No caso de sistemas radiantes diretivos, o campo característico obtido em "g" ainda deverá ser multiplicado pelo ganho de campo máximo do sistema, ou seja:

$$E_{cdir} = E_c \times G_{max}$$

3. DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE DO SOLO

Na alínea "c" do item 2 deste Anexo, a curva da figura de baixo que melhor se ajustar aos pontos lançados no papel transparente determina a condutividade do solo no local das medições.

Quando há diversos tipos de solo ao longo da radial medida, não será possível encontrar uma única curva que se ajuste a todos os pontos lançados. Procura-se então uma curva diferente para cada conjunto de pontos, relativo a um trecho da radial.

A condutividade neste trecho será a correspondente à curva que melhor se ajustar, no intervalo correspondente ao trecho.

4. MÉTODO ALTERNATIVO PARA A DETERMINAÇÃO DO CAMPO CARACTERÍSTICO

A determinação do campo característico da emissora sugerida por este item pressupõe o conhecimento da condutividade do solo da região onde se encontra instalada a estação transmissora, seja através de consulta ao mapa de condutividade, seja através da determinação sugerida no item 3 deste Anexo.

O seguinte procedimento poderá ser adotado:

a) numa carta ou mapa da região de instalação da emissora, marcar o mais corretamente possível o local do sistema radiante;

b) sobre uma circunferência de 1,0 km de raio e centro no local do sistema radiante, marcar os pontos de medição, que serão pelo menos 18 pontos igualmente espaçados;

c) deverão ser organizados em Tabela os valores de campo medidos em cada ponto, as coordenadas geográficas (GG,MM,SS), o valor da potência entregue à antena medido em intervalos regulares durante todo o período das medições, para uma correta avaliação do resultado final;

d) corrigir cada valor medido para o valor de potência de 1 kW, registrando-o também na Tabela mencionada na alínea "c";

e) calcular o valor eficaz dos resultados já corrigidos para 1 kW, através da expressão:

$$e_{ef} = \sqrt{\frac{\sum_{r=1}^n e_r^2}{n}}$$

onde:

e_{ef} = campo atenuado a 1 km (valor eficaz dos valores medidos, corrigidos para 1 kW), em mV/m

e_r = intensidade de campo atenuado a 1 km, corrigida para 1 kW, em mV/m

n = número total de pontos de medição

f) para a determinação do campo característico, deverá ser aplicado um fator de correção "F" ao valor eficaz do campo atenuado a 1 km, conforme indicado a seguir:

f.1) calcula-se o valor eficaz do campo atenuado, em dBm:

$$E_{ef} (dBm) = 20 \log e_{ef} (mV/m)$$

f.2) através das curvas de intensidade de campo de onda terrestre em função da distância, válidos para a frequência de operação da emissora, determina-se o fator de correção "F" da seguinte forma:

Para a distância de 1,0 km, procura-se a diferença, em dB, entre a curva da condutividade média da região da emissora e a reta da distância inversa. O fator "F" é essa diferença, expressa em dB. (Por exemplo, para uma frequência de operação de 1000 kHz e uma condutividade de 1 mS/m, essa diferença é, portanto, o fator "F", é igual a 4,5 dB).

f.3) somam-se os valores $E_{ef} (dbm)$ e "F", aplicando-se, assim, o fator de correção ao valor eficaz do campo atenuado a 1 km e obtêm-se o valor do campo característico, em dBm:

$$E_c (dBm) = E_{ef} (dBm) + F$$

g) o campo característico da emissora expresso em mV/m, será:

$$e_c = 10^{\frac{E_c (dBm)}{20}}$$

h) no caso de sistemas radiantes diretivos, proceder do modo indicado na alínea "i" do item 2 deste Anexo.