

# AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES

RESOLUÇÃO Nº 116, DE 25 DE MARÇO DE 1999

[Aprova o Regulamento Técnico para a Prestação do Serviço de Radiodifusão Sonora em Onda Média e em Onda Tropical \(faixa de 120 metros\)](#)

**O CONSELHO DIRETOR DA AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES - ANATEL**, no uso de suas atribuições e tendo em vista o disposto no art. 22, da Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997, por meio do Circuito Deliberativo nº 84, de 24 de março de 1999, em conformidade com os arts. 23 a 26 do Regimento Interno da Agência, e

CONSIDERANDO que a Superintendência de Serviços de Comunicação de Massa da Anatel concluiu a análise dos comentários recebidos em atenção à Portaria MC nº 451, de 17 de setembro de 1997, que publicou a proposta da Norma Técnica para Emissoras de Radiodifusão Sonora em Ondas Hectométricas, publicada no Diário Oficial do dia 24 de setembro de 1997; e,

CONSIDERANDO que o inciso VIII do art. 19 da Lei nº 9.472, de 1997, atribui à Anatel a competência para administrar o espectro de radiofrequências e o uso de órbitas, expedindo os respectivos regulamentos, resolve:

Art. 1º Aprovar o [Regulamento Técnico para a Prestação do Serviço de Radiodifusão Sonora em Onda Média e em Onda Tropical \(faixa de 120 m\)](#), na forma do anexo, que estará disponível na Biblioteca e na página da Anatel, no endereço <http://www.anatel.gov.br>, a partir das 14h da data de sua publicação no Diário Oficial da União.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

**RENATO NAVARRO GUERREIRO**  
Presidente do Conselho

# **REGULAMENTO TÉCNICO PARA EMISSORAS DE RADIODIFUSÃO SONORA EM ONDA MÉDIA E EM ONDA TROPICAL - 120 METROS**

## **1 - INTRODUÇÃO**

### **1.1 - OBJETIVO**

Este Regulamento tem por objetivo disciplinar a execução dos serviços de radiodifusão sonora em onda média, na faixa de frequências de 525 a 1705 kHz, e em onda tropical, na faixa de frequências de 2300 a 2495 kHz (120 metros), para:

- a) propiciar aos ouvintes um serviço, de boa qualidade;
- b) evitar interferências objetáveis sobre serviços de telecomunicações regularmente autorizados;
- c) reduzir os riscos de danos físicos às pessoas;

d) estabelecer requisitos mínimos para os equipamentos utilizados em radiodifusão sonora em onda média e em onda tropical - 120 m, a fim de, além de atender as alíneas anteriores, racionalizar sua produção industrial.

### **1.2 - CAMPO DE APLICAÇÃO**

Aplicam-se as disposições deste Regulamento aos serviços de radiodifusão sonora em onda média e em onda tropical - 120 m executados com tecnologia de transmissão analógica, nas faixas acima definidas, compreendendo:

- a) os estudos de viabilidade técnica de novos canais não previstos nos respectivos planos básicos;
- b) os estudos de viabilidade técnica de alteração das características básicas das estações constantes dos respectivos planos básicos;
- c) os projetos de instalação de novas emissoras e os projetos de mudança de localização de estações já instaladas ou em fase de instalação, constantes dos planos básicos de distribuição de canais de radiodifusão sonora em onda média e em onda tropical, faixa de 120 m;
- d) os equipamentos a serem utilizados nos serviços;
- e) a sistemática de operação das estações existentes ou que venham a ser instaladas.

## **2 - DEFINIÇÕES**

### **2.1 - DISPOSIÇÃO GERAL**

Quando não definidos na legislação brasileira de telecomunicações, ou no Regulamento de Radiocomunicações da União Internacional de Telecomunicações - UIT, os termos usados terão as definições aqui estabelecidas.

### **2.2 - TERMOS ESPECÍFICOS**

**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 3.5.

**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 3.5.

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

**CAMPO EFETIVO** - É a intensidade de campo elétrico do sinal de uma estação transmissora, em determinada direção, à distância de 1km, considerando a potência fornecida à antena, assim como seu diagrama de irradiação.

**CONTORNO PROTEGIDO** - É a linha contínua que delimita a área de serviço primária ou secundária, a qual está protegida de interferências objetáveis.

**CONTORNO UTILIZÁVEL** - É a linha contínua que delimita a área de serviço efetivamente protegida contra interferências objetáveis, como resultado de um plano de distribuição de canais.

**EMISSORA** - É o conjunto de equipamentos, dispositivos e instalações acessórias destinados a gerar, processar e transmitir sinais modulados de radiofrequência. O termo será também usado, neste Regulamento, eventualmente, para designar a entidade executante do serviço de radiodifusão.

**ESTAÇÃO TRANSMISSORA** - É o conjunto de equipamentos, inclusive as instalações acessórias, situados em um mesmo local, destinados a transmitir a programação da emissora.

**HORA DE REFERÊNCIA** - É o intervalo de tempo que se inicia uma hora e meia após o pôr do sol e termina duas horas e meia após o pôr do sol no ponto mediano do menor trajeto de grande círculo.

**INTENSIDADE DE CAMPO DO SINAL DA ONDA IONOSFÉRICA EM 50% DO TEMPO** - É a intensidade de campo durante a hora de referência que é excedida em 50% das noites do ano.

**INTENSIDADE DE CAMPO NOMINAL UTILIZÁVEL** - É o valor da intensidade de campo utilizável empregado como referência para planejamento.

**INTENSIDADE DE CAMPO UTILIZÁVEL** - É o valor mínimo de intensidade de campo necessário para prover uma recepção satisfatória, sob condições especificadas, em presença do ruído atmosférico, ruído feito pelo homem e interferência em uma situação real (ou resultante de um plano de distribuição de canais).

**INTERFERÊNCIA OBJETÁVEL** - É a interferência causada por um sinal excedendo o campo máximo permissível no contorno protegido, de acordo com os valores estipulados neste Regulamento.

**ONDA DE SUPERFÍCIE** - É a onda eletromagnética que se propaga ao longo da superfície da Terra, ou perto dela, e que não foi refletida pela ionosfera.

**ONDA IONOSFÉRICA** - É a onda eletromagnética refletida pela ionosfera.

**OPERAÇÃO DIURNA** - É a operação entre as horas fixadas na Tabela do Anexo 08.

**OPERAÇÃO NOTURNA** - É a operação no período complementar ao fixado na Tabela do Anexo 08.

**PLANO BÁSICO DE DISTRIBUIÇÃO DE CANAIS DE RADIODIFUSÃO SONORA EM ONDA MÉDIA** - É a lista que identifica os canais distribuídos para localidades brasileiras, fixando frequências, potências e características de sistemas irradiantes e outras julgadas necessárias, na faixa de frequências de 535 a 1705 kHz.

**PLANO BÁSICO DE DISTRIBUIÇÃO DE CANAIS DE RADIODIFUSÃO SONORA EM ONDAS TROPICAIS** - É a lista que identifica os canais distribuídos para localidades brasileiras, fixando frequências, potências e características de sistemas irradiantes e outras julgadas necessárias, nas faixas de 120 m, 90 m e 60 m.

**PLANO REGIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE CANAIS DE RADIODIFUSÃO SONORA EM ONDA MÉDIA OU PLANO DO RIO DE JANEIRO** - É a lista que identifica os canais distribuídos para localidades das Administrações da Região 2 que em 1981 firmaram o Acordo Regional de Radiodifusão, fixando frequências, potências e outros dados.

**POTÊNCIA NOMINAL DO TRANSMISSOR** - É a máxima potência para funcionamento regular e contínuo, conforme especificado pelo fabricante.

**POTÊNCIA DE OPERAÇÃO DO TRANSMISSOR** - É aquela autorizada a ser efetivamente fornecida pelo transmissor ao sistema irradiante de uma estação transmissora.

**PROFISSIONAL HABILITADO** - Significa o profissional habilitado como definido por legislação específica vigente do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA).

**REGIÃO 2** - É a área definida na provisão S5.4 do Regulamento de Radiocomunicações Simplificado da UIT, compreendendo, basicamente, o continente das Américas.

SISTEMA DE TRANSMISSÃO - É o conjunto de equipamentos e dispositivos através dos quais o sinal de áudio é gerado, processado, e conduzido, desde a entrada dos transdutores até o sistema irradiante, inclusive.

### 2.3 - GLOSSÁRIO DE SÍMBOLOS

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

BR - Bureau de Radiocomunicações

CARR-81 - Conferência Administrativa Regional de Radiocomunicações (Rio de Janeiro 1981)

CARR-88 - Conferência Administrativa Regional de Radiocomunicações (Rio de Janeiro 1988)

dBk - Potência, em dB relativa a 1 kW.

dB $\mu$  - Intensidade de campo, em dB, relativa a 1  $\mu$ V/m.

Ec / ec - Campo Característico, respectivamente em dB $\mu$  e mV/m.

Enom / enom - Intensidade de campo nominal utilizável, respectivamente em dB $\mu$  e mV/m.

Eu / eu - Intensidade de campo utilizável, respectivamente em dB $\mu$  e mV/m.

OM - Onda Média

OT - Onda Tropical

PBOM - Plano Básico de Distribuição de Canais de Radiodifusão Sonora em Onda Média.

PBOT - Plano Básico de Distribuição de Canais de Radiodifusão Sonora em Ondas Tropicais.

PROM - Plano Regional de Distribuição de Canais de Radiodifusão Sonora em Onda Média ou Plano do Rio de Janeiro.

RF - Radiofrequência.

RSQ - Raiz quadrada da soma dos quadrados.

UIT - União Internacional de Telecomunicações.

$\lambda$  - Comprimento de onda.

### **3 - CRITÉRIOS TÉCNICOS DO SERVIÇO**

#### **3.1 - CANALIZAÇÃO**

a) A faixa de 525 a 1705 kHz é atribuída ao serviço de radiodifusão sonora em onda média, dentro das seguintes limitações:

a sub-faixa de 525 a 535 kHz é compartilhada com os serviços móvel e de radionavegação aeronáutica; o canal de 530 kHz somente pode ser utilizado por estações de radiodifusão com potência limitada a 0,25 kW e é consignado apenas para estações de finalidades específicas, sob condições estabelecidas para cada caso pela Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL.

a sub-faixa de 535 a 1605 kHz é atribuída exclusivamente ao serviço de radiodifusão sonora em onda média e o seu uso está sujeito ao acordo estabelecido pela CARR-81. Esta faixa está dividida em 107 canais, com separação de 10 kHz entre portadoras, a partir de 540 kHz. Cada canal é identificado por sua frequência central, que é a frequência da onda portadora da emissora.

o uso da sub-faixa de 1605 a 1705 kHz está sujeito ao acordo estabelecido pela CARR-88. Esta sub-faixa é dividida em 10 canais, com separação de 10 kHz entre portadoras, a partir de 1610 kHz.

b) A faixa de 2300 a 2495 kHz é atribuída exclusivamente ao serviço de radiodifusão sonora em onda tropical, faixa de 120 metros, e é dividida em 19 canais, com separação de 10 kHz entre portadoras, a partir de 2310 kHz. Cada canal é identificado por sua frequência central que é a frequência da onda portadora.

#### **3.2 - CARACTERÍSTICAS DA EMISSÃO**

##### **3.2.1 - DESIGNAÇÃO**

Modulação em amplitude, com ambas as faixas laterais e portadora completa (1 $\phi$ K $\phi$ A3EGN, 1 $\phi$ K $\phi$ A9WGN ou 1 $\phi$ K $\phi$ D9WHX).

##### **3.2.2 - 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%.

##### **3.2.3 - TOLERÂNCIA DE FREQUÊNCIA**

A variação de frequência da portadora não deve ultrapassar o valor de  $\pm 10$  Hz, sob quaisquer condições de funcionamento da emissora.

##### **3.2.4 - 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%.

### 3.2.5 - 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<br>- 80 para potências maiores que 5,0 kW |

### 3.2.6 - TRANSMISSÃO ESTEREOFÔNICA

a) a onda transmitida pelo sistema estereofônico deve atender aos limites estabelecidos no item 3.2.5;

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.

### 3.3 - CARACTERÍSTICAS DAS EMISSORAS

### **3.3.1 - CLASSE**

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 regional 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 ou noturna é de 50 kW;

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.

3.3.1.1 - 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 irradiação máxima.

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

3.3.1.3 - 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 3.6.4.2.

### **3.3.2 - DIAGRAMA DE IRRADIAÇÃO**

As emissoras são classificadas, quanto à forma do diagrama horizontal de irradiação de seu sistema irradiante, em onidirecionais e diretivas. No primeiro caso, subentende-se que a antena é onidirecional no plano horizontal.

## **3.4 - PROPAGAÇÃO**

### **3.4.1 - ONDA DE SUPERFÍCIE**

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

#### **3.4.1.1 - 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".



### 3.4.1.2 - CÁLCULO DA INTENSIDADE DE CAMPO DA ONDA DE SUPERFÍCIE

#### a) SOLO DE CONDUTIVIDADE HOMOGENEA

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

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

$$E = E_0 + E_r - 40, \text{ para intensidades de campo expressas em dB}\mu, \text{ onde:}$$

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

$e_r, E_r$  - campo efetivo da estação.

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

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

$$E_r = E_c + 10 \log P, \text{ para intensidades de campo expressas em dB}\mu, \text{ onde:}$$

$P$  - potência nominal da emissora, em kW.

$e_c, E_c$  - campo característico da emissora.

Nos sistemas irradiantes 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 03.

#### b) SOLO DE CONDUTIVIDADE NÃO HOMOGENEA

Neste caso, deverá ser utilizado o método das distâncias equivalentes. Para aplicar este método, utilizam-se, também, os gráficos mencionados no item 3.4.1.

O método se aplica da forma descrita no Anexo 04.

### 3.4.2 - ONDA IONOSFÉRICA

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

#### 3.4.2.1 - PROCEDIMENTO GERAL:

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

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

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

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

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

onde:

$d$  - distância de grande círculo, em km.

Para obtenção do ângulo de elevação ( $\theta$ ), poderá, também, ser utilizada a Tabela do Anexo 05.

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(120m) (que corresponde ao valor de compromisso para propagação em modo misto nas camadas E e F<sub>2</sub>).

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

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

onde:

$H$  - altura da antena, em graus elétricos.

O valor de  $f(\theta)$  poderá, também, ser obtido da Tabela constante do Anexo 06.

### 3.4.2.2 - 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 dB $\mu$ , por:

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

onde:

$E(50\%)$  - intensidade mediana de campo, em dB $\mu$ , dada no Anexo 07.

$e_r = e_c f(\theta) \sqrt{P}$ , para sistema irradiante onidirecional e  $e_r = e(\phi, \theta)$ , para sistema irradiante diretivo, calculado conforme o Anexo 03.

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

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

Na faixa de OT(120m), para qualquer distância  $d$ , em km, até 9000 km,  $E(50\%)$ , em dB $\mu$ , 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

$A_0 = +34,89$                        $J_0 = 0$

$A_1 = -1,95029$                      $J_1 = -3$

$A_2 = -7,28180$                      $J_2 = -6$

$A_3 = +2,55846$                      $J_3 = -9$

$A_4 = -3,93731$                      $J_4 = -13$

$A_5 = +2,46845$                      $J_5 = -17$

$A_6 = -3,68930$                      $J_6 = -23$

$A_7 = -3,87904$                      $J_7 = -26$

### 3.5 - CRITÉRIOS DE PROTEÇÃO

#### 3.5.1 - INTENSIDADE DE CAMPO NOMINAL UTILIZÁVEL

Os valores de intensidade de campo nominal utilizável,  $enom$ , são função da classe da estação e de sua localização geográfica em relação às zonas de ruído atmosférico, e são discriminados na Tabela 3.5.1 (para emissoras estrangeiras) e na Tabela 3.5.2 (para emissoras nacionais).

**TABELA 3.5.1 - EMISSORAS ESTRANGEIRAS**

$enom$ , segundo classe da estação e zona de ruído

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

**TABELA 3.5.2 - EMISSORAS NACIONAIS**

enom, segundo classe da estação e zona de ruído

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

**3.5.2 - 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 MEXICO e BELIZE, a fronteira entre MEXICO 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 BOLIVIA e CHILE, a fronteira entre BOLIVIA e a ARGENTINA, a fronteira entre PARAGUAI e BOLIVIA, a fronteira entre PARAGUAI e o BRASIL até o paralelo 20° Sul, o paralelo 20° Sul até as coordenadas 20° Sul - 45° Oeste.

**3.5.3 - RELAÇÕES DE PROTEÇÃO**

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 3.5.3.

**TABELA 3.5.3**  
**RELAÇÕES DE PROTEÇÃO**  
(Sinal desejado/sinal interferente)  
f = frequência do sinal desejado

| FREQUÊNCIA DO SINAL INTERFERENTE | RELAÇÃO ENTRE EMISSORAS |       |                          |                      |
|----------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|----------------------|
|                                  | NACIONAL E ESTRANGEIRA  |       | NACIONAIS                |                      |
|                                  | LINEAR                  | EM dB | LINEAR                   | EM dB                |
| f                                | 20:1                    | 26    | DIA:100:1<br>NOITE: 20:1 | DIA: 40<br>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 25mV/m;

### 3.5.4 - CÁLCULO DO SINAL INTERFERENTE NOTURNO

#### 3.5.4.1 - CÁLCULO DO CAMPO UTILIZÁVEL

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  $\mu\text{V/m}$ :

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

onde:

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

$e_i$  - intensidade de campo do  $i$ -ésimo transmissor interferente, em  $\mu\text{V/m}$ .

#### 3.5.4.2 - PRINCÍPIO DE EXCLUSÃO DE 50%

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

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

#### 3.5.4.3 - CÁLCULO DO RSQ EM INCLUSÃO DE CANAIS

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.

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

1 - se, para as condições do PROM,  $Eu \geq Enom$ , o valor de Eu não sofrer acréscimo pela inclusão da emissora proposta ou pela alteração pretendida;

2 - se, para as condições do PROM,  $Eu < Enom$ , o valor de Eu sofrer acréscimo até que seja atingida a condição  $Eu = Enom$ .

### 3.6 - APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE PROTEÇÃO

#### 3.6.1 - PROTEÇÃO NO MESMO CANAL

##### 3.6.1.1 - PROTEÇÃO DIURNA PARA TODAS AS CLASSES

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  $Enom$ .

3.6.1.1.1 - O máximo campo interferente admissível no contorno protegido será o valor de  $Enom$  dividido pela relação de proteção linear. O efeito de cada sinal interferente deverá ser avaliado separadamente.

3.6.1.1.2 - 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.

3.6.1.1.2.1 - 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.

##### 3.6.1.2 - PROTEÇÃO NOTURNA DE ESTAÇÕES CLASSE A

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 Enom. O valor de intensidade de campo que deverá ser protegido é o maior entre os valores de enom e de eu resultante do PROM, sendo que o valor de eu é calculado de acordo com o item 3.5.4, em 18 pontos situados no contorno protegido e separados de 20° em 20°, partindo do Norte Verdadeiro.

3.6.1.2.1 - 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 3.5.1 e 3.5.2, conforme o caso.

3.6.1.2.2 - O máximo campo interferente admissível no contorno protegido será o valor de enom dividido pela relação de proteção linear ou, nos casos em que  $eu > enom$ , será o valor de eu dividido pela relação de proteção linear, sendo eu obtido de acordo com o estabelecido no item 3.5.4.

### 3.6.1.3 - PROTEÇÃO NOTURNA DE ESTAÇÕES DE CLASSES B e C

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 enom e eu 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.

3.6.1.3.1 - O máximo campo interferente admissível no ponto mencionado neste item, será o valor de enom dividido pela relação de proteção linear ou, nos casos em que  $eu > enom$  será o valor de eu dividido pela relação de proteção linear, sendo eu obtido de acordo com o estabelecido no item 3.5.4.

3.6.1.3.2 - Nos estudos de mudança de frequência, poderá ser aceito para a proponente um valor de eu superior ao correspondente à frequência consignada no PBOM e PBOT (120m), ou ao seu Enom, se maior, desde que, na situação proposta, tal eu 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.

3.6.1.3.3 - Nos estudos de inclusão de canais em localidades não previstas no PBOM e no PBOT (120m), não pertencentes a Região Metropolitana oficialmente reconhecida, para estações de Classes B e C propostas, poderá ser aceito um valor de eu superior ao enom, desde que tal eu, 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.

3.6.1.3.3.1 - A cobertura adequada à localidade será determinada da seguinte forma:

a) Tomando-se o ponto considerado como o centro da sede da localidade, determina-se o raio necessário para cobrir a totalidade da sua área urbana;

b) O raio do Contorno Utilizável deverá ser pelo menos, o dobro daquele determinado na alínea "a".

3.6.1.3.3.2 - Os canais incluídos nos respectivos planos básicos mediante aplicação do item 3.6.1.3.3 terão seu valor de Eu indicado no mesmo.

3.6.1.3.3.3 - Na ocasião da apresentação do projeto de instalação de estações que vierem a utilizar esses canais, deverá ser comprovada a cobertura da área urbana do município com o valor de intensidade de campo correspondente ao eu.

### **3.6.2 - PROTEÇÃO NOS CANAIS ADJACENTES**

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 Enom, determinado da seguinte forma:

a) no caso de proteção diurna de estações estrangeiras de Classe A, o valor de enom a ser utilizado é o especificado para a onda de superfície de canal adjacente na Tabela 3.5.1. Para o caso de estações brasileiras de Classe A, o valor do enom é o especificado para a onda de superfície no período diurno na Tabela 3.5.2;

b) no caso de proteção noturna de estações nacionais ou estrangeiras de Classe A, o valor de enom a ser utilizado é o especificado para a onda de superfície no período noturno nas Tabelas 3.5.1 e 3.5.2;

c) no caso de proteção diurna e noturna de estações de Classes B e C, o valor de enom a ser utilizado é o especificado para a onda de superfície no período diurno nas Tabelas 3.5.1 e 3.5.2, respectivamente para emissoras estrangeiras e nacionais.

3.6.2.1 - O máximo campo interferente admissível no contorno protegido será o valor do enom dividido pela relação de proteção linear. O efeito de cada sinal interferente deverá ser analisado separadamente.

3.6.2.2 - 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.

3.6.2.2.1 - 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.

### **3.6.3 - PROTEÇÃO NA FRONTEIRA**

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.

3.6.3.1 - 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 3.6.1.2, 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.

### **3.6.4 - PROTEÇÃO A ESTAÇÕES DE OUTROS PAÍSES**



3.6.4.1 - As estações de outros países, constantes do PROM, deverão ser protegidas de acordo com os critérios estabelecidos nos itens 3.6.1, 3.6.2 e 3.6.3. 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  $\mu\text{V}/\text{m}$  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  $\mu\text{V}/\text{m}$  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  $\mu\text{V}/\text{m}$  se superpuserem.

3.6.4.2 - Na sub-faixa de 1605 - 1705 kHz, poderá ser utilizada uma potência irradiada 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.

3.6.4.2.1 - 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

## **4 - INSTALAÇÃO DAS EMISSORAS**

### **4.1 - SISTEMA IRRADIANTE**

Para os fins deste Regulamento, consideram-se como parte integrante do sistema irradiante 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 irradiação estabelecidas para a emissora.

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

#### **4.1.1 - ANTENA E SISTEMA DE TERRA**

4.1.1.1 - 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 4.1.1.3 abaixo.

4.1.1.1.1 - Poderá ser autorizada a instalação de outros tipos de sistema irradiante, 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 3.5.

4.1.1.2 - 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 3.5 deste Regulamento.

4.1.1.3 - 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.

4.1.1.3.1 - 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  $0,1\lambda$ . Os sistemas de terra constituídos por radiais de comprimento igual ou inferior a  $0,2\lambda$  deverão ter, no mínimo, 120 radiais. A bitola mínima dos condutores metálicos que constituem as radiais deverá ser de  $4 \text{ mm}^2$  (10 AWG) para condutores de cobre ou aquela que resulte em equivalência elétrica para outro material.

4.1.1.3.2 - 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.

#### **4.1.2 - MULTIPLEXAÇÃO**

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 irradiação de espúrios nas frequências soma e diferença de cada par envolvido e seus segundo e terceiro harmônicos; os níveis dessas irradiações não devem exceder os limites fixados no item 3.2.5, 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.

#### **4.1.3 - SUSTENTAÇÃO DE OUTRAS ANTENAS**

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 irradiação horizontal não ultrapassa 2 dB, a uma distância de cerca de 10 vezes a altura da torre. As medições serão feitas em 8 pontos espaçados de  $45^\circ$ . 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.

#### **4.1.4 - ALIMENTAÇÃO**

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.

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.

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.

Junto à base da antena deve ser afixado um aviso pictórico de perigo de vida.

4.1.4.1 - 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;

#### **4.1.5 - ESTAIAMENTO**

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  $\lambda/7$  (uma vez que frações ímpares de comprimento de onda dificultam o surgimento de correntes harmônicas espúrias induzidas nos estais da torre, as quais podem comprometer a habilidade da emissora em irradiar níveis de harmônicos abaixo dos valores mínimos estabelecidos). No caso de multiplexação, deverá, ser considerada a maior frequência envolvida.

#### **4.1.6 - SEPARAÇÃO ENTRE TORRES EM SISTEMAS IRRADIANTES DIRETIVOS**

Nos sistemas irradiantes diretivos com torres ativas, a separação mínima admitida entre os elementos será de 60° elétricos.

Nos sistemas irradiantes diretivos com elemento parasita, a separação mínima admitida entre os elementos será de 36° elétricos.

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

#### **4.1.7 - 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**

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

4.1.7.1 - São sistemas irradiantes 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.

4.1.7.2 - Uma vez concluída satisfatoriamente a instalação do sistema irradiante 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.

## **4.1.8 - ACESSÓRIOS**

### **4.1.8.1 - LINHAS DE TRANSMISSÃO**

As linhas de transmissão poderão ser do tipo aberto ou fechado.

As linhas de transmissão concêntricas deverão ter o condutor externo firmemente ligado à terra.

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.

### **4.1.8.2 - TRANSFORMADOR DE IMPEDÂNCIAS**

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.

### **4.1.8.3 - MEDIDORES DE CORRENTE DE RF**

Deverão ser instalados de tal forma que permitam a medição da intensidade da corrente pertinente à(s) base(s) do(s) elemento(s) do sistema. Adicionalmente, nos sistemas diretivos, tais dispositivos de medição também deverão ser inseridos no ponto comum de alimentação do sistema irradiante (entrada de RF do divisor de potência - fador).

4.1.8.3.1 - No caso de antenas multiplexadas, os medidores de corrente deverão ser colocados antes dos filtros de rejeição, de modo a possibilitar a medição da corrente individual de cada estação.

### **4.1.8.4 - MEDIDOR DE ÂNGULO DE FASE**

Nos casos de sistemas irradiantes diretivos, a estação deverá dispor, além do medidor do ângulo de fase, dos elementos necessários ao ajuste e ao controle dos parâmetros do sistema irradiante.

## **4.1.9 - LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA IRRADIANTE**

### **4.1.9.1 - LOCALIZAÇÃO**

O sistema irradiante deve ser localizado de forma a assegurar o atendimento pela emissora dos requisitos mínimos de cobertura da localidade de outorga estabelecidos neste Regulamento.

4.1.9.1.1 - O local do sistema irradiante deve ser escolhido de forma que o contorno de 10mV/m inclua a maior parte possível da área urbana.

4.1.9.1.2 - Na escolha do local do sistema irradiante, a inclusão, na cobertura, de zonas industriais, comerciais e residenciais de outros municípios só será aceita se, a juízo da ANATEL, a localidade para onde for outorgada a permissão ou concessão estiver adequadamente atendida, como estabelecido, neste Regulamento.

#### 4.1.9.2 - INTERFERÊNCIAS

O sistema irradiante deve ser instalado em local onde não cause interferências prejudiciais a outros serviços de telecomunicações regularmente autorizados, conforme se estabelece abaixo:

a) o contorno de 1V/m da estação não deve conter estações transmissoras ou receptoras de radiocomunicações dos Ministérios Militares ou de concessionárias e autorizadas do Serviço Telefônico Fixo Comutado e do Serviço Móvel Celular, a não ser com consentimento, expresso por escrito, das autoridades responsáveis por essas estações;

b) o contorno de 25 mV/m da estação não deverá se sobrepor ao contorno de 25 mV/m de outras estações de onda média operando em canal 3º adjacente ( $f \pm 30$  kHz );

c) o sistema irradiante não deverá ser instalado em áreas ocupadas pelas estações radiogoniométricas de alta frequência do Ministério da Marinha nem pelas estações de radiomonitoragem da ANATEL, bem como nas faixas de terra com 1000 metros de largura, contíguas aos limites dessas estações, a não ser com consentimento, expresso por escrito, das autoridades responsáveis por essas estações;

d) a menos que sejam previstos dispositivos especiais para evitar a interação de seus sinais, o sistema irradiante de uma emissora deve posicionar-se de tal forma que seu contorno de 1V/m não se sobreponha ao contorno de 1V/m de outra(s) emissora(s);

e) para emissoras com diferença de frequências de até 20%, a separação mínima entre os sistemas irradiantes deverá ser de 5 vezes o maior comprimento de onda e, nos demais casos, 3 vezes o maior comprimento de onda;

f) as antenas devem ficar totalmente fora do cone de proteção das antenas transmissoras ou receptoras dos enlaces de microondas; o cone de proteção é definido como um cone circular reto, cujo eixo é a linha que une os centros das antenas do enlace, cuja altura é de 1000 metros, cujo diâmetro da base é de 175 metros e cujo vértice está no foco da parábola;

g) 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  $h \geq 0,25 \lambda$
- $0,5 h$  para antenas com  $h < 0,25 \lambda$ .

