

Sistemas de Radiodifusão Sonora Digital Terrestre

Lúcio Martins da Silva

AUDIÊNCIA PÚBLICA

**COMISSÃO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO, COMUNICAÇÃO E INFORMÁTICA**

SENADO FEDERAL

ASSUNTO: IMPLANTAÇÃO DA RÁDIO DIGITAL NO BRASIL

Brasília, 12 de julho de 2007



**Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia Elétrica**

Radiodifusão sonora digital terrestre

Sistemas existentes

HD Radio
(ou IBOC)

Eureka 147
DAB

DRM

ISDB-T_{SB}

IBOC: In-Band/On-Channel

DRM: Digital Radio Mondiale

DAB: Digital Audio Broadcasting

ISDB-T_{SB}: Integrated Services Digital
Broadcasting Terrestrial
Sound Broadcasting

Compatibilidade com a canalização existente

**Sistemas compatíveis
com canalização atual**

HD Radio

DRM

podem ser utilizados nas faixas
já destinadas à radiodifusão
analógica AM ou FM

**Sistemas incompatíveis
com canalização atual**

**Eureka 147
DAB**

ISDB-T_{SB}

requerem uma faixa de
frequência exclusiva

Faixas de frequência destinadas à radiodifusão sonora analógica

Modalidade	Modulação utilizada	Designação das faixas	Faixas de frequência	Estações licenciadas
Radiodifusão AM	Modulação de amplitude (AM)	Onda média (OM)	525 a 1.705 kHz	$\cong 1.600^{\#}$
		Onda tropical (OT)	2.300 a 2.495 kHz 3.200 a 3.400 kHz 4.750 a 4.995 kHz 5.005 a 5.060 kHz	$\cong 70$
		Onda curta (OC)	5.950 a 6.200 kHz 9.500 a 9.775 kHz 11.700 a 11.975 kHz 15.100 a 15.450 kHz 17.700 a 17.900 kHz 21.450 a 21.750 kHz 25.670 a 26.100 kHz	$\cong 66$
Radiodifusão FM	Modulação de frequência (FM)	Faixa de FM	87,4 a 108 MHz	$\cong 1.500^{\#}$

$\#$ Estações aguardando licenciamento: AM-OM $\cong 140$; FM $\cong 1.100$

Faixa de frequência em que cada sistema de rádio digital pode ser usado

Sistema	Faixa de frequência em que pode ser usado				
	OM	OT	OC	88 – 108 MHz	Outras
DAB					VHF e UHF ¹
DRM	✓	✓	✓		
HD Radio	✓			✓	
ISDB-T _{SB}					VHF e UHF ¹

¹ Os sistemas DAB e ISDB-TSB podem ser usados em qualquer frequência entre 30 MHz e 3 GHz, contudo eles não são compatíveis com a canalização FM usada na faixa de 87,4 a 108 MHz.

- ➡ Nenhum dos sistemas de rádio digital disponíveis atualmente pode substituir completamente tanto os sistemas AM quanto os sistemas FM de radiodifusão sonora analógica.
- ➡ O sistema DRM provavelmente se tornará um padrão internacional para radiodifusão sonora digital em ondas curtas.

Sistema Eureka 147 DAB



Sistema Eureka 147 DAB



- ⇒ Foi desenvolvido pelo Projeto Eureka 147 — um consórcio internacional de radiodifusores, operadores de rede, fabricantes de transmissores e receptores de rádio, e institutos de pesquisa.
- ⇒ O uso comercial do DAB teve início em 1998.
- ⇒ A Inglaterra é onde o sistema DAB obteve maior sucesso até agora — estima-se que em 2009 haverá receptores DAB em 40% dos lares.
- ⇒ Inglaterra, Dinamarca, Noruega e Suíça estão entre os países líderes na implementação do sistema DAB.
- ⇒ É um sistema concebido principalmente para a transmissão de áudio, mas também pode transportar texto, imagens (figuras, fotos, etc), dados e até vídeo.

