

**DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE ESTAÇÕES DE
RADIODIFUSÃO COMUNITÁRIA
OPERANDO NOS CANAIS 198, 199 E 200**

PRODUTO 1

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL

OS nº 10352 – Contrato nº 002/2003

FUNDAÇÃO CPqD – CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM TELECOMUNICAÇÕES

Rodovia Campinas – Mogi Mirim (SP 340), Km 118.5

CEP 13086-902 – Campinas – SP – Brasil

CNPJ: 02.641.663/0001-10

Insc. Estadual: 244.631.870.117

Insc. Municipal: 52.865-0

Contato: Renato de Mendonça Maroja

Fone: (19) 3705-7042

Fax (19) 3705-5868

www.cpqd.com.br

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL

Ed. Ministro Sérgio Motta

SAUS – Quadra 06, Bloco E

CEP 70070-940 – Brasília – DF – Brasil

Contato: Pedro Humberto de Andrade Lobo – phlobo@anatel.gov.br

Fone: (61) 312-2220

Fax: (61) 312-2210

Campinas, 04 de abril de 2003.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
2	OBJETIVO.....	4
3	RECEPTORES DE FM	4
4	EQUIPAMENTOS ANALISADOS.....	8
5	PROCEDIMENTO DE TESTE.....	9
6	RESULTADO DOS TESTES.....	10
7	CONCLUSÃO.....	11
8	DOCUMENTOS UTILIZADOS	12
9	HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES DESTE DOCUMENTO	12

1 INTRODUÇÃO

A Norma Complementar do Serviço de Radiodifusão Comunitária nº 02/98 [1], de 6 de agosto de 1998, publicada pelo Ministério das Comunicações (MC), dispôs, em seu item 14.2, que as estações do Serviço de Radiodifusão Comunitária (RadCom) devem operar com potência ERP máxima de 25 W e área de serviço de raio igual ou inferior a mil metros a partir da antena transmissora, delimitada pelo contorno de intensidade de campo de 91 dB μ V/m. Desta forma, estações de RadCom que operam em uma mesma frequência podem ser instaladas relativamente próximas entre si, de forma a possibilitar o uso de um único e exclusivo canal em uma mesma região.

As alterações introduzidas na Norma MC nº 02/98 [1] pela Portaria MC nº 83/99 [2], de 19 de julho de 1999, determinam uma relação de proteção (sinal desejado/sinal interferente no mesmo canal) mínima de 25 dB na área de prestação de serviço delimitada pelo contorno de intensidade de campo elétrico de 91 dB μ V/m, o que impõe um afastamento típico (dependente do relevo e das condições de instalação) de aproximadamente 4 km entre estações de RadCom que ocupam o mesmo canal.

Por sua vez, a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), pela Resolução nº 60/98 [3], de 24 de setembro de 1998, designou para uso exclusivo do RadCom, em nível nacional, o canal 200 (87,9 MHz), situado imediatamente abaixo da faixa de frequências do Serviço de Radiodifusão Sonora em FM (88,0 a 108,0 MHz).

Entretanto, nas regiões conurbadas de alta concentração populacional, a distância entre sedes de localidades adjacentes é frequentemente inferior aos 4 km mencionados anteriormente. Assim, torna-se muitas vezes inviável o tratamento isonômico de municípios ou vilas próximas, na outorga de estações de RadCom, mesmo que as entidades interessadas detenham as mesmas qualificações para pleitear um canal comunitário.

Tecidas tais considerações, a ANATEL decidiu analisar a viabilidade técnica de designação de um canal alternativo para o atendimento dos pleitos de outorga do Serviço de Radiodifusão Comunitária (RadCom) naqueles casos em que, nas proximidades do local pretendido para instalação, já exista outra estação de RadCom em funcionamento no canal 200. Para reduzir o impacto no Plano Básico de Distribuição de Canais de Radiodifusão Sonora em Frequência Modulada (PBFM), torna-se conveniente que o canal alternativo esteja situado, tal como o canal 200, abaixo da faixa de frequências destinada às estações de FM, evitando-se, desta forma, introduzir interferências relacionadas a canais adjacentes inferiores.

Para tanto, a Fundação CPqD foi contratada com o objetivo de realizar estudos de viabilidade técnica para o uso dos canais 198 e 199 na execução do RadCom, voltados principalmente à avaliação da capacidade de sintonia desses canais pelos receptores comumente encontrados no comércio e das condições de afastamento mínimo entre estações comunitárias operando nos canais 198, 199 e 200.