Caso esses limites sejam ultrapassados, deverá ser apresentado estudo técnico comprovando que a deformação total do diagrama horizontal de irradiação não é superior a 2 dB.

#### 4.1.9.3 - TERRENO

O terreno escolhido para a instalação do sistema irradiante deverá ser adequado às condições propostas no projeto de instalação da emissora, devendo ser cumprida a legislação específica sobre zonas de proteção de aeródromos.

#### 4.1.9.4 - ENSAIOS PRÉVIOS

Será permitida a instalação provisória de equipamento gerador de sinais, a fim de possibilitar a realização de ensaios prévios destinados a comprovar a viabilidade de utilização de determinado terreno para a instalação definitiva de serviço já autorizado. A autorização para estes ensaios será emitida pela ANATEL, a requerimento do concessionário ou permissionário, devendo os ensaios ser conduzidos nas seguintes condições:

a) a potência máxima do gerador de sinais empregado será de 1 kW em localidades com população superior a 500.000 habitantes e de 100 watts nas demais;

b) deverá ser utilizada a mesma frequência consignada à emissora;

c) a portadora só poderá ser modulada por um tom contínuo;

d) o prazo máximo de duração do ensaio será de 90 dias;

e) o ensaio será executado sob a supervisão de profissional habilitado;

f) o equipamento utilizado não deverá provocar interferência prejudicial sobre serviços de telecomunicações autorizados.

### **4.2 - REQUISITOS DA ESTAÇÃO TRANSMISSORA**

#### **4.2.1 - PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS**

O gabinete do transmissor deve estar convenientemente aterrado e ligado ao condutor externo da linha de transmissão de RF.

4.2.1.1 - Todas as partes elétricas submetidas a tensões maiores que 350 volts deverão estar protegidas e ter placas de aviso para se evitar o contato inadvertido das pessoas.

### **4.3 - AUTORIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO DA EMISSORA**

4.3.1 - O projeto de instalação da emissora deverá ser elaborado por profissional habilitado, de acordo com o disposto no item 5 e com o roteiro do item 7.3 deste Regulamento, consideradas as recomendações constantes do Anexo 11.

O projeto de instalação não será apresentado, devendo, entretanto, permanecer com a entidade e estar disponível à ANATEL sempre que solicitado.

A entidade deverá apresentar, conforme o caso, aos Escritórios Regionais ou às Unidades Operacionais da ANATEL sob cuja jurisdição se encontram as instalações propostas, os seguintes documentos:

a) requerimento firmado pelo responsável legal pela entidade, solicitando análise das características da instalação proposta, bem como a emissão da correspondente autorização para instalação da estação;

b) formulários padronizados, devidamente preenchidos e assinados pelo engenheiro projetista, contendo as características técnicas de instalação do sistema proposto;

- a indicação do(s) fabricante(s) do(s) transmissor(es) poderá ser feita na ocasião da solicitação do licenciamento da estação, caso ainda não esteja(m) definido(s). O campo referente à potência de operação do equipamento transmissor deverá, obrigatoriamente, ser preenchido;

- todas as informações adicionais relativas à instalação proposta, consideradas pertinentes e que não tenham campo previsto nos formulários correspondentes, deverão ser indicadas em formulário padronizado próprio para tal fim;

c) declaração do responsável legal pela entidade de que interromperá suas transmissões, em caso de interferência em estações de telecomunicações regularmente autorizadas e instaladas;

d) declaração do engenheiro projetista atestando que a instalação proposta não fere os gabaritos de proteção ao vôo, ou declaração do órgão competente do Ministério da Aeronáutica autorizando a instalação proposta, ou, se for o caso, declaração de inexistência de aeródromo na região;

e) declaração do engenheiro projetista, atestando que o projeto da instalação proposta atende à regulamentação aplicável vigente;

f) no caso de sistema irradiante diretivo, diagrama de irradiação horizontal, com indicação do norte verdadeiro e do círculo correspondente ao ganho unitário;

g) plantas ou cartas topográficas, em escala adequada, onde deverão estar traçadas as figuras geométricas que limitam as áreas abrangidas pelos contornos de serviço;

h) croquis das instalações de campo, em escala adequada;

i) ART referente ao projeto apresentado.

4.3.2 - Os formulários padronizados de que tratam a alínea “b” do item 4.3.1 e o item 7.2.2 estarão à disposição dos interessados, na ANATEL, em Brasília, e em seus Escritórios Regionais ou Unidades Operacionais, conforme o caso.

4.3.3 - Quando se tratar de projeto de instalação de sistema irradiante diretivo com elemento parasita, deverá ser apresentada tabela que possibilite a análise da deformação do diagrama horizontal de irradiação em função da variação dos parâmetros  $K_2$  e  $\psi_2$ , através da especificação da faixa de valores em que  $K_2$  pode variar mantendo-se  $\psi_2$  fixo com seu valor de projeto, assim como a faixa de valores em que  $\psi_2$  pode variar mantendo-se  $K_2$  fixo com seu valor de projeto. As faixas de valores acima mencionadas deverão ser calculadas para deformação do diagrama horizontal de irradiação de até  $\pm 2$  dB.

4.3.3.1 - Na ocasião da vistoria inicial da estação, os valores medidos desses parâmetros deverão estar dentro dos indicados na referida tabela. Caso isto não se verifique, deverá ser analisada a viabilidade técnica da situação resultante da instalação, através do reencaminhamento do processo à Superintendência de Comunicação de Massa da ANATEL (SCM).

4.3.3.1.1 - O licenciamento da estação ficará condicionado ao resultado dessa análise da viabilidade técnica. Caso a situação instalada seja considerada tecnicamente viável pela SCM, o plano básico correspondente será alterado e o licenciamento da estação liberado. Caso contrário, a emissora deverá submeter à apreciação da ANATEL a solução técnica que considere mais adequada para resolver o problema.

## **5 - OPERAÇÃO DAS EMISSORAS**

### **5.1 - CONDIÇÕES PARA IRRADIAÇÕES EXPERIMENTAIS**

Dentro do prazo estipulado para entrada no ar em caráter definitivo, a emissora que o desejar, poderá fazer irradiações experimentais, para fins de ajustes, medições e testes dos equipamentos instalados e do sistema irradiante, observadas as seguintes condições:

a) as irradiações experimentais serão comunicadas por escrito, à ANATEL, com antecedência mínima de cinco dias úteis;

b) o período de irradiações experimentais será de trinta dias, prorrogáveis a critério da ANATEL, desde que não ultrapasse o prazo permitido para o início do funcionamento definitivo;

c) a potência máxima de operação será aquela autorizada para o funcionamento normal da emissora no período da irradiação;

d) as irradiações experimentais poderão ter sua suspensão determinada no caso de aparecimento de interferências prejudiciais em outros serviços de telecomunicações regularmente instalados;

e) durante o período de irradiações experimentais, a emissora poderá ser convocada pela ANATEL para emitir ou cessar seus sinais durante períodos determinados, a fim de possibilitar medições de frequência e determinação de interferências.

### **5.2 - VISTORIAS TÉCNICAS**

As vistorias técnicas, básicas ou parciais, serão realizadas pela ANATEL ou por entidade por ela credenciada para este fim ou, ainda, por profissional habilitado.

#### **5.2.1 - VISTORIA BÁSICA**

A vistoria básica constará, simultaneamente, de:

5.2.1.1 - verificação das informações e medições das grandezas constantes do Laudo de Vistoria, conforme estabelecido no item 8.4 deste Regulamento;

5.2.1.2 - verificação do atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos no item 6.3 deste Regulamento, através de elaboração de Laudo de Ensaio, para todos os transmissores de FM existentes na estação.

#### **5.2.2 - VISTORIA PARCIAL**

A vistoria poderá ser parcial no caso de verificação de alterações específicas autorizadas nas instalações



### 5.2.3 - REALIZAÇÃO DE VISTORIAS

As vistorias, básicas ou parciais, serão realizadas nas épocas determinadas na legislação vigente ou sem

## 5.3 - FUNCIONAMENTO EM CARÁTER DEFINITIVO

5.3.1 - Dentro do prazo que lhe é concedido para iniciar a exploração do Serviço ou para efetivar alteração de instalação autorizada, uma vez concluída a instalação ou sua alteração, a emissora deverá requerer à ANATEL vistoria de suas instalações, para fins de licenciamento e funcionamento em caráter definitivo, devendo instruir o requerimento com:

- a) comprovante de recolhimento da Taxa de Fiscalização da Instalação;
- b) indicação do(s) equipamento(s) transmissor(es) instalado(s), incluindo fabricante, modelo, potência(s) de operação e código de certificação, caso não tenha(m) sido mencionado(s) no(s) formulário(s) de informações técnicas;
- c) relatório de medições, acompanhado da correspondente ART do profissional Habilitado responsável, comprovando o atendimento ao diagrama de irradiação, nos casos enquadrados no item 4.1.3;
- d) relatório das modificações e estudo técnico comprovando a similaridade dos diagramas de irradiação, nos casos previstos no item 4.1.7.2;
- e) relatório da medição experimental do campo característico da emissora, no caso de utilização de antena PARAN;
- f) declaração referente à instalação, assinada pelo profissional habilitado responsável pela mesma, de que ela está de acordo com o projeto de instalação e com a regulamentação técnica aplicável, acompanhada da correspondente ART.

5.3.2 - Decorridos trinta dias da solicitação de vistoria, sem que a ANATEL a tenha procedido, a entidade poderá encaminhar laudo de vistoria das instalações da estação, conforme roteiro do item 8.4.

5.3.3 - Dentro do prazo de trinta dias após a realização da vistoria ou o recebimento do laudo de vistoria, a ANATEL emitirá, se for o caso, a Licença para Funcionamento de Estação, na qual constarão suas características relevantes. A contagem do prazo acima mencionado é interrompida quando for formulada exigência à emissora, prosseguindo aquela contagem após o atendimento da exigência feita.

5.3.4 - A Licença para Funcionamento de Estação, ou sua cópia autenticada, deve ficar permanentemente exposta em local visível no recinto onde se encontram os transmissores. O original deverá estar disponível à ANATEL sempre que solicitado.

## 5.4 - POTÊNCIA DE OPERAÇÃO

### 5.4.1 - VARIAÇÃO DE POTÊNCIA

O valor da potência de operação da estação transmissora deve ser mantido, sempre, o mais próximo possível da potência autorizada para a emissora. As eventuais variações da potência de operação devem ser restritas aos limites de +10% a -15% da potência de operação autorizada.

Nos casos de sistemas irradiantes diretivos e multiplexados, a potência medida no ponto comum poderá estar permanentemente até +15% da potência autorizada.

A operação da estação com potência menor que o limite mínimo acima, por mais de 48 horas, será admitida em emergências, mediante comunicação imediata ao Escritório Regional ou à Unidade Operacional da ANATEL em cuja jurisdição se encontra a estação, com explicação dos motivos da redução e estimativa do prazo previsto para o retorno à situação normal.

#### 5.4.2 - REDUÇÃO DE POTÊNCIA

As emissoras que tenham especificadas na Licença de Funcionamento de Estação potências diurna e noturna de valores diferentes, devem observar os horários constantes da Tabela do Anexo 08 para efetuar as alterações diárias de potência, de acordo com sua localização geográfica e época do ano.

#### 5.4.3 - CÁLCULO DA POTÊNCIA

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.

Para estações que operem com sistema irradiante 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.

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.

O fator de eficiência “ $F$ ” será determinado em função dos valores obtidos para os parâmetros da expressão abaixo, constantes do laudo da última vistoria realizada na estação:

$$F = \frac{R_A \times I_A^2}{E_p \times I_p}$$

Caso os valores acima não sejam disponíveis, 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. Na ausência desses dados, deverão ser utilizados os valores mencionados no Anexo 11 (item 12).

## **5.5 - MODULAÇÃO**

O nível de modulação da onda portadora deverá estar de acordo com o estabelecido no item 3.2.

## **5.6- REDUÇÃO EVENTUAL DE HORÁRIO E INTERRUPÇÕES:**

5.6.1 - Para fins de ajuste do equipamento, o horário de funcionamento de uma emissora poderá ser reduzido de até 50% durante, no máximo, cinco dias por mês. Reduções eventuais do horário além deste limite somente poderão ocorrer após a aprovação da ANATEL.

5.6.2 - A ANATEL poderá, a qualquer época, determinar a interrupção imediata do funcionamento da emissora quando esta estiver causando interferências prejudiciais a outros serviços autorizados ou quando for constatada, nas instalações da emissora, situação que possa causar riscos à vida humana. A interrupção vigorará até que seja corrigida a situação que a motivou. A situação de risco à vida humana fica caracterizada quando a estação não dispuser dos dispositivos de proteção e de prevenção de acidentes estabelecidos na regulamentação em vigor, ou quando estes não estiverem em perfeito estado de funcionamento.

## **5.7 - CONTROLE REMOTO**

Será permitido o controle da operação da estação transmissora a partir de local remoto.

## **6 - EQUIPAMENTOS**

### **6.1 - EQUIPAMENTOS DE USO COMPULSÓRIO**

São considerados como de uso compulsório, os seguintes equipamentos e instrumentos:

#### **6.1.1 - TRANSMISSORES:**

Transmissor Principal: é o equipamento utilizado pela emissora quando irradia a sua potência nominal mais elevada.

É permitido utilizar como transmissor principal dois transmissores de igual potência em funcionamento simultâneo, com as saídas combinadas de tal forma que a potência de operação do conjunto seja igual à potência autorizada à emissora.

Transmissor Auxiliar - é o equipamento que pode ser utilizado pela emissora para irradiação de sua programação normal, nos seguintes casos:

- a) falha do transmissor principal;
- b) período de manutenção do transmissor principal, ou
- c) para a operação da emissora com potências diferentes nos períodos diurno e noturno, no período de menor potência.

A potência de operação do transmissor auxiliar será, no máximo, igual à do transmissor principal, e no mínimo igual a 1/10 daquela correspondente ao período de maior potência.

As emissoras com máxima potência nominal menor que 5 kW, bem como aquelas que funcionem com transmissores em paralelo, não estão obrigadas a instalar transmissor auxiliar.

### **6.1.2 - LIMITADOR**

É o equipamento de funcionamento permanente na emissora, capaz de limitar automaticamente o nível do sinal de áudio oriundo do estúdio, a fim de evitar a sobremodulação do transmissor, sem degradar a qualidade do sinal acima dos limites estabelecidos neste Regulamento.

### **6.1.3 - MONITOR DE MODULAÇÃO**

É o equipamento a ser instalado na estação transmissora ou no ponto de controle remoto, destinado a indicar continuamente a percentagem de modulação do sinal.

### **6.1.4 - MEDIDOR DE FASE**

É o equipamento destinado a medir a diferença entre as fases das correntes nas bases dos elementos ativos e passivos da antena. Seu uso é obrigatório para as emissoras que utilizam sistema irradiante diretivo.

### **6.1.5 - MONITOR DE AUDIÇÃO**

É o equipamento de funcionamento permanente na estação transmissora ou no ponto de controle remoto, destinado a monitorar o sinal de áudio irradiado pela emissora.

### **6.1.6 - AMPERÍMETROS DE RF**

No sistema irradiante deverão existir amperímetros de RF conforme estabelecido no item 4.1.8.3.

### **6.1.7 - CARGA ARTIFICIAL**

As emissoras que operam com potência superior a 10 kW devem possuir uma carga artificial com a mesma potência do transmissor principal e a mesma impedância da linha de transmissão.

## **6.2 - CERTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS**

Somente os transmissores estão sujeitos a certificação, pela ANATEL, nos termos da regulamentação vigente.

## **6.3 - REQUISITOS MÍNIMOS DOS EQUIPAMENTOS**

Os seguintes equipamentos de uso compulsório têm seus requisitos mínimos estabelecidos neste Regulamento:

### **6.3.1 - TRANSMISSORES**

Somente será permitida a instalação e a utilização pelas emissoras de equipamentos transmissores cujas especificações atendam aos seguintes requisitos mínimos:

a) quando o oscilador for submetido a variações de tensão de alimentação primária de até  $\pm 10\%$ , sua frequência deverá manter-se automaticamente dentro de limites tais que a emissão varie de, no máximo,  $\pm 10$  Hz;

b) a potência média de toda irradiação não essencial gerada no transmissor deverá estar atenuada de 50 dB em relação à potência média na frequência fundamental, sem exceder entretanto, o valor de 50 mW; para transmissores de potência nominal maior que 50 kW, quando não inibidos para operar com potência igual ou inferior, a atenuação mínima deve ser de 60 dB, não vigorando o limite de 50 mW;

c) o transmissor deve ser dotado de instrumentos para leitura dos seguintes valores:

- corrente contínua de placa ou coletor do estágio final de RF, por método direto ou indireto;
- tensão contínua no mesmo ponto;

d) o transmissor deve ser dotado de conector externo, com indicação da tensão máxima de radiofrequência aí disponível, para ligação de medidor da frequência do oscilador. Deve também ser dotado de ponto para ligação de monitor de modulação;

e) entre a unidade osciladora e o estágio final de RF deve haver, pelo menos, um estágio separador;

f) devem ser previstos circuitos ou dispositivos que impeçam a aplicação das diferentes tensões de alimentação dos estágios em outra seqüência que não seja a adequada para o funcionamento correto do equipamento;

g) a fonte de alimentação de alta tensão deverá ter dispositivo de proteção contra sobrecarga de corrente e deflagradores de centelha, em caso de sobretensão;

h) deverão ser instalados resistores de descarga ou outro dispositivo apropriado para descarregar todos os capacitores de filtro quando a alta tensão é desligada;

i) no caso de circuitos com resfriamento forçado, deve haver dispositivo de segurança, que impeça o funcionamento na falta de resfriamento adequado;

j) o transmissor deve ser completamente encerrado em gabinete(s) metálico(s); todas as partes expostas ao contato dos operadores serão eletricamente interligadas e conectadas à massa;

l) todas as partes e tampas que permitam o acesso, sem a utilização de ferramentas, às partes do transmissor onde existam tensões expostas maiores que 350 Volts, devem dispor de interruptores que automaticamente desliguem essas tensões quando qualquer das portas ou tampas for aberta e/ou removida;

m) todos os ajustes dos circuitos sujeitos a tensões maiores que 350 Volts devem ser feitos externamente, com todas as portas e tampas do gabinete fechadas;

n) todo transmissor deve ter fixado, na parte externa do gabinete, uma placa de identificação onde conste, no mínimo, o nome do fabricante, o modelo, a data de fabricação, o número de série, o valor

da potência nominal, o(s) valor(es) da(s) potência(s) de saída, a frequência e o consumo, além daquelas exigidas por legislação específica.

#### 6.3.1.1 - REQUISITOS PARA MONOFONIA

a) a resposta de áudio do transmissor não deverá variar mais que  $\pm 1$  dB, em relação ao valor de 1000 Hz, na faixa de frequências de áudio de 100 Hz a 5000 Hz inclusive, e não deverá variar mais que  $\pm 3$  dB na faixa de frequências de 50 a 100 Hz e de 5000 a 7500 Hz, para percentagens de modulação de 25, 50 e 85%;

b) a distorção harmônica introduzida pelo transmissor nos sinais de áudio não deverá exceder o valor de 3% para percentagens de modulação nos picos negativos de até 85% e o valor de 4% para maiores percentagens de modulação, com frequências de modulação de 50, 100, 400, 1000 e 7500 Hz;

c) a característica de regulação da amplitude da portadora, para qualquer percentagem de modulação, não deverá ser maior que 5%, referida ao valor de amplitude sem modulação, quando a tensão primária de alimentação estiver no seu valor nominal, a frequência de modulação for de 1000 Hz e o transmissor estiver ligado à sua carga nominal;

d) o nível de ruído da portadora (valor eficaz), na faixa de 30 a 20000 Hz deverá estar, pelo menos, 50 dB abaixo do nível de 100% de modulação a 400 Hz.

#### 6.3.1.2 - REQUISITOS PARA ESTEREOFONIA (TRANSMISSOR MAIS GERADOR DE ESTÉREO)

a) o conjunto transmissor mais gerador de estéreo deve assegurar que a emissão estereofônica esteja dentro das características constantes do item 3.2.6;

b) o desempenho do transmissor e gerador de estéreo, na transmissão estereofônica, deve atender aos requisitos para monofonia estabelecidos no item 6.3.1.1.

### **6.3.2 - MONITOR DE MODULAÇÃO**

O monitor de modulação deve atender aos seguintes requisitos mínimos:

a) dispor de meios para o ajuste do nível de referência da portadora e indicação das variações das características de regulação da amplitude de corrente da portadora durante a modulação;

b) dispor de meios para a indicação da percentagem de modulação, cuja exatidão deverá ser, no mínimo, igual a 5% para sinais de áudio de 50 a 10000 Hz;

c) dispor de lâmpadas indicadoras dos picos positivos e negativos de modulação, em separado ou alternadamente;

d) dispor de saída de sinal detectado, cuja distorção harmônica não deve exceder a 1%, e com resposta de frequência de  $\pm 0,5$  dB de 50 a 7500 Hz;

e) ruído na faixa de 30 a 20000 Hz melhor que 60 dB abaixo do nível de 100% de modulação a 400 Hz.

### **6.3.3 - MEDIDOR DE ÂNGULO DE FASE**

O medidor de ângulo de fase deve atender aos seguintes requisitos mínimos:

a) ter condição de ficar permanentemente ligado ao circuito do sistema irradiante e em funcionamento;

b) a exatidão da medição deve ser de, no mínimo,  $\pm 3^\circ$  e a resolução de leitura de ângulo de  $2^\circ$ ;

c) a impedância das entradas deve ser de 50 ou 75 ohms;

d) aceitação de sinais com níveis de 1 a 15 Volts (valor eficaz);

e) disponibilidade de um indicador de sentido de fase.

### **6.4 - DEMAIS EQUIPAMENTOS**

Para os demais equipamentos, não são estabelecidos requisitos mínimos, em vista da grande diversificação de modelos, plantas, tipos e espécies, podendo ser livremente utilizados pelas emissoras.

6.4.1 - A utilização desses equipamentos não deverá impedir a emissora de atender às exigências deste Regulamento e nem deverá causar risco à segurança das pessoas que os operam.

### **6.5 - INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRANSMISSORES**

6.5.1 - A instalação e utilização de qualquer transmissor depende de prévia autorização da ANATEL.

6.5.1.1 - Somente serão autorizados transmissores certificados.

6.5.2 - Somente poderão ser utilizados transmissores que tenham sido ensaiados individualmente na(s) potência(s) de operação e cujo parecer conclusivo de atendimento aos requisitos mínimos tenha sido submetido à apreciação da ANATEL.

6.5.2.1 - Somente será autorizado o uso de transmissor que seja certificado em potência nominal superior ao(s) valor(es) previsto(s) no respectivo plano básico, se o transmissor for modificado para operação apenas na(s) potência(s) prevista(s) no plano básico e inibidos os dispositivos que permitam sua operação em potência maior. Esta modificação deverá ser comprovada através de declaração emitida por profissional habilitado, a qual deverá acompanhar o parecer conclusivo mencionado no item 6.5.2, referente ao Laudo de Ensaio individual do transmissor.

## **6.6 - ALTERAÇÕES NO EQUIPAMENTO**

Qualquer alteração efetuada nos transmissores deverá ser comunicada à ANATEL, até trinta dias após sua execução. A comunicação deverá estar acompanhada do respectivo Laudo de Ensaio atestando que o equipamento continua a satisfazer as exigências contidas neste Regulamento.

## **7 - ESTUDOS TÉCNICOS**

Os estudos de viabilidade técnica de emissora e os respectivos projetos de instalação serão, sempre, elaborados por Profissional Habilitado e terão as folhas por ele rubricadas, com rubrica original.

### **7.1 - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA**

7.1.1 - O estudo de viabilidade técnica de uma emissora trata da fixação ou alteração de suas características técnicas através da verificação da sua proteção e a das emissoras existentes ou planejadas, devendo ser apresentado à ANATEL nos seguintes casos:

7.1.1.1 - Pelos pretendentes à execução do serviço de radiodifusão sonora em onda média e onda tropical (120 m) em localidades não constantes dos respectivos planos básicos, a fim de comprovar a viabilidade técnica da instalação de uma nova emissora.

7.1.1.2 - Pelas entidades com emissoras já em funcionamento, quando pretenderem alterar a frequência, a potência e/ou as características do sistema irradiante, a fim de comprovar a viabilidade técnica da modificação pleiteada, desde que estejam licenciadas há pelo menos um ano nas características aprovadas no respectivo plano básico.

7.1.1.2.1 - Excetuam-se do disposto no item 7.1.1.2 as alterações necessárias à solução de problemas de interferência prejudicial devidamente comprovada, os de cobertura da área de serviço decorrente de inexistência de local de instalação adequado para as características estabelecidas no respectivo plano básico e os de cobertura da área urbana da localidade de outorga, com nível de intensidade de campo adequado (10 mV/m).

7.1.1.3 - A alteração de canal vago envolvendo estudo de viabilidade técnica de inclusão ou de alteração de canal do PBOM ou do PBOT (120 m) poderá ser feita apenas em situação excepcional, a ser analisada caso a caso.

7.1.1.4 - Não será aceita alteração do PBOM ou do PBOT (120 m) que resulte em desequilíbrio das coberturas dos canais previstos para a localidade em questão, ou que agrave desequilíbrios existentes, salvo em situação mencionada no item 7.1.1.2.1.



## **7.2 - SISTEMÁTICA DA RESERVA**

7.2.1 - O estudo técnico mencionado no item anterior poderá ser precedido de um pedido de "RESERVA", conforme a sistemática a seguir estabelecida.

7.2.2 - O pedido ou cancelamento da reserva deverá ser feito pelo profissional habilitado que estiver elaborando o estudo técnico, por carta ou formulário padronizado.

7.2.3 - O prazo de validade da reserva é de trinta dias, contado do recebimento do pedido de reserva pela SCM, devendo o estudo técnico dar entrada em qualquer protocolo da ANATEL até a data limite desse prazo.

7.2.4 - O responsável pelo estudo somente poderá fazer reserva de uma frequência por localidade.

7.2.5 - Qualquer alteração nas características técnicas constantes do pedido de reserva, antes do vencimento de seu prazo, será considerada como nova reserva, com o automático cancelamento da anterior.

7.2.6 - As características do estudo técnico apresentado devem corresponder às descritas na RESERVA.

7.2.6.1 - A apresentação do estudo técnico com características diferentes do reservado será considerada como nova reserva, com automático cancelamento da anterior.

## **7.3 - PROJETO DE INSTALAÇÃO DE UMA EMISSORA**

Este projeto trata da fixação ou alteração das características técnicas relativas à instalação da estação e aos equipamentos necessários para a operação da emissora, devendo ser elaborado nos seguintes casos:

- a) para emissoras ainda não licenciadas;
- b) para emissoras com sua instalação autorizada, quando desejarem alterar o local de instalação;
- c) para emissoras cujas características técnicas previstas nos planos básicos forem alteradas, de modo a ter aprovado seu enquadramento, caso em que somente a parte pertinente do roteiro deverá ser elaborada.

**OBS:** Nos casos de substituição de equipamento ou dispositivo por outro de iguais características, deverá ser apresentado somente um requerimento para essa substituição, contendo as informações relevantes do novo equipamento ou dispositivo.

## **8 - ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DE DOCUMENTOS TÉCNICOS**

### **8.1 - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA INCLUSÃO DE CANAL NOS PLANOS BÁSICOS**

8.1.1 - Nome da entidade

8.1.2 - Localização da emissora (cidade, unidade da federação)

8.1.3 - Propósito do estudo

8.1.4 - Características técnicas pretendidas:

- a) Freqüência
- b) Potência (diurna, noturna)
- c) Coordenadas Geográficas da localidade (IBGE)
- d) Características do sistema irradiante:

onidirecional: altura da torre, sistema de terra, campo característico previsto;

- diretivo: nº de torres alimentadas e parasitas, numeração, altura(s), separação(ões), azimute(s), relação(ões) de campos, relação(ões) e defasamento(s) das correntes,  $E(\phi)$  para azimutes de 10 em 10 graus, partindo do Norte Verdadeiro.

