

**NORMA DE COMPATIBILIDADE ENTRE O SERVIÇO DE RADIODIFUSÃO SONORA EM FM (88 a 108 MHz) E OS SERVIÇOS DE RADIONAVEGAÇÃO AERONÁUTICA E MÓVEL AERONÁUTICO (108 a 137 MHz)**

**1 - OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO**

**1.1 - Objetivo**

A presente Norma tem por objetivo estabelecer os critérios de proteção que devem ser assegurados nas áreas de cobertura de estações do Serviço de Radiodifusão Sonora em FM e dos Serviços de Radionavegação Aeronáutica e Móvel Aeronáutico que operam nas faixas de frequências de 88 a 108 MHz e de 108 a 137 MHz, respectivamente, a fim de evitar a ocorrência de interferência mútua entre eles.

**1.2 - Campo de aplicação**

Esta Norma deve ser observada:

- a) na análise, que deverá ser efetuada por parte do Ministério das Comunicações, de propostas de alteração de quaisquer das características de operação (à exceção de eventuais reduções na potência de transmissão) de estações de radiodifusão sonora em FM que operam dentro da faixa acima especificada, tendo em vista a interferência que poderá ser causada por elas nas áreas de operação das estações dos Serviços Aeronáuticos registradas no Cadastro de Estações dos Serviços Aeronáuticos que operam no território brasileiro na faixa de 108 a 137 MHz.
- b) na análise do potencial de interferência que poderá ser produzido por uma nova estação de Radiodifusão em FM;
- c) na análise do potencial de interferência que poderá ser produzido nas áreas de coberturas de estações do Serviço de Radiodifusão em FM, por parte de novas estações do Serviço Aeronáutico na faixa de 108 a 137 MHz, ou decorrentes de alterações de suas características técnicas.

Nota 1: Casos de incompatibilidades anteriores à entrada em vigor desta Norma, deverão ser resolvidos mediante mútuo acordo entre as partes.

Nota 2 : A aplicação de critérios para a proteção aos serviços de radiodifusão sonora em FM, bem como para sua compatibilidade eletromagnética com os serviços aeronáuticos COM na faixa de 118 a 137 MHz, depende de estudos complementares.

**2 - DEFINIÇÕES**

**2.1 - Disposição geral**

Quando não definidos em lei de telecomunicações, em seus regulamentos, ou em Normas do Ministério das Comunicações em vigor, os termos usados nesta Norma terão as definições aqui estabelecidas.

**2.2 - Termos específicos**

Para os fins desta Norma, serão adotados os seguintes termos específicos:

**2.2.1 - COM** : sistema bidirecional de radiocomunicação móvel aeronáutica de voz (terra/ar) operando na faixa de 118 a 137 MHz.

**2.2.2 – Distância de propagação** : é a menor distância entre um ponto de recepção, ambos localizados acima da superfície terrestre (por exemplo, entre uma antena de rádio e um ponto de teste).

**2.2.3 - ILS (Instrument Landing System)** : sistema de radionavegação consistindo de um equipamento localizador, um equipamento com a indicação gradativa do trajeto e faróis para orientação, acordado internacionalmente como padrão corrente para auxílio ao pouso de aeronaves.

**2.2.4 - Equipamento localizador ILS** : componente do sistema ILS operando na faixa de 108 a 112 MHz, destinado à orientação da aeronave no plano horizontal por meio da superposição de feixes de rádio centrados na linha central prolongada da pista de decolagem.

**2.2.5 - Nível de corte (cut-off)** : é o nível de um sinal de rádio FM na entrada do receptor aeronáutico, acima do qual o referido sinal é considerado como uma fonte potencial de interferência de Intermodulação.

**2.2.6 - Gatilho (trigger)** : é o nível mínimo de um sinal de rádio FM, que quando aplicado à entrada de um receptor aeronáutico juntamente com um ou dois sinais adicionais, com valores superiores ao nível de corte (cut-off), considera-se que seja capaz de iniciar a geração de um produto de intermodulação de terceira ordem, com intensidade suficiente para se constituir em uma interferência potencial ao serviço aeronáutico correspondente.

**2.2.7 - Incompatibilidade potencial** : situação na qual poderá ocorrer incompatibilidade quando os critérios de proteção acordados não forem satisfeitos para um determinado ponto de teste.

**2.2.8 - Pontos de Teste** : pontos no espaço para os quais devem ser efetuados os cálculos de compatibilidade, os quais são descritos através de suas coordenadas (altura e posição geográfica) relativas a um ponto fixo sobre a superfície da terra.

**2.2.9 - Potência de entrada equivalente:** valor da potência de sinal que seria necessário produzir-se dentro da faixa de passagem de um receptor para ocorrerem os mesmos efeitos que seriam provocados por um sinal interferente real, cuja frequência central não coincide necessariamente com a frequência central da referida faixa de passagem. Assim sendo, a conversão da potência real de sinal interferente para a potência equivalente é feita considerando-se todos os processos a que os sinais estão sujeitos na faixa de RF e que dependem da frequência e inclusive da própria discriminação da antena.

**2.2.10 - Volume de serviço** : região do espaço na qual os requisitos de proteção devem ser satisfeitos.

**2.2.11 - Relação de proteção** : é o valor mínimo requerido, expresso em *dB*, do quociente entre a potência do sinal desejado e a potência do sinal não desejado produzido na entrada de um receptor, para que não haja interferência potencial.

**2.2.12 - VOR (VHF Omnidirecional Range)** : auxílio à navegação aérea de curto alcance (até aproximadamente 370 km), o qual fornece à aeronave informação contínua e automática sobre sua radial a partir de um ponto terrestre de localização conhecida.

### **3 - PROTEÇÃO AOS SERVIÇOS AERONÁUTICOS**

As estações receptoras dos serviços aeronáuticos que operam na faixa de 108 a 118 MHz (Radionavegação Aeronáutica - VOR e ILS) e de 118 a 137 MHz (Móvel Aeronáutico - COM) devem ser protegidas de interferências decorrentes da operação de estações transmissoras do Serviço de Radiodifusão.

#### **3.1 - Classificação das interferências nos serviços ILS e VOR**

As interferências que podem ser causadas por transmissões de sinais de radiodifusão sonora em FM nas regiões onde são operados Serviços Aeronáuticos são classificadas conforme a Tabela 1.

**Tabela 1**  
Classificação das interferências

Tipo A (oriunda de emissões DENTRO da faixa aeronáutica)		Tipo B (oriundo de emissões FORA da faixa aeronáutica)	
A1	A2	B1	B2
Interferência decorrente de transmissões espúrias resultantes da não linearidade dos transmissores e/ou de intermodulação proveniente da interação entre transmissores instalados no mesmo local.	Interferência decorrente de transmissões fora da faixa de radiodifusão, em frequências próximas a 108 MHz, decorrente de filtragem insuficiente do sinal na transmissão.	Interferência decorrente do aparecimento de produtos de intermodulação ocasionados pela não linearidade do receptor.	Interferência decorrente da incapacidade do estágio de RF do receptor do Serviço Aeronáutico de rejeitar sinais de intensidade elevada que estejam sendo transmitidos fora da faixa do referido serviço.

### 3.2 - Localização dos pontos de teste para os serviços ILS, VOR e COM

A constatação do potencial de interferência devido às transmissões de sinais de radiodifusão sonora em FM, nas regiões onde são operados Serviços Aeronáuticos, deve ser feita nos pontos de teste constantes nos Anexos indicados na Tabela 2.

**Tabela 2**  
Definição dos pontos de teste para os serviços ILS, VOR e COM

Serviço	Pontos de Teste
ILS	Vide Anexo 1
VOR	Vide Anexo 2
COM	Vide Anexo 3

### 3.3 - Campos a serem protegidos no serviço aeronáutico

Os campos mínimos a serem protegidos nos casos dos três serviços aeronáuticos são os dados na Tabela 3.

**Tabela 3**  
Campos mínimos a serem protegidos

Serviço	Campo mínimo a ser protegido (dBmV/m)
ILS	32
VOR	39
COM	38

### 3.4 - Limites de distância para os serviços ILS e VOR

As estações de radiodifusão somente serão consideradas como eventuais causadoras de interferência e, por conseguinte, estarão sujeitas à análise detalhada de que trata esta Norma:

- a) no caso da interferência do tipo B1: se existir uma trajetória de linha de visada da antena de radiodifusão ao ponto de teste considerado, e se o nível do sinal calculado for maior do que o valor o nível de corte (cut-off);
- b) nos casos das interferências dos tipos A1, A2 e B2: se a intensidade de campo no espaço livre for maior que o valor que pode causar incompatibilidade (ver 3.5.4 e Tabelas 4 e 5), condicionado a uma distância de separação máxima de 125 km, quando se tratar de incompatibilidades dos tipos A1 e B2.