O primeiro aspecto, que descreve a metodologia e os resultados obtidos em testes de sintonia dos canais 198, 199 e 200 por receptores comerciais, é objeto deste documento. O segundo, referente à comprovação da viabilidade técnica do uso dos canais 198 e 199 com base nos critérios de proteção estabelecidos no Regulamento Técnico para Emissoras de Radiodifusão Sonora em Frequência Modulada [4], aprovado pela Resolução ANATEL nº 67, de 12 de novembro de 1998, e na Norma MC nº 02/98 [1], está

contemplado no relatório – Produto 2 – Distância Mínima entre Estações de Radiodifusão Comunitária Operando nos Canais 198, 199 e 200.

2 OBJETIVO

Este relatório tem por objetivo apresentar a metodologia de análise e os resultados obtidos em ensaios de laboratório e no exame de especificações técnicas, destinados a verificar a viabilidade de sintonia dos canais 198, 199 e 200 (87,5 a 87,9 MHz) por receptores comerciais.

As freqüências utilizadas pelos canais 198, 199 e 200, da faixa de freqüências do Serviço de Radiodifusão Sonora em Freqüência Modulada, e pela portadora de áudio do canal 6 de TV/RTV são as contidas na Tabela 1 a seguir:

Canal	Freqüência da portadora
198	87,5 MHz
199	87,7 MHz
6 TV-VHF (Portadora de áudio)	87,75 MHz
200	87,9 MHz

Tabela 1 – Freqüências das portadoras dos canais de RadCom 198, 199, 200 e 6 de TV/RTV

3 RECEPTORES DE FM

Para melhor compreensão deste trabalho, no que concerne à questão da sintonia de receptores de FM, a Figura 1 mostra o diagrama em blocos de um receptor de FM típico.

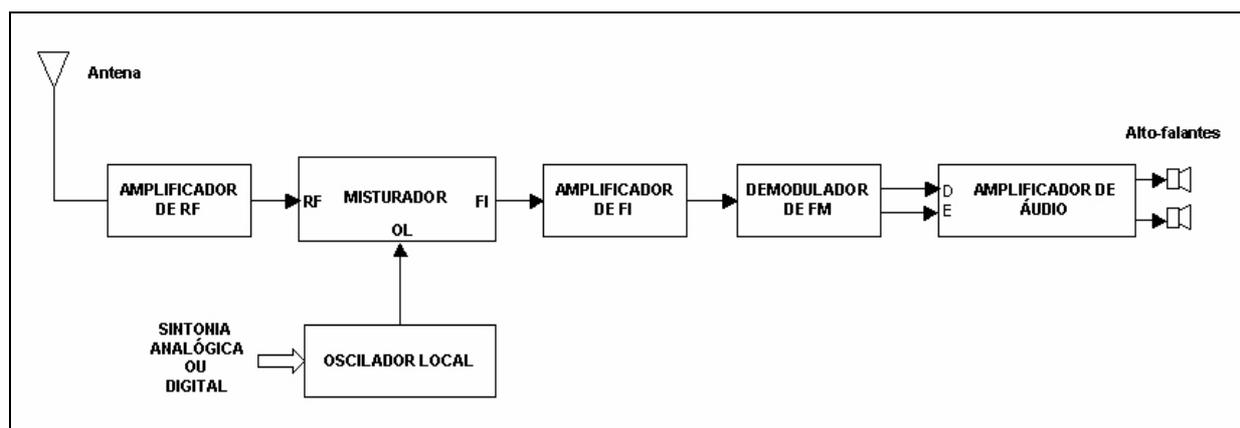


Figura 1 – Receptor de FM típico

Os receptores de FM são compostos dos seguintes estágios:

- **Amplificador de RF** – Amplifica os sinais de radiofreqüência (RF) recebidos da antena e realiza uma filtragem passa-faixa apenas da faixa de FM, eliminando os sinais não desejados que se encontram fora desta faixa (telefonia celular, TV, por exemplo). O sinal resultante é aplicado ao Misturador;

