

# **Guia para Avaliação do Sistema de Rádio Digital FM IBOC**

*2009*

## Sumário

|   |     |
|---|-----|
| Lista de Figuras .....  | ii  |
| Lista de Tabelas.....   | iii |
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 1   |
| 2. PROCEDIMENTOS DE TESTE.....  | 3   |
| 2.1 INFORMAÇÕES DA ESTAÇÃO TRANSMISSORA .....                           | 3   |
| 2.1.1 Potência e espectro do sinal analógico FM.....                    | 4   |
| 2.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO.....                                | 5   |
| 2.3 POTÊNCIA E ESPECTRO DO SINAL HÍBRIDO.....                           | 5   |
| 2.3.1 Medições sobre o sinal IBOC no ar.....                            | 7   |
| 2.4 AVALIAÇÃO DA ROBUSTEZ E DA ÁREA DE COBERTURA DO SINAL DIGITAL ..... | 8   |
| 2.4.1 Avaliação da área coberta.....                                    | 8   |
| 2.5 TESTES DE COMPATIBILIDADE COM OS SINAIS ANALÓGICOS .....            | 13  |
| 2.5.1 Receptores analógicos de teste .....                              | 13  |
| 2.5.2 Impacto na recepção do sinal analógico FM hospedeiro .....        | 13  |
| 2.5.3 Impacto na recepção de sinais FM em canais adjacentes .....       | 14  |
| APÊNDICES.....  | 16  |
| REFERÊNCIAS .....   | 16  |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 2.1</b> - Esquema de combinação em alto-nível. ....   | 6  |
| <b>Figura 2.2</b> - Esquema de combinação em baixo-nível. ....  | 6  |
| <b>Figura 2.3</b> - Rotas radiais para avaliação da área de cobertura do sinal FM IBOC digital. ....      | 9  |
| <b>Figura 2.4</b> - Gráficos da qualidade objetiva e do nível de sinal para uma radial hipotética .....   | 11 |
| <b>Figura 2.5</b> - Exemplo de mapa a ser gerado contendo o estado de recepção nas rotas percorridas. ... | 12 |

## Lista de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 2.1</b> – Formulário com informações técnicas da estação transmissora. ....   | 3  |
| <b>Tabela 2.2</b> – Formulário com informações de estações operando em canais adjacentes.....   | 4  |
| <b>Tabela 2.3</b> – Parâmetros para medição do espectro do sinal analógico FM. ....   | 4  |
| <b>Tabela 2.4</b> – Parâmetros para medição do espectro do sinal IBOC híbrido.....  | 6  |
| <b>Tabela 2.5</b> – Parâmetros para medição do espectro do sinal IBOC no ar.....  | 7  |
| <b>Tabela 2.6</b> – Parâmetros para as medições de espectro na avaliação do ruído existente. ....   | 10 |
| <b>Tabela 2.7</b> – Planilha de informações das medições. ....  | 12 |
| <b>Tabela 2.8</b> – Receptores digitais e analógicos utilizados nos testes.....   | 13 |
| <b>Tabela 2.9</b> – Parâmetros para as medições de espectro na avaliação do impacto do sinal IBOC digital<br>na recepção do sinal analógico FM hospedeiro. .... | 14 |
| <b>Tabela 2.10</b> – Parâmetros para as medições de espectro na avaliação do impacto do sinal IBOC digital<br>na recepção de sinais analógicos adjacentes. .... | 15 |

## 1. INTRODUÇÃO

O propósito deste documento é apresentar às emissoras um guia de procedimentos de testes de campo para avaliação do Sistema de Rádio Digital FM IBOC, aprovado pela União Internacional de Telecomunicações (UIT) por meio da Recomendação ITU-R BS. 1114-5 [6].

Ele permite que uma emissora, operando em Freqüência Modulada (FM), transmita o sinal digital em bandas laterais adjacentes ao sinal analógico – modalidade de transmissão simultânea denominada *simulcast*, em inglês.

É necessário realizar dois tipos de avaliação:

- a) Avaliação do **desempenho** do serviço digital — especialmente, a robustez do sinal digital, a sua área de cobertura e a qualidade do áudio digital;
- b) Avaliação da **compatibilidade** do sinal FM IBOC híbrido com a canalização atribuída pelo Plano Básico de Distribuição de Canais de Radiodifusão Sonora em Freqüência Modulada – PBFM, isto é, a avaliação da interferência mútua entre o sinal digital e os sinais analógicos existentes, incluindo aquele que o hospeda.

Acompanham no final do documento dois apêndices:

**Apêndice A** – *Procedimentos de Testes e Diretrizes do HD Radio™ para Sistemas de Transmissão em Radiodifusão Sonora na Faixa de Freqüência Modulada.*

Este apêndice trata das recomendações do detentor da tecnologia HD Radio™ (*iBiquity Digital Corporation*), ou Sistema de Rádio Digital FM IBOC, a serem seguidas pelas emissoras em Freqüência Modulada para a adequada implementação do sistema. **Esses procedimentos devem preceder os testes de campo**, para garantir que o sinal radiado esteja em conformidade com o padrão NRSC-5 (aprovado pelo *National Radio Systems Committee*). Não havendo essa conformidade, os resultados dos testes podem ser comprometidos.