### 3.5 - Cálculos dos sinais desejados para os receptores ILS e VOR

Para a avaliação das interferências do tipo A1 e A2 é necessário o cálculo do sinal ILS e VOR nos pontos de teste e com base na medida do sinal interferente, avaliar as relações de proteção existentes.

O cálculo do sinal desejado para o serviço ILS está contido nos Anexos 4 (método dos dois raios) e Anexo 5 (método da interpolação). O Anexo 6 detalha o cálculo do sinal VOR.

#### 3.5.1 - Interferência do tipo A1

As emissões não essenciais, com exceção dos produtos de intermodulação, devem, como medida geral, manter-se em um nível reduzido, de maneira que não venham a ser considerados em análise de compatibilidade. Assim, os cálculos de interferência do tipo A1 são feitos, unicamente, para os casos de produtos de intermodulação procedentes de estações de radiodifusão sonora em FM instaladas no mesmo local.

Como nem sempre é conhecida a potência do produto de intermodulação, verifica-se a interferência A1 indiretamente, tomando-se o valor da intensidade de campo do sinal não desejado, em um ponto de prova, de cada uma das emissões de estações de radiodifusão em FM instaladas em um mesmo local, mais o valor da supressão A1, para cada um dos transmissores.

A expressão a seguir determina a condição em que existe a interferência do tipo A1:

$$\text{máx}[(E_i - S_i; \dots; (E_N - S_N)] + PR - E_w > 0$$

Onde:

$N$  : número de componentes da intermodulação ( $N = 2$  ou  $3$ );

$E_i$  : intensidade de campo não desejada ( $\text{dBmV/m}$ ) da emissão de radiodifusão  $i$  no campo de prova;

$S_i$  : supressão A1 ( $\text{dB}$ ) do transmissor de radiodifusão  $i$  (veja Tabela 4.1);

$PR$  : relação de proteção ( $\text{dB}$ ) adequada para a diferença entre a frequência do sinal desejado (aeronáutico) e a frequência da emissão espúria (produto de intermodulação) (veja Tabela 4);

$E_w$  : intensidade de campo ( $\text{dBmV/m}$ ) do sinal da frequência aeronáutica (pelo menos 32 para o ILS e pelo menos 39 para o VOR).

**Tabela 4**  
Relações de proteção no caso de interferência  
do tipo A1, para o ILS e VOR

Diferença entre a frequência do sinal desejado e a frequência da emissão espúria (kHz)	Relação de Proteção (dB)
0	14
50	7
100	-4
150	-19
200	-38

**Tabela 4.1**  
Supressão A1

e.r.p. máxima (dBW)	Supressão com relação à e.r.p. máxima (dB)
$\geq 48$	85
30	76
$< 30$	$46 + \text{e.r.p. máx. (dBW)}$

Nota: utiliza-se a interpolação linear entre os valores de e.r.p. máxima de 30 e 48 dBW.

### 3.5.2 - Interferência do tipo A2

As relações de proteção a serem observadas, no caso de interferência do tipo A2, estão indicadas na Tabela 5. A interferência do tipo A2 não necessita ser considerada para diferenças de frequências superiores a 300 kHz.

**Tabela 5**  
Relações de proteção no caso de interferência  
do tipo A2, para o ILS e VOR

Diferença entre a frequência do sinal desejado e a frequência do sinal de radiodifusão interferente (kHz)	Relação de Proteção (dB)
150	-41
200	-50
250	-59
300	-68

Deve ser evitado o uso de canais que correspondam às frequências centrais de 107,9 MHz (no caso de radiodifusão em FM) e 108,1 MHz (no caso do serviço aeronáutico). Caso necessário, deverá ser buscado um acordo entre as partes envolvidas.

### 3.5.3 - Interferência do tipo B1

Conforme definido na Tabela 1, a intermodulação gerada em um receptor aeronáutico como resultado do receptor ser levado à não-linearidade pelo sinais de radiodifusão fora da faixa aeronáutica, é denominada interferência do tipo B1. Para que esse tipo de interferência venha a ocorrer, no mínimo dois sinais de radiodifusão precisam estar presentes e eles necessitam ter uma relação de frequências a qual, em combinação não-linear, pode produzir um produto de intermodulação dentro do canal de radiofrequência em uso pelo receptor aeronáutico.

Somente produtos de intermodulação de terceira ordem são considerados, ou seja, quando os sinais interferentes de frequências  $f_1$ ,  $f_2$  e  $f_3$  são tais que a frequência  $f_{intermod}$  calculada da maneira a seguir descrita, recai nas proximidades da frequência de um serviço aeronáutico:

$$f_{intermod} = 2f_1 - f_1 \quad (\text{caso de dois sinais})$$

$$f_{intermod} = f_1 + f_2 - f_3 \quad (\text{caso de três sinais})$$

onde:

$f_1, f_2, f_3$  frequências de radiodifusão (MHz),  $f_1 > f_2 > f_3$ ;

$f_{intermod}$  : frequência do produto de intermodulação (MHz).

Na avaliação da possibilidade de ocorrência de interferência do tipo B1 devem ser levadas em consideração as seguintes condições:

- a) pelo menos um dos sinais de radiodifusão necessita ser suficientemente intenso para levar o receptor à condição de não-linearidade (3.5.3.1); neste caso, a interferência pode então ser produzida mesmo que os outros sinais possam ser significativamente menos potentes;
- b) todos os sinais envolvidos devem estar acima do nível de corte (3.5.3.1);
- c) qualquer produto cuja frequência esteja afastado até 200 kHz da frequência aeronáutica deve ser examinado em seguida para verificar se a soma das potências equivalentes (em dBm) é suficiente para causar interferência do tipo B1, levando-se em consideração o critério constante em 3.5.3.5 e a Tabela 6 de 3.5.3.3.

Para se verificar a possibilidade de incompatibilidade potencial, calcula-se o valor de interferência to tipo B1 (item 3.5.3.2), corrige-se o valor calculado em função do desvio de frequência do produto, de intermodulação com referência ao sinal interferido (item 3.5.3.3) e depois em função do aumento de intensidade do sinal desejado em relação ao limiar de recepção (item 3.5.3.4). O valor encontrado é aplicado nas expressões do item 3.5.3.5 para se verificar a existência de interferência potencial.

### 3.5.3.1 - Valores dos limites de interferência

Os valores do limite de interferência de intermodulação - denominado gatilho (trigger) - e do limite absoluto de interferência - denominado nível de corte (cut-off) - são dados pelas expressões abaixo:

$$\text{Valor do gatilho (trigger) (dBm)} = \frac{L_c - K}{3} + 28 \text{Log}[\text{máx}(1,0; f_A - f)]$$

$$\text{Valor do nível de corte (cut - off) (dBm)} = -66 + 20 \text{Log} \left[ \frac{\text{máx}(0,4; 108,1 - f)}{0,4} \right]$$

onde:

$f$ : frequência do sinal de radiodifusão FM (MHz);

$f_A$ : frequência do sinal do serviço aeronáutico (MHz);

$L_c$ : Correção (dB) da intensidade do sinal desejado (3.5.3.5) (dB);

$K = 146$  para o localizador ILS e 139 para o VOR. no caso de 3 sinais;

$K = 140$  para o localizador ILS e 133 para o VOR no caso de 2 sinais.

Nota : A expressão máx (valor numérico; expressão algébrica) utilizada no decorrer desta Norma, tem o seguinte significado: adotar o maior valor entre o valor numérico e o resultado numérico aplicável para a expressão algébrica.

### 3.5.3.2 - Cálculo de intensidade de campo no espaço livre

Neste caso, o cálculo da intensidade de campo e, em consequência, da potência de sinal interferente provocado na entrada de um receptor do serviço aeronáutico deve ser feito conforme as expressões que se seguem:

$$E = P - 20 \text{Log}(d) + 76,9 + H_c + V_c$$

onde:

$E$ : intensidade de campo no espaço livre (dBmV/m);

$P$ : potência e.r.p. da estação de radiodifusão (dBW);

$D$ : distância real entre o ponto de transmissão e o ponto de recepção (km);

$H_c$ : fator de correção do ganho de antena no plano horizontal (dB) - vide Anexo 7;

$V_c$ : fator de correção do ganho de antena no plano vertical (dB) - vide Anexo 7.

No caso de uma estação de radiodifusão com polarização mista, a potência e.r.p. a ser utilizada é a maior dentre as componentes horizontal e vertical. Entretanto, no caso em que as componentes horizontal

e vertical tenham iguais valores, a e.r.p. a ser utilizada é obtida adicionando-se 1 *dB* ao valor da componente horizontal.