- **Misturador ou Conversor** – Processa os sinais recebidos do Amplificador de RF e do Oscilador Local, de forma a transladar (deslocar) em frequência o canal desejado, da faixa de RF para a Frequência Intermediária (FI), centrada em 10,7 MHz, que é amplificada e posteriormente entregue ao Demodulador de FM;
- **Oscilador Local** – gera o sinal senoidal de portadora local, com frequência de 10,7 MHz acima da frequência do canal de FM que se deseja sintonizar. A sintonia do canal de FM desejado consiste simplesmente no ajuste da frequência do Oscilador Local para o valor adequado. A portadora gerada é aplicada ao Misturador;
- **Amplificador de FI** - Realiza uma filtragem passa-faixa da FI, centrada em 10,7 MHz, amplificando o canal sintonizado e atenuando os demais canais indesejados.
- **Demodulador de FM** – Decompõe o sinal filtrado, recuperando as informações sonoras transmitidas pela estação de FM, e as encaminha em dois canais independentes (som estéreo) ao Amplificador de Áudio;
- **Amplificador de Áudio** – Amplifica os sinais de áudio recebidos do Demodulador de FM e os envia aos alto-falantes, com nível definido pelo usuário por intermédio do ajuste de volume do receptor.

Tipicamente, os receptores de FM mais antigos utilizam Oscilador Local com sintonia analógica, mais simples, que atualmente é mantida nos receptores de menor preço. A Figura 2 mostra o diagrama em blocos da etapa de conversão de radiofrequência (RF) para Frequência Intermediária (FI) do receptor de FM com sintonia analógica.

A sintonia analógica caracteriza-se pela utilização de um Oscilador Local do tipo LC, o qual emprega circuitos ressonantes com os componentes eletrônicos indutor (L) e capacitor (C) para definir a frequência de oscilação, e, portanto, o canal de FM sintonizado. O ajuste de sintonia é feito manualmente pelo usuário através da atuação em um capacitor variável do tipo mecânico. A precisão da sintonia é relativamente baixa, determinada pela qualidade percebida pelo ouvinte ao fazer o ajuste.

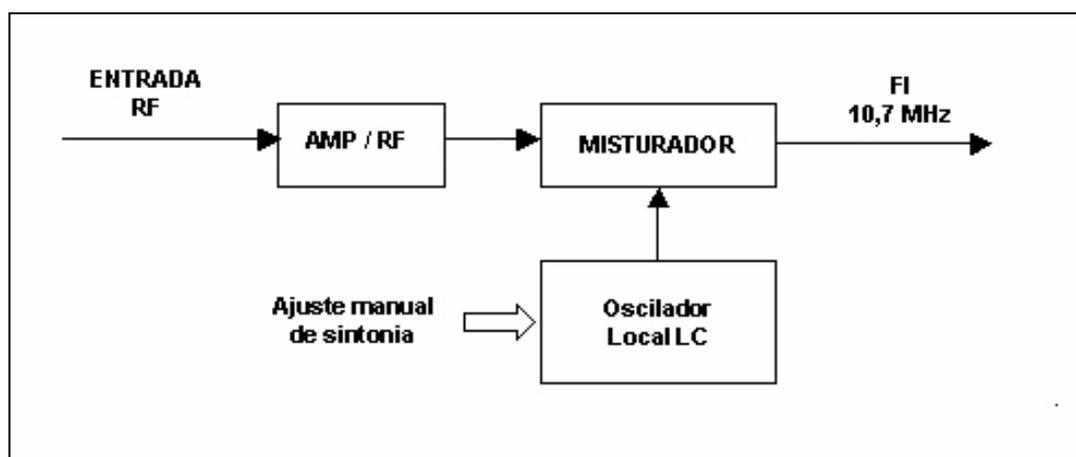


Figura 2 – Sintonizador de FM Analógico

Este sintonizador é empregado em equipamentos menos sofisticados, e tem como deficiência principal a baixa estabilidade de frequência. Quando ocorre algum deslocamento de frequência do Oscilador Local, e não há uma compensação automática, a sintonia é comprometida e precisa ser reajustada. Para compensar este inconveniente, são adicionados circuitos auxiliares em alguns receptores, tal como o CAF (Controle Automático de Frequência), que melhoram a estabilidade do Oscilador Local.

Todos os receptores com tecnologia analógica testados se mostraram aptos a sintonizar os sinais contidos na faixa de 87,4 a 108,0 MHz, ou seja, a sintonia inclui também os canais 198, 199 e 200 de RadCom.

Receptores com sintonia digital empregam sintetizadores de frequência em seus Osciladores Locais, circuitos estes mais complexos, que asseguram alta precisão e estabilidade de sintonia, tornando-se por esta razão mais caros do que os receptores com sintonia analógica. O emprego de técnicas digitais nos sintetizadores de frequência possibilita oferecer, adicionalmente, outros recursos sofisticados, tais como a varredura automática de sintonia e a memorização de estações.