#### 8.1.5 - Lista das Emissoras Relevantes para o Estudo

Relacionar os locais (cidade e unidade da federação) e respectivas coordenadas geográficas do sistema irradiante onde existam emissoras em funcionamento ou coordenadas geográficas IBGE das localidades onde estejam previstas emissoras operando em freqüências relacionadas com a freqüência de interesse, conforme estabelecido no item 3.5.

Para cada local, especificar:

- a) freqüência da emissora
- b) potências (diurna e noturna)
- c) sistema irradiante (onidirecional e diretivo)
- d) para cada sistema diretivo, especificar o  $E(\phi, \theta)$  da antena, na direção da emissora objeto do estudo, para propagação diurna e noturna
- e) campo característico
- f) coordenadas geográficas do sistema irradiante se for o caso
- g) distância até à localidade da emissora objeto do estudo

A distância entre dois pontos será o comprimento do arco do círculo máximo que os une (distância ortodrômica).

#### 8.1.6 - Cálculo das Proteções Diurna e Noturna das Emissoras Existentes ou Previstas

Para cada emissora da lista elaborada como indicado no item anterior, apresentar cálculo da proteção mínima exigida para assegurar a todas a proteção diurna e noturna estabelecida no item 3.5.

#### 8.1.7 - Cálculo das Proteções Diurna e Noturna da Emissora em Estudo:

Para cada emissora da mesma lista, apresentar o cálculo da proteção mínima exigida, para assegurar à emissora em estudo, a proteção diurna e noturna estabelecida no item 3.5.

8.1.7.1 - Para os canais viabilizados conforme o item 3.6.1.3.3 apresentar a demonstração da cobertura adequada correspondente ao Eu da emissora em estudo, conforme estabelecido no item 3.6.1.3.3.1, mediante utilização de carta geográfica em escala adequada.

8.1.8 - Nos estudos de viabilidade técnica que proponham adoção de sistema irradiante diretivo, deverão ser informados os azimutes nos quais o diagrama de irradiação tem, propositadamente, ganho reduzido, devido à necessidade de proteção de outras emissoras, bem identificadas essas emissoras.

#### 8.1.9 - Desenhos

Para o caso de sistema irradiante diretivo, apresentar diagrama polar de irradiação no plano horizontal, orientado em relação ao Norte Verdadeiro, com indicação do círculo correspondente ao ganho unitário, isto é, o ganho do sistema irradiante onidirecional de características correspondentes.

#### 8.1.10 - Conclusão

Resumir os tópicos importantes do estudo e emitir parecer conclusivo sobre a viabilidade do propósito do estudo.

#### 8.1.11 - Profissional Habilitado

- a) Nome;
- b) N° de inscrição no CREA;
- c) Data e assinatura.

8.1.12 - Deverá ser anexada ao estudo técnico a ART referente ao mesmo, assinada pelo contratante e pelo contratado.

## **8.2 - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA ALTERAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CANAL DOS PLANOS BÁSICOS**

Além do roteiro fixado no item 8.1, deverão ser fornecidas as seguintes informações sobre a situação atual da emissora no respectivo plano básico:

- a) Frequência
- b) Potências (diurna e noturna)
- c) Coordenadas geográficas do sistema irradiante atual e pretendido se for o caso
- d) Características do sistema irradiante - tipo, altura(s) da(s) torre(s) e demais parâmetros no caso de diretivo

8.2.1 - Nos estudos de viabilidade técnica que envolvam aumento de potência, deverão ser anexados:

a) um relatório de medidas de intensidade de campo ou um laudo de vistoria, comprovando a obtenção do campo característico mínimo ou as perfeitas condições da instalação da estação, na situação atual;

b) cópia da Licença de Funcionamento de Estação, nas características aprovadas no correspondente plano básico, em atendimento ao disposto no item 7.1.1.2;

c) declaração do profissional habilitado responsável pelo estudo de que o aumento de potência não causará superposição dos contornos de 1V/m das estações existentes, para o local onde a estação está instalada. Caso isto não se verifique, a declaração deverá ser de que o enquadramento da estação na nova potência implicará colocação de filtros ou mudança de local da estação;

d) declaração do responsável legal pela entidade de que colocará os dispositivos necessários para sanar quaisquer problemas de intermodulação que surjam ou mudará de local, caso necessário.

8.2.2 - Nos estudos técnicos elaborados de acordo com os itens 3.6.1.1.2, 3.6.1.3.2 e 3.6.2.2, deverá ser apresentada demonstração de que o contorno utilizável da onda de superfície é igual ou superior ao da situação anterior, respeitando o disposto nos itens 3.6.1.1.2.1 e 3.6.2.2.1.

8.2.3 - Os estudos técnicos que proponham alteração para frequências mais baixas ou para classe superior deverão conter declaração do responsável legal pela entidade de que dispõe de terreno adequado ao enquadramento da emissora nas novas características, com dimensões suficientes para abrigar as exigências da regulamentação técnica aplicável, no que diz respeito a seus transmissores, sistemas irradiantes e sistema de terra. Caso isso não se verifique, a declaração deverá ser de que providenciará a instalação da emissora em novo local que atenda as exigências do presente Regulamento.

8.2.4 - Nos estudos que envolvam mudança de frequência, deverá ser apresentada declaração do profissional habilitado responsável pelo estudo de que a mudança de frequência não resultará em separação entre a emissora e as outras existentes que contrarie o disposto na alínea "d" do item 4.1.9.2. Caso isso ocorra, a declaração deverá ser de que o enquadramento da estação na nova frequência implicará em colocação de filtros ou mudança de local da estação.

8.2.4.1 - Deverá também ser apresentada declaração do responsável legal pela entidade de que colocará os dispositivos necessários para sanar quaisquer problemas de intermodulação que surjam ou mudará de local, caso necessário.

8.2.6 - Deverá ser anexada ao projeto a correspondente ART, assinada pelo contratado e pelo contratante.

### **8.3 - PROJETO DE INSTALAÇÃO DA EMISSORA**

O projeto de instalação constará de:

#### **8.3.1 - MEMÓRIA DESCRITIVA**

8.3.1.1 - Resumo das Características da Emissora

- a) Nome da Entidade
- b) Endereço completo para correspondência (rua, nº, localidade, município, Estado, código de endereçamento postal - CEP e telefone)
- c) Espécie e número do ato de outorga e data do Diário Oficial da União que o publicou.
- d) Frequência de Operação (kHz)
- e) Potência Nominal (diurna e noturna), em kW
- f) Classe da Emissora
- g) Transmissor(es):
  - g1) Fabricante
  - g2) Modelo
  - g3) Potência(s) de operação
  - g4) Código de Certificação
- h) Tipo de sistema irradiante
  - h1) tipo (onidirecional ou diretivo).
- i) Antena:
  - i1) altura(s) da(s) torre(s) em relação à(s) sua(s) base(s) (em metros e fração do comprimento de onda)

- i2) descrição da carga de topo se for o caso
- i3) cota(s) da(s) base(s) da(s) torre(s) em relação ao nível do mar
- i4) tipo de alimentação

No caso de sistema diretivo, informar também:

- i5) quantidade de torres, com indicação das alimentadas e não alimentadas
- i6) distância(s) entre torres (em metros e graus elétricos)
- i7) ângulo de fase da corrente na base de cada torre, considerando a fase da corrente na base da torre nº 1 como nula
- i8) relação entre a intensidade da corrente na base de cada torre e a intensidade da corrente na base da torre nº 1
- i9) azimute do plano das torres, considerando a torre nº 1 como origem

j) Sistema de terra:

- j1) comprimento dos radiais
- j2) quantidade de radiais
- j3) configuração ou ângulo entre os radiais
- j4) diâmetro do fio
- j5) tipo de metal empregado

l) Acessórios (Linha de transmissão de RF):

- l1) tipo
- l2) fabricante e modelo
- l3) impedância característica
- l4) comprimento total
- l5) atenuação, em dB por 100 metros

m) Campo característico previsto (mV/m)

n) Distâncias estimadas aos contornos de 1 V/m e de 10 mV/m para a potência diurna; no caso de sistema irradiante diretivo, informar as distâncias aos mesmos contornos para ângulos de 15 em 15 graus. Nos canais viabilizados conforme o item 3.6.1.3.3, raio do contorno utilizável de onda de superfície, para as condições de operação noturna.

### 8.3.1.2 - Situação Geral

#### 8.3.1.2.1 - Estação Transmissora

- a) endereço completo do local do transmissor - código 1 (rua, nº, localidade, município, Estado e código de endereçamento postal)
- b) coordenadas geográficas do local do sistema irradiante, quando disponível

Em se tratando de mudança de local de instalação, indicar separadamente os endereços do local atual (código 1A) e do proposto (código 1B).

#### 8.3.1.2.2 - Estúdios

Endereços completos: Estúdio principal - Código 2; Estúdio auxiliar - Código 3 (rua, nº, localidade, município, Estado e código de endereçamento postal); se um deles ficar localizado na estação transmissora, assinalar este fato.

8.3.1.2.3 - Sistemas irradiantes de estações de radiodifusão sonora em onda média, existentes a menos de 5 km do local proposto:

- a) Código 4 (seguido das letras maiúsculas A, B, C, etc, para identificação da emissora);
- b) Nome da entidade;
- c) Frequência de Operação;
- d) Distância ao local proposto.

8.3.1.2.3.1 - Na hipótese da ocorrência de superposição do contorno de 1 V/m, do sistema irradiante proposto, sobre o contorno de 1 V/m de outro sistema irradiante em local já aprovado ou autorizado, ou para o qual já haja pedido anteriormente submetido à ANATEL, para autorização, deverá ser anexado ao projeto documento firmado pelo responsável legal da emissora declarando que, se houver problemas de intermodulação, serão instalados dispositivos capazes de solucioná-los, devendo ser atendida a condição estabelecida no item 4.1.2, alíneas "a" e "b" deste Regulamento, ou que, se necessário, mudará de local.

8.3.1.2.3.2 - Declaração de mesmo teor deverá ser anexada ao projeto na ocorrência de separações menores que aquelas fixadas na letra "d" do item 4.1.9.2 entre o sistema irradiante proposto e outro sistema irradiante em local já aprovado ou autorizado, ou para o qual já haja pedido anteriormente submetido à ANATEL, para autorização.

8.3.1.2.4 - Estações receptoras do Ministérios Militares e das concessionárias ou autorizadas do Serviço Telefônico Fixo Comutado e do Serviço Móvel Celular, existentes a menos de 5 km do local proposto:

- a) Código 5 (seguido das letras M, E, A, T, para identificação das estações, respectivamente, dos Ministérios da Marinha, do Exército e da Aeronáutica - e das concessionária e autorizadas do Serviço Telefônico Fixo Comutado e do Serviço Móvel Celular;
- b) Nome da entidade;
- c) Distância ao local proposto.

Quando, na área inscrita na figura geométrica do contorno de 1 V/m do sistema irradiante proposto, estiver situada qualquer das estações receptoras acima mencionadas, a autorização de instalação no local proposto dependerá da aquiescência por parte do responsável pela estação receptora.

8.3.1.2.5 - Estações transmissoras do Ministérios Militares e das concessionárias e autorizadas do Serviço Telefônico Fixo Comutado e do Serviço Móvel Celular, existentes a menos de 3 km do local proposto:

- a) Código 6 (seguido das letras M, E, A, T, para identificação das estações, respectivamente, dos Ministérios da Marinha, do Exército e da Aeronáutica e das concessionárias e autorizadas do Serviço Telefônico Fixo Comutado e do Serviço Móvel Celular;
- b) Nome da entidade;
- c) Distância ao local proposto.

Quando qualquer das estações transmissoras acima estiver situada a menos de 500 metros do local proposto, a autorização de instalação da estação dependerá da aquiescência por parte do responsável por aquelas estações.

8.3.1.2.6 - Estações de enlaces de microondas existentes a menos de 1,5 km do local proposto:

- a) Código 7 (seguido das letras maiúsculas A, B, C, etc, para identificação das estações);
- b) Nome da entidade;
- c) Azimutes dos percursos de transmissão e recepção;
- d) Distância ao local proposto.

O sistema irradiante proposto deverá ficar fora do cone de proteção das antenas transmissoras ou receptoras dos enlaces de microondas; este cone é definido como um cone circular reto, cujo eixo é a linha que une os centros das antenas do enlace, cuja altura é de 1000 metros, cujo diâmetro da base é de 175 metros e cujo vértice está no foco da parábola.

Quando esta condição não for atendida, a autorização de instalação no local proposto dependerá da aquiescência dos responsáveis pelas estações envolvidas.

8.3.1.2.7 - Estruturas metálicas com altura igual ou maior que aquelas estabelecidas na alínea "g" do item 4.1.9.2, existentes a menos de 3 vezes o comprimento de onda da estação ao local proposto. Neste caso, deverá ser demonstrado que o diagrama horizontal de irradiação não será afetado em mais que  $\pm 2$  dB. Para isso, poderá ser utilizado o método descrito no Anexo 03. Caso haja necessidade de instalação de uma reatância Xs em série com a base da estrutura, deverá ser apresentada a correspondente autorização, por escrito, do seu responsável legal.

8.3.1.3 - Conclusão

Parecer conclusivo de que a instalação proposta atende a todas as exigências da regulamentação técnica vigente.

8.3.1.4 - Profissional Habilitado

- a) Nome por extenso;
- b) Número de inscrição no CREA;
- c) Data e assinatura.

## **8.3.2 - ANEXOS AO PROJETO DE INSTALAÇÃO**

8.3.2.1 - Planta da Situação Geral

A Planta ou carta topográfica da Situação Geral deverá ser em escala adequada, de preferência, editada por órgãos oficiais ou oficializados. Não precisará de detalhes de altimetria. Quando não houver disponibilidade de plantas nas condições mencionadas, será permitido utilizar cartas ou croquis de levantamentos topográficos ou fotogramétricos nos quais constem a escala e o órgão ou o engenheiro responsável pelo levantamento.

Na planta, deverão ser assinalados:

- a) A localização do centro geométrico do sistema irradiante, por um círculo junto ao qual constará o código 1. No caso de mudança de local, o local atual deverá ser assinalado pelo código 1A e o local proposto pelo código 1B;
- b) A localização do(s) estúdio(s) por retângulo(s) junto ao(s) qual(is) constará(ão) o código 2 para o estúdio principal e 3 para o auxiliar;

c) Cada um dos pontos de que tratam os itens de 8.3.1.2.3 a 8.3.1.2.7 por um círculo junto ao qual deverá constar o código alfanumérico respectivo. No caso do item 8.3.1.2.6, assinalar também as direções de transmissão e recepção;

d) As figuras geométricas que limitam as áreas abrangidas pelos contornos estimados de 1 V/m e 10 mV/m do sistema irradiante proposto. Esta planta deverá comprovar o atendimento, pela emissora, dentro das características técnicas que lhe forem fixadas pela ANATEL, da maior parte possível da população da localidade para a qual o serviço foi autorizado;

e) Para os canais viabilizados conforme o item 3.6.1.3.3, a figura geométrica que limita a área abrangida pelo contorno utilizável de onda de superfície. Esta planta deverá comprovar o atendimento à área urbana do município;

f) As figuras geométricas que limitam as áreas abrangidas pelo contorno estimado de 1 V/m das estações relevantes.

Quando não for possível o traçado do contorno de 10 mV/m na mesma planta em que seja traçado o contorno de 1 V/m, poderão ser utilizadas plantas distintas.

### 8.3.2.2 - Planta das Instalações de Campo

Deve ser apresentado croquis, em escala adequada, indicando:

- a) casa do transmissor;
- b) antena proposta;
- c) sistema de terra;
- d) limites do terreno.

### 8.3.2.3 - Documentos Diversos

8.3.2.3.1 - Declaração do profissional habilitado de que a instalação do sistema irradiante proposto não excede os gabaritos da(s) zona(s) de proteção do(s) aeródromo(s) relevantes(s), de acordo com a legislação específica vigente ou documento de aprovação da instalação expedido pelo órgão competente do Ministério da Aeronáutica ou, se for o caso, declaração de inexistência de aeródromo na região.

8.3.2.3.2 - Documento de aprovação da instalação proposta, expedido pelos responsáveis pelas estações mencionadas nos itens 8.3.1.2.4 e 8.3.1.2.5 quando as distâncias existentes forem menores que as especificadas nestes mesmos itens.

8.3.2.3.3 - Documento de aprovação da instalação proposta, emitido pelos responsáveis pelas estações mencionadas no item 8.3.1.2.6, quando a instalação não se enquadra no que dispõe este mesmo item.

8.3.2.3.4 - Em se tratando de sistema irradiante diretivo:

diagrama polar de irradiação no plano horizontal, orientado em relação ao Norte Verdadeiro, com indicação do círculo correspondente ao ganho unitário.

8.3.2.3.5 - No caso de sistema irradiante diretivo utilizando elemento parasita, tabela contendo as variações do diagrama de irradiação até  $\pm 2$  dB, e as respectivas variações de  $K_2$  e  $\psi_2$ , conforme disposto no item 4.3.3.

8.3.2.3.6 - No caso de sistema irradiante com diagrama onidirecional num período e diretivo em outro, deverá ser apresentado o cálculo da dessintonia da torre, conforme indicado no item 4.3.2 do Anexo 03.



8.3.2.3.7 - Estudo técnico comprovando o atendimento do presente Regulamento, nos seguintes casos:

- a) emprego de outro tipo de antena, observado o que dispõe o item 4.1.1.1.1;
- b) b) emprego de outras configurações de sistema de terra, conforme dispõe o item 4.1.1.3.2.

8.3.2.3.8 - Deverá ser anexada ao projeto a ART referente ao mesmo, assinada pelo contratado e pelo contratante.

## **8.4 - LAUDO DE VISTORIA**

Laudo de Vistoria é o registro de todas as observações e medições feitas na emissora. As informações nele contidas devem ser fruto da observação pessoal do vistoriador, o qual é o responsável pela veracidade das mesmas. Se uma informação não pode ser obtida diretamente, será deixado em branco o item correspondente no laudo, registrando-se nas "observações" o motivo da omissão.

As medições devem ser feitas com instrumentos aferidos, cujas características serão também registradas no item correspondente. As divergências entre estas medidas e as indicadas pelos instrumentos instalados na emissora ou no equipamento devem ser registradas nas "observações". O Laudo de Vistoria deverá conter as seguintes informações:

### **8.4.1 - NOME DA ENTIDADE**

### **8.4.2 - LOCALIZAÇÃO** (município e Estado)

### **8.4.3 - MOTIVO DA VISTORIA**

### **8.4.4 - CARACTERÍSTICAS BÁSICAS FIXADAS PELA ANATEL**

- a) frequência
- b) potências diurna e noturna
- c) tipo e configuração do sistema irradiante
- d) altura(s) da(s) antena(s)

### **8.4.5 - VERIFICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DA EMISSORA**

- a) estúdio principal (endereço)
- b) estúdio auxiliar (endereço)
- c) estação transmissora (endereço ou identificação do local)

### **8.4.6 - TRANSMISSORES DE ONDAS MÉDIAS EXISTENTES NA ESTAÇÃO**

### **8.4.7 - TRANSMISSOR PRINCIPAL**

8.4.7.1 - Identificação (dizeres constantes da placa de identificação):

- a) nome do fabricante;
- b) modelo;
- c) número de série;
- d) potência nominal;
- e) potência(s) de saída;

- f) frequência;
- g) data de fabricação;
- h) consumo.

#### 8.4.7.2 - Estágio final de RF

##### 8.4.7.2.1 - Tipo de válvula(s) ou de semicondutor(es) utilizados

##### 8.4.7.2.2 - Quantidade

##### 8.4.7.2.3 - Configuração (paralelo, contrafase, etc)

##### 8.4.7.2.4 - Classe de funcionamento

##### 8.4.7.2.5 - Frequência de saída:

- a) nominal;
- b) medida;
- c) variação máxima durante 60 minutos de funcionamento.

##### 8.4.7.2.6 - Condições de funcionamento (indicar separadamente para cada potência de operação da emissora, se for o caso:

- a) tensão contínua de placa ou de coletor ( $E_p$ );
- b) corrente contínua de placa ou de coletor, sem modulação ( $I_p$ );
- c) tensão primária de alimentação correspondente aos valores de  $E_p$  e de  $I_p$ .

#### 8.4.7.3 - Potência(s) de saída do transmissor (indicar separadamente para cada potência de operação do transmissor)

##### 8.4.7.3.1 - Transmissores não dotados de instrumento de medição direta de potência de RF (Watímetro):

- a) impedância oferecida à saída do transmissor ( $R \pm jX$ );
- b) corrente de RF ( $I_o$ ) no mesmo ponto da medida da impedância, sem modulação;
- c) potência de saída (método direto:  $P = R \times I_o^2$ ).

##### 8.4.7.3.2 - Transmissores dotados de instrumento de medição direta de potência de RF (Watímetro):

- a) impedância oferecida à saída do transmissor ( $R \pm jX$ );
- b) potência de saída (Watts);
- c) potência refletida (Watts).

#### 8.4.7.4 - Modulação

a) Tipo de modulação (descrição sumária: alto ou baixo nível, placa, grade de controle, grade de blindagem, etc)

b) Nível de entrada de AF, correspondente a 100% de modulação, com um sinal de 1000 Hz (indicar separadamente para a potência diurna e, se for o caso, para a potência noturna)

### 8.4.8 - TRANSMISSOR AUXILIAR

Transmissor(es) auxiliar(es): indicar, conforme exposto no item 8.4.7, para cada transmissor auxiliar.

#### **8.4.9 - OBSERVAÇÕES**

Descrever sumariamente o processo de obtenção da potência noturna, registrar as divergências entre as medidas obtidas e as leituras correspondentes dos instrumentos do(s) transmissor(es), registrar detalhes sobre a utilização de dois transmissores em paralelo, etc.

#### **8.4.10 - SISTEMA IRRADIANTE**

##### **8.4.10.1 - ONIDIRECIONAL**

- a) Descrição sumária da antena
- b) Altura da antena
- c) Impedância no ponto de alimentação da antena:  $(R_a \pm jX_a)$

Observação: A medida da impedância deverá ser feita no ponto onde deverá estar permanentemente instalado o medidor de corrente da antena.

d) Corrente de RF no ponto de alimentação da antena ( $I_a$ ): (medições efetuadas sem modulação e com o estágio final de RF nas condições de funcionamento conforme exposto no item 8.4.7.2.6, separadamente para cada potência de operação)

e) Potências irradiadas nos períodos diurno e noturno:

$$P = R_a \times I_a^2$$

f) Método de alimentação da antena (série ou paralelo)

g) Descrição sumária do sistema de terra:

- comprimento dos radiais
- quantidade de radiais
  - configuração ou ângulo entre os radiais
- metal empregado
- diâmetro ou bitola dos condutores

h) Linha de transmissão:

- descrição sumária da linha
- impedância característica medida ou indicada na linha
- comprimento

i) Circuito Transformador de Impedância (descrição sumária da configuração)

j) Dispositivos de Proteção (indicar as medidas de proteção elétrica e do pessoal existente: deflagradores, cerca de proteção, aviso pictórico, etc)

l) Observações (anotar discrepâncias entre as medidas obtidas e as leituras dos instrumentos instalados, operação multiplexada de outras emissoras, uso como suporte de outras antenas, etc.)

NOTA: Caso o sistema irradiante esteja sendo utilizado por mais de uma emissora, em sistema multiplexado, deve ser apresentado o resultado das medições exigidas no item 4.1.2 deste Regulamento.

##### **8.4.10.2 - DIRETIVO**

- a) Descrição sumária
- b) Altura de cada elemento (em metros e graus elétricos)
- c) Separação entre os elementos: (em metros e graus elétricos)

- d) Azimute(s) de alinhamento do(s) elemento(s), considerando o elemento nº 1 como origem
- e) Impedância medida na base de cada elemento ( $R_n \pm jX$ ) e no ponto comum de alimentação da antena ( $R_c \pm jX$ ) : (medição efetuada com o sistema ajustado e ativado)

Observação: As medições deverão ser feitas nos pontos onde deverão estar permanentemente instalados os medidores de corrente de RF.

f) Intensidade de corrente de RF medida na base de cada elemento ( $I_n$ ): (medições efetuadas sem modulação e com o amplificador final de RF nas condições de funcionamento conforme exposto no item 8.4.7.2.6, separadamente para os períodos diurno e noturno)

g) Ângulo de fase da corrente em cada elemento (considerar o ângulo de fase do elemento nº 1 como nulo). Para antenas de altura menor ou igual a 90° elétricos, a amostra deverá ser tomada na base da torre. Para alturas superiores, a amostra deverá ser tomada a 90° elétricos contados do topo da torre;

h) Intensidade da corrente de RF medida no ponto comum de alimentação do sistema irradiante ( $I_c$ ) (medições efetuadas sem modulação e com o estágio final de RF nas condições de funcionamento conforme exposto no item 8.4.7.2.6, separadamente para os períodos diurno e noturno)

i) Potências Irrradiadas:

- Potência irradiada por cada elemento alimentado:

$$P_n = R_n \times I_n^2$$

- Potência reirradiada por cada elemento parasita:

$$P_n = R_n \times I_n^2$$

- Potência total irradiada:

$$P = R_c \times I_c^2$$

j) Descrição sumária do sistema de terra:

- comprimento dos radiais
- quantidade de radiais
- configuração ou ângulo entre os radiais
- metal dos condutores
- diâmetro ou bitola dos condutores

l) Linhas de transmissão:

- Descrição sumária das linhas
- Impedâncias características medidas ou indicadas nas linhas
- Comprimento

m) Método de amostragem das correntes para o medidor de fase: dispositivos utilizados e pontos onde são tomadas as amostras

n) Dispositivos de Proteção: descrever os dispositivos adotados de proteção elétrica e do pessoal, deflagradores, pára-raios, cerca de proteção, aviso pictórico, etc.

o) Observações: anotar as discrepâncias entre as medidas obtidas e as leituras dos instrumentos instalados, operação multiplexada, etc.

#### **8.4.11- ESPÚRIOS:**

Indicar a atenuação dos harmônicos e de outros espúrios em relação à frequência fundamental; no caso de sistemas irradiantes diretivos, a medição deverá ser feita na(s) direção(ões) de máxima irradiação; caso o sistema irradiante seja utilizado por mais de uma emissora, em circuito multiplexado, indicar, também, o nível de resíduos de modulação como exigido no item 4.1.2.

#### **8.4.12 - OUTROS EQUIPAMENTOS:**

Verificar a existência dos equipamentos abaixo, transcrevendo os dizeres das respectivas placas de identificação e o estado de funcionamento dos mesmos:

- a) Amperímetro de RF (indicar função e posição no circuito, fabricante e escala)
- b) Limitador
- c) Monitor de modulação
- d) Medidor de fase
- e) Monitor de audição
- f) Multímetro
- g) Osciloscópio
- h) Gerador de áudio
  - i) Controle remoto (indicar se a emissora utilizar)
  - j) Grupo gerador:
    - fabricante
    - potência nominal
    - tipo de combustível
    - dependência onde se encontra instalado
  - l) Regulador de tensão:- fabricante
    - potência nominal
    - tipo de funcionamento (manual ou automático)
    - faixa de tensão regulável
    - transmissores a que está ligado

8.4.13 - Outros serviços de radiodifusão executados no mesmo local da estação de OM ou de OT (120m)

8.4.13 8.4.14 - Nos casos de primeira vistoria e de vistoria para renovação de outorga de concessão ou permissão de estação que utiliza sistema irradiante diretivo, deverá ser feita medição de campo em pelo menos três direções de cada um dos lóbulos maiores e menores, nas direções de ganho reduzido para proteção de outra(s) emissora(s) e nas direções de nulo do diagrama de irradiação, quando houver.

8.4.14.1 - No caso de sistemas irradiantes diretivos com elementos parasitas, além de cumprido o disposto no item 8.4.14, deverão ser adotados os procedimentos estabelecidos no item 4.3.3.

#### **8.4.15 - OBSERVAÇÕES**

#### **8.4.16 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS PELO VISTORIADOR**

Indicar fabricante, modelo, nº de série e precisão das medidas.

#### **8.4.17 - DECLARAÇÃO DO VISTORIADOR**

"Declaro serem verdadeiras todas as informações constantes deste Laudo, obtidas mediante vistoria por mim realizada, pessoalmente, nas instalações da..... (nome da emissora)..... localizada na

cidade de..... no Estado de....., nos dias..... o presente Laudo consta de..... folhas, todas numeradas e rubricadas com a rubrica..... de que faço uso".

Local:  
Data:  
Nome:  
Nº de registro no CREA:  
Assinatura:

#### **8.4.18 - PARECER CONCLUSIVO**

CERTIFICO que o serviço de radiodifusão em onda média (tropical - 120 m) executado pela..... (nome da emissora)..... na cidade de..... no Estado de..... na data da vistoria, como indicada no Laudo acima, atendeu à toda a regulamentação técnica vigente a ele aplicável.