### 3.5.3.3 - Potência na entrada do receptor

Finalmente o nível do sinal de radiodifusão na entrada do receptor aeronáutico é dada por:

$$N = E - 118 - L_s - L(f) - L_a$$

onde:

*N*: nível do sinal de radiodifusão na entrada do receptor (*dBm*);

*E*: intensidade de campo do sinal de radiodifusão (*dBmV/m*) calculado anteriormente;

*L<sub>s</sub>*: perda fixa de sistema, de 3 *dB*;

*L(f)* : perda de sistema que varia com a frequência (1,2 *dB* por MHz para frequências abaixo de 108 MHz);

*L<sub>a</sub>*: perda fixa do sistema de antena, de 9 *dB*.

### 3.5.3.4 - Correção da intensidade do sinal interferente

Antes de aplicar as fórmulas de 3.5.3.6 deve ser efetuada, para cada um dos níveis de sinais interferentes, calculados originalmente de acordo com 3.5.3.2, uma correção para compensar o fato da frequência central do sinal resultante do produto de intermodulação não recair exatamente sobre a frequência central do sinal desejado, conforme a Tabela 6.

**Tabela 6**  
Correção da intensidade do sinal interferente em receptores ILS e VOR  
para a determinação dos produtos de intermodulação

Diferença entre a frequência do sinal desejado e a frequência resultante do produto de intermodulação. (kHz)	Correção ( C ) (dB)
0	0
50	2
100	8
150	16
200	26

Nota: Para diferenças em frequência superiores a 200 kHz não há necessidade de ser considerada a possibilidade da ocorrência de interferência do tipo BI.

onde:

$$C = N_n - N_{nc}$$

*C*: correção da intensidade do sinal interferente;

*N<sub>n</sub>*: intensidade corrigida do sinal interferente de índice *n*;

*N<sub>nc</sub>*: intensidade original do sinal interferente, calculada conforme Anexo 7.

### 3.5.3.5 - Correção da intensidade do sinal desejado *L<sub>C</sub>*

A seguinte correção deve ser utilizada nas expressões da Tabela 7 a fim de levar em conta um aumento da intensidade do sinal desejado em relação à intensidade de sinal nominal (Tabela 3):

$$L_C = N_A - N_{ref}$$

onde:

$L_c$ : fator de correção (dB) para levar em consideração a mudança de nível no sinal desejado;

$N_A$ : nível de sinal desejado (dB) na entrada do receptor aeronáutico (dBm);

$N_{ref}$ : nível de referência (dB) do sinal desejado na entrada do receptor aeronáutico para a fórmula de imunidade à interferência do tipo B1;

$N_{ref} = 89 \text{ dBm}$  para o localizador ILS;

$N_{ref} = 82 \text{ dBm}$  para o VOR.

### 3.5.3.6 - Fórmulas para a avaliação de compatibilidade

As expressões da Tabela 7 determinam as condições em que existe incompatibilidade potencial causada pelas intensidades dos produtos de intermodulação dos sinais interferentes de radiodifusão FM.

**Tabela 7**

Condições para as quais considera-se que há incompatibilidade de potência no caso de interferência do tipo B1 em receptores ILS e VOR

Caso 1 Dois sinais FM interferentes de frequências $f_1$ e $f_2$	Caso 2 Três sinais FM interferentes de frequências $f_1$ , $f_2$ e $f_3$
$2\{N_{1c} - 28\text{Log}[\text{máx}(1,0; f_A - f_1)]\} +$ $N_{2c} - 28\text{Log}[\text{máx}(1,0; f_A - f_2)] +$ $K - L_c > 0$	$N_{1c} - 28\text{Log}[\text{máx}(1,0; f_A - f_1)] +$ $N_{2c} - 28\text{Log}[\text{máx}(1,0; f_A - f_2)] +$ $N_{3c} - 28\text{Log}[\text{máx}(1,0; f_A - f_3)] +$ $K + 6 - L_c > 0$

Onde:

$f_A$ : frequência central do sinal do serviço aeronáutico (MHz);

$f_1, f_2, f_3$ : frequências portadoras dos sinais de radiodifusão (MHz), sendo  $f_1 > f_2 > f_3$ ;

$N_{1c}, N_{2c}, N_{3c}$ : intensidades corrigidas (3.5.3.2) dos sinais de radiodifusão (dBm) na entrada do receptor aeronáutico nas frequências  $f_1, f_2$ , e  $f_3$ , respectivamente;

$L_c$ : Correção (dB) da intensidade do sinal desejado (3.5.3.5) (dB);

$K = 140$  para o localizador ILS ou  $K = 133$  para o VOR.

### 3.5.4 - Interferência do tipo B2

Cada uma das estações de radiodifusão em FM identificadas de acordo com 3.4, é examinada para determinar se a potência equivalente de interferência na entrada do receptor aeronáutico, é suficiente para causar interferência do tipo B2 que provoca dessensibilização no receptor. As seguintes expressões estabelecem a maior intensidade de sinal interferente na entrada de um receptor ILS ou VOR, de maneira a evitar interferência potencial:

$$a) \text{ para } (f_A - f) \leq 3,2(108,1 - f)$$

$$a) \text{ para } (f_A - f) \leq 3,2(108,1 - f)$$

$$b) \text{ para } (f_A - f) > 3,2(108,1 - f)$$

$$N_{máx} = -10 + 20\text{Log}\left[\frac{\text{máx}(0,4; 108,1 - f)}{0,4}\right]$$

onde:

$N_{máx}$ : nível máximo do sinal de radiodifusão (dBm) na entrada do receptor aeronáutico;



$f$ : frequência do sinal de radiodifusão (MHz);

$f_A$ : frequência do sinal do serviço aeronáutico (MHz).

### 3.6 - Cálculos de interferência a serem utilizados para os receptores COM

Existem duas modalidades de interferência que podem causar incompatibilidade potencial: por intermodulação e por dessensibilização.

Para que haja Intermodulação, pelo menos um dos níveis dos sinais na entrada do receptor aeronáutico deve ser superior a -10 *dBm* (gatilho) e os demais superiores a -30 *dBm* (valor de corte).

Para que haja dessensibilização o nível do sinal interferente deve ser maior que -10 *dBm*.

O cálculo do sinal interferente é realizado traçando-se os contornos de sinal interferente de -10 e -30 *dBm*, adotando-se a condição de propagação no espaço livre a partir da antena de transmissão FM, conforme a expressão a seguir:

$$r = \frac{1}{f} \text{Anti log} \left[ \frac{EIRP - P_r - 37,8 - L_r}{20} \right]$$

onde:

$EIRP$  : Potência da estação de FM em *dBm* ( $ERP+2,2$ );

$P_r$  :Potência do FM interferente (-10 ou -30 *dBm*, conforme o caso);

$L_r$  :Parcela, em *dB*, de diminuição da ação efetiva do sinal interferente em decorrência da discriminação imposta pelo sistema de antena da aeronave entre 100 e 108 MHz utilizar um valor fixo de 10 *dB*, enquanto que, para uma frequência  $f$  entre 88 e 100 MHz deve ser utilizada a seguinte relação:

$r$  : distância da estação de FM ao contorno de interferência (em milhas náuticas):

$$[10dB + 2(100 - f)dB]$$

$f$ : frequência da estação de FM em MHz.

Considerar-se-à que há incompatibilidade potencial quando a distância da estação de FM ao ponto de teste for menor que o valor de  $r$  calculado conforme a expressão acima.

Nota: A aplicação de critérios para proteção aos serviços de radiodifusão sonora em FM, bem como para sua compatibilidade eletromagnética com os serviços aeronáuticos COM na faixa de 118 a 137 MHz, depende de estudos complementares.

#### 3.6.1 - Correções do sinal devido à diretividade de antenas

Analogamente ao procedimento adotado para a análise da interferência nos receptores ILS e VOR, deverão ser levadas em conta as características direcionais das antenas transmissoras de radiodifusão de forma a que possam ser calculados os eventuais aumentos ou reduções da intensidade do sinal interferente nas direções dos pontos de teste do COM. Para tanto devem ser utilizados os fatores de correção contidos no Anexo 7.

### 3.7 - Cálculos de avaliação de interferência a serem utilizados para os receptores ILS e VOR a partir de 1998

#### 3.7.1 - Interferência do tipo A1

Este procedimento não sofrerá alteração.

#### 3.7.2 - Interferência do tipo A2

Este procedimento não sofrerá alteração.

### 3.7.3 - Interferência do tipo B1

#### 3.7.3.1 - Valores dos limites de interferência

O novo valor de gatilho (trigger) é dado pela seguinte expressão:

$$\text{Valor do gatilho (trigger)} = \frac{L_c - K}{3} + 20\text{Log} \left[ \frac{\text{máx}(0,4; 108,1 - f)}{0,4} \right] \quad (\text{dBm})$$

onde:

$f$  : frequência de radiodifusão (MHz);

$L_c$  : correção (em dB);

$K=78$  para ILS e VOR, casos de 3 sinais;

$K=72$  para ILS e VOR, casos de 2 sinais.

A expressão para a determinação do nível de corte (*cut-off*) é a mesma descrita em 3.5.3.1.