A Figura 3 apresenta o diagrama em blocos típico de um sintonizador utilizado em receptores de sintonia digital.

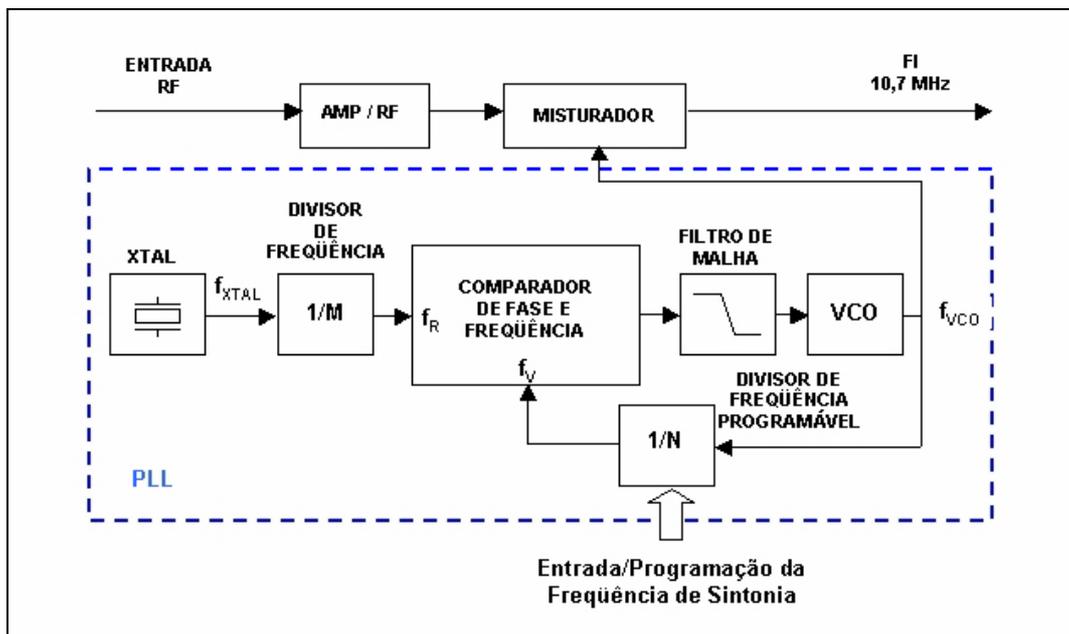


Figura 3 – Sintonizador digital de FM

Este sintonizador utiliza um circuito do tipo *Phase Locked Loop* – PLL (Malha de Amarramento de Fase), para assegurar alta precisão e estabilidade à frequência do Oscilador Local, composto de:

- Um oscilador de referência, que consiste num oscilador a cristal (X'tal) de alta precisão e estabilidade de frequência, que tem sua saída dividida por M (frequência f_R) aplicada a um Comparador de Fase e Frequência;

- Um *Voltage Controlled Oscillator* – VCO (Oscilador Controlado a Tensão), que consiste num oscilador de baixa precisão e estabilidade de frequência, que tem sua saída dividida por N (frequência f_V) aplicada a uma segunda entrada do Comparador de Fase e Frequência;
- O Comparador de Fase e Frequência apresenta em sua saída uma tensão que, após a filtragem no Filtro de Malha, é proporcional à diferença de frequências ($f_R - f_V$);
- Quando $f_V < f_R$, então $[f_R - f_V]$ é positivo, e a malha do PLL atua de modo que a tensão aplicada ao VCO tende a aumentar a sua frequência, ou seja aumentar o valor de f_V . No caso inverso, quando $f_V > f_R$, então $[f_R - f_V]$ é negativo, e a malha do PLL atua de modo a reduzir o valor de f_V ;
- Na condição de equilíbrio, a malha do PLL corrige continuamente a frequência (e fase) do VCO, assegurando que $f_V = f_R$. Portanto, a frequência do VCO será:

$$f_{VCO} = (N/M) f_{XTAL} \quad (\text{Eq. 1})$$

- Desta forma, a alta precisão e estabilidade de frequência do oscilador a cristal é transferida do PLL para o VCO, ou seja, para o Oscilador Local do receptor com sintonia digital;
- A frequência do Oscilador Local é dependente dos valores adotados para M e N. A Eq. 1 revela que, se M tiver valor fixo, a frequência do VCO aumentará ou diminuirá em passos de (f_{XTAL}/M) Hz, a cada unidade de aumento ou redução de N.