**Apêndice B** – *CrITÉRIOS para Avaliação do Sistema de Rádio Digital FM IBOC.*

Esse apêndice tem o propósito de expor as bases do funcionamento do sistema, especificar e detalhar os critérios técnicos que fundamentam os *Procedimentos para Avaliação do Sistema de Rádio Digital FM IBOC*.

Não são especificados todos os detalhes para cada procedimento de teste, pois se assume que os testes serão executados por engenheiros e técnicos que têm experiência em realizar os procedimentos básicos da maioria das medições pretendidas.

## 2. PROCEDIMENTOS DE TESTE

### 2.1 INFORMAÇÕES DA ESTAÇÃO TRANSMISSORA

Tabela 2.1 – Formulário com informações técnicas da estação transmissora.

|  |
|--|
| <b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO</b>     |
| FREQÜÊNCIA:                    MHz                         |
| CLASSE:  |
| POTÊNCIA:                    kW                            |
| <b>LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO TRANSMISSORA</b>                 |
| CIDADE:  |
| ALTITUDE:  |
| COORDENADAS GEOGRÁFICAS:                                   |
| <b>TRANSMISSOR</b>   |
| FABRICANTE:  |
| MODELO:  |
| POTÊNCIA NOMINAL:  |
| POTÊNCIA ANALÓGICA AUTORIZADA:                             |
| <b>EXCITADOR</b>   |
| FABRICANTE:  |
| TIPO:  |
| MODELO:  |
| <b>PROCESSADOR DE ÁUDIO (SE FOR O CASO)</b>                |
| FABRICANTE:  |
| MODELO:  |
| <b>SISTEMA IRRADIANTE</b>                                  |
| ONIDIRECIONAL OU DIRETIVO:                                 |
| SE DIRETIVO (limitações, relação de campo, azimutes, etc): |
| <br>   |
| TIPO BÁSICO:   |
| FORMA DE ALIMENTAÇÃO:                                      |
| RAZÃO DE ONDA ESTACIONÁRIA:                                |

| <b>SINAL FM IBOC DIGITAL</b>  |  |
|---|--|
| DENSIDADE ESPECTRAL DE POTÊNCIA<br>(valores esperados em função do ajuste do excitador) | BANDA LATERAL INFERIOR: dBc/KHz<br>BANDA LATERAL SUPERIOR: dBc/KHz |
| POTÊNCIA DIGITAL AJUSTADA:  | kW   |
| TAXA DE BITS DESTINADA AO CODIFICADOR DE ÁUDIO  | CANAL PRINCIPAL: kbps  |

**Tabela 2.2** – Formulário com informações de estações operando em canais adjacentes.

| <b>Emissoras Relevantes Operando em Canais Adjacentes</b> |               |         |        |          |      |       |               |
|---|---------------|---------|--------|----------|------|-------|---------------|
| Freq. kHz   | Localidade/UF | Pot. kW | Classe | Dist. km | Lat. | Long. | Azimute graus |
|   |               |         |        |          |      |       |               |

### 2.1.1 Potência e espectro do sinal analógico FM

A potência de transmissão analógica da estação deve ser lida do equipamento de monitoração existente na estação. O sinal IBOC digital deve estar desligado no instante da leitura.

Para avaliar a densidade espectral de potência (DEP) do sinal analógico FM um analisador de espectro deve ser conectado no ponto de monitoração da estação, na saída do sistema de transmissão. As medições que devem ser feitas e os parâmetros para sua execução são mostrados na Tabela 2.3. O sinal IBOC digital deve estar desligado durante as medições. Os espectros medidos devem ser gravados.

**Tabela 2.3** – Parâmetros para medição do espectro do sinal analógico FM.

| Código da medida | Frequência central (FC) | Localização do marker | Span (kHz) | RBW (Hz) | VBW (Hz) | Vídeo AVG | Trace Max Hold | Comentários  |
|------------------|-------------------------|-----------------------|------------|----------|----------|-----------|----------------|--|
| A1               | Portadora da estação    | FC                    | 2000       | 300000   | 300000   | 100       | off            | Potência do sinal analógico FM – valor de referência |
| A2               | Portadora da estação    | FC                    | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | DEP média do sinal analógico FM                      |
| A3               | Portadora da estação    | FC                    | 2000       | 1000     | 1000     | off       | 10 minutos     | Valor de pico da DEP do sinal analógico FM           |



## 2.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO

O relatório deve descrever os principais equipamentos utilizados na realização dos testes, bem como suas características técnicas mais relevantes. Deve ainda apresentar figura com o diagrama do sistema que foi utilizado para a recepção e avaliação do sinal FM IBOC, incluindo a forma de ligação dos equipamentos e o detalhamento dos softwares utilizados para a aquisição de dados.

## 2.3 POTÊNCIA E ESPECTRO DO SINAL HÍBRIDO

No sistema FM IBOC híbrido há três possibilidades de transmissão do sinal: combinação em alto nível, em baixo nível, e com a implementação de antenas distintas para transmissão dos sinais analógico e digital. Este último método encontra-se em fase de desenvolvimento, cujos testes preliminares concluíram que para um correto funcionamento é necessária a utilização de isoladores entre as antenas que garantam um nível de no mínimo 40 dB de isolamento. A vantagem desta metodologia seria a eliminação da perda de transmissão inerente ao métodos de combinação de sinais.