#### 3.7.3.2 - Cálculo da interferência do tipo B1

É feito utilizando-se o mesmo procedimento descrito em 3.5.3.2.

#### 3.7.3.3 - Correção da intensidade do sinal interferente

A correção descrita na Tabela 6, válida para a imunidade dos receptores ILS e VOR atualmente em uso, pode ser utilizada até que dados sobre imunidade previstos para receptores após 1998 tornem-se disponíveis.

#### 3.7.3.4 - Correção da intensidade do sinal desejado $L_c$

A correção descrita em 3.5.3.5., que leva em conta as características dos receptores ILS e VOR atualmente em uso, pode ser utilizada até que dados sobre imunidade para receptores futuros tornem - se disponíveis.

#### 3.7.3.5 - Fórmulas para avaliação de compatibilidade

A partir de 1998, todos os sistemas receptores ILS e VOR deverão satisfazer a novos padrões de desempenho para imunidade à interferência. As relações de proteção para o referido serviço deverão ser menos rígidas que as que estão em vigor. As novas condições que terão de ser satisfeitas estão expressas na Tabela 8 que se segue.

**Tabela 8**

Condições para as quais considera-se que há incompatibilidade  
potencial no caso de interferência do tipo B1 em receptores ILS e VOR  
(a partir de 1998)

Caso 1 Dois sinais interferentes de frequências $f_1$ e $f_2$	Caso 2 Três sinais interferentes de frequências $f_1$ , $f_2$ e $f_3$
$2 \left[ N_{1c} - 20\text{Log} \frac{\text{máx}(0,4; 108,1 - f_1)}{0,4} \right] +$ $\left[ N_{2c} - 20\text{Log} \frac{\text{máx}(0,4; 108,1 - f_2)}{0,4} \right] +$ $K - L_c > 0$	$\left[ N_{1c} - 20\text{Log} \frac{\text{máx}(0,4; 108,1 - f_1)}{0,4} \right] +$ $\left[ N_{2c} - 20\text{Log} \frac{\text{máx}(0,4; 108,1 - f_2)}{0,4} \right] +$ $\left[ N_{3c} - 20\text{Log} \frac{\text{máx}(0,4; 108,1 - f_3)}{0,4} \right] +$ $K + 6 - L_c > 0$

onde:

$f_1, f_2, e f_3$ : frequências portadoras dos sinais de radiodifusão em FM,  $f_1 > f_2 > f_3$  (MHz);

$N_{1c}, N_{2c}, N_{3c}$ : intensidades corrigidas dos sinais de de radiodifusão produzidos na entrada do receptor aeronáutico, para as portadoras de frequências  $f_1, f_2$  e  $f_3$  respectivamente (dBm) - vide 3.7.3.3.;

$L_C$ : correção para se levar em conta o aumento da intensidade do sinal desejado em relação à intensidade nominal (dB) - vide 3.7.3.4.;

$K=72$ , para ILS e VOR.

### 3.7.4 - Interferência do tipo B2

A expressão a seguir determina o máximo nível de sinal interferente de forma a não causar dessensibilização na entrada do receptor aeronáutico. Esta expressão reflete uma aproximação para os valores previstos na Tabela 9:

$$N_{m\acute{a}x} = -10 + 20 \text{Log} \left[ \frac{\text{máx}(0,4; 108,1 - f)}{0,4} \right]$$

onde:

$N_{m\acute{a}x}$ : nível máximo do sinal de radiodifusão (dBm);

$f$ : frequência do sinal de radiodifusão (MHz).

**Tabela 9**

Intensidade máxima admissível de interferência  
do tipo B2 na entrada dos receptores ILS e VOR

Frequência (MHz)	Intensidade de sinal (dBm)
$\leq 102$	+15
104	+10
106	+5
107,9	-10

Nota: Os níveis máximos de interferência entre as frequências relacionadas são obtidos por interpolação linear.

## 3.8 Cálculos de interferência a serem utilizados para os receptores COM a partir de 1998

As interferências de intermodulação dos tipos A1 e B1 não ocorrem em receptores COM operando as frequências acima de 128,5 MHz. A interferência do tipo A2 não ocorre em qualquer frequência do receptor COM. Os cálculos de interferência devem ser feitos de acordo com 3.6, utilizando-se os níveis máximos de acordo com 3.8.1 e 3.8.2.

### 3.8.1 - Interferência do tipo B1

Dentro do volume de serviço definido no Anexo 3 item 2 o sinal de radiodifusão FM não deverá exceder o nível de -5 dBm na entrada do receptor.

### 3.8.2 - Interferência do tipo B2

Dentro do volume definido no Anexo 3 item 2, o sinal de radiodifusão não deverá exceder o nível de -5 dBm na entrada do receptor.

## 4 - PROTEÇÃO AO SERVIÇO DE RADIODIFUSÃO

Os receptores dos serviços de radiodifusão em FM que operam na faixa de 88 a 108 MHz devem ser protegidos de interferências prejudiciais nos seus contornos de serviço conforme se segue.

Nota: A aplicação de critérios para proteção aos serviços de radiodifusão sonora em FM, bem como para sua compatibilidade eletromagnética com os serviços aeronáuticos COM na faixa de 118 a 137 MHz, depende de estudos complementares.

### 4.1 - Classificação das interferências

As interferências provocadas por sinais dos Serviços Aeronáuticos classificam-se em duas categorias conforme a Tabela 10 a seguir.

**Tabela 10**  
Classificação das interferências

Categoria A Oriunda da intermodulação nos receptores	Categoria B Oriunda da frequência imagem no processo de conversão
Interferência decorrente do aparecimento de produtos de intermodulação ocasionados pela não linearidade do estágio conversor do receptor que faz com que o próprio sinal desejado, cuja frequência portadora é $f_{FM}$ , seja combinado com um sinal aeronáutico cuja portadora é próxima da frequência $f_{FM} + 10,7$ MHz, resultando um sinal interferente cujas componentes também se encontram em torno da frequência intermediária do conversor (10,7 MHz).	Interferência inerente ao processo de "batimento" que ocorre no estágio conversor do receptor e que faz com que tanto um sinal de frequência $f_{FM}$ como o de um sinal aeronáutico na frequência $f_{FM} + 21,4$ MHz resultem em sinais cujas componentes se encontram em torno da frequência intermediária do conversor (10,7 MHz).

### 4.2 - Localização dos pontos de teste

A constatação da existência ou não de um potencial de interferência devido aos sinais dos Serviços aeronáuticos que alcançam as áreas de cobertura do serviço de radiodifusão, deve ser feitas nos pontos de teste descritos no Anexo 8.

### 4.3 - Campo a ser protegido

O campo nominal a ser protegido e, conseqüentemente, a ser utilizado no estabelecimento dos critérios de proteção que se seguem, é o indicado na Norma N-07/80 para a definição do contorno protegido da estação, ou seja:

$$E_{nom} = 66 \text{ dB}\mu\text{V} / \text{m}$$

Os raios desses contornos são dados na Tabela 11 a seguir, em função das classes das estações de FM.

**Tabela 11**  
Raios de cobertura das estações de radiodifusão FM  
em função das respectivas classes

Classe da estação	Raio de cobertura (km)
E1	78
E2	67
E3	55
A1	38
A2	33,5
A3	28
A4	22
B1	16
B2	12,5
C	8,5

#### 4.4 - Critérios de proteção

##### 4.4.1 - Critério de proteção para o caso de interferência da categoria A

Neste caso as relações de proteção devem ser as indicadas na Tabela 12 que se segue.

**Tabela 12**  
Relações de proteção para o caso de interferência da categoria A

$ f_A - f_{FM} - 10700 $ (kHz)	Relação de proteção (dB)
0	-21
50	-3
100	-19
150	-38
200	-38

onde:

$f_A$ : frequência portadora do sinal do serviço aeronáutico (kHz);

$f_{FM}$ : frequência portadora do sinal de FM (kHz).

##### 4.4.2 - Critério de proteção para o caso de interferência da categoria B

Neste caso as relações de proteção devem ser as indicadas na Tabela 13 que se segue.

**Tabela 13**

Relações de proteção para o caso de interferência da categoria B

$ f_A - f_{FM} - 21400 $ (kHz)	Relação de proteção (dB)
0	26
50	44
100	28
150	9
200	9
250	-1
300	-8
350	-17
400	-23

onde:

$f_A$ : frequência portadora do sinal do serviço aeronáutico (kHz) e;

$f_{FM}$ : frequência portadora do sinal de FM (kHz).

#### 4.5 - Procedimento de cálculo do sinal interferente

O sinal interferente deve ser calculado utilizando-se o procedimento descrito na Norma N-07/80, fazendo-se uso das curvas de propagação F(50,10) e levando-se em conta de forma apropriada a possível diretividade da antena transmissora.