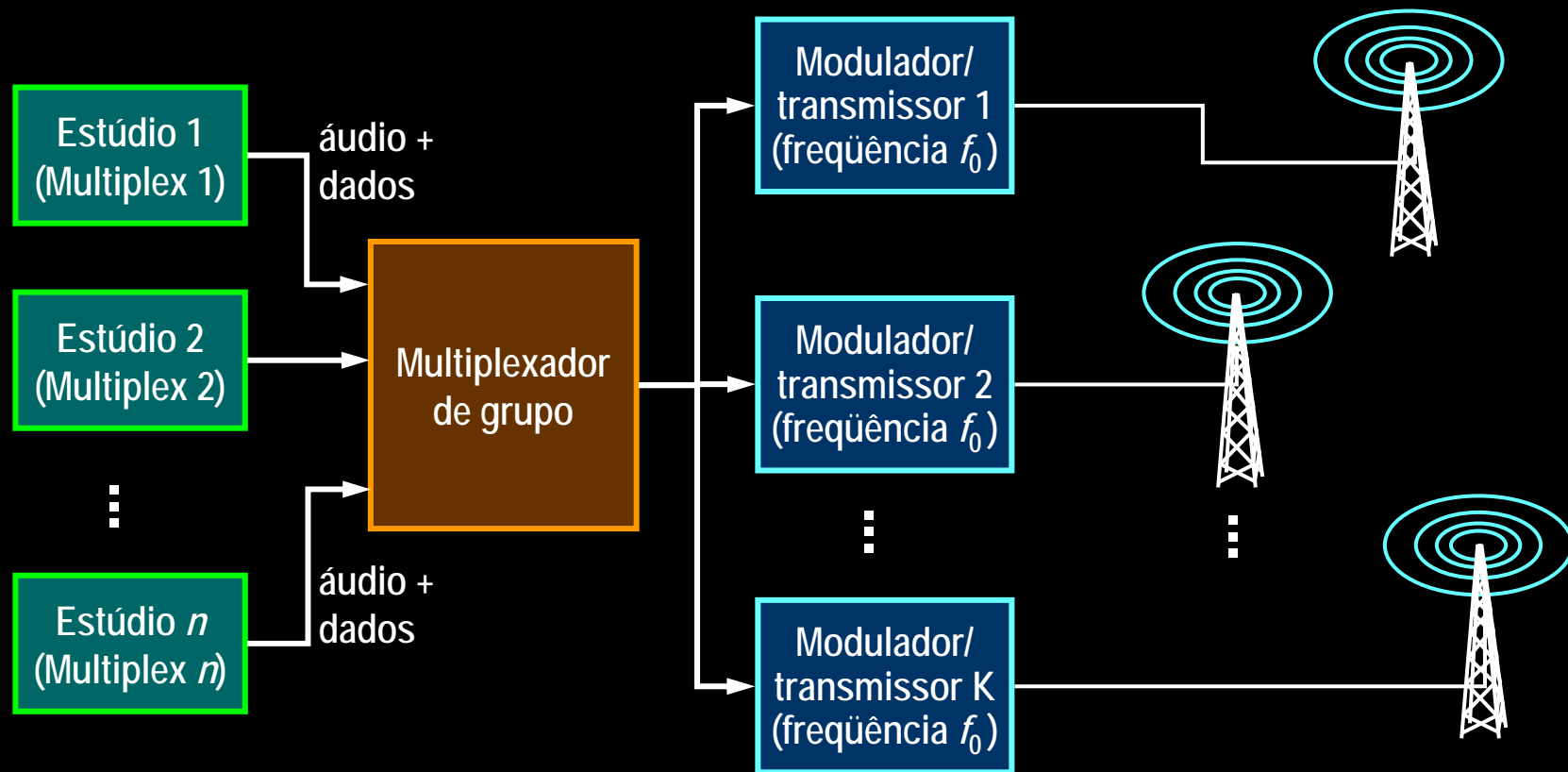
Características do sistema DAB

- ⇒ Tecnicamente, pode ser usado em qualquer frequência entre 30 MHz e 3 GHz (VHF e UHF)
- ⇒ Largura de cada canal = 1,536 MHz
- ⇒ Faixas de frequências em que tem sido usado:
 - VHF – Banda III: 174 a 240 MHz
 - UHF – Banda L: 1452 a 1492 MHz
- ⇒ Taxa de bits líquida máxima disponível para o canal de serviço principal = 1,824 Mbps
- ⇒ O sistema DAB usa o codificador de áudio MP2 (MPEG-1 layer-2), que despende no mínimo 192 kbps para prover uma boa qualidade ao áudio transmitido.