Local:  
Data:  
Nome:  
Nº de registro no CREA:  
Assinatura:

#### **8.4.19 - DECLARAÇÃO DA ENTIDADE**

"Na qualidade de representante legal da..... (nome da entidade)....., declaro que o Sr. .... (nome do vistoriador)....., esteve nesta cidade de..... no Estado de..... nos dias..... vistoriando as instalações de nossa emissora de onda média (tropical - 120 m)".

Local:  
Data:  
Nome:  
Cargo que exerce na entidade:  
Assinatura:

#### **8.4.20 - ART**

Deverá ser anexada ao Laudo de Vistoria a ART referente ao mesmo, assinada pelo contratante e pelo contratado.

#### **8.5 - LAUDO DE ENSAIO**

Laudo de Ensaio é o registro das observações e medições feitas no transmissor. As informações nele contidas devem ser fruto da observação pessoal do ensaiador, o qual é responsável pela veracidade das mesmas. As medições devem ser feitas com instrumentos aferidos, cujas características também serão registradas no laudo. As divergências entre estas medidas e as indicadas pelos instrumentos do transmissor devem ser registradas nas observações.

O laudo de ensaio deverá conter as seguintes informações:

### **8.5.1 - INTERESSADO**

a) nome

b) endereço completo

c) nome e local da emissora a que se destina o transmissor (no caso de laudo de ensaio individual)

### **8.5.2 - ENSAIO**

a) motivo

b) endereço completo onde foi realizado

c) data em que foi realizado

### **8.5.3 - FABRICANTE**

a) nome

b) endereço (no caso de equipamento importado, indicar, também, o endereço de seu representante no Brasil, se houver)

### **8.5.4 - MEDIÇÕES**

a) Potência de saída do transmissor (sem modulação, para a potência nominal e cada uma das potências de saída no caso de ensaio para certificação e para a(s) potência(s) de operação autorizada(s) para a emissora no caso de ensaio individual)

b) Frequência (deve ser a de operação da emissora a que se destina o transmissor no caso de ensaio individual):

- medida

- variação máxima durante 60 minutos de funcionamento

c) Distorção harmônica a 25%, 50%, 85% e acima de 85% de modulação, para a potência nominal e cada uma das potências de saída (certificação) ou para cada uma das potências de operação (ensaio individual), com frequências de modulação de 50, 100, 400, 1000, 5000 e 7500 Hz

d) Resposta de audiofrequência, em relação a uma frequência de modulação de 1000 Hz, para a potência nominal e cada uma das potências de saída (certificação) ou para cada uma das potências de operação (ensaio individual), na faixa de frequências de 50 a 7500 Hz, com 25%, 50% e 85% de modulação

e) Característica de regulação da amplitude da portadora, para a potência nominal e cada uma das potências de saída (certificação) ou para cada uma das potências de operação (ensaio individual), quando modulada por 1000 Hz a 100% de modulação

f) Nível de ruído da portadora, em relação a 100% de modulação com 400 Hz

g) Atenuação de harmônicos e espúrios em relação à fundamental

h) Nível de entrada de áudio, na frequência de 1000 Hz, correspondente a 100% de modulação

i) Potência primária de entrada, para a potência nominal e cada uma das potências de saída (certificação) ou para cada uma das potências de operação (ensaio individual), a 0% e a 100% de modulação

### **8.5.5 - OBSERVAÇÕES VISUAIS**

#### 8.5.5.1 - Placa de Identificação:

a) nome do fabricante

b) modelo

c) n° de série;

d) potência nominal

e) potência(s) de saída

f) frequência

g) data de fabricação

h) consumo

#### 8.5.5.2 - Medidores do Estágio Final de RF (indicar fabricante e escala)

a) de corrente contínua de placa ou de coletor

b) de tensão contínua de placa ou de coletor

c) nível de modulação

#### 8.5.5.3 - Existência de conector de RF:

a) para ligação de monitor de modulação

b) para medição de frequência

#### 8.5.5.4 - Tipo e quantidade de válvula(s) ou semicondutor(es) utilizado(s) no estágio final de RF

#### 8.5.5.5 - Quantidade de estágios separadores entre a unidade osciladora e o estágio final de RF

#### 8.5.5.6 - Dispositivos de segurança do pessoal:

a) de descarga dos capacitores depois de desligada a alta tensão (descrição sumária)



b) existência de gabinete(s) metálico(s) encerrando o transmissor, com todas as partes expostas ao contato dos operadores, interligadas e conectadas à massa

c) existência de interruptores de segurança

d) possibilidade de serem feitos, externamente, os ajustes dos circuitos com tensões superiores a 350 Volts, com todas as portas ou tampas fechadas

8.5.5.7 - Existência de dispositivos de proteção do transmissor:

a) contra sobrecarga de corrente na fonte de alta tensão

a) b) contra sobretensão na fonte de alta tensão

c) contra a falta de ventilação adequada, no caso de válvula(s) com resfriamento forçado

d) aplicação seqüencial correta das diferentes tensões de alimentação dos estágios (descrição sumária)

e) contra falta de excitação conveniente no amplificador final de RF

## **8.5.6 - OBSERVAÇÕES**

## **8.5.7 - INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS PELO VISTORIADOR**

Instrumentos de medição utilizados pelo vistoriador (indicar fabricante, modelo, nº de série e precisão das medidas.

## **8.5.8 - DECLARAÇÃO DO PROFISSIONAL**

"Declaro serem verdadeiras todas as informações constantes deste Laudo, obtidas mediante ensaio por mim realizado, pessoalmente, no transmissor a que se refere. O presente Laudo consta de.....folhas, todas numeradas e rubricadas com a rubrica..... de que faço uso".

Local:

Data:

Nome:

Nº de registro no CREA:

Assinatura:

## **8.5.9 - PARECER CONCLUSIVO**

CERTIFICO que o transmissor de onda média (tropical) a que se refere este Laudo de Ensaio, na data em que foi realizado, atendeu à toda a regulamentação técnica vigente e a ele aplicável.

Local:

Data:  
Nome:  
Nº de registro no CREA:  
Assinatura:

#### **8.5.10 - DECLARAÇÃO DO INTERESSADO**

"Na qualidade de representante legal da..... (nome da entidade)....., DECLARO que o Sr. ....(nome do profissional)..... esteve no endereço abaixo nos dias..... ensaiando o transmissor de onda média (tropical), fabricado por....., modelo..... série nº....., com potência nominal de .....kW e potência(s) de saída de .....kW (certificação) ou com potência(s) de operação de..... kW (ensaio individual)".

Local de ensaio: ( endereço completo, Cidade e Estado)  
Data:  
Nome:  
Cargo que exerce na entidade:

#### **8.5.11 - ART**

Deverá ser anexada ao laudo de ensaio a ART referente ao mesmo, assinada pelo contratado e pelo contratante.

## ANEXO 01

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 irradiante diretivo, as curvas são válidas para distâncias maiores que 5 (cinco) vezes a altura ou 10 (dez) vezes a separação entre os elementos irradiantes, adotando-se, sempre, o maior destes valores.