## Anexo 1

### Definição dos pontos de teste para o ILS

#### 1 - Pontos de teste fixos

A altura mínima de cada ponto de teste fixo, sua distância ao transmissor do localizador ILS e seu azimute relativo à linha central da pista são dados na Tabela 11. A Fig. 11 mostra as projeções desses pontos sobre o plano horizontal.

Os pontos de teste A, E, F, G e H têm alturas mínimas de 0, 0, 150, 300 e 450 metros, respectivamente, sobre o local do localizador. Estes valores correspondem a uma inclinação de aproximação (planeio) de 3 graus. Todos os demais pontos de teste têm alturas mínimas de 600 metros.

**Tabela 1.1**

Posições para os pontos de teste fixados para o ILS

Pontos sobre a linha central da pista			Pontos deslocados da linha central da pista (todos na altura de 600 m)		
Identificação	Distância km	Altura m	Identificação	Distância km	Azimute relativo à linha central da pista (em graus)
A	0	0	B, C	31,5	-35;35
E	3	0	X0, Y0	7,7	-35;35
F	6	150	X1, Y1	12,9	-25,5 ; 25,5
G	9	300	X2, Y2	18,8	-17,2 ; 17,2
H	12	450	X3, Y3	24,9	-12,9 ; 12,9
I	15	600	X4, Y4	31,5	-10 ; 10
J	21,25	600	X5, Y5	37,3	-8,6 ; 8,6
K	27,5	600	X6, Y6	43,5	-7,3 ; 7,3
L	33,75	600	X7, Y7	18,5	-35;35
M	40	600	X8, Y8	24,0	-27,6 ; 27,6
D	46,3	600	X9, Y9	29,6	-22,1 ; 22,1

Nota: A zona hachurada corresponde a um setor de círculo definido por um raio de 12 km a partir do local onde está instalado o localizador do ILS e por uma abertura de  $\pm 7,5$  graus em torno da linha central do aeródromo.

A distância utilizada nos cálculos da intensidade de campo é a distância entre a antena de radiodifusão e o ponto de teste. Contudo, os valores a serem utilizados estão sujeitos aos seguintes limites mínimos:

150 metros, caso a estação radiodifusora esteja dentro da região hachurada da Fig. 1.1 ou;

300 metros, caso a estação radiodifusora não esteja dentro da região hachurada da Fig. 1.1.

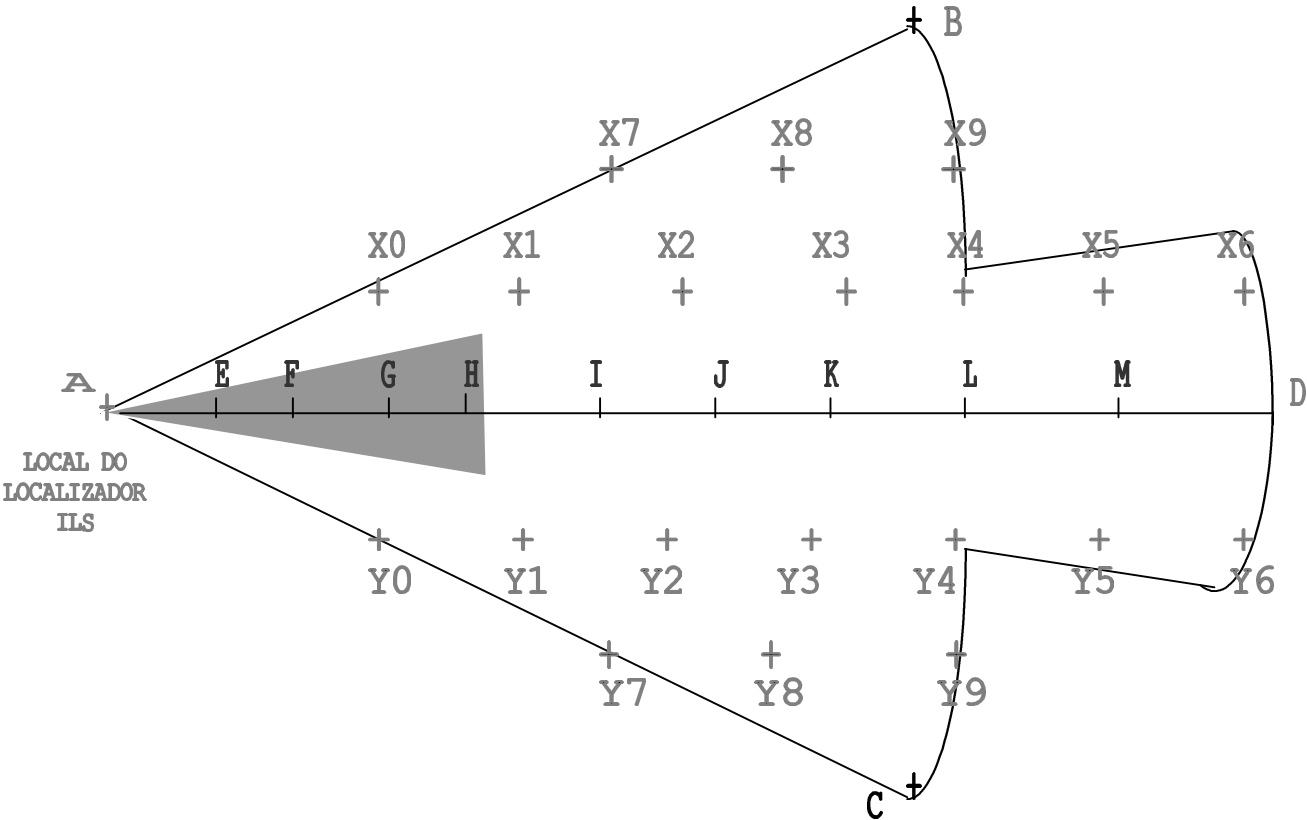
#### 2 - Pontos de teste relacionados com a estação de radiodifusão FM

Se a estação de radiodifusão FM estiver no interior da zona hachurada da Fig. 1.1. então um ponto de teste adicional deve ser utilizado tomando como referência as mesmas coordenadas geográficas do local do transmissor de FM e com a mesma altura da antena transmissora, conforme 3.7.4. Neste caso, porém, deverá ser utilizado um valor mínimo de 100 m de distância para fins do cálculo do sinal interferente.

Se a estação de radiodifusão está no interior da região de serviço ILS mas fora da área hachurada da Fig. 1.1 então um ponto de teste adicional dever ser utilizado com as mesmas coordenadas geográficas da

estação de radiodifusão. A altura mínima desse ponto de teste é o maior valor dentre as seguintes alternativas:  
600 m acima do localizador ou;  
100 m acima da antena de radiodifusão.

**Figura 11**  
Localização dos pontos de teste fixos na DOC do ILS





## **Anexo 2**

### **Definição dos pontos de teste para o VOR**

#### **1 - Pontos de teste para o caso em que as estações de radiodifusão se encontram no interior da região de serviço do VOR.**

Os pontos de teste, neste caso, estão localizados nas coordenadas geográficas da estação de radiodifusão, para uma altura mínima, a qual é a maior entre:

- 600 metros acima do terreno (tomado aproximadamente como 600 metros sobre a altura do local de qualquer estação relevante de radiodifusão) ou;
- 300 metros sobre a antena relevante de radiodifusão ou;
- a altura derivada da Figura 2.1.

#### **2 - Pontos de teste para o caso em que as estações de radiodifusão se encontram fora da região de serviço do VOR**

Estações de radiodifusão localizadas fora da região de serviço do VOR mas dentro de 3 km do limite da mesma, são tratadas como no caso anterior. Para estações que estão a mais de 3 km da região de serviço do VOR, porém dentro dos limites de distância especificados no item 3.4 desta Norma, um ponto de teste adicional deve ser gerado, o qual corresponde ao ponto mais próximo do limite da referida área de serviço para uma altura mínima, a qual é a maior entre:

- 600 metros sobre o nível médio do mar ou;
- a altura da antena de radiodifusão sobre o nível médio do mar ou;
- a altura derivada da Figura 2.1.