Requer uma faixa de frequências exclusiva

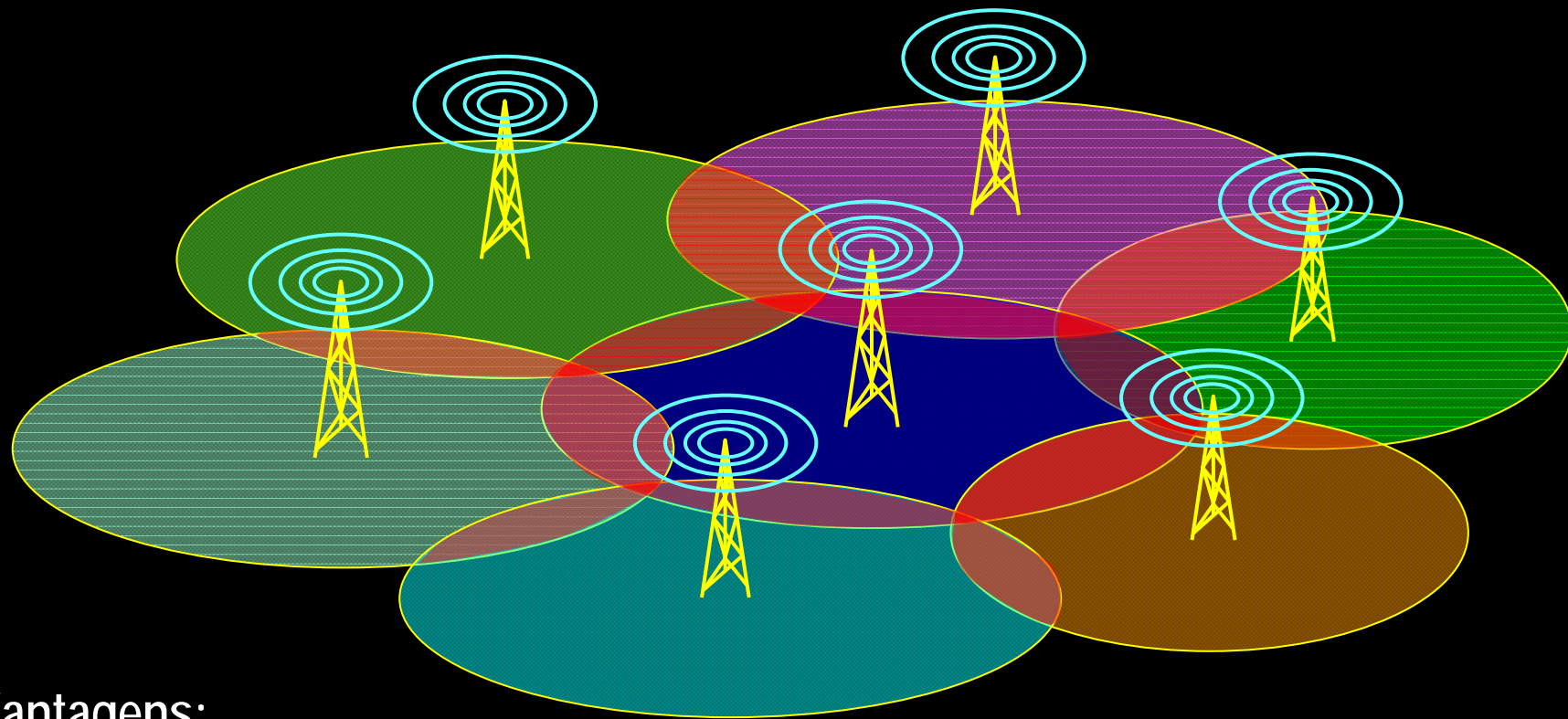
Características do sistema DAB

- ⇒ Sistema multiprograma: combina vários programas (tipicamente, seis ou mais) para formar um “grupo”.
- ⇒ Utiliza rede de frequência única (“single frequency network” – SFN).



Rede de frequência única

Vários transmissores de baixa potência, sincronizados entre si, transmitem o mesmo sinal no mesmo canal (ou na mesma frequência)



Vantagens:

- economia de energia;
- cobertura mais homogênea da área e redução das áreas de sombra; e
- uso mais eficiente do espectro

Receptores DAB



DAB Radio

£ 55.00 \cong R\$ 223,00



DAB/FM Radio & MP3 Player

£ 178.00
 \cong R\$ 722,00



DAB/FM Micro System
CD/MP3 playback
£ 80.00 \cong R\$ 320,00



DAB/FM Radio
£ 89.00 \cong R\$ 361,00



DAB Radio
£ 39.00 \cong R\$ 158,00



JVC DAB Tuners



£ 328.00 \cong R\$ 1330,00



£ 154.00 \cong R\$ 624,00

O novo padrão DAB+



Em novembro de 2006, World DMB Forum anunciou o lançamento de uma nova versão (*upgrade*) do sistema DAB, que adotará:

- o codificador de áudio HE-AAC v2 (High Efficiency AAC) ou AAC+;
- uma codificação mais eficiente para detecção e correção de erros para melhorar a robustez do sistema.