Nas primeiras conversões de emissoras nos E.U.A, normalmente foi utilizada a combinação em alto nível. Neste tipo de transmissão, os sinais analógico e digital são combinados na saída dos transmissores de acordo com a figura a seguir. Já na combinação em baixo nível, o excitador analógico é combinado com o excitador FM IBOC em um único transmissor.

O excitador controla completamente a razão entre a potência do sinal IBOC digital e a potência do sinal FM analógico. Essa razão não é facilmente programável pelo usuário, mas é um parâmetro fixo definido no *firmware* do excitador. Portanto, na realização de teste de campo, é desnecessário que o engenheiro ajuste a razão entre potências. Esse parâmetro necessita apenas ser medido.

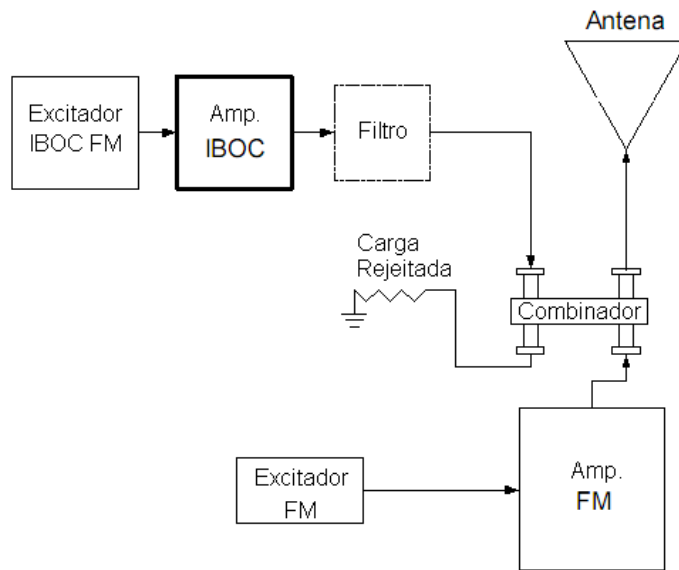


Figura 2.1 - Esquema de combinação em alto-nível.

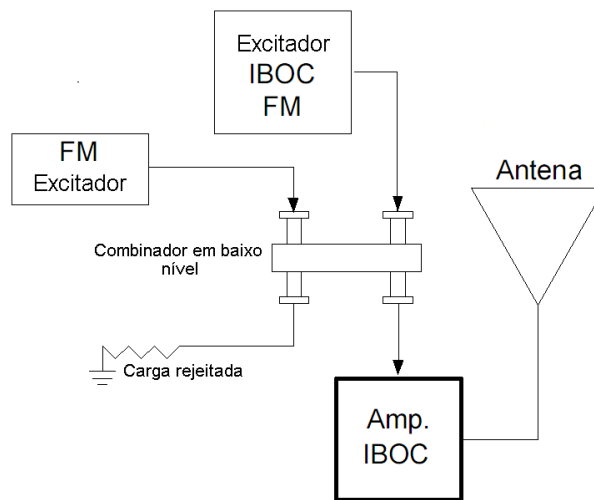


Figura 2.2 - Esquema de combinação em baixo-nível.

Tabela 2.4 – Parâmetros para medição do espectro do sinal IBOC híbrido.

| Código da medida | Frequência central (FC) | Localização do marker | Span (kHz) | RBW (Hz) | VBW (Hz) | Vídeo AVG | Trace Max Hold | Comentários   |
|------------------|-------------------------|-----------------------|------------|----------|----------|-----------|----------------|---|
| H1               | Portadora da estação    | FC                    | 2000       | 300000   | 300000   | 100       | Off            | Potência total do sinal híbrido – valor de referência |

|    |                      |        |      |      |      |     |            |   |
|----|----------------------|--------|------|------|------|-----|------------|---|
| H2 | Portadora da estação | FC-165 | 2000 | 1000 | 1000 | 100 | Off        | O valor associado ao marker é o valor da DEP da banda inferior H2 ou da banda superior H3 |
| H3 | Portadora da estação | Fc+165 | 2000 | 1000 | 1000 | 100 | Off        |   |
| H4 | Portadora da estação | FC     | 2000 | 1000 | 1000 | 100 | Off        | DEP média do sinal híbrido  |
| H5 | Portadora da estação | FC     | 2000 | 1000 | 1000 | off | 10 minutos | Valor de pico da DEP do sinal híbrido   |

Se for utilizada amplificação comum, combinação de alto ou de médio nível, então a relação da portadora de RF analógico/digital será medida no local do transmissor com um analisador de espectro acoplado a uma amostra atenuada do sinal de RF em Modo Híbrido que alimenta a antena.

Se for utilizada combinação espacial de antena ou combinação de antena de entrada dual, então a relação da portadora de RF analógico/digital será medida a um quilometro do local do transmissor com u analisador de espectro acoplado a uma antena vertical de  $\frac{1}{4}$  de comprimento de onda montada num plano adequado (o teto de um automóvel é aceitável).