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

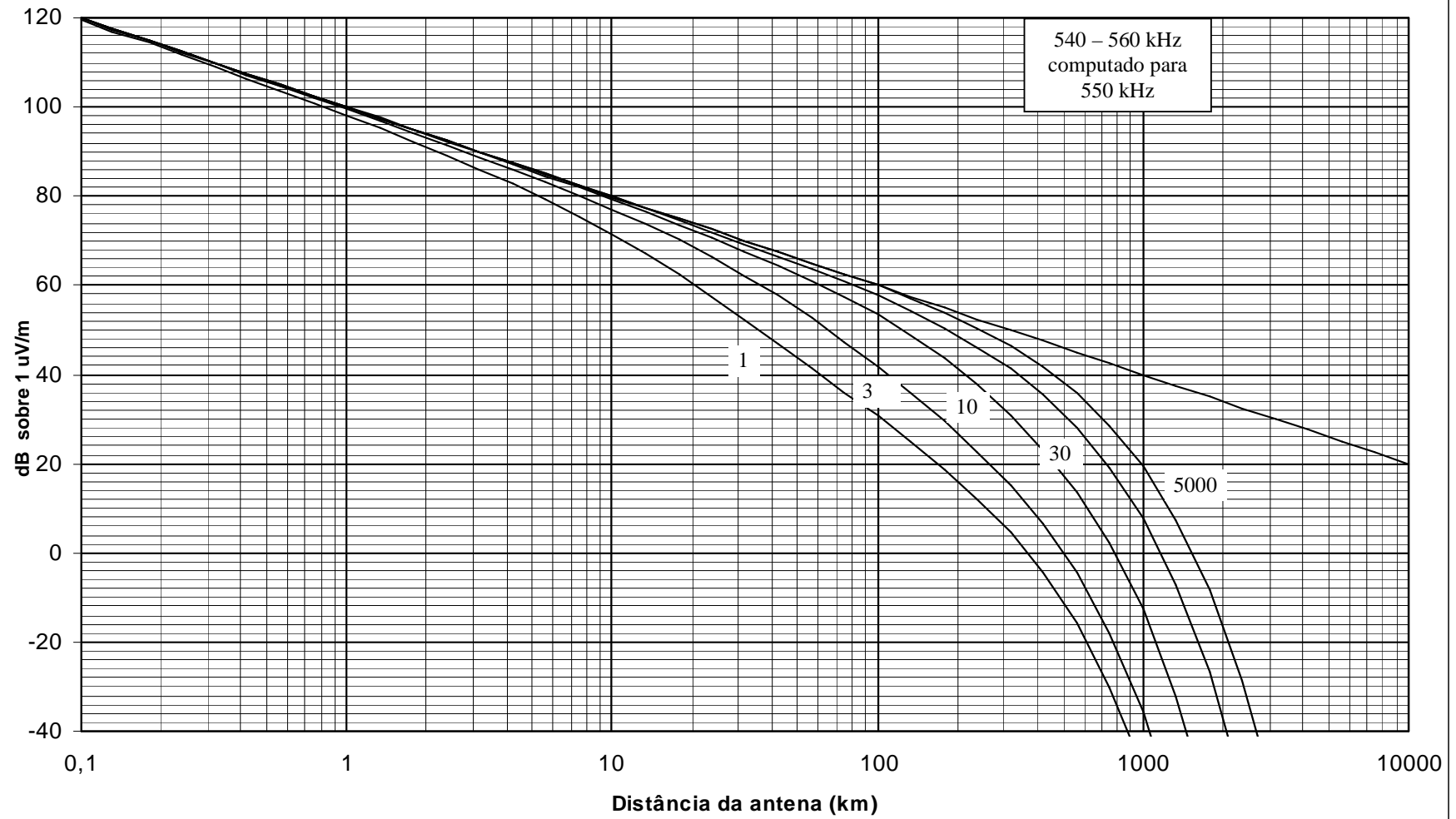


FIG. 02 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

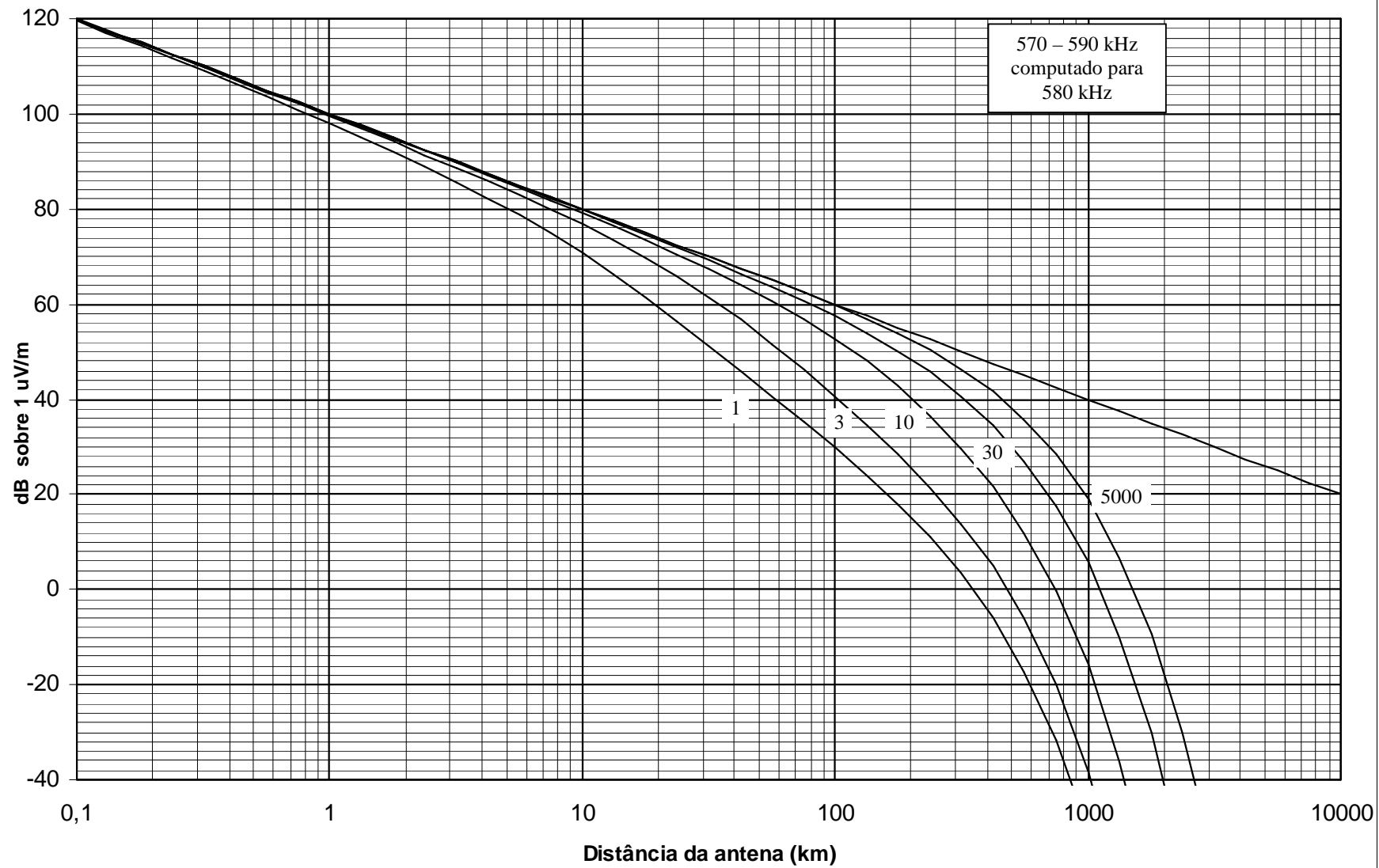


FIG. 03 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

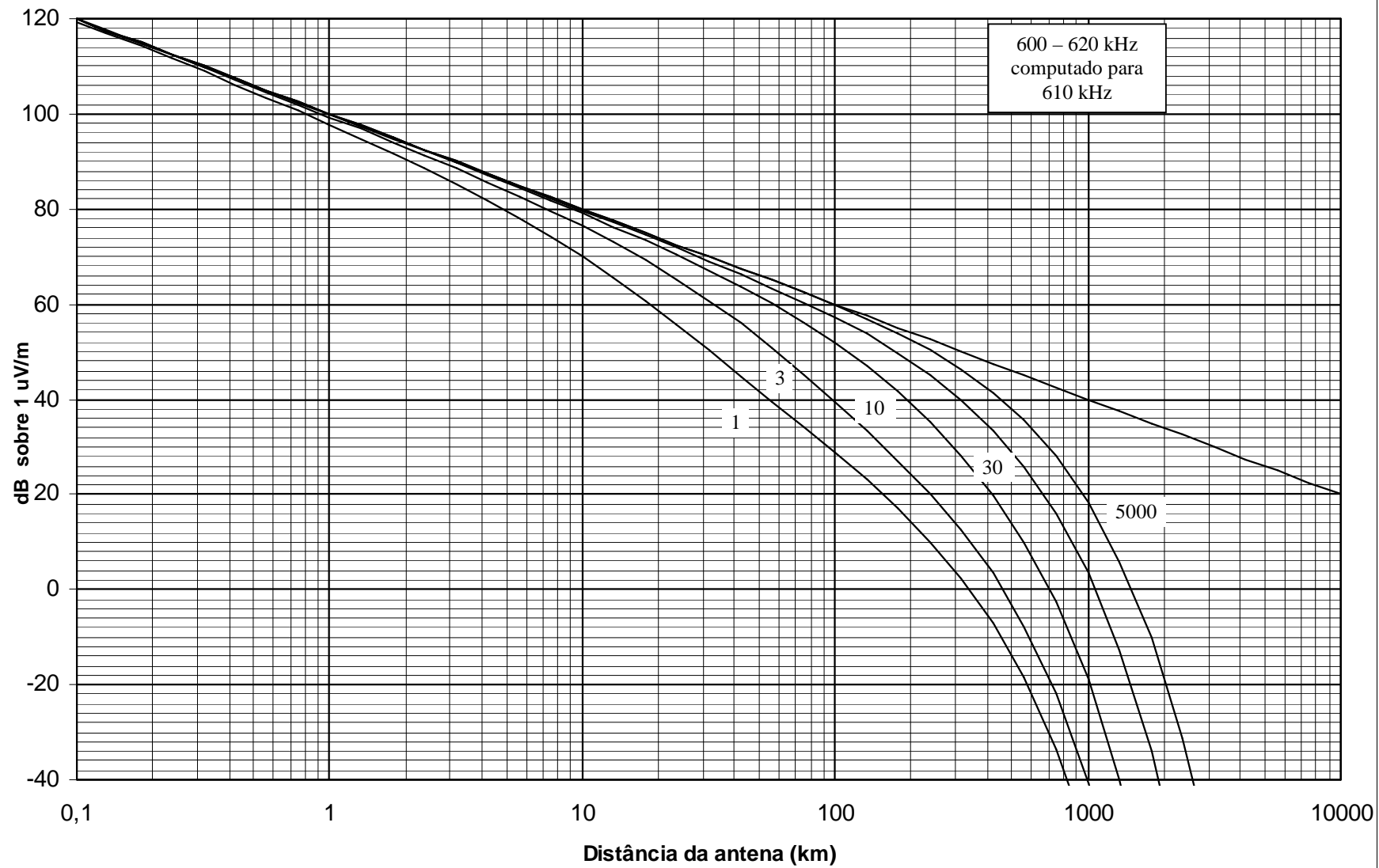


FIG. 04 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

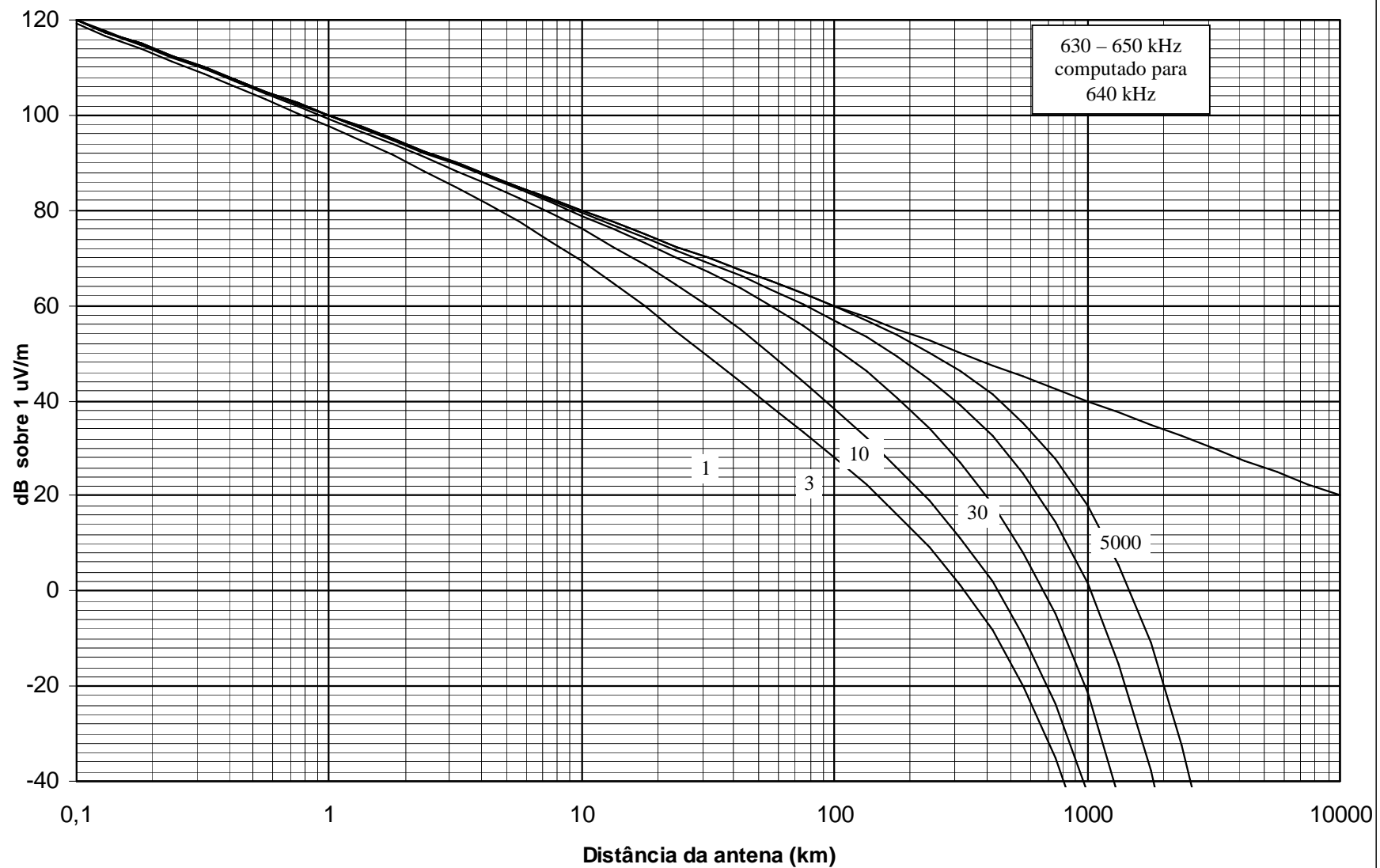


FIG. 05 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

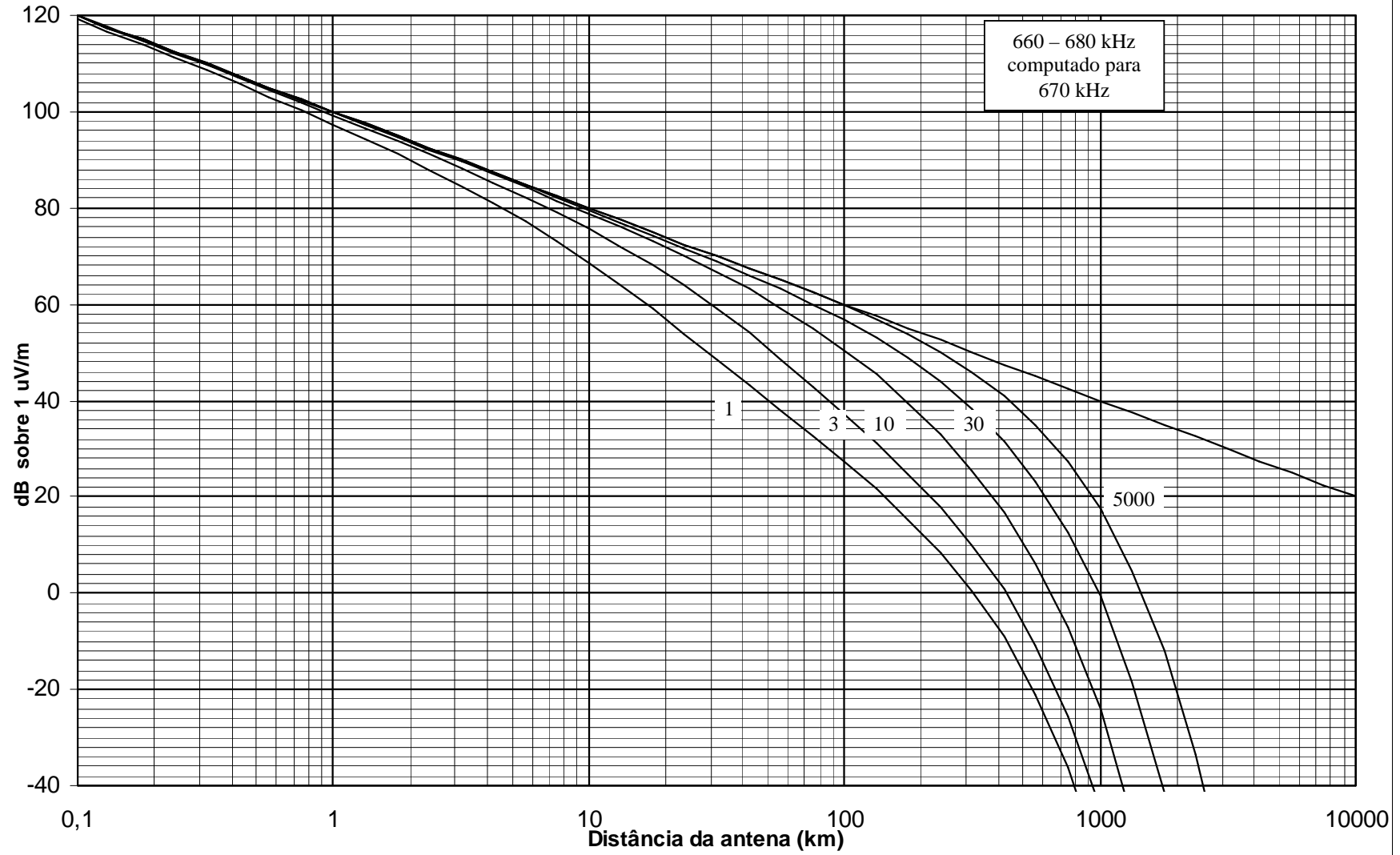




FIG. 06 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

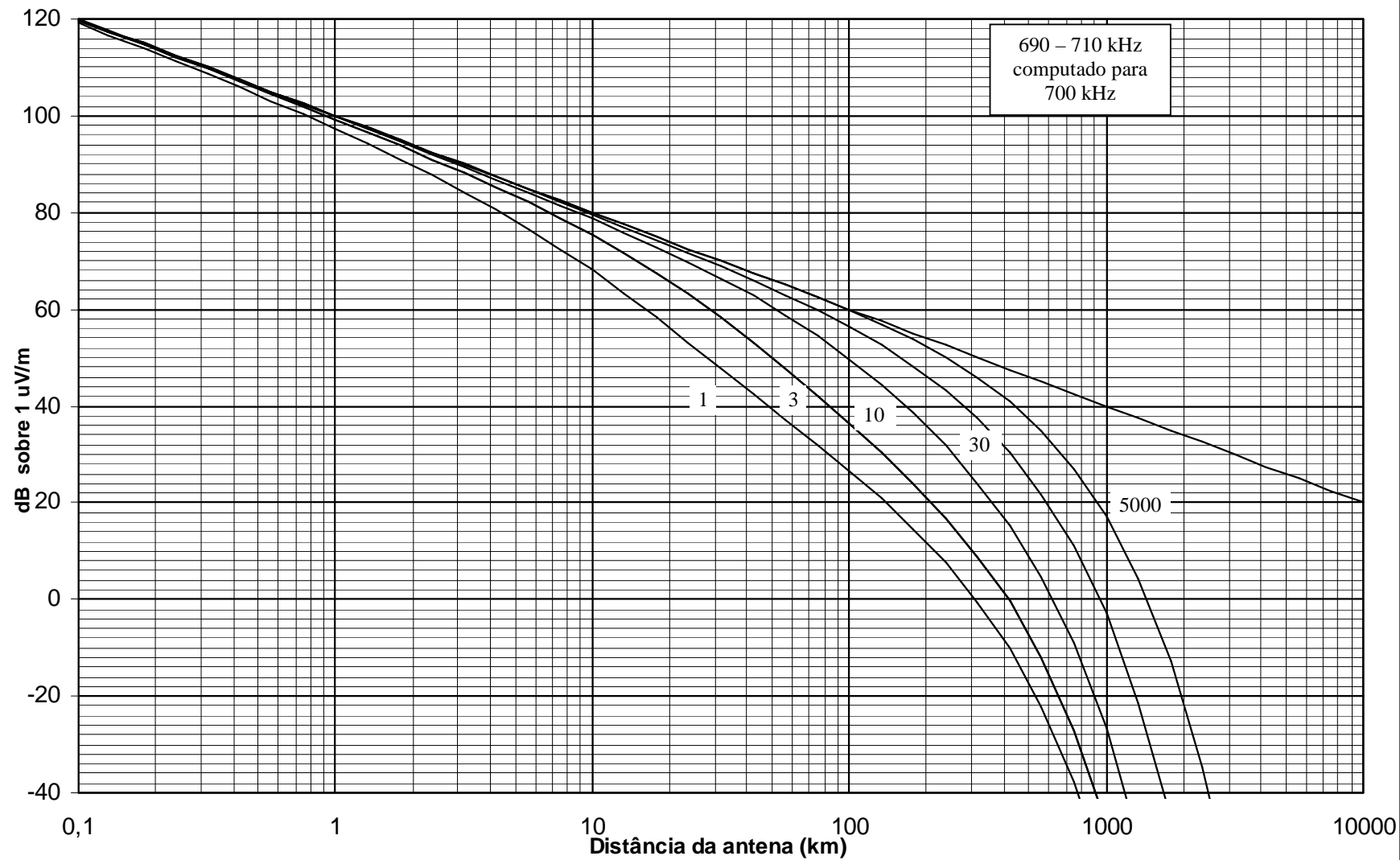


FIG. 07 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

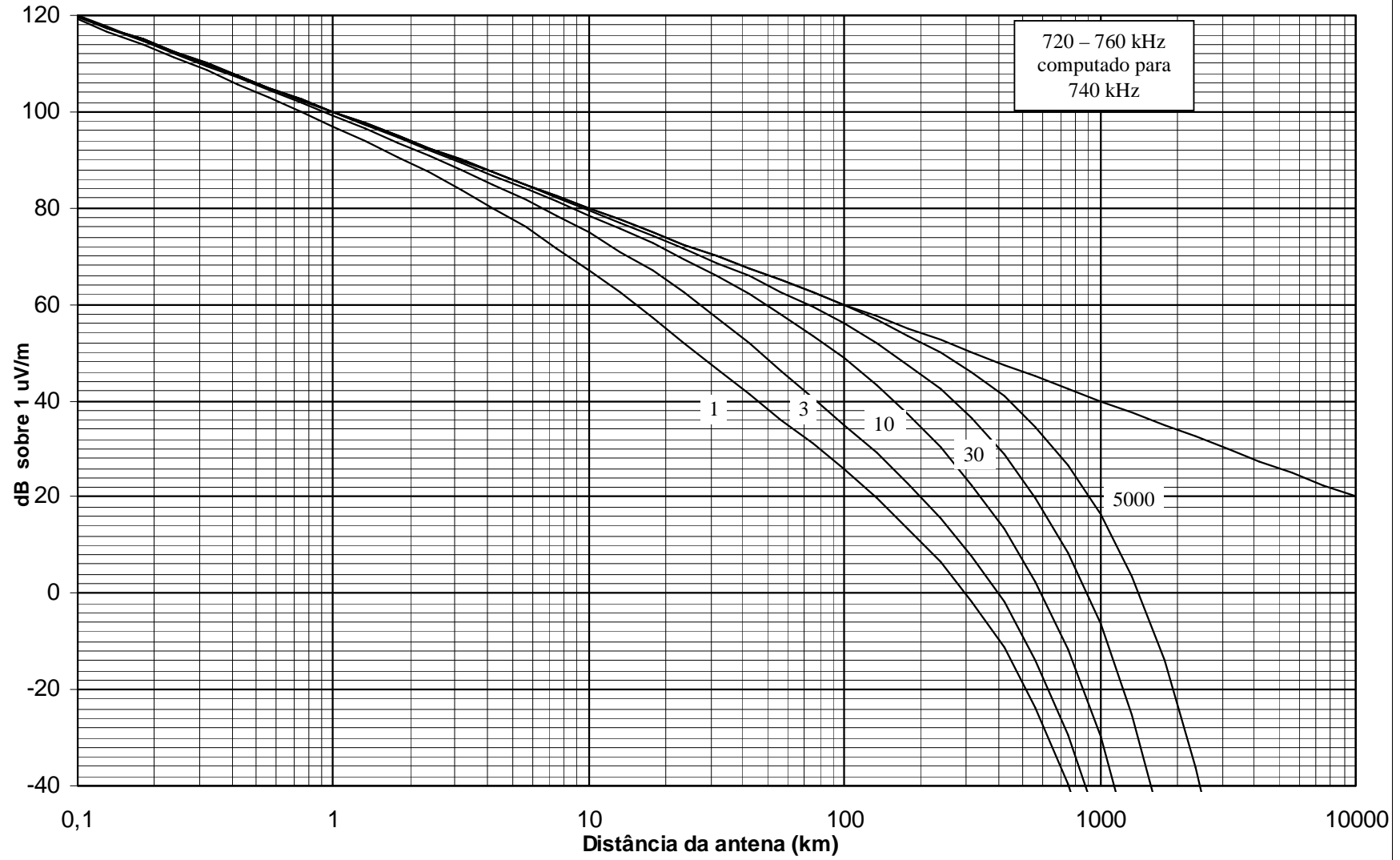


FIG. 08 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

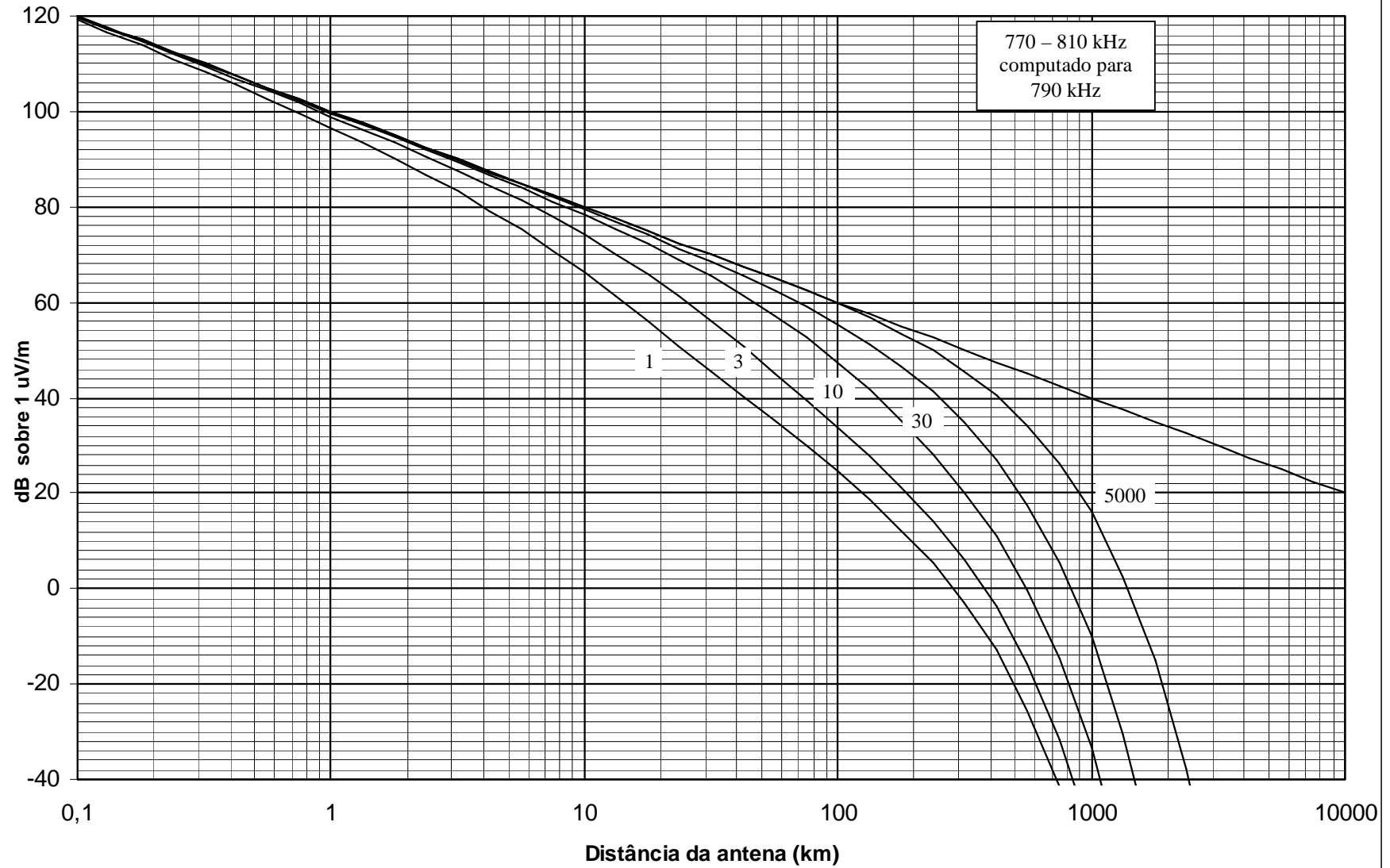


FIG. 09 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

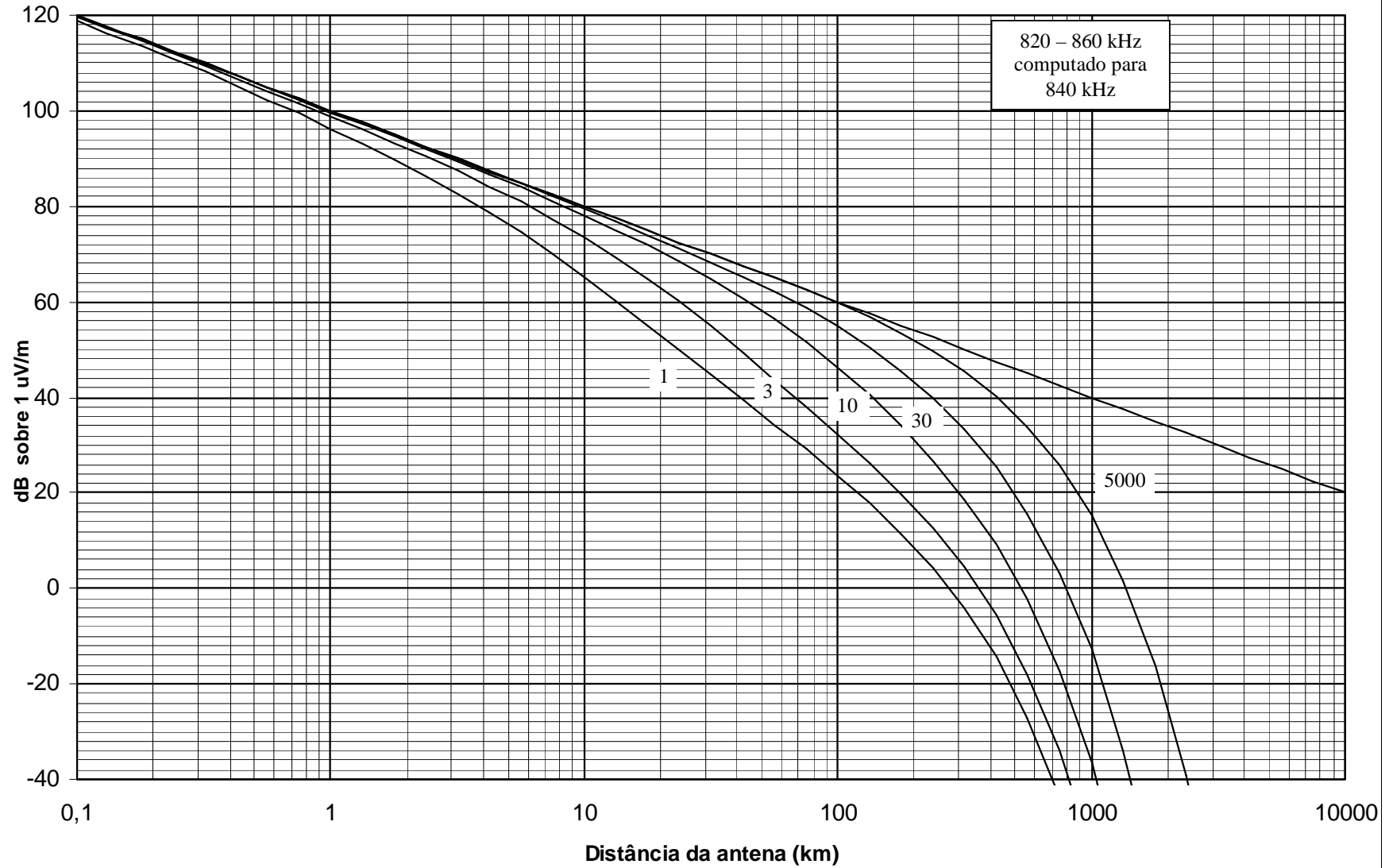


FIG. 10 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

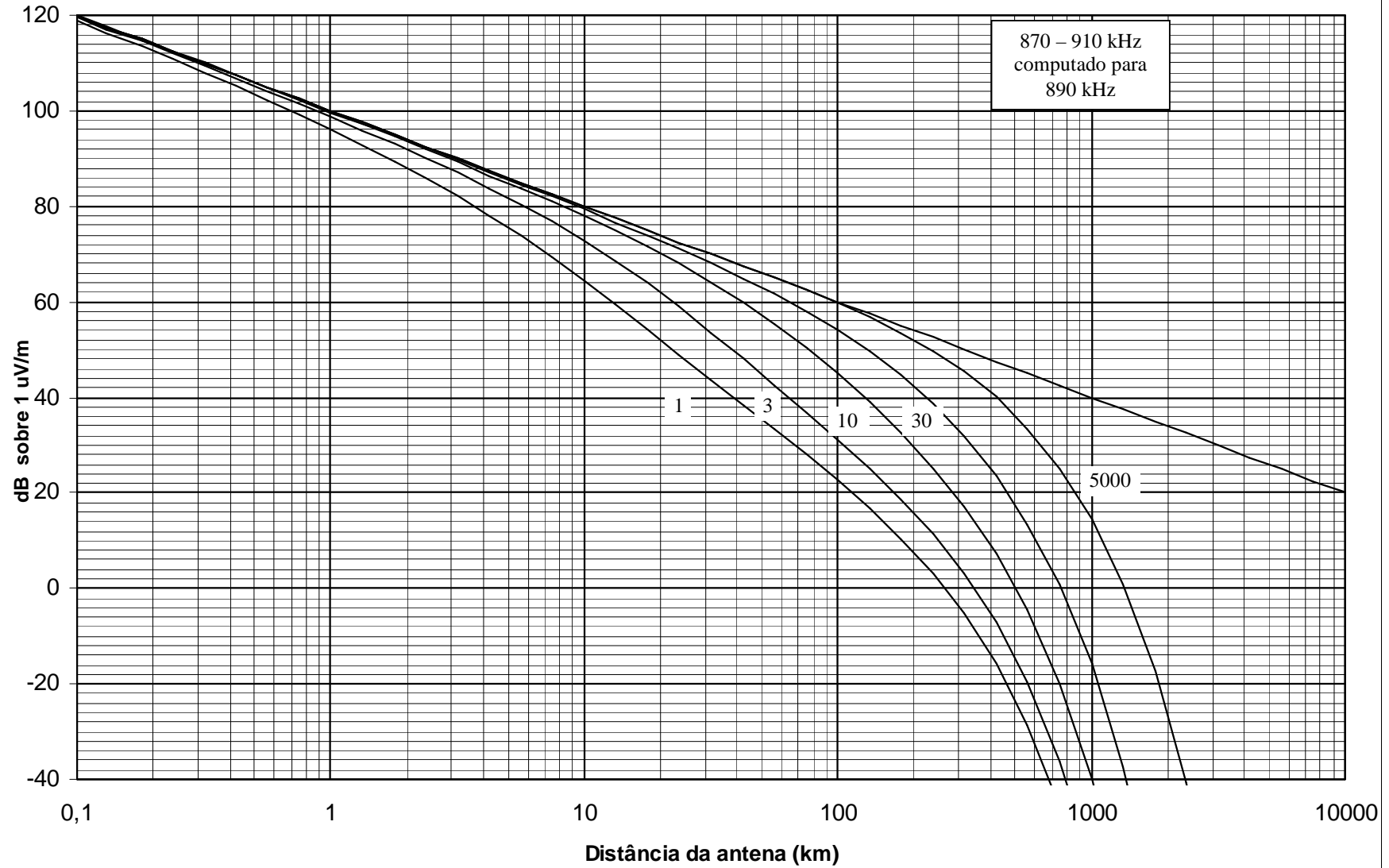


FIG. 11 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

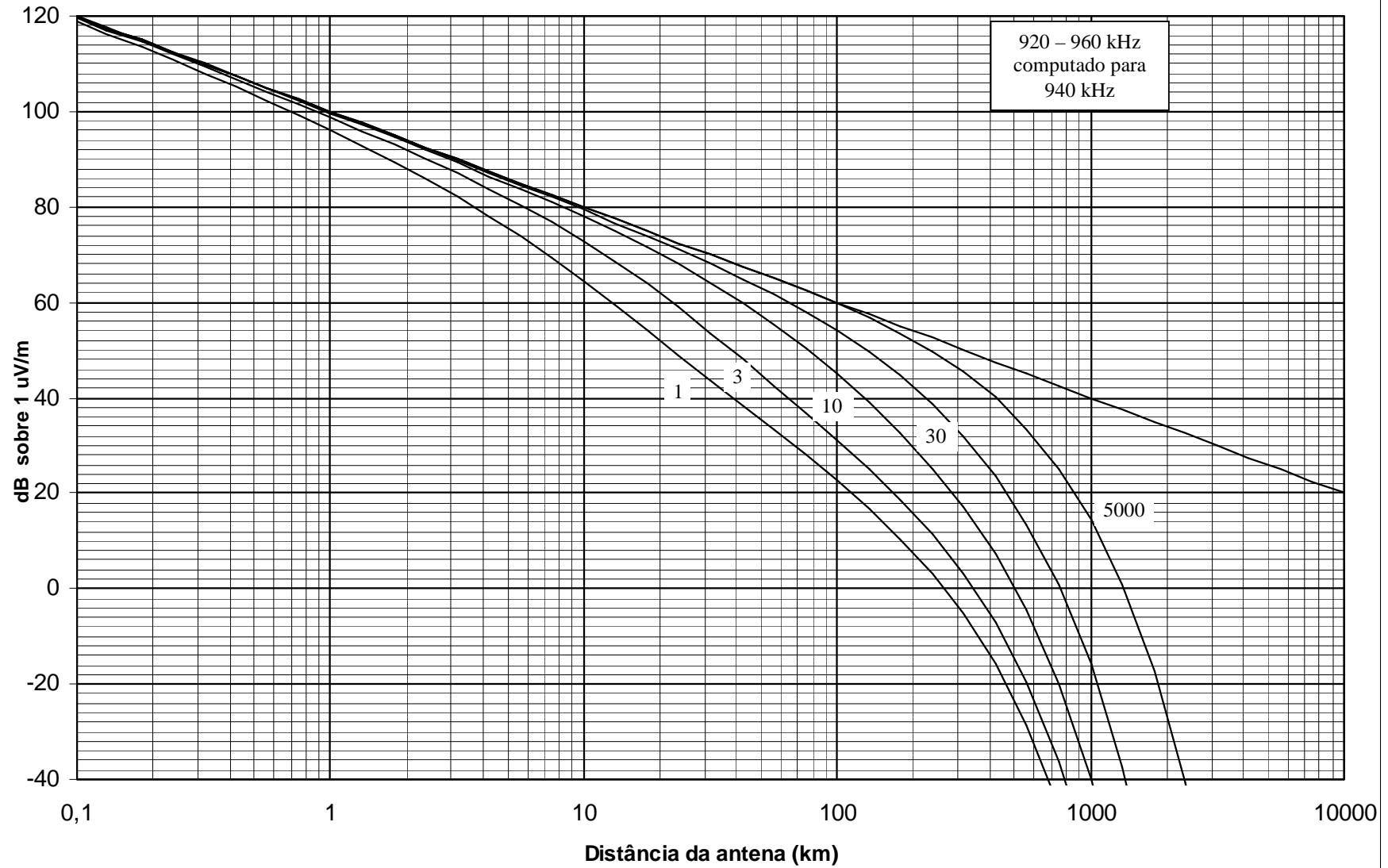


FIG. 12 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

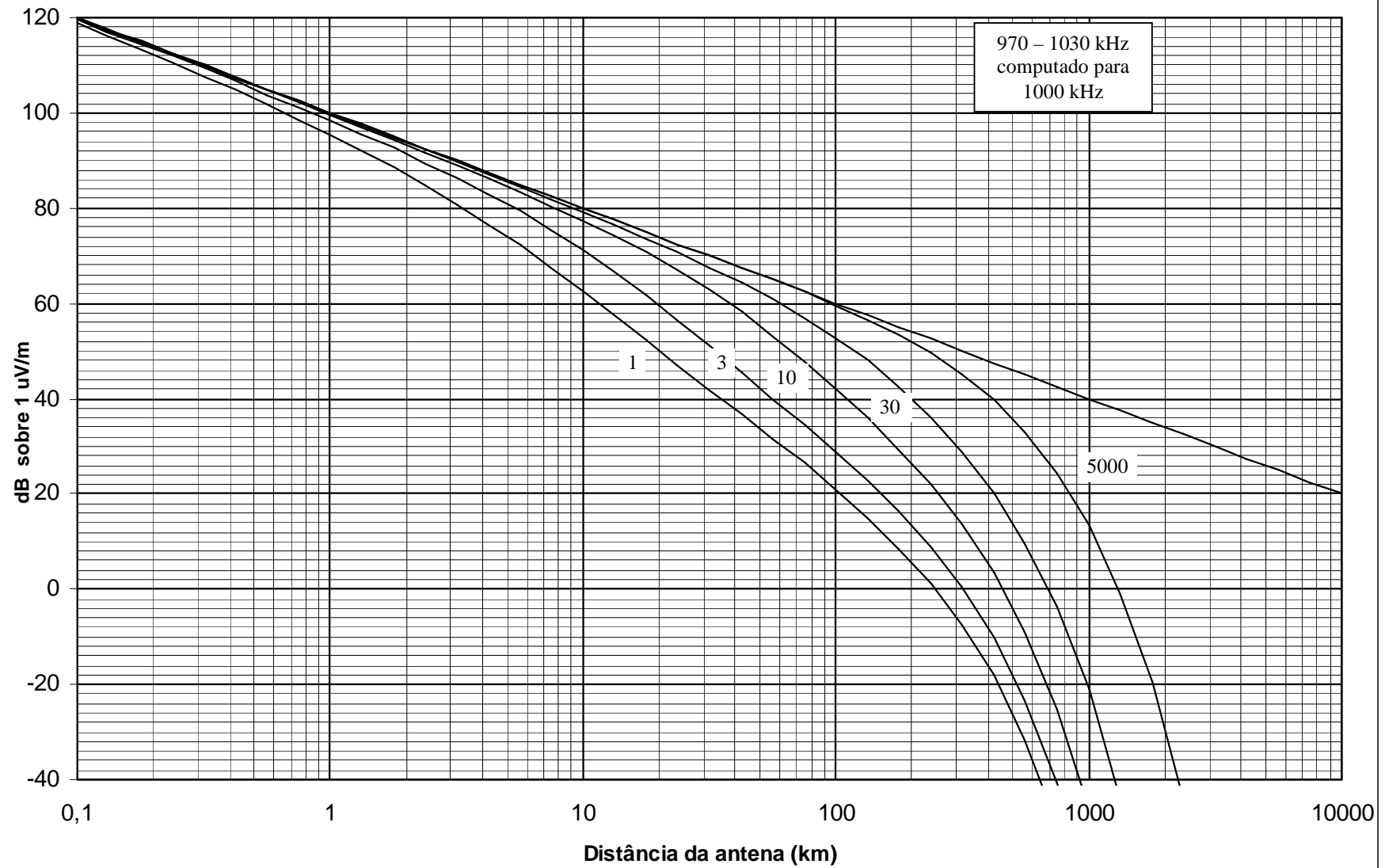


FIG. 13 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

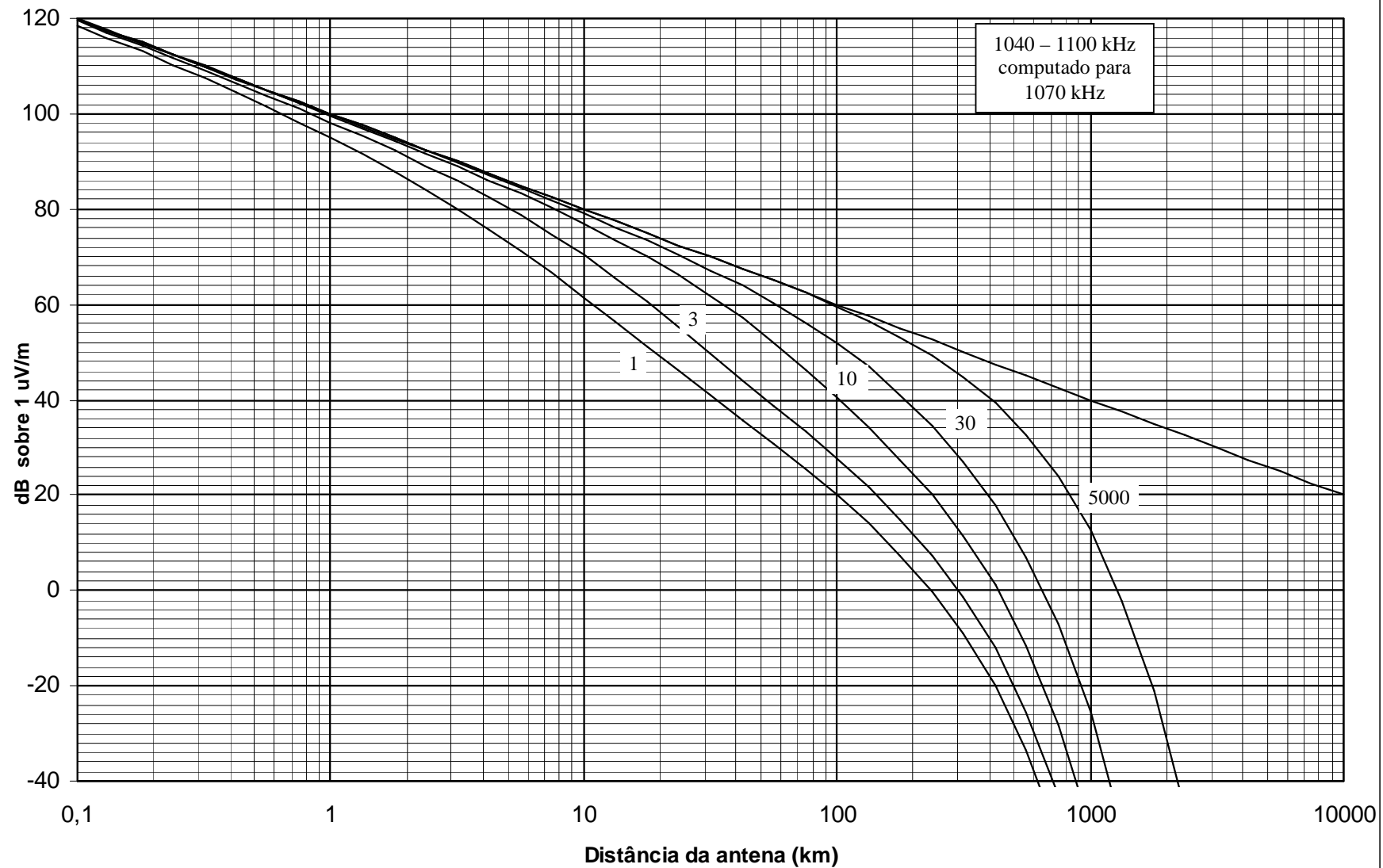




FIG. 14 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