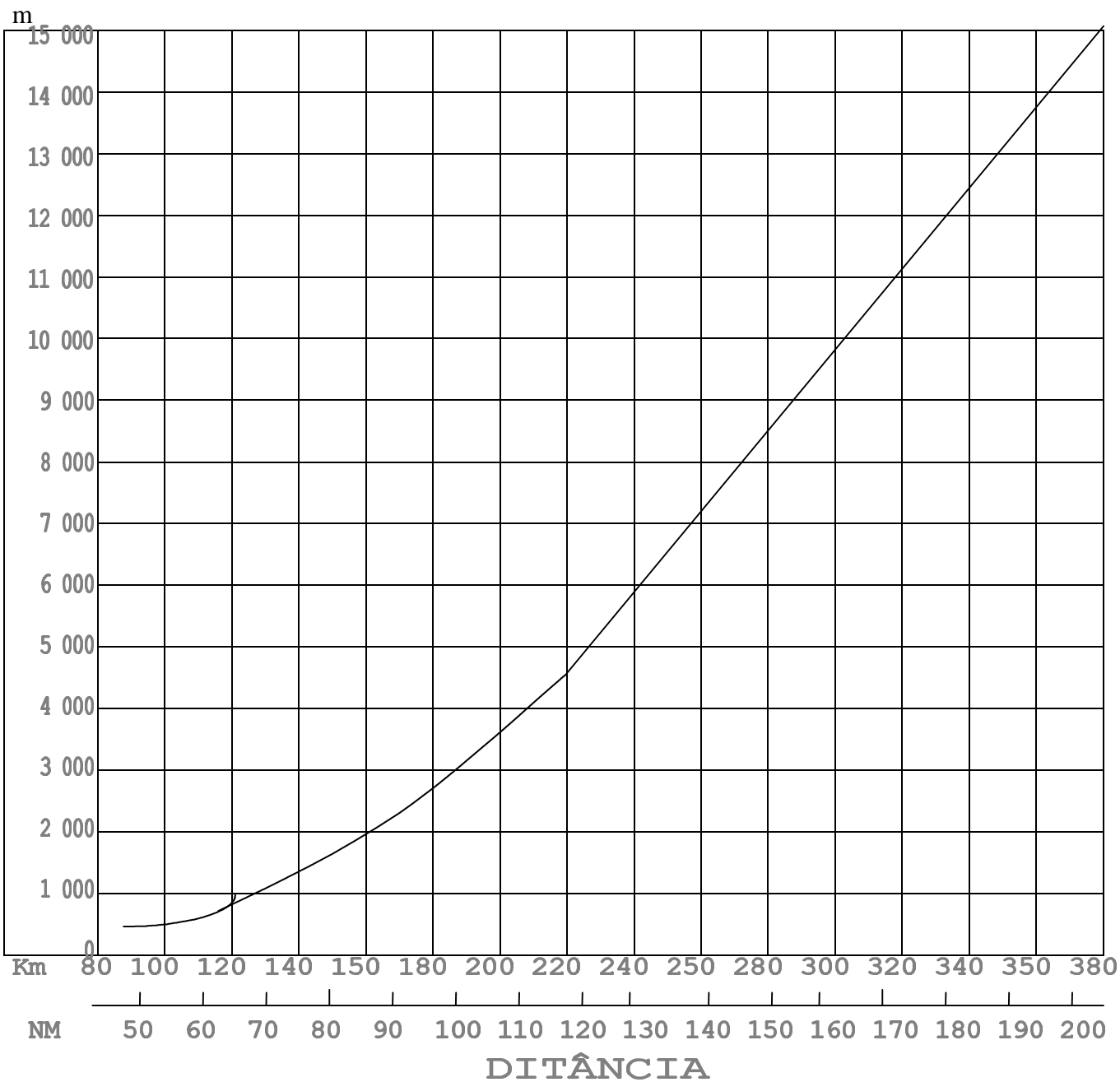
Pontos de teste localizados na fronteira da área de serviço do VOR e que estão separados por menos de 250 metros são considerados coincidentes.

#### **3 - Pontos de teste adicionais**

Poderão ser eventualmente definidos pontos de teste adicionais dentro da região de serviço para levar em conta casos particulares, como por exemplo aquele em que o VOR é utilizado como um sistema de auxílio ao pouso. Neste caso os referidos pontos serão devidamente definidos seja no cadastro de Estações do Serviço Aeronáutico, seja nas eventuais atualizações do mesmo.

**Figura 2.1**  
Distância e altura dos pontos de teste acima da localização do VOR

ALTURA



## Anexo 3

### Definição dos pontos de teste para o COM

#### 1 - Região de serviço para o COM

A região ou volume de serviço do COM é definida como um cilindro de ralo R e de altura H construído em torno do ponto onde está localizado o transmissor. Os valores de R e H são dados na Tabela 3.1 que se segue e estão relacionados com a classe de operação do COM.

**Tabela 3.1**  
Parâmetros que definem a região de serviço para os vários tipos de COM

Tipo de Serviço COM	Raio do Cilindro (milhas náuticas)	Altura do Cilindro (metros)	Faixa de Frequência (MHz)
SOLO	5	10	121,600 – 121,975
TWR	25	1.200	118,000 – 118,975
APP	54	7.600	119,000 – 121,400 128,850 – 129,875 136,000 – 137,000
ACC	200	13.700	121,425 - 121,575 122,000 - 126,650 127,950 - 128,800 133,000 - 135,975
ATIS	54	7.600	127,600 – 127,900
ER	250	13.700	122,000 – 135,975
VOL	200	13.700	132,050 – 132,975
FIS	54	7.600	122,000 – 135,975

#### 2 – Definição dos pontos de teste

##### 2.1 – Estação de FM fora da região de serviço do COM

Neste caso devem ser utilizados 15 pontos de teste (pontos A a P) mostrados na Fig.3.1.

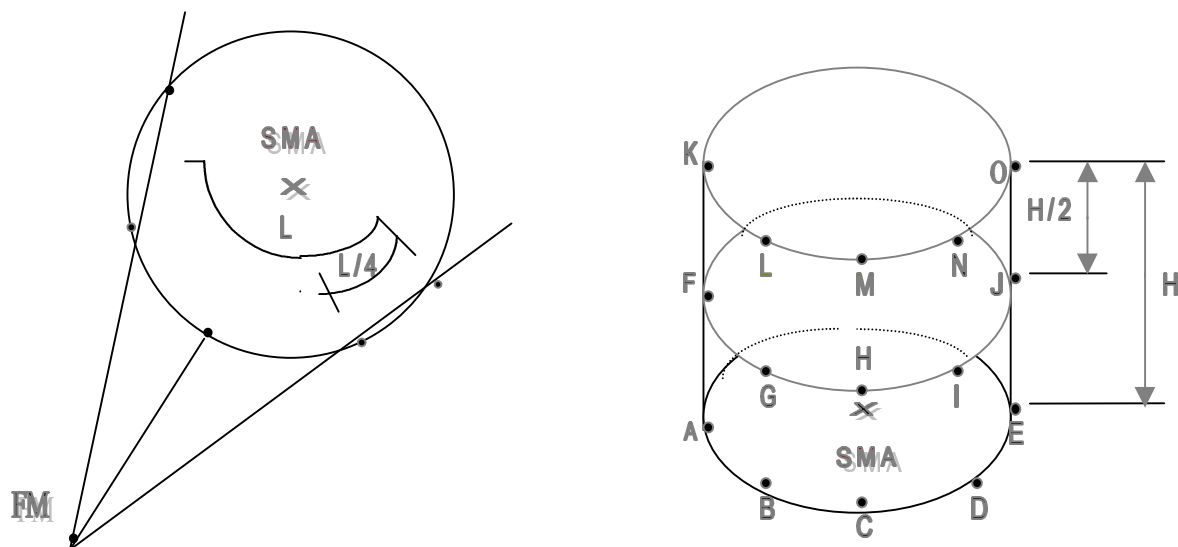


Fig. 3.1 – Localização dos pontos de teste quando a estação de radiodifusão encontra-se fora da região de serviço do COM.

SMA: ponto onde está localizada a estação do Serviço Móvel Aeronáutico (COM);

R : raio de cobertura da estação COM;

FM : ponto onde está localizada a estação de radiodifusão;

H : altura da região de serviço da estação COM (altura do cilindro na Tabela 3.1).

## 2.2 - Estação de FM no interior da região de serviço COM

Neste caso devem ser utilizados 3 pontos distribuídos uniformemente sobre circunferências superpostas de raio igual a 1 km construídas em torno da antena transmissora de radiodifusão FM, conforme mostra a Fig. 3.2.

Quando se tratar de estação de FM que utilize sistema radiante diretivo. serão utilizados mais três pontos no lobo principal do diagrama de radiação.

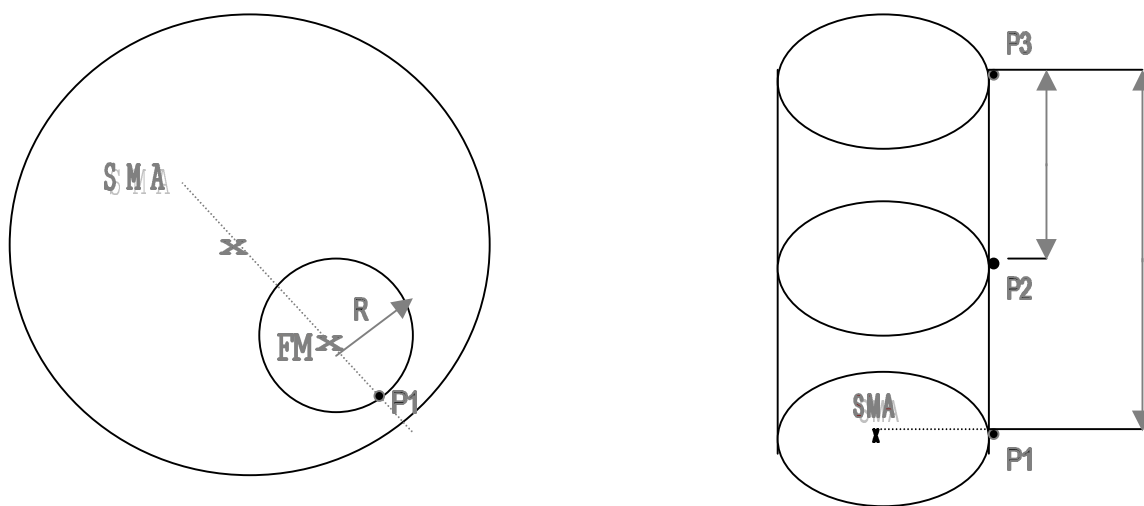


Fig. 3.2 – Localização dos pontos de teste quando a estação de radiodifusão encontra-se no interior da região de serviço do COM.