Deve ser verificada a conformidade dos espectros medidos com as características espectrais do sinal IBOC híbrido apresentadas no Item 2.1 do Apêndice B e com as informações lançadas no formulário da Tabela 2.1 deste documento.

### 2.3.1 Medições sobre o sinal IBOC no ar

Além das medições realizadas na estação, deve-se realizar medidas da DEP do sinal IBOC híbrido em um ponto distante entre 2 e 5 km da antena transmissora. Quando comparada com as medições feitas na estação, essas medições da DEP mostrarão o efeito que o casador de impedância, a linha de transmissão e a antena têm sobre o sinal FM IBOC. A Tabela 2.5 mostra os parâmetros para essas medições.

**Tabela 2.5 – Parâmetros para medição do espectro do sinal IBOC no ar.**

| Código da medida | Frequência central (FC) | Localização do marker | Span (kHz) | RBW (Hz) | VBW (Hz) | Vídeo AVG | Trace Max Hold | Comentários  |
|------------------|-------------------------|-----------------------|------------|----------|----------|-----------|----------------|--|
| H6               | Portadora da estação    | FC                    | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | DEP média do sinal IBOC no ar e valor de referência ( <i>marker</i> )                                |
| H7               | Portadora da estação    | FC – 165 kHz          | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | O valor associado ao <i>marker</i> é o valor da DEP da banda inferior (H5) ou da banda superior (H6) |
| H8               | Portadora da estação    | FC + 165 kHz          | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            |  |

## 2.4 AVALIAÇÃO DA ROBUSTEZ E DA ÁREA DE COBERTURA DO SINAL DIGITAL

### 2.4.1 Avaliação da área coberta

Para avaliar a área de cobertura que o sinal FM IBOC digital propicia, deve-se escolher quatro rotas radiais, preferencialmente nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste, e, ao longo de cada uma delas, medir as seguintes grandezas:

- qualidade objetiva da recepção por meio da BLER ou, pelo menos, da indicação do estado da recepção (digital ou analógica);
- intensidade do sinal (nível da intensidade do campo, em  $\mu\text{V}/\text{m}$ );
- intensidade do ruído e/ou dos sinais de emissoras interferentes localizadas em canais adjacentes (nível da intensidade do campo, em  $\mu\text{V}/\text{m}$ );
- gravar áudio para avaliação subjetiva posterior.

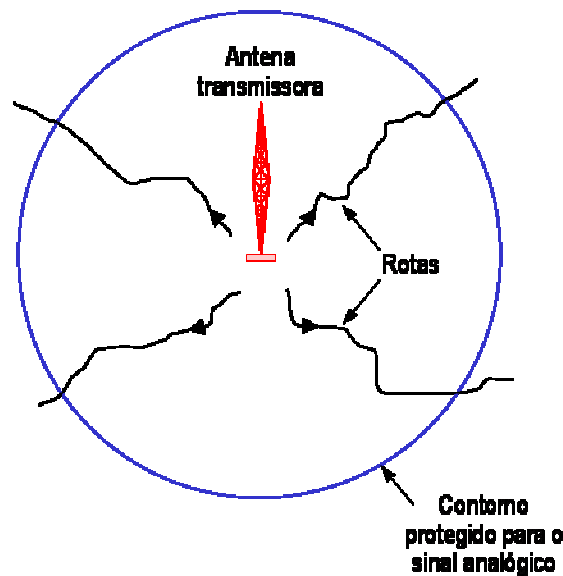
Cada rota radial deve ter seu início a cerca de 3 km da antena transmissora e deve estender-se até pelo menos o contorno protegido para o sinal analógico FM da emissora — veja ilustração mostrada na Figura 2.3. Cada radial deve ser percorrida até o ponto em que o receptor FM IBOC comutar para recepção analógica e não retornar mais para recepção digital ou até o contorno protegido do sinal analógico FM, o que ocorrer por último. Caso a referida comutação ocorra antes de se alcançar o contorno protegido, as medições devem continuar até alcançá-lo. O objetivo é saber se a recepção analógica tem qualidade satisfatória nessa parte da rota e, conseqüentemente, se a cobertura do sinal analógico é maior do que a cobertura do sinal digital. Deve-se tomar o cuidado de observar se a comutação para recepção analógica não é devida a uma degradação transitória da recepção, como a causada, por exemplo, pela passagem por um túnel. Nesses casos, deve-se continuar a percorrer a rota até que a comutação não seja temporária.

Escolher rotas que incluam:

- área urbana (área com grande densidade de prédios altos);
- área suburbana;
- área industrial;
- área rural,
- passagens sob viadutos e por túneis;
- passagens nas proximidades de redes de alta tensão.

Caso as rotas radiais não incluam todas esses tipos de área, deve-se escolher percursos adicionais que incluam os tipos de área não contemplados.

Recomenda-se que sejam gravados, ao longo de cada rota, os sinais de áudio entregues por um receptor IBOC digital e por um rádio analógico de boa qualidade. Caso não seja possível a gravação ao longo de toda a rota, recomenda-se que se faça posteriormente gravações sem estar em movimento em alguns pontos mais relevantes de cada rota. Os sinais gravados devem ter sua qualidade avaliada subjetivamente.