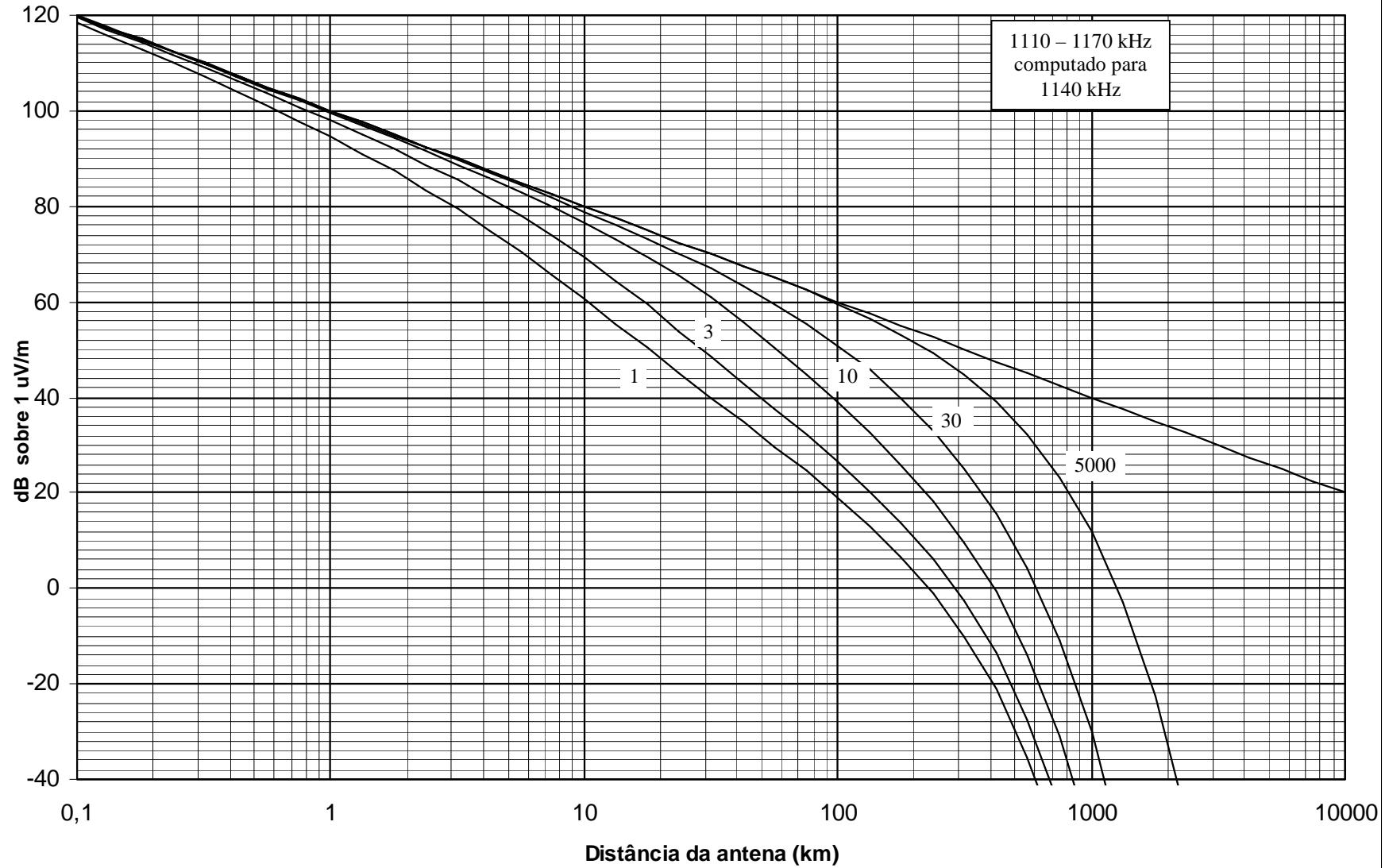


FIG. 15 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

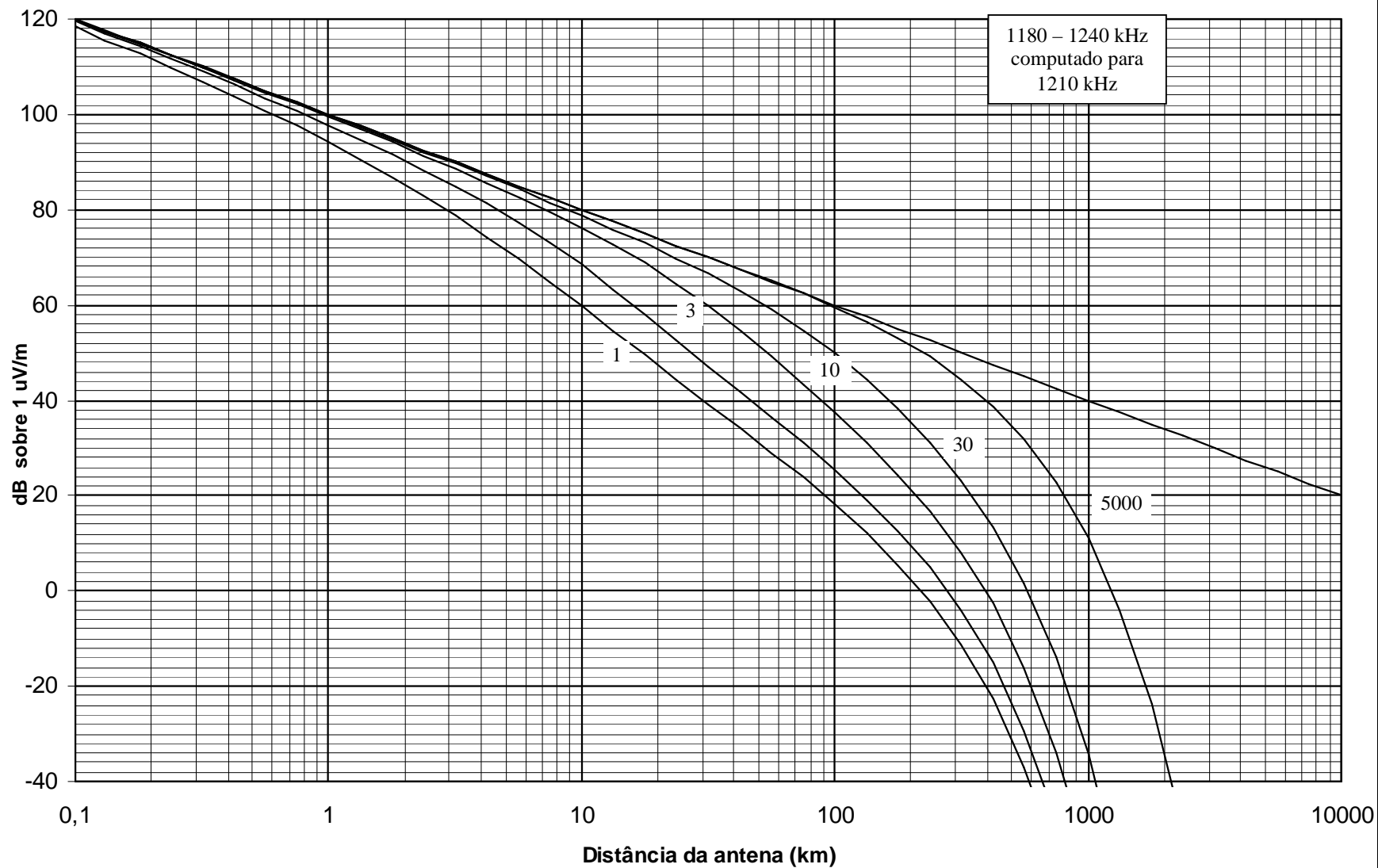


FIG. 16 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

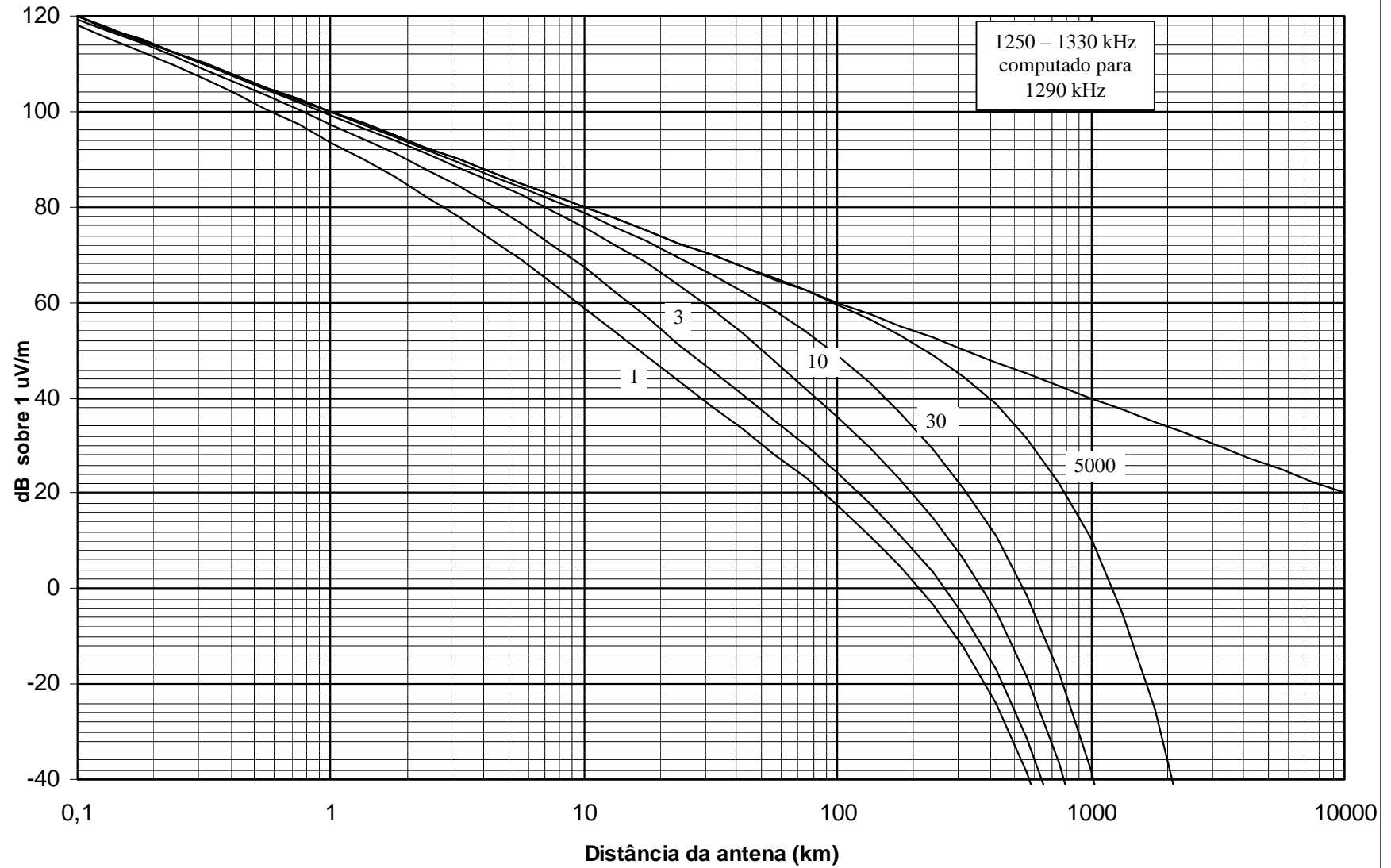


FIG. 17 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

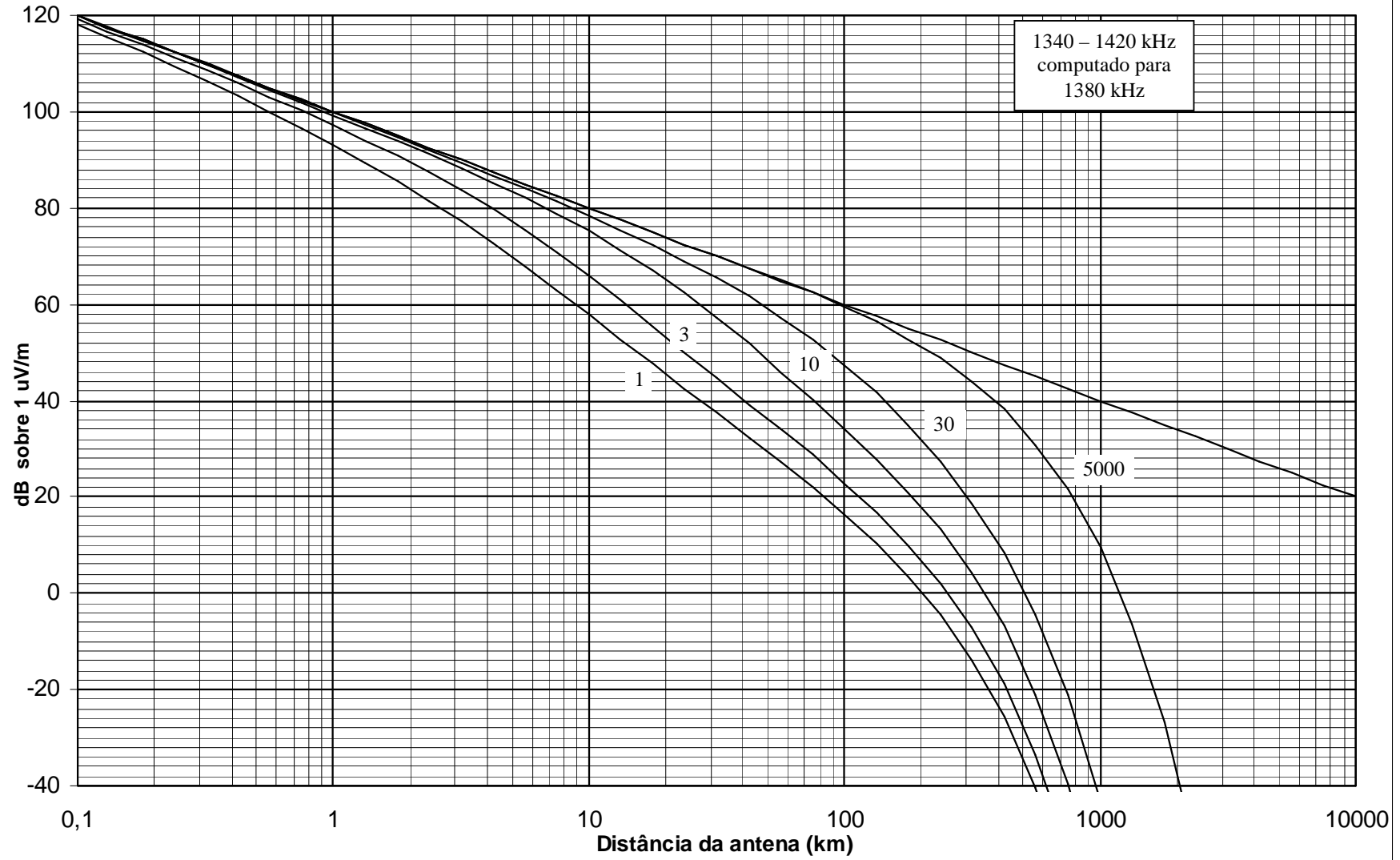


FIG. 18 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

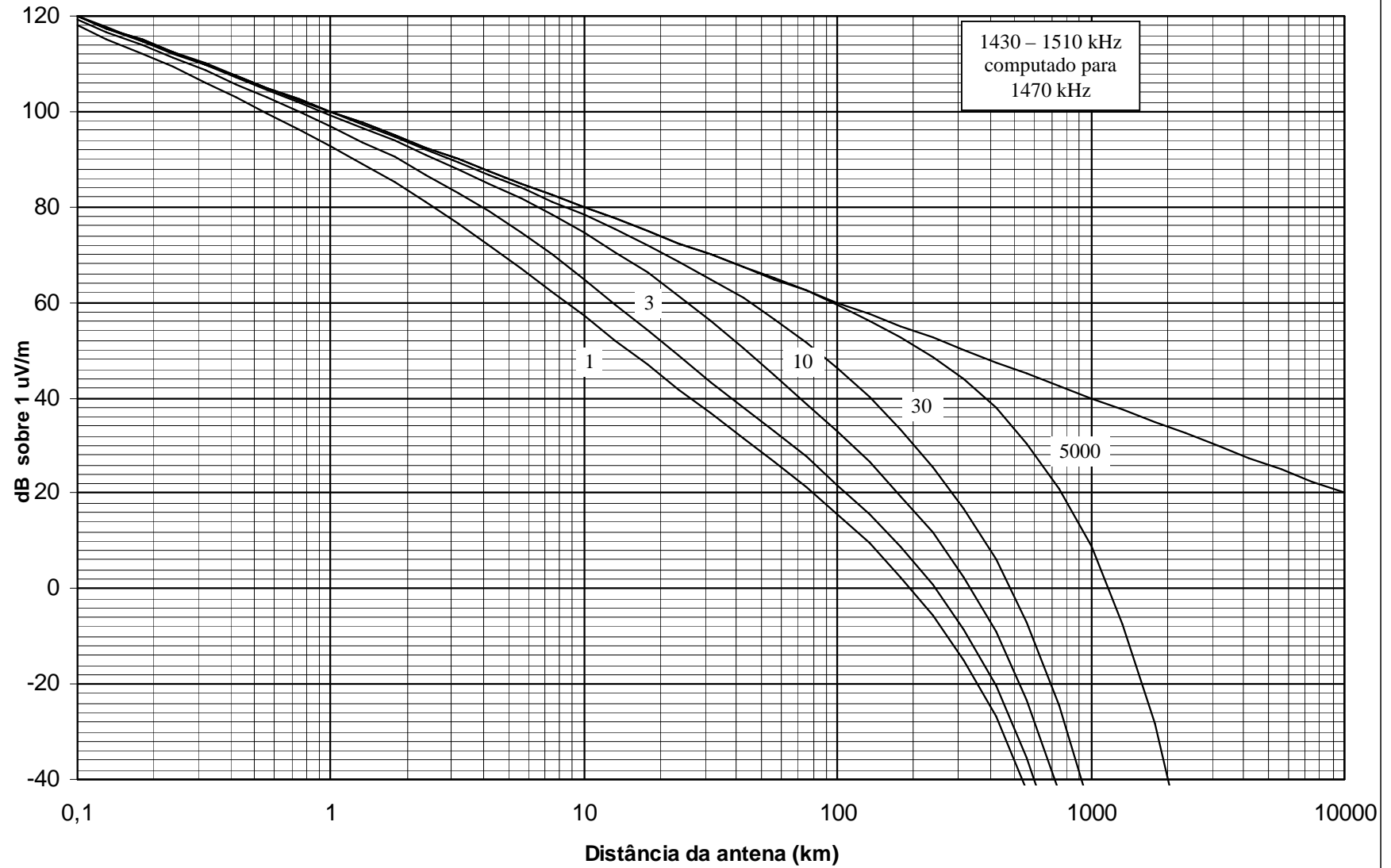


FIG. 19 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

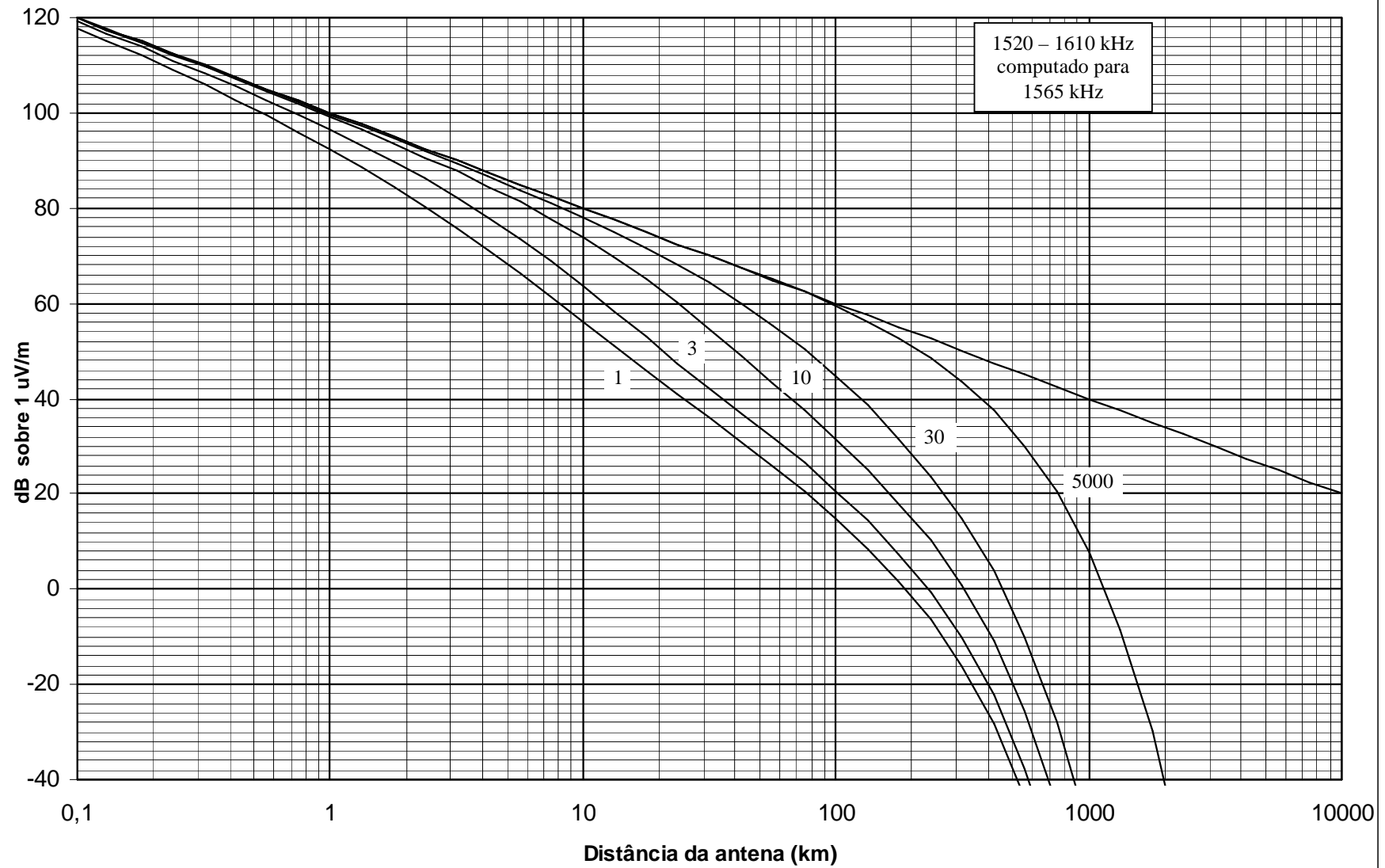


FIG. 20 - Intensidade de campo de onda de superfície versus distância

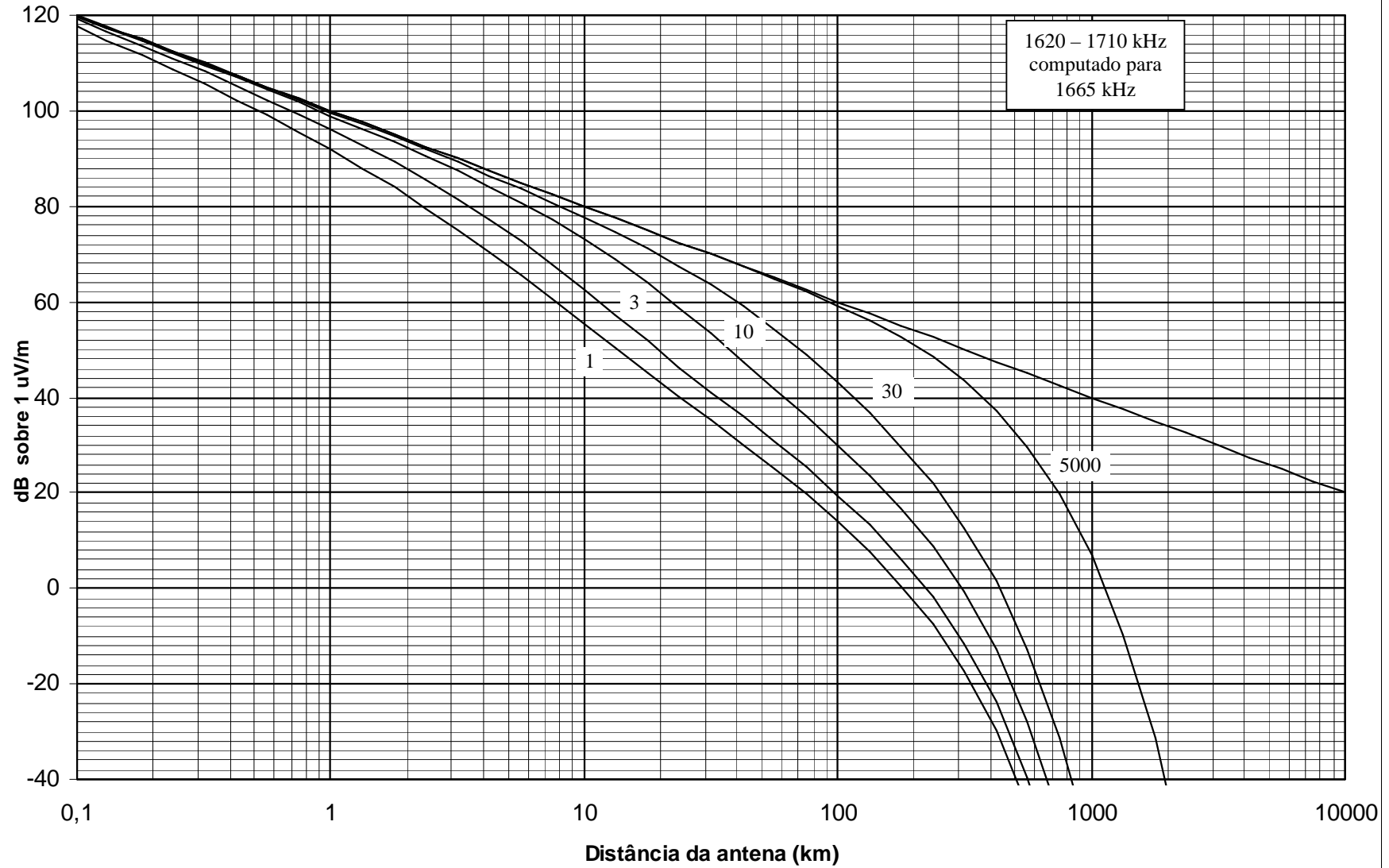
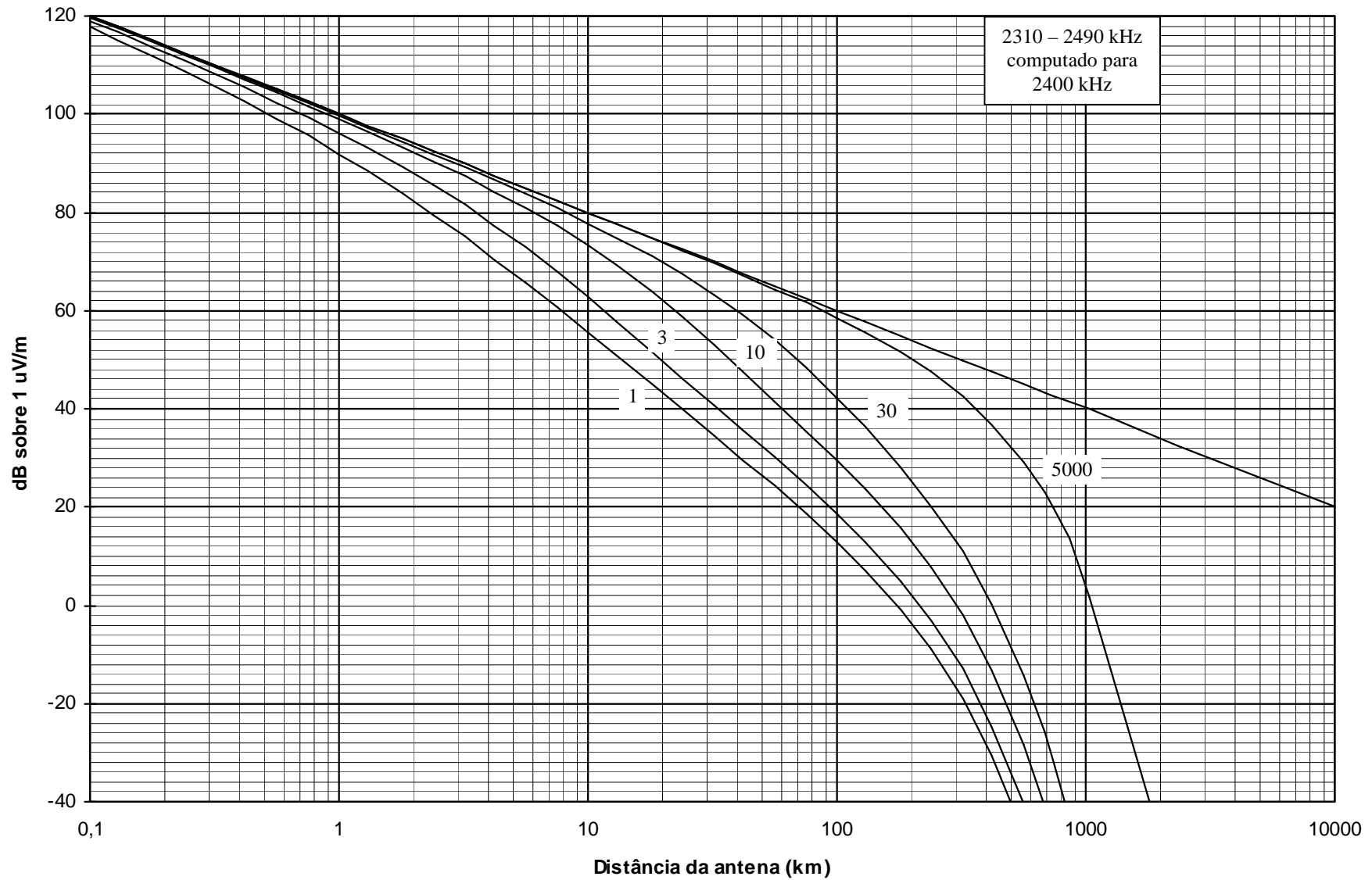


FIG. 21 - Intensidade de campo da onda de superfície versus distância (onda tropical - faixa de 120 m)





## A N E X O 02

### 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 irradiação 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 irradiação de uma PARAN é praticamente onidirecional no plano horizontal. Além disso, a irradiação 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 irradiado com a carga de topo e com sua imagem. Assim, basta considerar a irradiação 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<br>(graus) | CAMPO CARACTERÍSTICO<br>(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 irradiação 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.