## Anexo 4

### Cálculo da intensidade de campo para o serviço ILS utilizando o método dos dois raios

Este modelo calcula a intensidade do sinal nos pontos de teste do ILS (Anexo 1), empregando o método dos dois raios sobre uma terra esférica lisa. Para a aplicação deste método é necessário que o terreno seja aproximadamente liso na vizinhança do ponto de reflexão.

Para um serviço ILS, a área na qual a reflexão ocorre será o próprio aeroporto (ou muito próxima a ele) e nesta área é provável que ocorra uma boa aproximação para as condições requeridas à aplicabilidade do método.

Os elementos necessários à realização dos cálculos são:

- e.r.p. máxima da instalação do localizador ILS;
- distância efetiva entre a antena do localizador ILS e o ponto de teste;
- diagrama de radiação horizontal da antena do localizador ILS;
- azimuth relativo ao ponto de teste;
- altura da antena do localizador ILS, acima do nível do terreno;
- altura do local onde está instalado o localizador ILS, acima do nível médio do mar;
- altura do ponto de teste acima do nível médio do mar.

Uma vez que o ângulo máximo de elevação que deve ser considerado em qualquer ponto da área de cobertura do ILS é de 7 (sete) graus, não há necessidade de se considerar o diagrama de radiação vertical da antena do localizador ILS nos cálculos a serem realizados.

No caso em que o trajeto é de algumas centenas de quilômetros, é uma aproximação razoável supor que a terra pode ser representada por um trecho de parábola. Neste caso, qualquer reflexão pode ser considerada como se dando em um plano refletor tangente à superfície da terra no ponto de transmissão. As alturas do transmissor e receptor serão então medidas em relação a este plano, conforme Fig. 4.1.

Nestas circunstâncias; a diferença entre o comprimento do trajeto direto e aquele envolvendo a reflexão na superfície terrestre é dado por:

$$D = \frac{2h_1[h_2 - h_p - (D/4,1)^2]}{1000D} (m)$$

onde:

$d$  : distância real (km) do trajeto;

$D$  : distância sobre o plano horizontal (km) do transmissor ao ponto de teste;

$h_1$  : altura (m) do localizador da antena transmissora ILS em relação ao plano refletor;

$h_2$  : altura (m) do ponto de teste, sobre o nível médio do máx;

$h_p$ : altura (m) do plano de reflexão acima do nível médio do mar.

Para os ângulos de reflexão envolvidos, a Terra tem um coeficiente de reflexão muito próximo de - 1 e o fator de correção  $C$  devido à soma das duas componentes do sinal é dado por:

$$C = 10\text{Log}[2 - 2\cos(2pD / \lambda)]$$

onde:

$\lambda$ : é o comprimento de onda do sinal ILS (m).

No caso do serviço ILS, a zona de reflexão está próxima do local do transmissor e se este estiver a poucas centenas de metros da extremidade da pista de decolagem, então a zona de reflexão estará entre estes dois pontos. Cuidado deve ser tornado quando se estiver determinando a altura da antena transmissora ILS sobre a zona de reflexão, no caso em que o terreno for inclinado (em declive). Isto significa que um perfil preciso do terreno é requerido a fim de se obter resultados precisos de intensidade de campo. Para maior precisão, o plano refletor deve ser traçado considerando a inclinação do terreno na zona de reflexão e com as alturas acima do plano refletor recalculadas apropriadamente.

A intensidade de campo  $E_I$  no ponto  $R_x$  é então:

$$E_I = 76,9 + P - 20\text{Log}(d) + C + H_c$$

onde:

$E_I$  : intensidade de campo no espaço livre ( $\text{dBmV/m}$ );

$P$  : potência de transmissão e.r.p. do localizador do ILS ( $\text{dBW}$ );

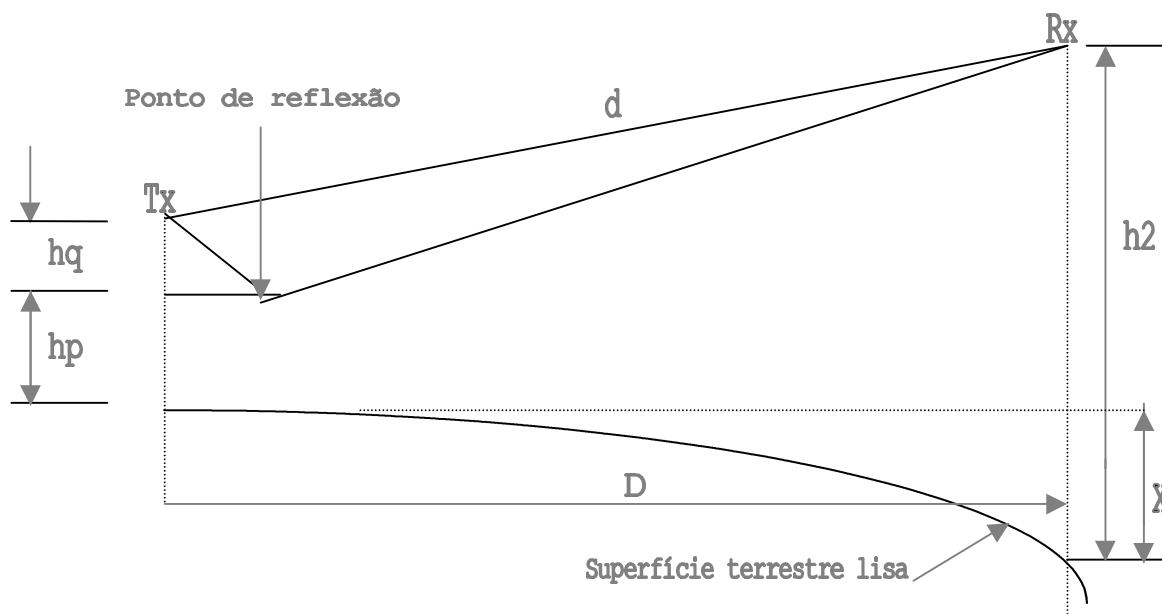
$d$  : distância real de trajeto ( $\text{km}$ );

$C$  : fator de correção dado anteriormente ( $\text{dB}$ );

$H_c$  : correção devida ao ganho de antena na direção do ponto de teste ( $\text{dB}$ ).

**Figura 4.1**

Representação geométrica para o caso da propagação de dois raios (direto e refletido)



onde:

$T_x$  : antena transmissora do localizador ILS

$R_x$  : pontos de teste

$d$  : distância na trajetória oblíqua

$$X = (D/4)^2$$

Nota : Nesta aproximação é desprezado o efeito da curvatura da Terra na região situada entre o transmissor e o ponto de reflexão.

A fim de se levar em conta variações aleatórias da intensidade de campo ILS e assegurar uma margem de segurança satisfatória, um valor de 8  $\text{dB}$  deve ser acrescentado ao resultado dos cálculos, sendo o valor final limitado a um valor mínimo, conforme calculado no Anexo 5.

A intensidade de campo  $E_I$  a ser utilizada nos cálculos de compatibilidade será dada pelo valor máximo entre  $(E_I - 8)$  e o valor calculado de acordo com o Anexo 5.

Nos pontos de teste A e E (ver Tabela 1.1 do Anexo 1), utilizada a intensidade de campo mínima de 32  $\text{dBmV/m}$ .