**Figura 2.3** - Rotas radiais para avaliação da área de cobertura do sinal FM IBOC digital.

### ***Medição no interior de prédios e casas***

Definidos os pontos de máxima cobertura digital, realizar, preferencialmente nos limites dessa área, medições no interior de prédios e casas, com receptores portáteis em movimento. Adicionalmente, realizar medições extras com a presença de ruído provocado por aparelhos domésticos comuns.

### ***Medição do nível do ruído ou da interferência***

Para que seja possível analisar posteriormente as causas da deterioração da recepção do sinal IBOC digital em determinados pontos das rotas, devem ser feitas medições do nível do ruído e interferências presentes no canal onde o sinal digital está sendo transmitido e nos canais adjacentes. Contudo, naturalmente tais medições não são possíveis na faixa de frequência ocupada pelo sinal IBOC digital, quando se está fazendo medidas contínuas ao longo das rotas. Assim, sugere-se que,

durante o percorrer das rotas, seja medido o nível do ruído e interferências presentes nas bandas dos canais adjacentes da emissora em teste; isto é, nas seguintes faixas de frequência:

- (FC – 500kHz) a (FC – 300kHz): canal adjacente inferior;
- (FC + 300kHz) a (FC + 500kHz): canal adjacente superior;

onde FC é a frequência da portadora do sinal analógico FM da emissora em teste.

Caso sejam identificados trechos das rotas onde a recepção do sinal IBOC digital foi muito degradada ou foi interrompida devido provavelmente à existência de forte ruído ou interferência dentro da faixa do sinal IBOC digital, recomenda-se que se retorne a esses trechos e que se façam medidas em pontos fixos. Nesse caso, medir a DEP nas condições especificadas na Tabela 2.6.

**Tabela 2.6** – Parâmetros para as medições de espectro na avaliação do ruído existente.

| Código da medida | Sinal IBOC digital | Frequência central (FC) | Localização do marker | Span (kHz) | RBW (Hz) | VBW (Hz) | Vídeo AVG | Trace Max Hold | Comentários   |
|------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|------------|----------|----------|-----------|----------------|---|
| D1               | No ar              | Portadora da estação    | FC                    | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | DEP média do sinal FM IBOC híbrido e potência da portadora do sinal analógico FM <sup>1</sup> |
| D2               | Fora do ar         | Portadora da estação    | FC – 200kHz           | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | Nível do ruído no canal adjacente inferior <sup>2</sup>                                       |
| D2               | Fora do ar         | Portadora da estação    | FC + 200kHz           | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | Nível do ruído no canal adjacente superior <sup>2</sup>                                       |

<sup>1</sup> Caso não se disponha de um analisador de espectro, medir a intensidade de campo do sinal analógicos FM. Para isso, deve-se tirar do ar o sinal digital e deixar apenas sinal analógico FM. Usar nessa medida uma largura de banda de medição (LBM) de 1 kHz ou de 200 kHz e frequência central igual à frequência da portadora da estação — usando LBM de 1 kHz estará se medindo a intensidade apenas da portadora do sinal FM e usando LBM de 200 kHz, a intensidade de todo o sinal FM.

<sup>2</sup> Caso não se disponha de um analisador de espectro, medir a intensidade de campo do ruído. Para isso, deve-se tirar do ar o sinal digital e deixar apenas sinal analógico FM. Usar nessa medida uma largura de banda de medição (LBM) de 200 kHz, preferencialmente, ou de 1 kHz. Duas medidas devem ser feitas: com a frequência central igual a FPE – 200 kHz (medida no canal adjacente inferior) e a FPE + 200 kHz (medida no canal adjacente superior), onde FPE é a frequência da portadora da estação.

### Apresentação dos resultados

Para cada rota radial percorrida deve ser gerado um conjunto de gráficos como aquele mostrado na Figura 2.4. A qualidade objetiva do sinal IBOC digital recebido é dada por

$$\text{Qualidade objetiva} = (1 - \text{BLER}) \times 100\%,$$

onde BLER é a taxa de erro de bloco (em inglês, *block error rate*) — veja Item 2.3 e Subitem 3.1.1 do Apêndice B. Caso não seja possível registrar o valor da BLER, deve-se registrar pelo menos o estado da recepção, isto é, registrar se no ponto de recepção está sendo possível a recepção digital (D) ou apenas a recepção analógica (AN).