Os sintonizadores digitais, na prática, adotam configurações mais complexas do que a apresentada na Figura 3, e empregam microprocessadores na programação dos divisores de frequência. Assim, os valores registrados nos divisores, bem como o intervalo de frequência de cada passo, são programados pelos fabricantes dos receptores, determinando quais os canais de FM, AM e de outras faixas serão passíveis de sintonia. Normalmente, há duas maneiras pelas quais o ouvinte ajusta a sintonia: na primeira, manual e direta, a cada acionamento de tecla, a sintonia é alterada para o canal imediatamente superior ou inferior, independente do canal estar ou não sendo recebido na localidade; na segunda, que utiliza a varredura automática, o acionamento da tecla transfere, para cima ou para baixo, conforme o caso, a sintonia do canal ouvido para o próximo canal, cujo sinal possui nível adequado de recepção.

Do exposto sobre o funcionamento dos receptores de FM, infere-se que:

- É esperado que todos os receptores de FM com sintonia analógica sintonizem os canais de 198 a 200, uma vez que, pela sua própria natureza, o processo mecânico de sintonia admite uma variação no dial que ultrapassa os limites da faixa de 88,0 a 108,0 MHz.
- O mesmo não ocorre com os receptores digitais, nos quais, como descrito, a programação dos canais passíveis de sintonia é definida em projeto.

4 EQUIPAMENTOS ANALISADOS

A Tabela 2 a seguir contém a relação dos receptores comerciais ensaiados, sendo 4 de sintonia analógica e 8 de sintonia digital.

Fabricante	Modelo	Tipo de sintonia
Goldstar	CMS-0631	Analógica
Philco	B 503 – RD 114	Analógica
Philips	FR-315	Analógica
Philips	TAPC 06 AH988	Analógica
CCE	CM 2000	Digital
Gradiente	ENERGY 800	Digital
Gradiente	AS 20/2	Digital
Panasonic	CQ DP101	Digital
Pioneer	KEH 3450	Digital
Sony	ICF-IR7	Digital
Sony	FH-87CD	Digital
Sony	MC DX10	Digital

Tabela 2 – Receptores ensaiados

Além desses, foram analisadas ainda as características técnicas de mais 22 receptores, sendo 5 de sintonia analógica e 17 de sintonia digital. Estes equipamentos estão listados na Tabela 3.

Fabricante	Modelo	Tipo de sintonia
Sanyo	MCD-Z730F, MCD-X77, MCD-Z90F, MCD-Z100F, MCD-S900F	Analógica
Gradiente	AS60/3, AS80/2, AS140, AS120/2S	Digital
JVC	FS-SD5, FS-SD7, FS-SD9, VS-DT8, XT-UXG6, CA-UXL30, CA-FS-SD1000	Digital

Fabricante	Modelo	Tipo de sintonia
Panasonic	SC-PM17, SC-AK600	Digital
Philips	FW-C1, FW-C58, FW-C100	Digital
Sanyo	DC-C50	Digital

Tabela 3 – Receptores com características técnicas analisadas

5 PROCEDIMENTO DE TESTE

A verificação da capacidade de sintonia dos canais 198, 199 e 200 nos receptores de FM relacionados na Tabela 2 foi realizada conectando-se um gerador de FM ao correspondente terminal de entrada de antena, e injetando-se um sinal de RF nas seguintes condições:

- Frequência da portadora = 87,5 MHz (*)
- Nível de sinal de saída = -65 dBm
- Desvio de frequência = 75 kHz
- Tom de modulação = 1 kHz

(*) A frequência da portadora foi alterada para os testes de sintonia nos canais 199 (87,7 MHz) e 200 (87,9 MHz).

A capacidade de recepção foi comprovada pela presença, no alto-falante do receptor, de um tom audível de 1 kHz e pela visualização de uma senóide livre de ruídos na tela de um osciloscópio acoplado à saída de áudio.

Com o mesmo intuito, foi procedida a análise das especificações técnicas fornecidas pelos fabricantes para os receptores relacionados na Tabela 3.

6 RESULTADO DOS TESTES

Todos os aparelhos testados, à exceção de um de sintonia digital do tipo automotivo, receberam perfeitamente os canais de FM compreendidos no intervalo de 87,5 a 107,9 MHz, que inclui os canais 198, 199 e 200.