## Anexo 5

### Cálculo da intensidade de campo de um sinal ILS utilizando o método da interpolação

Este método calcula a intensidade de campo de um sinal ILS empregando interpolação linear de intensidades de campo. Ele pode ser empregado para alturas maiores que 60 metros sobre o local onde se situa o localizador ILS. As seguintes intensidades de campo são definidas de acordo com o Anexo 10 da ICAO:

- A partir do centro da antena do sistema localizador, até a distância de 18,5 km e para ângulos menores ou iguais a 10 graus tendo como referência a linha frontal do percurso, a intensidade de campo é 39  $dBmV/m$ .
- A partir do centro da antena do sistema localizador, até a distância de 31,5 km e para ângulos maiores que 10 graus e menores ou iguais a 35 graus para cada lado da linha central da pista percurso, a fórmula a seguir é aplicável:

$$E = 39 - \frac{d}{4,5} (dBmV / m)$$

- Para distâncias de 18,5 km até 46,3 km e para ângulos menores ou iguais a 10 graus, tomando-se como referência a linha central da pista, a fórmula a seguir é aplicável:

$$E = 39 - \frac{(d - 18,5)}{4} (dBmV / m)$$

onde:

$d$  : é a distância, em km, do ponto de teste ao local da antena do localizador ILS.

Para alturas menores que 60 metros, a intensidade de campo mínima de 32  $dBmV/m$  é adotada.

## Anexo 6

### Cálculo da intensidade de campo de um sinal VOR

Se o centro de radiação de uma antena de transmissão de um sinal VOR estiver 7 metros ou mais acima do nível do terreno, o valor mínimo da intensidade de campo de VOR (39 *dBmV/m*) deve ser usado. Caso contrário, para pontos de teste com ângulos de elevação maiores que 0 e menores que 2,5 graus, a seguinte fórmula é aplicável:

$$E_{VOR} = E_{MIN} + \max \left[ 0; 20 \log \left( q \frac{D_{MX}}{D_{TP}} \right) \right]$$

onde:

$E_{MIN}$ : intensidade de campo mínima (39 *dBmV/m*);

$D_{MX}$ : máximo alcance de VOR na direção do ponto de teste (km);

$D_{TP}$ : distância do local do transmissor de VOR ao ponto de teste (km);

$q$ : ângulo de elevação, em graus, do ponto de teste com relação à antena de VOR.

Para ângulos de elevação maiores que 2,5 graus, a intensidade de campo é assumida constante e o valor para 2,5 graus é usado.

O ângulo de elevação  $q$ , em graus, é dado por:

$$q = \tan^{-1} \left[ \frac{H_{TP} - H_{VOR} - (D_{TP} / 4,1)^2}{1000 D_{TP}} \right]$$

onde:

$H_{TP}$ : altura do ponto de teste sobre o nível do mar (m);

$H_{VOR}$ : altura da antena de VOR sobre o nível do mar (m).



## Anexo 7

### Correção das intensidades dos sinais devido às características direcionais das antenas

#### 1 - Observações gerais

As características de diretividade das antenas de radiodifusão devem ser levadas em conta. Entretanto não se considera qualquer discriminação de polarização entre as transmissões de radiodifusão e radionavegação aeronáutica, exceto no caso indicado no item 3.6.1.

#### 2 - Radiação no plano horizontal

Para uma estação de radiodifusão que tem uma antena direcional, as correções devidas à diretividade de radiação horizontal ( $H_c$ ) são especificadas para intervalos de 10 graus, a partir do norte verdadeiro. A correção  $H_c$  é dada pela diferença entre a e.r.p. na direção de interesse e a e.r.p. máxima.

#### 3 - Radiação no plano vertical

Correções à diretividade de radiação vertical ( $V_c$ ) são aplicadas somente para ângulos de elevação acima do plano horizontal da antena radiodifusora.

Existe uma grande variedade de antenas de radiodifusão, desde um simples dipolo até antenas mais complexas como a de dipolos multi-empilhados. No caso em que a abertura real de uma antena não seja conhecida, a Tabela 7.1 é empregada para relacionar a e.r.p. à abertura vertical e é baseada em uma análise estatística de prática operacional.

**Tabela 7.1**

Valores estatísticos a serem utilizados para abertura vertical da antena quando os valores reais não forem conhecidos

e.r.p. máxima (dBW)	Abertura vertical (A) em comprimentos de onda
e.r.p. $\geq 44$	8
$37 \leq \text{e.r.p.} < 44$	4
$30 \leq \text{e.r.p.} < 37$	2
e.r.p. $< 30$	1

As correções  $V_c$  descritas nos itens 3.1 e 3.2 se aplicam às transmissões com polarizações horizontal e vertical e os valores limites citados levam em conta o pior caso, ou seja, para a distância mais curta entre a antena de radiodifusão e o ponto de teste.

#### 3.1 - Correções $V_c$ para aberturas verticais de dois ou mais comprimentos de onda

A fim de modelar a envoltória do  $V_c$  de antenas com aberturas de dois ou mais comprimentos de onda, a correção ao  $V_c$  é calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$V_c = -20 \text{Log}(pA \sin q) \quad (\text{dB})$$

onde:

$V_c$  : correção devido ao ganho da antena (dB);

$A$  : abertura vertical (em comprimentos de onda);

$q$  : ângulo de elevação relativo à horizontal (graus).

Deve ser observado que para pequenos ângulos de elevação esta expressão pode produzir valores positivos para  $V_c$ . Nestes casos,  $V_c$  é fixado para 0 dB (i.e., nenhuma correção ao  $V_c$  é aplicada). Para grandes ângulos de elevação,  $V_c$  é limitada ao valor de -14 dB, ou seja,  $-14 \text{ dB} \leq V_c \leq 0$ .

Quando a máxima correção real  $V_c$  for conhecida, a mesma deverá ser utilizada como valor limite no lugar de  $-14\text{ dB}$ .

### 3.2 - Correções $V_c$ para aberturas verticais de menos de dois comprimentos de onda.

Quando empregando antenas de baixo ganho (aquelas com abertura vertical de menos de dois comprimentos de onda), os valores na Tabela 7.2 caracterizam a envoltória do diagrama de radiação vertical.

Para ângulos intermediários é utilizado uma interpolação linear.

**Tabela 7.2**  
Correções dos ganhos para antenas com abertura  
vertical inferior a dois comprimentos de onda

Ângulo de elevação em graus	$V_c$ em $dB$
0	0
10	0
20	-1
30	-2
40	-4
50	-6
60	-8
70	-8
80	-8
90	-8

### 3.3 - Correções $V_c$ para emissões espúrias na faixa de 108-118 MHz

As correções  $V_c$  descritas anteriormente são também aplicáveis para emissões espúrias na faixa de 108-118 MHz.

### 3.4 - Combinação dos diagramas de radiação horizontal e vertical

O valor total da correção  $T$  (em  $dB$ ) para o efeito combinado dos diagramas de radiação horizontal e vertical, é calculado através da seguinte expressão empírica:

$$T = H_c \cos q + V_c \sin q$$

Onde:

$q$  : é o ângulo de elevação em graus;

$H_c$  e  $V_c$  em  $dB$ .

## Anexo 8

### Definição dos pontos de teste para proteção das estações de FM

A região de serviço para as estações de radiodifusão em frequência modulada FM são aquelas definidas pelo respectivo ato de autorização emitido pelo Ministério das Comunicações. No entanto, para fins desta Norma, as referidas regiões são definidas, de forma simplificada, como o círculo cujo raio é dado na Tabela 11, em função da classe da estação.

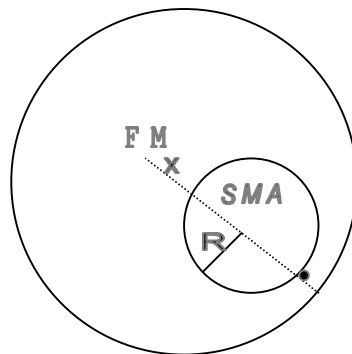
Assim sendo, tanto para o caso da interferência da categoria A como para a da categoria B, os pontos de teste são os seguintes:

Caso a) a estação do serviço aeronáutico se situa externamente à área de cobertura da estação de radiodifusão: neste caso o ponto de teste é aquele que corresponde à interseção do contorno da área de serviço urbano da estação de FM (definido através do campo nominal de  $66 \text{ dBmV/m}$ , conforme estabelece a Norma N-07/80, publicada no Diário Oficial da União de 02/02/83), com o círculo máximo que une o ponto onde está localizado a fonte do sinal interferente ao ponto onde está localizado o transmissor de radiodifusão FM.

Caso b) a estação do serviço aeronáutico está no interior da área de cobertura da estação de radiodifusão: neste caso o ponto de teste é o correspondente a interseção da circunferência de 1 km de raio, centrada no local do transmissor aeronáutico com uma reta que une a estação de FM e a estação aeronáutica. Neste caso existem dois pontos de interseção e o ponto a ser considerado é aquele que se encontra mais distante da estação do Serviço de Radiodifusão Sonora em FM, conforme Fig.8.1.

**Figura 8.1**

Serviço de Radiodifusão Sonora em FM



Nota: Se o ponto definido como ponto de teste, nos casos a) e b) acima, encontrarem-se no interior da área sob jurisdição do Ministério da Aeronáutica, novos pontos de teste deverão ser escolhidos sobre os limites dessa área, o mais distante possível da estação de radiodifusão em FM restritos à cobertura da estação.