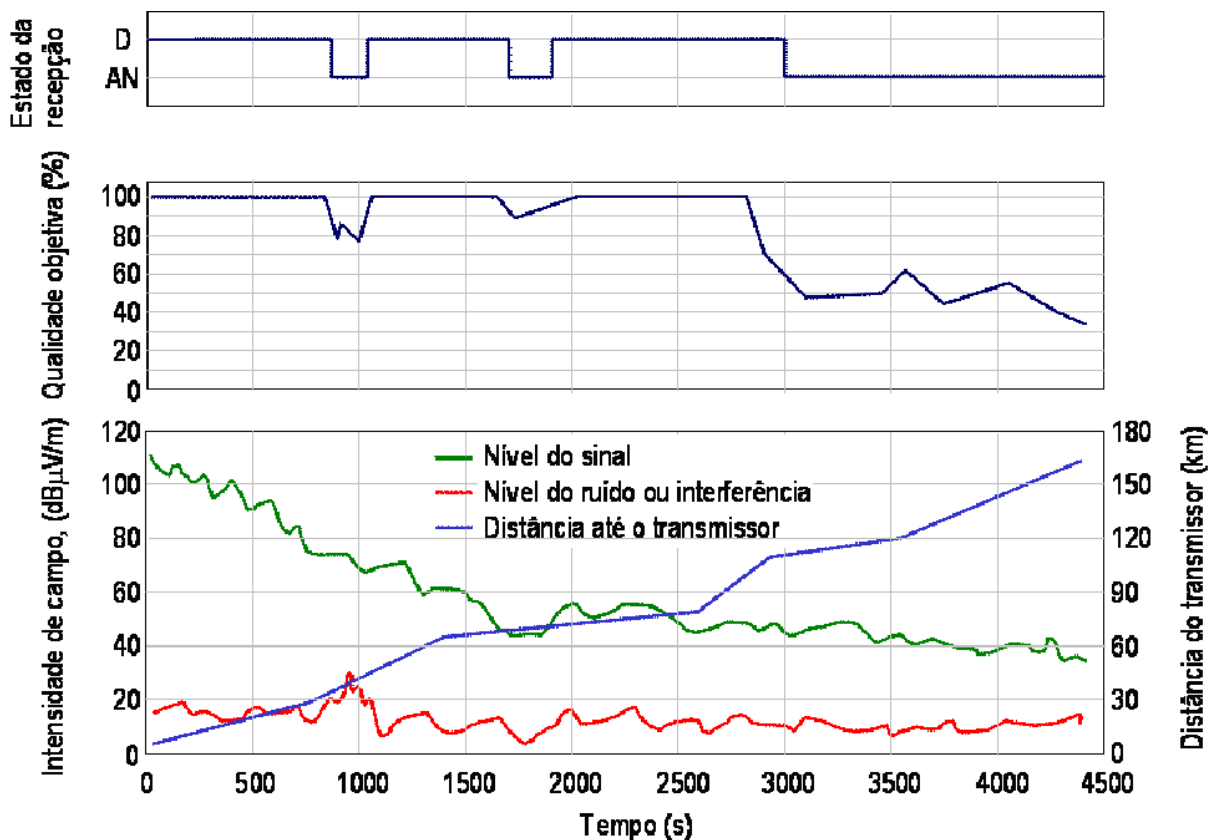


Figura 2.4 - Gráficos da qualidade objetiva e do nível de sinal para uma radial hipotética

(D = recepção digital e AN = recepção analógica; Qualidade objetiva =  $(1 - \text{BLER}) \times 100\%$ ).

Apresentar mapa da região das medições, em escala conveniente, mostrando as rotas percorridas, a identificação dos pontos relevantes (coordenadas geográficas) e o estado da recepção FM IBOC ao longo das rotas.