A Tabela 4 a seguir apresenta os resultados obtidos:

Fabricante	Modelo	Aplicação	Tipo de sintonia	Idade do receptor	Condição de recepção do canal		
					198	199	200
Goldstar	CMS-0631	Residencial	Analógica	12 anos	Atende	Atende	Atende
Philco	B 503 – RD 114	Residencial	Analógica	14 anos	Atende	Atende	Atende
Philips	FR-315	Residencial	Analógica	12 anos	Atende	Atende	Atende
Philips	TAPC 06 AH988	Residencial	Analógica	17 anos	Atende	Atende	Atende
CCE	CM 2000	Automotivo	Digital	7 anos	Atende	Atende	Atende
Gradiente	ENERGY 800	Residencial	Digital	8 meses	Atende	Atende	Atende
Gradiente	AS 20/2	Residencial	Digital	Novo	Atende	Atende	Atende
Panasonic	CQ DP101	Automotivo	Digital	1 ano	Não Atende	Atende	Atende
Pioneer	KEH 3450	Automotivo	Digital	4 anos	Atende	Atende	Atende
Sony	ICF-IR7	Residencial	Digital	6 anos	Atende	Atende	Atende
Sony	FH-87CD	Residencial	Digital	8 anos	Atende	Atende	Atende
Sony	MC DX10	Residencial	Digital	Novo	Atende	Atende	Atende

Tabela 4 – Resultados obtidos

Em complementação, a análise das especificações técnicas de todos os receptores constantes da Tabela 3 indicou a possibilidade de sintonia da faixa de frequência dentro do intervalo de 87,5 a 108 MHz (canais FM de 198 a 200).

7 CONCLUSÃO

Os testes de recepção dos canais 198, 199 e 200 (87,5 a 87,9 MHz) realizados em 12 receptores comerciais de FM, de diferentes marcas, modelos e ano de fabricação, indicaram que apenas um dos receptores testados, marca Panasonic – modelo CQ DP101, de uso automotivo e sintonia digital, não se mostra apto a sintonizar esta faixa de frequências. Entretanto, como as estações comunitárias têm sua área de serviço restrita a um círculo de aproximadamente 1 km de raio, seu público alvo é constituído das pessoas residentes na comunidade, as quais fazem uso majoritário de receptores fixos ou portáteis. Não obstante, caso a Anatel venha a designar os canais 198 e 199 como alternativos ao 200 na execução do RadCom, convirá manter entendimentos com a indústria nacional de radioreceptores, principalmente automotivos, no sentido de garantir que os produtos disponibilizados no mercado brasileiro incluam a capacidade de sintonia dos canais em questão.

Adicionalmente, a análise das especificações técnicas de 22 outros receptores de FM indicou que, em sua totalidade, são sintonizáveis a partir de 87,5 MHz (canal FM 198).

A avaliação realizada em 34 receptores de FM, por testes de recepção ou por análise das características técnicas, incluiu pelo menos um modelo de todos os fabricantes que atualmente produzem receptores no Brasil. Assim sendo, concluímos que a sintonia dos canais 198, 199 e 200 de RadCom é realizável na grande maioria dos receptores comerciais comumente encontrados no mercado brasileiro (97% dos equipamentos testados e analisados).

Campinas, 04 de abril de 2003.

Elaborado por:

Edson José Bonon

Verificado por:

Responsável:

Aprovado por:

Eng. Renato de Mendonça
Maroja

Eng. Antonio C. França
Pessoa
Gerente de Tecnologias de
Comunicação Áudio Visual

Eng. Antonio C. França
Pessoa
Gerente de Tecnologias de
Comunicação Áudio Visual

"NÃO VÁLIDO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDADE"

"ESTE DOCUMENTO SÓ DEVE SER REPRODUZIDO POR INTEIRO"

8 DOCUMENTOS UTILIZADOS

[1] Norma MC nº 2/98, “Norma Complementar do Serviço de Radiodifusão Comunitária”, 6/8/1998, www.anatel.gov.br

[2] Portaria MC nº 83/99, 19/7/1999, www.mc.gov.br

[3] Resolução ANATEL nº 60/98, 24/9/1998, www.anatel.gov.br

[4] ANATEL, “Regulamento Técnico para Emissoras de Radiodifusão Sonora em Frequência Modulada”, 1998, anexo à Resolução nº 67 de 12 de novembro de 1998, www.anatel.gov.br

9 HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES DESTE DOCUMENTO

Data de início de vigência	Versão	Descrições das alterações realizadas
04/04/2003	1.1	Revisão e reorganização do documento entregue, por solicitação do cliente; Inclusão do item 4 – Equipamentos Analisados; Inclusão dos resultados de testes de receptores adicionais.
06/02/2003	1.0	Documento original.