SISTEMAS IRRADIANTES DIRETIVOS

1 - INTRODUÇÃO

Neste anexo, apresenta-se o método empregado para o cálculo da intensidade de campo elétrico produzido por um sistema irradiante 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 irradiação

O valor eficaz da irradiação,  $e(\theta)$ , correspondendo a um ângulo de elevação  $\theta$  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 irradiação

$i$  = 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 irradiados nos planos vertical e horizontal pelo i-ésimo elemento, com um ângulo de elevação  $\theta$

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

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

$\psi_{ij}$  = 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 irradiantes 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 irradiação em um hemisfério

O valor eficaz da irradiação,  $e_h$ , 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 irradiação em um hemisfério

$\Delta$  = intervalo entre os pontos de amostragem igualmente espaçados, nos distintos ângulos de elevação  $\theta$  (graus)

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

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

$e(0)$  e  $e(n\Delta)$  = valor eficaz da irradiação, eq. (1), onde  $\theta = 0$  e  $\theta = n\Delta$ , 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 irradiada uniformemente em todas as direções do hemisfério. Assim:

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

onde:

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

$e_s$  = nível de referência para irradiação 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  $244,95 \text{ mV/m}$

$P$  = potência de entrada da antena (kW)

$e_h$  = valor eficaz da irradiação 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:

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

onde:

$e$  = intensidade de campo elétrico (mV/m)

$\eta_0$  = impedância intrínseca do espaço livre ( $\eta_0 = 377 \text{ ohms} \cong 120 \pi \text{ ohms}$ ).

$I_m$  = valor máximo da corrente em uma distribuição senoidal (Ampéres). A corrente na base será inferior a  $I_m$  se a altura elétrica do elemento for inferior a  $90^\circ$

$H$  = altura elétrica do elemento (graus)

$r$  = distância a partir da antena (graus)

$\theta$  = ângulo de elevação (graus)

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

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

ou

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

## 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:

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

onde:

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

$K$  = 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  $K_p$  (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 IRRADIAÇÃO DE SISTEMAS DIRETIVOS

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

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

onde:

$e_T(\phi, \theta)$  = valor teórico da intensidade de campo inversa da distância a 1 km, para valores dados do azimute 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

$\theta$  = ângulo de elevação vertical, medido a partir do plano horizontal (graus)

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

$\psi_i$  = 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)

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

$\phi$  = azimute, com relação ao Norte Verdadeiro (graus)

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

$$e_r(\phi, \theta) = K_p |f(\theta)| \sqrt{1 + K_2^2 + 2K_2 \cos \alpha(\phi, \theta)}, \quad (14)$$

onde:

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

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

$$|f(\theta)| = 1 \quad \text{e} \quad \alpha(\phi) = \psi_2 + S_2 \cos(\phi_2 - \phi)$$

#### 4 - SISTEMAS IRRADIANTES DIRETIVOS UTILIZANDO ELEMENTO PARASITA

A sistemática apresentada visa complementar o assunto relativo a sistemas irradiantes 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, reirradiando a energia que foi absorvida.

##### 4.2 - Ganho do sistema irradiante diretivo com elemento parasita

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

$$e_r(\phi, \theta) = K_p f_1(\theta) \sqrt{1 + K_2^2 \eta_2^2(\theta) + 2K_2 \eta_2(\theta) \cos \alpha(\phi, \theta)} \quad (15)$$

onde:

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

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

O ganho do sistema irradiante 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,  $e_o$ , alimentado com a mesma potência e entregue no sistema diretivo.

$$G(\phi, \theta) = \frac{e_T(\phi, \theta)}{e_o} \quad (17)$$

onde:

$$e_o = \frac{60Ib_1(1 - \cos H_1)}{\text{sen } H_1} \text{ mV/m} \quad (18)$$

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

$Ib_1$  = corrente de base do elemento de referência

Pode-se demonstrar que:

$$\frac{K_p}{e_o} = \sqrt{\frac{P}{P + P_p}} \sqrt{\frac{R_{11}}{R_1}} \quad (19)$$

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:

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

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

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:

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

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  $\text{sen}^2 H^\circ$ , de modo a se obter este valor referido à base da torre.

$$R_{12} = \frac{15}{\text{sen } G_1 \text{sen } G_2} \left\{ \cos(G_2 - G_1) [Ciu_1 - Ciu_0 + Civ_1 - Civ_0 + 2Ciy_0 - Ciy_1 - Cis_1] + \right. \\ \left. \text{sen}(G_2 - G_1) [Siu_1 - Siu_0 + Siv_0 - Siv_1 - Siy_1 + Sis_1] + \cos(G_2 + G_1) \right. \\ \left. [Ciw_1 - Civ_0 + Cix_1 - Ciu_0 + 2Ciy_0 - Ciy_1 - Cis_1] + \text{sen}(G_2 + G_1) \right. \\ \left. [Siw_1 - Siv_0 + Siu_0 - Six_1 - Siy_1 + Sis_1] \right\} \quad (22)$$

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

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

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

$$u_0 = \sqrt{S^2 + G_1^2} - G_1, \text{ em radianos}$$

$$u_1 = \sqrt{S^2 + (G_2 - G_1)^2} + G_2 - G_1, \text{ em radianos}$$

$$v_0 = \sqrt{S^2 + G_1^2} + G_1, \text{ em radianos}$$

$$v_1 = \sqrt{S^2 + (G_2 - G_1)^2} - G_2 + G_1, \text{ em radianos}$$

$$w_0 = v_0, \text{ em radianos}$$

$$w_1 = \sqrt{S^2 + (G_2 + G_1)^2} + G_2 + G_1, \text{ em radianos}$$

$$x_0 = u_0, \text{ em radianos}$$

$$x_1 = \sqrt{S^2 + (G_2 + G_1)^2} - G_2 - G_1, \text{ em radianos}$$

$$y_0 = S$$

$$y_1 = \sqrt{S^2 + G_2^2} + G_2, \text{ em radianos}$$

$$S_0 = y_0 = S$$

$$s_1 = \sqrt{S^2 + G_2^2} - G_2, \text{ em radianos}$$

O cálculo do ganho do sistema irradiante 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:

$$k_2 = \left| Z_{12} / (Z_{22} + jXs) \right| \quad (24)$$

$$\psi_2 = 180^\circ + \zeta_{12} - \zeta_{22} \quad (25)$$

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

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

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

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

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

### 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<br>(GRAUS) | ALTURA EQUIVALENTE<br>(GRAUS) | ALTURA REAL<br>(GRAUS) | ALTURA EQUIVALENTE<br>(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 irradiantes diretivos com diagrama onidirecional em um período de operação e diretivo em outro, bem como os casos de proximidade do sistema irradiante de estruturas metálicas aterradas (alínea "g" do item 4.1.9.2 deste Regulamento), deverão ser tratados como um caso particular de sistema irradiante diretivo utilizando elemento parasita.

##### 4.3.2.1 - Sistemas irradiantes 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 irradiante 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 irradiação considerando-se a estrutura metálica como elemento parasita, com  $X_s = 0$ . Se, nesta consideração, a variação do diagrama de irradiação original for superior a  $\pm 2$  dB, o sistema irradiante 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  $\pm 2$  dB.

## MÉTODOS 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  $\sigma_1$ ; 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  $\sigma_1$  para uma região adjacente de condutividade  $\sigma_2$ ;

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  $\sigma_2$ ; 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  $\sigma_2$ , 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.

A N E X O 05

ÂNGULO DE ELEVAÇÃO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA

| DISTÂNCIA<br>(km) | ÂNGULO<br>DE<br>ELEVAÇÃO<br>(Graus) |              | DISTÂNCIA<br>(km) | ÂNGULO<br>DE<br>ELEVAÇÃO<br>(Graus) |              | DISTÂNCIA<br>(km) | ÂNGULO<br>DE<br>ELEVAÇÃO<br>(Graus) |              |
|-------------------|-------------------------------------|--------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|
|                   | OM                                  | OT<br>(120m) |                   | OM                                  | OT<br>(120m) |                   | OM                                  | OT<br>(120m) |
| 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          |

A N E X O 06

VALORES DE  $f(\theta)$  PARA MONOPOLOS VERTICAIS

| ÂNGULO<br>DE ELE-<br>VAÇÃO<br><br>(graus) | $f(\theta)$    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   | 0,11 $\lambda$ | 0,13 $\lambda$ | 0,15 $\lambda$ | 0,17 $\lambda$ | 0,19 $\lambda$ | 0,21 $\lambda$ | 0,23 $\lambda$ | 0,25 $\lambda$ | 0,27 $\lambda$ | 0,29 $\lambda$ | 0,31 $\lambda$ | 0,35 $\lambda$ |
| 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          |

A N E X O 06

VALORES DE  $f(\theta)$  PARA MONOPOLOS VERTICAIS

(continuação)

| ÂNGULO<br>DE ELE-<br>VAÇÃO<br>(GRAUS) | $f(\theta)$    |                |                |                 |                |                 |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                                       | 0,40 $\lambda$ | 0,45 $\lambda$ | 0,50 $\lambda$ | 0,528 $\lambda$ | 0,55 $\lambda$ | 0,625 $\lambda$ |
| 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          |

(continuação)

|    |  |  |  |        |        |        |
|----|--|--|--|--------|--------|--------|
| 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 07

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<br>( km ) | CAMPO<br>dB $\mu$<br>50% |          | DISTÂNCIA<br>( km ) | CAMPO<br>dB $\mu$<br>50 % |          |
|---------------------|--------------------------|----------|---------------------|---------------------------|----------|
|                     | OM                       | OT(120m) |                     | OM                        | OT(120m) |
| 0 - 100             | 39,28                    | 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                    | -        |

A N E X O 08

HORÁRIO PARA ALTERAÇÃO DE POTÊNCIA

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

| Mês                  | Janeiro |       | Fevereiro |       | Março |       | Abril |       | Maio |       | Junho |       |
|----------------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Estado ou Território | I       | F     | I         | F     | I     | F     | I     | F     | I    | F     | I     | F     |
| ACRE                 | 5:30    | 18:00 | 5:45      | 18:00 | 5:45  | 18:00 | 5:45  | 17:45 | 6:00 | 17:30 | 6:15  | 17:30 |
| 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 |
| BRASÍLIA             | 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 |
| PIAUI                | 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 |

I = Início da transmissão diurna.

F = Fim da transmissão diurna.

Nota 1 : Em todo o Estado do Amazonas os horários acima são referidos ao tempo legal de Manaus.

Nota 2 : Em todo o Estado do Pará os horários acima são referidos ao tempo legal de Belém.

A N E X O 08

HORÁRIO PARA ALTERAÇÃO DE POTÊNCIA

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

| Mês                  | Julho |       | Agosto |       | Setembro |       | Outubro |       | Novembro |       | Dezembro |       |
|----------------------|-------|-------|--------|-------|----------|-------|---------|-------|----------|-------|----------|-------|
| Estado ou Território | I     | F     | I      | F     | I        | F     | I       | F     | I        | F     | I        | F     |
| ACRE                 | 6:00  | 17:30 | 5:45   | 17:45 | 5:30     | 17:30 | 5:15    | 17:30 | 5:15     | 17:45 | 5:15     | 18:00 |
| 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 |
| BRASÍLIA             | 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 |

I = Início da transmissão diurna.

F = Fim da transmissão diurna.

Nota 1 : Em todo o Estado do Amazonas os horários acima são referidos ao tempo legal de Manaus.

Nota 2 : Em todo o Estado do Pará os horários acima são referidos ao tempo legal de Belém.

## A N E X O 09

### 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 irradiante onidirecional. No caso de sistemas irradiantes diretivos, as torres nº 2, 3, etc. deverão ser dessintonizadas, conforme indicado no item 4.3.2.1 do Anexo 03.

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 irregular.

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 dBμ. 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 1km, para todas as radiais; a curva traçada por estes pontos será o diagrama polar do campo não atenuado a 1km, no plano horizontal.

g) O campo efetivo da emissora é definido como o raio do círculo cuja área é igual a 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 irradiantes diretivos, o campo característico obtido em "g" ainda deverá ser multiplicado pelo ganho de campo máximo do sistema, ou seja:

$$E_{c,dir} = E_c \times G_{max}$$

### 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 3.1 deste Anexo.

O seguinte procedimento poderá ser adotado:

- numa carta ou mapa da região de instalação da emissora, marcar o mais corretamente possível o local do sistema irradiante;
- sobre uma circunferência de 1,0 km de raio e centro no local do sistema irradiante, marcar os pontos de medição, que serão pelo menos 18 pontos igualmente espaçados;
- 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;
- corrigir cada valor medido para o valor de potência de 1 kW, registrando-o também na Tabela mencionada na alínea "c";
- 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 irradiantes diretivos, proceder do modo indicado na alínea "i" do item 2 deste Anexo.





Na curva correspondente a 10 mS/m encontra-se a mesma intensidade de campo para  $d = 59,5$  km.

A distância equivalente é de  $d + (d_2 - d_1) = 59,5 + (80 - 30) = 109,5$  km.

A 109,5 km, da curva correspondente a 10 mS/m obtém-se um campo de 40,5 dB $\mu$  ou 105,9  $\mu$ V/m.

A intensidade de campo é dada por:

$$e = e_o \frac{e_c}{100} \sqrt{P} = 105,9 \frac{280}{100} \sqrt{2,5} = 468,8 \mu\text{V/m}$$

3.2 - No mesmo caso anterior, determinar a que distância da estação será obtido o contorno de 250  $\mu$ V/m

A intensidade de campo corrigida é dada por:

$$e_o = \frac{100e}{e_c \sqrt{P}} = \frac{100 \times 250}{280 \sqrt{2,5}} = 56,5 \mu\text{V/m} = 35 \text{ dB}\mu$$

Seguindo a curva correspondente a 3 mS/m, observa-se que a 30km a intensidade de campo atinge o valor de 52,2 dB $\mu$  ou 407,4  $\mu$ V/m, maior que  $e_o$ , razão pela qual a distância se estenderá além dos 30km com condutividade de 3 mS/m.

A distância equivalente a 30 km, para uma condutividade de 10 mS/m é de 59,5 km.

Seguindo a curva correspondente a 10 mS/m, encontra-se o contorno  $E_0 = 35$  dB $\mu$  a 138 km, que é a distância equivalente. A distância real é dada por:

$$138 + (30 - 59,5) = 108,5 \text{ km}$$

#### 4 - Parâmetros do trajeto

Sejam os seguintes símbolos:

$a_T$  = latitude do local de transmissão

$b_T$  = longitude do local de transmissão

$a_R$  = latitude do local de recepção

$b_R$  = longitude do local de recepção

##### 4.1 - Distância de grande círculo

A distância entre dois pontos é o comprimento do arco de grande círculo que os une (distância ortodrômica), determinada pela expressão:

$$d = 111,1775 \arccos[\sin a_T \sin a_R + \cos a_T \cos a_R \cos(b_R - b_T)]$$

onde:

$d$  = distância em km

As coordenadas Norte e Leste são consideradas positivas; as coordenadas Sul e Oeste são negativas. Todas as latitudes e longitudes são tomadas em graus decimais.

Para exemplificar, será assumido que o transmissor está localizado no Rio de Janeiro, com coordenadas 22°S55' e 43°W13'. O receptor situa-se em Brasília, com coordenadas 15°S47' e 47°W55'.

Transformando as coordenadas para graus decimais, e lembrando da convenção de sinais:

$$a_T = - 22,92$$

$$b_T = - 43,22$$

$$a_R = - 15,78$$

$$b_R = - 47,92$$

Substituindo na equação para a distância tem-se:

$$d = 934,2 \text{ km}$$

#### 4.2 - Azimute do trajeto a partir de qualquer um dos extremos

Para a estação transmissora:

$$\alpha_T = \arccos \frac{(\text{sen } a_R - \text{cos } d^\circ \text{sen } a_T)}{\text{sen } d^\circ \text{cos } a_T}$$

onde:

$$d^\circ = d/111,1775$$

$$0^\circ \leq \alpha < 180^\circ$$

O azimute, em graus Leste, com relação ao Norte, até o receptor, é  $\alpha_T$  se  $\text{sen}(b_R - b_T) \geq 0$ , ou  $360^\circ - \alpha_T$ , se  $\text{sen}(b_R - b_T) < 0$ . A mesma equação permanece válida, invertendo as latitudes, para o extremo receptor.

Com os dados numéricos do item 4.1, substituem-se as coordenadas do transmissor e do receptor na equação para  $\alpha_T$  encontrando-se:

$$\alpha_T = 32,6^\circ$$

Considerando que:

$$\text{sen}(b_R - b_T) = \text{sen}[-47,92 - (-43,22)] = -0,08 < 0$$

O azimute do Rio de Janeiro para Brasília ficará:

$$360 - \alpha_T = 360 - 32,6 = 327,4^\circ$$

4.3 - Coordenadas de um ponto sobre um determinado trajeto de grande círculo a uma distância de "d" km a partir do transmissor

$$a = \text{arc sen} \left[ \text{sen } a_T \cos d^\circ + \cos a_T \text{ sen } d^\circ \cos \alpha_T \right]$$

$$b = b_T + k$$

onde:

$$d^\circ = d/111,1775$$

$$k = \text{arc cos} \left( \frac{\cos d^\circ - \text{sen } a_T \text{ sen } a}{\cos a_T \cos a} \right), \quad \text{se} \quad \text{sen}(b_R - b_T) > 0$$

$$k = -\text{arc cos} \left( \frac{\cos d^\circ - \text{sen } a_T \text{ sen } a}{\cos a_T \cos a} \right), \quad \text{se} \quad \text{sen}(b_R - b_T) < 0$$

Nas equações anteriores, utilizou-se a localização do transmissor para o cálculo de "a" e "b". Entretanto, para o mesmo fim, pode ser usada também a localização do receptor mudando apenas o referencial de medida.

Seja calcular as coordenadas do ponto médio do trajeto. Nesse caso:

$$d^\circ = \frac{(934 / 2)}{111,1775} = 4,20$$

A equação para "a" fornece:

$$a = - 19,36^\circ$$

Como  $\text{sen}(b_R - b_T) < 0$ ,  $k$  é dado por:

$$k = - 2,39$$

O parâmetro "b" fica:

$$b = - 43,22 - 2,39 = - 45,61$$

As coordenadas do ponto médio do trajeto, em graus e minutos, são, portanto,  $19^\circ\text{S}22'$  e  $45^\circ\text{W}37'$ .

## 5 - Cálculo da intensidade de campo do sinal da onda ionosférica

Seja determinar a intensidade de campo da onda ionosférica a uma distância de 950 km de uma emissora com campo característico igual a 308 mV/m, que fornece uma potência de 5 kW a uma antena de  $0,25 \lambda$ .

Na equação:

$$\theta = \arctan \left[ \frac{0,0075176}{\operatorname{tg}\left(\frac{d}{444,71}\right)} \right] - \frac{d}{444,71}$$

fazendo:

$d = 950$  km, vem:

$$\theta = 9,26^\circ$$

Este valor pode ser retirado, alternativamente, do Anexo 05.

Com este valor de  $\theta$  e para uma altura de  $H = 360 \times 0,25 = 90^\circ$  a equação:

$$f(\theta) = \frac{\cos(H \operatorname{sen} \theta - \cos H)}{(1 - \cos H) \cos \theta}$$

fornece:

$$f(\theta) = 0,9810.$$

O Anexo 05 fornece opcionalmente este valor para  $f(\theta)$ .

Por interpolação, encontra-se no Anexo 07 o valor de  $F_c$  (50%) para uma distância de 950 km:

$$F_c = 28,83 \text{ dB}\mu.$$

Substituindo os valores encontrados na expressão:

$$F = F_c + 20 \log \frac{e_c f(\theta) \sqrt{P}}{100}, \text{ obtém-se, para a intensidade de campo da onda ionosférica sem}$$

correção:

$$F = 45,42 \text{ dB}\mu$$

6 - Aplicação do princípio de exclusão de 50% para determinação da intensidade de campo utilizável resultante de sinais interferentes

Sejam as seguintes contribuições individuais interferentes, em  $\mu\text{V/m}$ : 98, 130, 140, 95 e 50. Deseja-se saber se a contribuição de 100  $\mu\text{V/m}$ , de uma nova estação, afetará adversamente uma estação existente.

Ordenando-se as contribuições individuais:

140, 130, 98, 95, 50

Dividindo-se a primeira contribuição por 2, obtém-se 70, que é menor que 130. Portanto:

$$RSQ = \sqrt{140^2 + 130^2} = 191,05$$

Dividindo-se este valor por 2 chega-se a 95,53 que é menor que 98. Assim:

$$RSQ = \sqrt{140^2 + 130^2 + 98^2} = 214,72$$

Tomando-se a metade deste valor, tem-se 107,36, que é maior que 95.

Portanto, o RSQ existente é igual a 214,72  $\mu\text{V}/\text{m}$ . A inclusão de uma nova estação com uma intensidade de campo de 100  $\mu\text{V}/\text{m}$  afetará adversamente a estação existente porque, mesmo sendo este sinal menor do que a metade do valor de RSQ existente (214,72), é maior do que o menor dos sinais que entraram no cálculo (98), sendo portanto, necessário ser recalculado o valor RSQ.

Novo valor *RSQ*:

$$RSQ = \sqrt{140^2 + 130^2 + 100^2}$$

$$RSQ = 215,63$$

Tomando-se a metade desse valor tem-se 107,815  $\mu\text{V}/\text{m}$ , superior ao último sinal tomado anteriormente, o qual ficará agora excluído.

A análise da viabilidade deste novo sinal deverá ser procedida de acordo com o estabelecido no item 3.5.4.3.

## 7 - Cálculo do diagrama de irradiação de antenas direcionais

7.1 - Considere-se um sistema irradiante diretivo com elemento ativo ou parasita, com potência de 5 kW, constituído de duas torres de mesma altura, com os seguintes parâmetros:

$$S_2 = 90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

$$\psi_2 = 60^\circ$$

$$k_2 = F_2 = 0,8 \quad , \quad (F_1 = 1)$$

$$\phi_2 = 55^\circ$$

$$H_1 = H_2 = 90^\circ (0,25\lambda) \quad \text{ou} \quad He_1 = He_2 = 90^\circ (0,25\lambda)$$

Neste caso, as equações (2) e (3) do Anexo 03 tornam-se, respectivamente:

$$f(\theta) = \frac{\cos(90 \text{ sen } \theta)}{\cos \theta}$$

$$e^2(\theta) = f^2(\theta)g(\theta),$$

onde:

$$g(\theta) = 1,64 + 0,8J_o\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right).$$

Tomando-se um intervalo  $\Delta$  para o somatório igual a  $10^\circ$ ,  $L = 90/10 - 1 = 8$ , e a equação (5) fica:

$$e_h = \left\{ \frac{\pi}{18} \left[ \frac{e^2(0^\circ)}{2} + e^2(10^\circ) \cos 10^\circ + e^2(20^\circ) \cos 20^\circ + e^2(30^\circ) \cos 30^\circ + \dots + e^2(80^\circ) \cos 80^\circ \right] \right\}^{1/2}$$

Com base nessas equações, montou-se a TABELA 1. Os valores de  $J_0(S_2 \cos \theta)$ , correspondentes a ângulos de elevação variando de  $0^\circ$  a  $80^\circ$ , em intervalos de  $10^\circ$ , para um espaçamento de  $90^\circ$ , foram retirados da TABELA 2.

TABELA 1

| $\theta$   | $\cos \theta$ | $f^2(\theta)$ | $J_0(S_2 \cos \theta)$ | $g(\theta)$ | $e^2(\theta)$ | $e^2(\theta) \cos \theta$ |
|------------|---------------|---------------|------------------------|-------------|---------------|---------------------------|
| $0^\circ$  | 1,0000        | 1,0000        | 0,4720                 | 2,0176      | 2,0176        | 2,0176                    |
| $10^\circ$ | 0,9848        | 0,9563        | 0,4855                 | 2,0284      | 1,9398        | 1,9103                    |
| $20^\circ$ | 0,9397        | 0,8359        | 0,5251                 | 2,0601      | 1,7220        | 1,6182                    |
| $30^\circ$ | 0,8660        | 0,6667        | 0,5882                 | 2,1106      | 1,4071        | 1,2185                    |
| $40^\circ$ | 0,7660        | 0,4825        | 0,6695                 | 2,1756      | 1,0497        | 0,8041                    |
| $50^\circ$ | 0,6428        | 0,3124        | 0,7609                 | 2,2487      | 0,7025        | 0,4516                    |
| $60^\circ$ | 0,5000        | 0,1746        | 0,8516                 | 2,3213      | 0,4053        | 0,2027                    |
| $70^\circ$ | 0,3420        | 0,0765        | 0,9291                 | 2,3833      | 0,1823        | 0,0623                    |
| $80^\circ$ | 0,1736        | 0,0189        | 0,9815                 | 2,4252      | 0,0458        | 0,0080                    |

VALORES DE  $J_0(S_2 \cos \theta)$  para  $S_2 = 90^\circ$

TABELA 2

| S           | $\theta = 0^\circ$ | $\theta = 10^\circ$ | $\theta = 20^\circ$ | $\theta = 30^\circ$ | $\theta = 40^\circ$ | $\theta = 50^\circ$ | $\theta = 60^\circ$ | $\theta = 70^\circ$ | $\theta = 80^\circ$ |
|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $10^\circ$  | 0,9924             | 0,9926              | 0,9933              | 0,9943              | 0,9955              | 0,9969              | 0,9981              | 0,9991              | 0,9998              |
| $20^\circ$  | 0,9698             | 0,9707              | 0,9733              | 0,9773              | 0,9822              | 0,9875              | 0,9924              | 0,9964              | 0,9991              |
| $30^\circ$  | 0,9326             | 0,9346              | 0,9404              | 0,9493              | 0,9602              | 0,9719              | 0,9829              | 0,9920              | 0,9979              |
| $40^\circ$  | 0,8818             | 0,8853              | 0,8953              | 0,9107              | 0,9298              | 0,9503              | 0,9698              | 0,9858              | 0,9963              |
| $50^\circ$  | 0,8185             | 0,8237              | 0,8388              | 0,8622              | 0,8914              | 0,9229              | 0,9530              | 0,9779              | 0,9943              |
| $60^\circ$  | 0,7441             | 0,7513              | 0,7722              | 0,8047              | 0,8455              | 0,8899              | 0,9326              | 0,9682              | 0,9918              |
| $70^\circ$  | 0,6602             | 0,6696              | 0,6967              | 0,7391              | 0,7927              | 0,8517              | 0,9089              | 0,9568              | 0,9888              |
| $80^\circ$  | 0,5689             | 0,5803              | 0,6138              | 0,6665              | 0,7338              | 0,8085              | 0,8818              | 0,9438              | 0,9854              |
| $90^\circ$  | 0,4720             | 0,4855              | 0,5251              | 0,5882              | 0,6695              | 0,7609              | 0,8516              | 0,9291              | 0,9815              |
| $100^\circ$ | 0,3717             | 0,3871              | 0,4325              | 0,5054              | 0,6006              | 0,7093              | 0,8185              | 0,9129              | 0,9772              |
| $110^\circ$ | 0,2703             | 0,2872              | 0,3376              | 0,4195              | 0,5281              | 0,6540              | 0,7826              | 0,8951              | 0,9724              |
| $120^\circ$ | 0,1698             | 0,1879              | 0,2423              | 0,3320              | 0,4529              | 0,5957              | 0,7441              | 0,8758              | 0,9672              |
| $130^\circ$ | 0,0724             | 0,0913              | 0,1484              | 0,2441              | 0,3759              | 0,5349              | 0,7032              | 0,8550              | 0,9616              |
| $140^\circ$ | -0,0199            | -0,0008             | 0,0576              | 0,1575              | 0,2982              | 0,4721              | 0,6602              | 0,8329              | 0,9555              |
| $150^\circ$ | -0,1052            | -0,0865             | -0,0284             | 0,0733              | 0,2207              | 0,4079              | 0,6154              | 0,8094              | 0,9490              |
| $160^\circ$ | -0,1820            | -0,1642             | -0,1081             | -0,0070             | 0,1444              | 0,3429              | 0,5689              | 0,7846              | 0,9421              |
| $170^\circ$ | -0,2487            | -0,2325             | -0,1801             | -0,0823             | 0,0702              | 0,2776              | 0,5210              | 0,7587              | 0,9347              |
| $180^\circ$ | -0,3042            | -0,2902             | -0,2434             | -0,1515             | -0,0009             | 0,2127              | 0,4720              | 0,7315              | 0,9270              |
| $190^\circ$ | -0,3478            | -0,3365             | -0,2969             | -0,2136             | -0,0682             | 0,1487              | 0,4222              | 0,7034              | 0,9188              |
| $200^\circ$ | -0,3788            | -0,3707             | -0,3398             | -0,2678             | -0,1309             | 0,0862              | 0,3717              | 0,6742              | 0,9102              |
| $210^\circ$ | -0,3971            | -0,3927             | -0,3718             | -0,3133             | -0,1882             | 0,0256              | 0,3210              | 0,6441              | 0,9013              |
| $220^\circ$ | -0,4027            | -0,4022             | -0,3925             | -0,3497             | -0,2395             | -0,0324             | 0,2703              | 0,6131              | 0,8919              |
| $230^\circ$ | -0,3962            | -0,3998             | -0,4020             | -0,3768             | -0,2845             | -0,0875             | 0,2198              | 0,5814              | 0,8822              |

|      |         |         |         |         |         |         |         |        |        |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| 240° | -0,3781 | -0,3860 | -0,4006 | -0,3942 | -0,3225 | -0,1391 | 0,1698  | 0,5491 | 0,8720 |
| 250° | -0,3495 | -0,3615 | -0,3887 | -0,4022 | -0,3533 | -0,1870 | 0,1206  | 0,5161 | 0,8615 |
| 260° | -0,3116 | -0,3276 | -0,3670 | -0,4008 | -0,3767 | -0,2306 | 0,0724  | 0,4826 | 0,8507 |
| 270° | -0,2659 | -0,2855 | -0,3364 | -0,3906 | -0,3927 | -0,2697 | 0,0255  | 0,4487 | 0,8395 |
| 280° | -0,2138 | -0,2366 | -0,2981 | -0,3719 | -0,4012 | -0,3041 | -0,0199 | 0,4145 | 0,8279 |
| 290° | -0,1575 | -0,1826 | -0,2533 | -0,3456 | -0,4023 | -0,3336 | -0,0635 | 0,3800 | 0,8160 |
| 300° | -0,0979 | -0,1252 | -0,2033 | -0,3124 | -0,3964 | -0,3579 | -0,1052 | 0,3453 | 0,8038 |
| 310° | -0,0376 | -0,0660 | -0,1496 | -0,2733 | -0,3837 | -0,3770 | -0,1448 | 0,3106 | 0,7912 |
| 320° | 0,0220  | -0,0068 | -0,0937 | -0,2293 | -0,3646 | -0,3908 | -0,1820 | 0,2759 | 0,7783 |
| 330° | 0,0790  | 0,0508  | -0,0370 | -0,1815 | -0,3398 | -0,3993 | -0,2167 | 0,2413 | 0,7651 |
| 340° | 0,1320  | 0,1052  | 0,0190  | -0,1311 | -0,3097 | -0,4027 | -0,2487 | 0,2069 | 0,7516 |
| 350° | 0,1795  | 0,1550  | 0,0729  | -0,0792 | -0,2750 | -0,4010 | -0,2779 | 0,1727 | 0,7379 |
| 360° | 0,2203  | 0,1989  | 0,1233  | -0,0269 | -0,2365 | -0,3943 | -0,3042 | 0,1389 | 0,7238 |