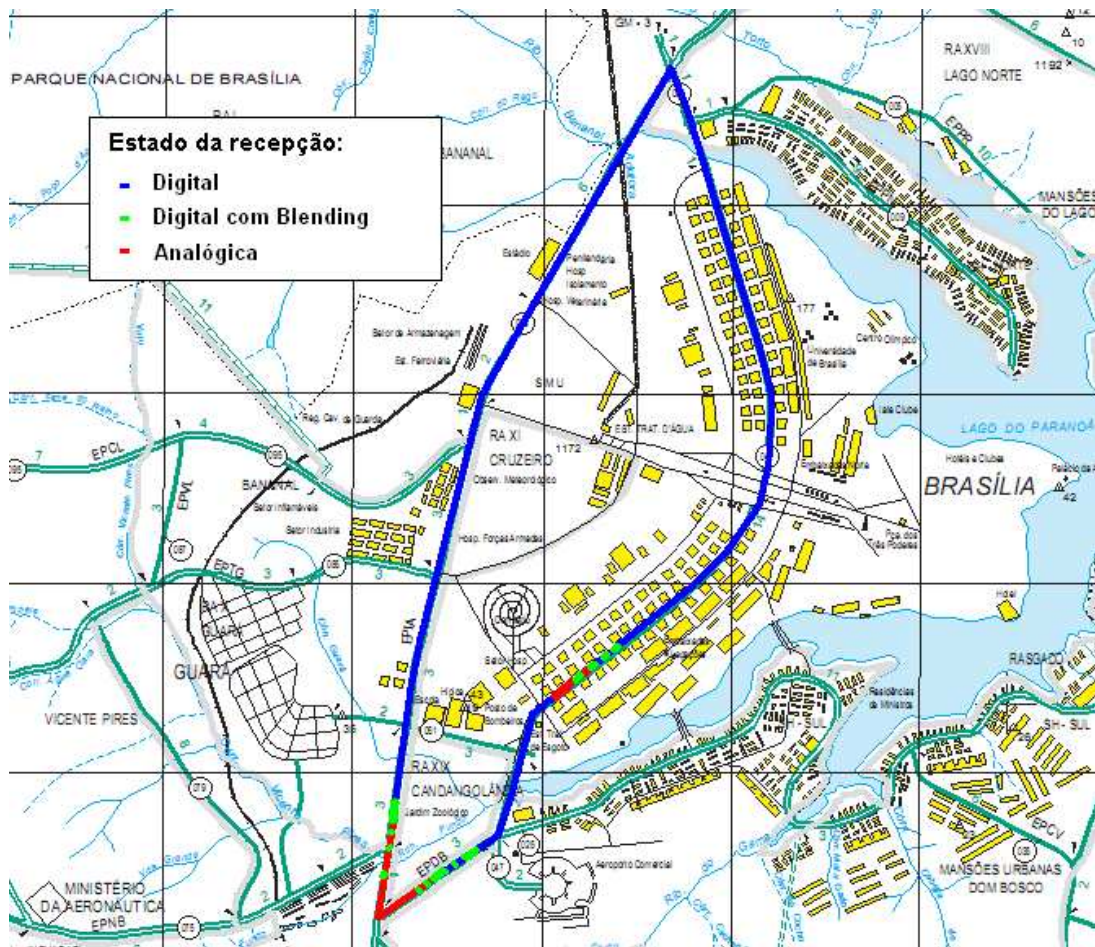


Figura 2.5 - Exemplo de mapa a ser gerado contendo o estado de recepção nas rotas percorridas.

Para as medidas fixas realizadas em pontos críticos, apresentar os resultados na forma de planilhas, conforme modelo mostrado na Tabela 2.7, com a identificação completa dos pontos de medição, localização, coordenadas geográficas, os valores das medidas, a identificação das eventuais gravações e demais informações úteis e necessárias.

Tabela 2.7 – Planilha de informações das medições.

| Planilha de Resultados da Avaliação do Sistema de Rádio Digital FM IBOC |           |             |      |       |                      |                       |                      |               |             |
|---|-----------|-------------|------|-------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------|-------------|
| RADIAL _____  |           |             |      |       |                      |                       | FOLHA _____ DE _____ |               |             |
| Ponto n.º   | Data Hora | Localização | Lat. | Long. | Azimute<br>Distância | Estado da<br>Recepção | Campo<br>µV/m        | Interferência | Comentários |
|   |           |             |      |       |                      |                       |                      |               |             |



## 2.5 TESTES DE COMPATIBILIDADE COM OS SINAIS ANALÓGICOS

### 2.5.1 Receptores analógicos de teste

A degradação que um sinal IBOC digital causa na recepção de sinais analógicos depende do receptor analógico usado, especialmente da banda passante e da seletividade desse receptor — veja Item 3.2 do Apêndice B. Assim, na realização dos testes de compatibilidade devem ser utilizados pelo menos três receptores analógicos, dos tipos a seguir especificados:

- um rádio automotivo;
- um rádio residencial de alta qualidade (hi-fi);
- um rádio portátil.

**Tabela 2.8** – Receptores digitais e analógicos utilizados nos testes.

| Receptores Digitais e Analógicos Utilizados |        |      |                         |
|---|--------|------|-------------------------|
| Marca                                       | Modelo | Tipo | Comentários/Observações |
|   |        |      |                         |

### 2.5.2 Impacto na recepção do sinal analógico FM hospedeiro

Para avaliar o impacto do sinal IBOC digital na recepção do sinal analógico FM recomenda-se os seguintes procedimentos:

1. Escolher um ponto distante entre 2 e 5 km da antena transmissora, onde o sinal recebido seja forte e livre de interferências, de modo que a qualidade do áudio entregue pelos rádios de teste seja a melhor possível.
2. Gravar durante 30 segundos a um minuto o sinal de áudio entregue pelos rádios de teste com o sinal IBOC digital “fora do ar” e em seguida gravar durante igual tempo com o sinal IBOC digital “no ar”. Repetir esse ciclo dez vezes, gravando preferencialmente diferentes tipos de material sonoro (música, fala, fala misturada com música).
3. No local em que as gravações forem realizadas, medir e gravar a DEP do sinal IBOC híbrido e do sinal analógico FM, com os parâmetros mostrados na Tabela 2.9.
4. Realizar a avaliação subjetiva dos sinais de áudio gravados. Essa avaliação pode ser informal, mas deve-se intentar seguir tanto quanto possível as diretrizes da Recomendação ITU-R BS.1114-6 [6].

**Tabela 2.9** – Parâmetros para as medições de espectro na avaliação do impacto do sinal IBOC digital na recepção do sinal analógico FM hospedeiro.

| Código da medida | Frequência central (FC) | Sinal IBOC digital | Span (kHz) | RBW (Hz) | VBW (Hz) | Vídeo AVG | Trace Max Hold | Comentários                     |
|------------------|-------------------------|--------------------|------------|----------|----------|-----------|----------------|---------------------------------|
| C1               | Portadora da estação    | No ar              | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | DEP média do sinal IBOC híbrido |
| C2               | Portadora da estação    | Fora do ar         | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | DEP média do sinal analógico FM |

### 2.5.3 Impacto na recepção de sinais FM em canais adjacentes

Os critérios de proteção exigidos entre as emissoras estão descritos no Item 3.6.2.1 do Regulamento Técnico para Emissoras de Radiodifusão Sonora em Frequência Modulada, Resolução 067/1998, de 12 de novembro de 1998. As emissoras devem obedecer às relações de proteção em relação a emissoras co-canais, em primeiro e segundo adjacentes, e em relação a batimento de FI, para que seja assegurado um serviço livre de interferências objetáveis. Além destas restrições contidas na norma, de acordo com a norma que regulamenta o serviço de Radiodifusão Comunitária, é necessário que o estudo contemple possíveis interferências a este serviço.