VALORES DE  $J_0(S_2 \cos\theta)$  para  $S_2 = 90^\circ$

O valor eficaz da irradiação no hemisfério é dado por:

$$e_h = \left\{ \frac{\pi}{18} \left[ \frac{2,0176}{2} + 1,9103 + 1,6182 + 1,2185 + 0,8041 + 0,4516 + 0,2027 + 0,0623 + 0,0080 \right] \right\}^{1/2} .$$

$$e_h = 1,1276.$$

Pela equação (6) do Anexo 03, a constante de multiplicação fica:

$$K = \frac{244,95\sqrt{5}}{1,1276} = 485,74 \text{ mV/m}$$

As correntes máximas nos elementos 1 e 2 são, segundo a equação (9) do Anexo 03:

$$I_1 = \frac{485,74 \times 1}{60} = 8,10 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{485,74 \times 0,8}{60} = 6,48 \text{ A}$$

Para  $R_1 = R_2 = 1 \text{ ohm}$ , a equação (11) do Anexo 03 fornece o valor da perda de potência:

$$P_p = \frac{1}{1000} (8,10^2 + 6,48^2) = 0,1076 \text{ kW}$$

A constante de multiplicação corrigida é fornecida pela equação (12) Anexo 03:

$$K_p = 485,74 \left( \frac{5}{5 + 0,1076} \right)^{1/2} = 480,60 \text{ mV/m}$$

O diagrama teórico da irradiação, dado pela equação (14) Anexo 03, fica:

$$e_r(\phi, \theta) = 480,60 \frac{|\cos(90 \text{sen } \theta)|}{|\cos \theta|} \sqrt{[1 + 0,8 \cos \alpha(\phi, \theta)]^2 + 0,64 \text{sen}^2 \alpha(\phi, \theta)}$$

onde:

$$\alpha(\phi, \theta) = 60 + 90 \cos \theta \cos(55 - \phi)$$

A intensidade de campo elétrico, no plano horizontal ( $\theta = 0^\circ$ ), num azimute  $\phi = 90^\circ$  com relação ao Norte Verdadeiro, é facilmente encontrada pela substituição desses valores na expressão anterior:

$$e_r(90^\circ, 0^\circ) = 351,24 \text{ mV} / \text{m}.$$

7.2 - Considere-se um sistema irradiante diretivo com elemento ativo ou parasita, com potência de 1 kW, constituído de duas torres de alturas diferentes, com os seguintes parâmetros:

$$S_2 = 90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

$$\psi_2 = 60^\circ$$

$$F_2 = 0,75, \quad (F_1 = 1)$$

$$AZ_2 = 100^\circ$$

$$H_1 = 90^\circ \text{ e } H_2 = 70^\circ \quad \text{ou} \quad He_1 = 90^\circ \text{ e } He_2 = 70^\circ$$

Neste caso, a equação (2) do Anexo 03 fica:

$$f_1(\theta) = \frac{\cos(90 \text{sen } \theta) - \cos 90}{(1 - \cos 90) \cos \theta} = \frac{\cos(90 \text{sen } \theta)}{\cos \theta}$$

$$f_2(\theta) = \frac{\cos(70 \text{sen } \theta) - \cos 70}{(1 - \cos 70) \cos \theta} = \frac{\cos(70 \text{sen } \theta) - 0,342}{0,658 \cos \theta}$$

A equação (1) do Anexo 03 fica:

$$e^2(\theta) = f_1^2(\theta) + F_2^2 f_2^2(\theta) + 2F_2 f_1(\theta) f_2(\theta) \cos \psi_2 J_0(S_2 \cos \theta)$$

Tomando um intervalo  $\Delta$  para o somatório igual a  $10^\circ$ ,  $L=90/10 - 1 = 8$ , e a equação (5) fica:

$$e_h = \left\{ \frac{\pi}{18} \left[ \frac{e^2(0^\circ)}{2} + e^2(10^\circ) \cos 10^\circ + e^2(20^\circ) \cos 20^\circ + e^2(30^\circ) \cos 30^\circ + \dots + e^2(80^\circ) \cos 80^\circ \right] \right\}^{1/2}$$

Substituindo os valores na expressão acima encontramos:

$$e_h = 1,1072$$

Pela equação (6) do Anexo 03, a constante de multiplicação fica:



$$k = \frac{244,95\sqrt{1}}{1,1072} = 221,2337 \text{ mV/m}$$

As correntes máximas nos elementos 1 e 2, segundo a equação (9) do Anexo 03, são:

$$I_{m_1} = \frac{221,2337 \times 1}{60(1 - \cos 90)} = 3,68A$$

$$I_{m_2} = \frac{221,2337 \times 0,75}{60(1 - \cos 70)} = 4,20A$$

como:  $H_2 < 90^\circ$  ,  $Ib_2 = I_{m_2} \times \sin H_2 = 4,2 \times \sin 70^\circ = 3,94A$

Para  $R_1 = R_2 = 1 \text{ ohm}$ , a equação (11) do Anexo 02 fornece o valor da perda de potência:

$$P_p = \frac{1}{1000} (3,68^2 + 3,94^2) = 0,0291 \text{ kW}$$

A constante de multiplicação corrigida é fornecida pela equação (12) do Anexo 03:

$$k_p = 221,2337 \left( \frac{1}{1 + 0,0291} \right)^{1/2} = 218,08 \text{ mV/m}$$

O diagrama teórico da irradiação, dado pela equação (13) do Anexo 03, para dois elementos fica:

$$e_T(\phi, \theta) = k_p \sqrt{f_1^2(\theta) + f_2^2(\theta)F_2^2 + 2f_1(\theta)f_2(\theta)F_2 \cos \alpha(\phi, \theta)}$$

onde:

$$\alpha(\phi, \theta) = \psi_2 + S_2 \cos \theta \cos(AZ_2 - \phi)$$

$$e_T(\phi, \theta) = \frac{218,08}{|\cos \theta|} \sqrt{\cos^2(90 \text{ sen } \theta) + 1,29[\cos(70 \text{ sen } \theta - 0,342)]^2 + 2,28 \cos(90 \text{ sen } \theta)[\cos(70 \text{ sen } \theta - 0,342)] \cos \alpha(\phi, \theta)}$$

$$\alpha(\phi, \theta) = 60 + 90 \cos \theta \cos(100 - \phi)$$

A intensidade de campo elétrico, no plano horizontal ( $\theta = 0^\circ$ ), num azimute  $\phi = 100^\circ$  com relação ao Norte Verdadeiro, é facilmente encontrada pela substituição desses valores na expressão anterior:

$$e_T(100^\circ, 0^\circ) = 111,93 \text{ mV/m}$$

8 - Determinação da variação permitida dos parâmetros  $k_2$  e  $\psi_2$  e da reatância  $X_s$  para dessintonia do elemento parasita

Considere-se um sistema irradiante diretivo, utilizando elemento parasita, com potência de 5,0 kW, constituído de duas torres de alturas diferentes, com os seguintes parâmetros:

FREQÜÊNCIA : 1000 kHz  
 ALTURA (TORRE ALIMENTADA): 66,67 m  
 ALTURA (TORRE PARASITA) : 58,33 m  
 SEPARAÇÃO ENTRE TORRES : 50 m

Fase de impedância própria do elemento parasita, estimada para a obtenção do diagrama desejado:  
 $\zeta_{22} = 20^\circ$

Observação: Se o diagrama obtido não atender às características desejadas, o valor  $\zeta_{22}$  deverá ser alterado.

Alturas reais:

$$H_1 = 66,67m = 80^\circ$$

$$H_2 = 58,33m = 70^\circ$$

### 8.1 - Impedância própria de cada torre:

A impedância própria de cada torre obtida na curva apropriada:

$$\text{TORRE 1 : } Z_{11} = 36 + j_0\Omega$$

$$\text{TORRE 2 : } Z_{22} = 24 - j46\Omega$$

### 8.2 - Reatância de sintonia:

$$X_s = R_{22} \text{tg} \zeta_{22} - X_{22} = 24 \text{tg} 20^\circ + 46$$

$$X_s = 54,74\Omega$$

Portanto, o valor da indutância será de, aproximadamente:

$$L_s = \frac{X_s}{2\pi f} = \frac{54,74}{2\pi 10^6} = 8,71\mu H$$

### 8.3 - Alturas equivalentes

As alturas equivalentes são obtidas através da TABELA 1 (item 4.3.1) do Anexo 03:

$$He_1 = 89,52^\circ$$

$$He_2 = 77,32^\circ$$

### 8.4 - Impedância mútua

Utilizando-se os valores de  $He_1$ ,  $He_2$  e  $S_2$  nas expressões (9) e (10) do Anexo 03:

$$Z_{12} = 23,18 - j5,51$$

$$|Z_{12}| = 23,83\Omega \qquad \zeta_{12} = -13,37^\circ$$

Observação: Quando  $H_1 = H_2$ , o valor da impedância mútua poderá ser obtido das curvas apropriadas, considerando-se como altura da antena o valor  $He_1 = He_2$ . Note-se que o valor do módulo da impedância mútua deverá ser dividido por  $\text{sen}^2 He$ , de modo a se obter este valor referido à base da torre.

### 8.5 - Relação de correntes

Pela expressão (24) do Anexo 03:

$$k_2 = \frac{I_2}{I_1} = \left| \frac{23,18 - j5,51}{24 - j46 + j54,74} \right| = 0,93$$

### 8.6 - Diferença de fase

Pela expressão (25) do Anexo 03:

$$\psi_2 = 180^\circ - 13,37 - 20 = 146,63^\circ$$

### 8.7 - Impedância de entrada da torre alimentada

No caso de sistema diretivo com elemento parasita, as componentes da impedância de entrada da torre alimentada são dadas por:

$$\begin{aligned} R_1 &= R_{11} - k_2 |Z_{12}| \cos(2\zeta_{12} - \zeta_{22}) \\ X_1 &= X_{11} - K_2 |Z_{12}| \text{sen}(2\zeta_{12} - \zeta_{22}) \\ R_1 &= 36 - 0,93 \times 23,83 \times \cos(-2 \times 13,37 - 20) = 20,81 \Omega \\ X_1 &= 0 - 0,93 \times 23,83 \times \text{sen}(-2 \times 13,37 - 20) = 16,14 \Omega \end{aligned}$$

### 8.8 - Perda de potência total do diretivo

Pela expressão (11) do Anexo 03:

$$He_1 = 89,52^\circ < 90^\circ \rightarrow I_1 = Ib_1 = \sqrt{\frac{P}{R_1}}$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{5000}{29,81}} = 15,5 A$$

$$He_2 = 77,32^\circ < 90^\circ \rightarrow I_2 = Ib_2 = K_2 I_1 = 14,42 A$$

Observação:

$$\text{Se } He_2 > 90^\circ \rightarrow I_2 = Im_2 = \frac{Ib^2}{\text{sen} He_2} = \frac{k_2 I_1}{\text{sen} He_2}$$

$$P_p = \frac{1 \times 15,50^2 + 1 \times 14,42^2}{1000} = 0,45 \text{ kW}$$

8.9 - Expressão do diagrama:

$$G(\phi, \theta) = \sqrt{\frac{5}{5+0,45}} \sqrt{\frac{1+0,93^2 \eta_2^2(\theta) + 2 \times 0,93 \times \eta_2(\theta) \times \cos \alpha(\phi, \theta)}{1+0,93^2 \left(\frac{24}{36}\right) + 2 \times 0,93 \left(\frac{23,18}{36}\right) \cos 146,63}} \times f_1(\theta)$$

$$n_2(\theta) = \frac{\sin 89,52 [\cos(77,32 \sin \theta) - \cos 77,32]}{\sin 77,32 [\cos(89,52 \sin \theta) - \cos 89,52]}$$

$$\alpha(\phi, \theta) = 146,63 + 60 \cos \theta \cos(\phi_2 - \phi)$$

$$f_1(\theta) = \frac{\cos(89,52 \sin \theta) - \cos 89,52}{(1 - \cos 89,52) \cos \theta}$$

Simplificando-se:

$$G(\phi, \theta) = 1,26 \sqrt{1 + 0,86 \eta_2^2(\theta) + 1,86 \eta_2(\theta) \cos \alpha(\phi, \theta)} \times f_1(\theta)$$

$$\eta_2(\theta) = 1,02 \frac{[\cos(77,32 \sin \theta) - 0,22]}{[\cos(89,52 \sin \theta) - 0,01]}$$

$$\alpha(\phi, \theta) = 146,63 + 60 \cos \theta \cos(\phi_2 - \phi)$$

$$f_1(\theta) = \frac{\cos(89,52 \sin \theta) - 0,01}{0,99 \cos \theta}$$

9 - Determinação da variação permitida para os parâmetros de  $k_2$  e  $\psi_2$  para uma variação do diagrama de irradiação de  $\pm 2$  dB

Considere-se o diagrama horizontal do sistema indicado no item 8 deste Anexo.

Assim:  $\theta = 0^\circ$

$$n_2(0) = 0,8$$

$$\alpha(\phi, \theta) = 146,63 + 60 \cos(\phi_2 - \phi)$$

$$f_1(0) = 1$$

Será suficiente a análise na direção do ganho mínimo do diagrama:

$$G_{min} \rightarrow \alpha(\phi, 0) = 146,63 + 33,37 = 180 \rightarrow \cos \alpha(\phi, 0) = -1$$

$$G_{min} = 1,26 \sqrt{1 + 0,86 \times 0,8^2 + 1,86 \times 0,8} = 0,31$$

Variação permitida de  $G_{min}$  ( $\pm 2$  dB)

$$0,24 \leq G_{min} \leq 0,39$$

Supondo que:

$\sqrt{\frac{P}{P + P_p}}$  é constante, já que sua variação é muito pequena

$$0,24 \leq 0,92 \sqrt{\frac{1 + 0,64K_2^2 + 1,6K_2 \cos(\psi_2 + 33,37)}{1 + 0,667K_2^2 + 1,29K_2 \cos\psi_2}} \leq 0,39$$

Aplicando o disposto no item 4.3.3 deste Regulamento, obtém-se:

Para:

$$K_2 = 0,93 \rightarrow 135 \leq \psi_2 \leq 148$$

Para:

$$\psi_2 = 146,63 \rightarrow 0,93 \leq K_2 \leq 1,05 \quad \text{ou} \quad 1,45 \leq K_2 \leq 1,59$$

A variação de  $k_2$  entre 1,45 e 1,59, para  $\psi_2 = 146,63$ , deve ser desconsiderada, uma vez que não inclui o valor de projeto  $k_2 = 0,93$ .

Assim, a variação permissível dos parâmetros  $k_2$  e  $\psi_2$  é:

$$\text{Para: } K_2 = 0,93 \rightarrow 135 \leq \psi_2 \leq 148$$

$$\text{Para: } \psi_2 = 146,63 \rightarrow 0,93 \leq K_2 \leq 1,05$$

## 10 - Dessintonia do elemento parasita

Considere-se o mesmo sistema indicado no item 8 deste Anexo, operando onidirecionalmente no período diurno, com uma potência de 10 kW.

A dessintonia é feita colocando-se uma reatância de alto valor em série com a base do parasita. O problema resume-se, portanto, em se determinar o valor mínimo desta reatância, de tal maneira que a corrente no parasita seja inferior a um certo nível, de modo a evitar uma deformação superior a  $\pm 2$ dB no diagrama horizontal desejado, que no caso é onidirecional.

### 10.1 - Expressões

$$\eta_2(0) = 0,80$$

$$\alpha(\phi,0) = \psi_2 + 60 \cos(\phi_2 - \phi)$$

$$R_{12} / R_{11} = 23,18 / 36 = 0,644$$

$$f_1(0) = 1$$

Quando o elemento parasita estiver dessintonizado,  $P_{op} \cong P_p$ , portanto:

$$\sqrt{\frac{P}{P + P_p}} \cong 1$$

$$G(\phi, \theta) = \frac{\sqrt{1 + 0,64K_2^2 + 1,6K_2 \cos \alpha(\phi, \theta)}}{\sqrt{1 + \left(\frac{24}{36}\right)K_2^2 + 1,29K_2 \cos \psi_2}}$$

Para o sistema onidirecional, as máximas variações permitidas são:

$$G(\phi, 0) + 2dB = 1,26$$

$$G(\phi, 0) - 2dB = 0,79$$

$$k_2 = \frac{23,83}{|24 - j46 + jX_s|}$$

$$\psi_2 = 180 - 13,37 - \zeta_{22} = 166,63 - \zeta_{22}$$

$$X_s = 24 \operatorname{tg} \zeta_{22} + 46$$

## 10.2 - Cálculo da reatância de dessintonia

Em vista das vantagens de se utilizar bobinas ao invés de capacitores, a dessintonia é, geralmente, feita através de reatância indutiva. Portanto, deve ser determinado um valor  $\zeta_{22}$  positivo e suficientemente alto para satisfazer aos limites de deformação do diagrama desejado ( $\pm 2$  dB).

Fazendo-se uma análise de sensibilidade da expressão  $G(\phi, 0)$  acima, em função da variação de  $\zeta_{22}$ , chega-se a:

$$\zeta_{22} \geq 65,2^\circ \rightarrow G_{max} \leq 1,26$$

$$\zeta_{22} \geq 73,5 \rightarrow G_{max} \geq 0,79$$

Solução:

$$\zeta_{22} \geq 73,5$$

$$X_s \geq 127,02\Omega \rightarrow L_s = X_s / 2\pi f \geq 20,2 \text{ mH}$$

## 10.3 - Estimativa da corrente na base da torre alimentada

$$I_1 = \sqrt{\frac{P}{R_1}}$$

$$R_1 = R_{11} - k_2 |Z_{12}| \cos(2\zeta_{12} - \zeta_{22})$$

$$R_1 \leq 36 - 0,282 \times 23,83 \cos(-2 \times 13,37 - 73,5)$$

$$R_1 \leq 37,19\Omega$$

$$I_1 \geq \sqrt{\frac{10000}{37,19}}$$

$$I_1 \geq 16,39 A$$

#### 10.4 - Estimativa da corrente na base do elemento parasita

$$K_2 \leq \frac{23,83}{|24 - j46 + j127,02|}$$

$$K_2 \leq 0,282$$

$$I_2 = k_2 I_1$$

$$I_2 \leq 0,282 \times 16,49$$

$$I_2 \leq 4,62 A$$

#### 10.5 - Conclusão

Nos casos de dessintonia de torre irradiante ou de estruturas metálicas que necessitem de reatância de dessintonia, a mesma deverá ser dimensionada para atender à relação de corrente entre a torre alimentada e a estrutura que se quer dessintonizar. No exemplo acima, verificou-se que um valor  $K_2 \leq 0,282$  provocaria uma deformação do diagrama desejado não superior a  $\pm 2$  dB, o que seria obtido com uma reatância de dessintonia  $L_s \geq 20,2 \text{ mH}$ .

Caso seja instalada uma reatância de dessintonia cujo valor atenda ao projeto (por exemplo  $L_s = 22 \text{ mH}$ ), mas seja insuficiente para se obter, na prática, uma relação de corrente não superior a 0,282, a reatância de dessintonia deverá ser substituída por outra, de maior valor.

## A N E X O 11

### RECOMENDAÇÕES PARA UMA BOA INSTALAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO

#### 1 - TERRENO

O terreno a ser escolhido para a instalação da estação transmissora deverá ser, tanto quanto possível, plano e com dimensões, forma e orientação suficientes e adequadas para conter, dentro de seus limites, todas as instalações da estação. Poderá possuir vegetação rasteira e deverá ser cercado em todos os seus limites.

#### 2 - CONSTRUÇÃO DAS ANTENAS

As antenas poderão ser constituídas de torres auto-suportadas ou estaiadas. No caso de estrutura estaiada, a extremidade inferior dos estais deve dispor de esticadores que permitam o ajuste de sua tensão mecânica; estes esticadores devem estar firmemente ligados à terra.

#### 3 - SISTEMA DE TERRA

O sistema de terra poderá ser enterrado, a fim de protegê-lo contra avarias mecânicas.

As extremidades dos radiais, junto à base da antena, deverão ser conectadas a bordos de placas de cobre circundando a antena. Essas placas deverão ser ligadas à extremidade inferior da torre ou mastro, no caso das antenas alimentadas em paralelo ou à parte inferior do isolador da base, no caso de antenas alimentadas em série. Nas placas, deverão também ser feitas as conexões de terra da linha de transmissão, dos transformadores de impedância e de todos os objetos metálicos expostos. Nos casos de antenas que utilizam diversas torres, cada uma delas deverá ter seu próprio sistema de terra, não havendo, entretanto, superposição entre eles. Deverão ser interrompidos na mediatriz do segmento que une cada duas torres e interligados no ponto de interrupção a um condutor comum, perpendicular àquele segmento. Todas as conexões deverão ser soldadas com solda de prata ou de latão, não devendo ser utilizada a solda de chumbo - estanho.

#### 4 - TRANSFORMADOR DE IMPEDÂNCIAS

O transformador de impedâncias deve ser encerrado em abrigo que o proteja do tempo. Este abrigo deve estar permanentemente fechado à chave e deverá, de preferência, ser localizado de forma a não impedir a visada direta da base da antena, a partir do prédio do transmissor.

#### 5 - AMPERÍMETROS DE RF

No caso de estações de alta potência nas quais a torre apresenta uma reatância muito alta, impossibilitando a inserção de amperímetro de RF entre o transformador de impedâncias e a antena, devido aos níveis de tensão existentes, o amperímetro poderá ser colocado antes de uma reatância em série com a torre, que reduza o nível de tensão e possibilite a inserção do instrumento.



## 6 - LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA IRRADIANTE

O sistema irradiante deverá distar de prédios com altura superior a  $0,05 \lambda$  não menos que  $3 \lambda$ .

## 7 - DEPENDÊNCIAS DA ESTAÇÃO TRANSMISSORA

### 7.1 - Dimensões

As dependências da estação transmissora deverão ter dimensões suficientes para, dentro das normas de boa engenharia, abrigar todos os equipamentos indispensáveis e ser dotadas de todas as instalações necessárias para oferecer condições adequadas de trabalho ao pessoal que ali exerce suas atividades. Quando as dependências abrigarem, também, uma ou mais residências para o pessoal da estação, não deverá haver qualquer passagem interna direta entre essas residências e os locais onde estiverem instalados quaisquer equipamentos elétricos da estação transmissora.

### 7.2 - Grupo Gerador

As emissoras com potência nominal igual ou superior a 50 kW deverão dispor de grupo gerador de energia elétrica, com potência suficiente para alimentar, pelo menos, o transmissor auxiliar. Depósitos de combustível não podem ser instalados nos recintos dos transmissores ou das residências

### 7.3 - Instrumentos de Medição

Todas as emissoras devem possuir nas suas dependências, em boas condições de funcionamento e compatíveis com os parâmetros exigidos neste Regulamento, os seguintes instrumentos de medição:

- multímetro
- osciloscópio
- gerador de áudio

## 8 - VARIAÇÕES DE TENSÃO DA REDE

Quando as variações de tensão da rede de energia elétrica local são tais que possam impedir a estação de operar dentro dos limites de potência de operação fixados no item 5.4.1 deste Regulamento, a estação deverá ter instalado um regulador de tensão, para a alimentação adequada do transmissor.

## 9 - DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA DE OPERAÇÃO

No caso mencionado no item 5.4.3 deste Regulamento, para a determinação da potência de operação da estação, pelo método indireto, deverão ser utilizados os valores de fator de eficiência do transmissor constantes da Tabela abaixo.

| F    | MÉTODO DE MODULAÇÃO  | POTÊNCIA DA PORTADORA | CLASSE DE AMPLIFICADOR FINAL |
|------|----------------------|-----------------------|------------------------------|
| 0,75 | Placa                | 0,25 a 1 kW           | C                            |
| 0,80 | Placa                | mais de 1 kW          | C                            |
| 0,30 | Baixo Nível          | Qualquer              | AB                           |
| 0,30 | Grade                | Qualquer              | B ou C                       |
| 0,88 | Por largura de pulso | Qualquer              | D                            |

## 10 - VIA DE TELECOMUNICAÇÃO

Entre o estúdio principal e a estação transmissora deverá existir, pelo menos, uma via de telecomunicação, para fins de transmissão de ordens, informações e instruções relativas à operação da emissora.

## 11 - TELEMETRIA NO LOCAL DE CONTROLE REMOTO

No caso de utilização de controle remoto, deve ser possível, no local remoto, a telemetria das seguintes grandezas: corrente na antena (ou corrente e tensão contínuas de placa do estágio final de RF), percentagem de modulação e, para sistemas diretivos, módulos e ângulos de fase das correntes nas bases dos elementos da antena e corrente no ponto comum de alimentação. Para antenas onidirecionais, a corrente de antena poderá ser avaliada através da medição da intensidade de campo do sinal, desde que no local remoto este valor não seja inferior a 10 mV/m e não esteja sujeito a interferências de outras emissoras. O instrumento deverá ser calibrado em unidades de corrente ou de potência da antena.

## 12 - LIVRO DE REGISTRO DE OCORRÊNCIAS

Para facilitar o controle de sua operação e manutenção, é recomendado que toda emissora organize e mantenha um livro de registro de ocorrências.

12.1 - Todos os registros devem ser datados pelo responsável pela emissora. As referências a horários devem ser feitas com a hora local. As correções e ressalvas devem ser lançadas no próprio livro, também datadas.

12.2 - No livro de registro, devem ser anotadas, entre outras, as seguintes ocorrências:

a) alterações, reparos e ajustes realizados eventualmente no sistema irradiante, transmissores e equipamentos acessórios de uso obrigatório;

b) interrupções anormais das transmissões ou operação com potência diferente da autorizada por um período superior a trinta minutos e seus motivos;

c) datas em que forem realizadas vistorias nas instalações da estação transmissora;

d) uma vez por semana, a condição de funcionamento do transmissor auxiliar e do grupo gerador, se houver.