De acordo com o exposto no Item 3.2.3 do Apêndice B, é necessário avaliar o impacto do sinal digital em sinais FM não-hospedeiros. Para essa avaliação recomenda-se os seguintes procedimentos:

1. Verificar a existência de emissoras relevantes dentro de um raio de busca adequado (ex: 300 km).

**Para emissoras co-canais e em 1º e 2º adjacentes:**

2. Calcular a distância em relação aos contornos de 74 dBu, 66 dBu e 54 dBu da emissora desejada (interferida), e localizar um ponto em cada contorno com azimute relativo à emissora interferente (transmissora do sinal digital) para realização das medidas.

**Para emissoras relevantes RadCom:**

2. Verificar a existência de canais de RadCom co-canais, em 1º e 2º adjacência e localizar 1 (um) ponto, distante de 1 km da estação, com azimute relativo à emissora interferente (transmissora do sinal digital).

**Prosseguir para todas as emissoras relevantes:**

3. Medir a razão D/I e gravar, em cada ponto, durante 30 segundos a um minuto, o sinal de áudio entregue pelos rádios de teste com o sinal IBOC digital interferente “fora do ar” e em seguida gravar durante igual tempo com o sinal IBOC digital “no ar”. Repetir esse ciclo dez vezes,

- gravando preferencialmente diferentes tipos de material sonoro (música, fala, fala misturada com música).
4. No local em que as gravações forem realizadas, medir e gravar a DEP dos sinais analógicos FM sem e com a presença do sinal IBOC digital interferente. Medir usando os parâmetros mostrados na Tabela 2.10.
  5. Realizar a avaliação subjetiva dos sinais de áudio gravados. Essa avaliação pode ser informal, mas deve-se intentar seguir tanto quanto possível as diretrizes da Recomendação ITU-R BS.1114-6[6].

**Tabela 2.10** – Parâmetros para as medições de espectro na avaliação do impacto do sinal IBOC digital na recepção de sinais analógicos adjacentes.

| Código da medida | Sinal IBOC digital | Frequência central (FC)           | Localização do <i>marker</i>     | Span (kHz) | RBW (Hz) | VBW (Hz) | Vídeo AVG | Trace Max Hold | Comentários   |
|------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------|----------|----------|-----------|----------------|---|
| C3               | Fora do ar         | Portadora da estação interferente | FC                               | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | DEP média dos sinais analógicos FM e potência da portadora do sinal interferente <sup>1</sup> |
| C4               | Fora do ar         | Portadora da estação interferente | Portadora da estação interferida | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | DEP média dos sinais analógicos FM e potência da portadora do sinal interferido <sup>2</sup>  |
| C5               | no ar              | Portadora da estação interferente | Portadora da estação interferida | 2000       | 1000     | 1000     | 100       | off            | DEP média com a presença do sinal IBOC digital interferente                                   |

<sup>1</sup> Caso não se disponha de um analisador de espectro, medir a intensidade de campo do sinal analógicos FM interferente. Usar nessa medida uma largura de banda de medição (LBM) de 1 kHz ou de 200 kHz e frequência central (FC) igual à frequência da portadora da estação interferente — usando LBM de 1 kHz estará se medindo a intensidade da portadora do sinal FM interferente e usando LBM de 200 kHz, a intensidade de todo o sinal FM interferente.

<sup>2</sup> Caso não se disponha de um analisador de espectro, medir a intensidade de campo do sinal analógicos FM interferido, conforme instruções acima.

## APÊNDICES

- [A] Procedimentos de Testes e Diretrizes do HD Radio™ para Sistemas de Transmissão em Radiodifusão FM.
- [B] Critérios para Avaliação do Sistema de Rádio Digital FM IBOC.

## REFERÊNCIAS

- [1] Doc. No. SY\_IDD\_1011s rev. E, *HD Radio™ Air Interface Design Description – Layer 1 FM*, iBiquity Digital Corporation, 22/03/2005.
- [2] Doc. No. SY\_SSS\_1026s rev. D, *HD Radio™ FMTransmission System Specifications*, iBiquity Digital Corporation, 18/02/2005.
- [3] S. A. Johnson, “The Structure and generation of robust waveforms for FM in-band on-channel digital broadcasting”
- [4] National Radio Systems Committee – DAB Subcommittee, *Evaluation of the iBiquity Digital Corporation IBOC System, Part 1 – FM IBOC*, Report from the Evaluation Working Group, novembro de 2001.
- [5] Resolução 067/98 - Regulamento Técnico para Emissoras de Radiodifusão Sonora em Frequência Modulada, Anatel.
- [6] Rec. ITU-R BS.1114-6, *Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30-3000MHZ*, 2007.