⇒ O atuais receptores DAB não serão compatíveis com o novo padrão DAB+, mas os novos receptores DAB+ serão compatíveis com o DAB.

⇒ O padrão DAB+ foi submetido ao ETSI em dezembro de 2006 e sua publicação é esperada para o primeiro semestre de 2007.

⇒ Receptores que suportam o novo padrão DAB+ deverão estar nas lojas no segundo semestre de 2007.

O padrão DMB

- Digital Multimedia Broadcasting (DMB) é um sistema de radiodifusão digital para transmissão multimídia (rádio, TV e *datacasting*) para dispositivos móveis.
- DMB é baseado no padrão Eureka 147 DAB.

- DMB foi desenvolvido na Coreia do Sul, onde começou a ser usado em 2005.
- DMB pode operar via satélite (S-DMB) ou com transmissão terrestre (T-DMB)
- T-DMB usa MPEG-4 Part 10 (H.264) para codificar vídeo e MPEG-4 Part 3 BSAC ou HE-AAC v2 para áudio.

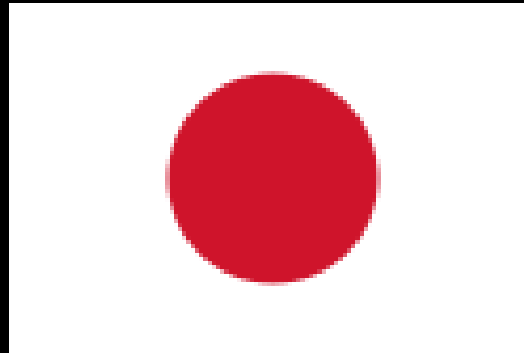


Receptores DMB



Sistema ISDB-T_{SB}

Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial Sound Broadcasting



Características do sistema ISDB-T_{SB}

ISDB-T_{SB}

- ⇒ ISDB-T_{SB} usa o mesmo esquema de transmissão do sistema ISDB-T para radiodifusão terrestre de sinais de TV.
- ⇒ Usa basicamente os mesmos princípios do sistema Eureka 147 DAB, com o qual compartilha algumas características.
- ⇒ Usa o codificador de áudio AAC do MPEG.
- ⇒ O sistema ISDB-T usa um esquema de transmissão segmentado na frequência, que propicia ao esquema grande flexibilidade.

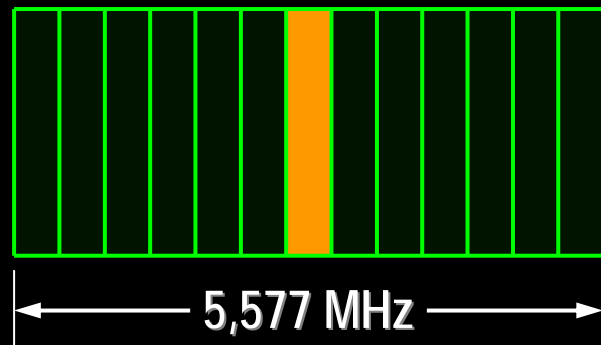
Estrutura segmentar do ISDB-T

ISDB-T_{SB}

Wideband ISDB-T

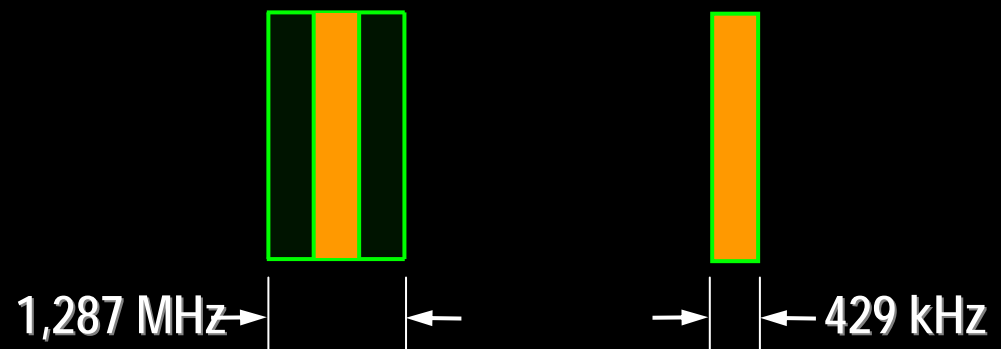
Rádiodifusão
de TV e dados

13 segmentos



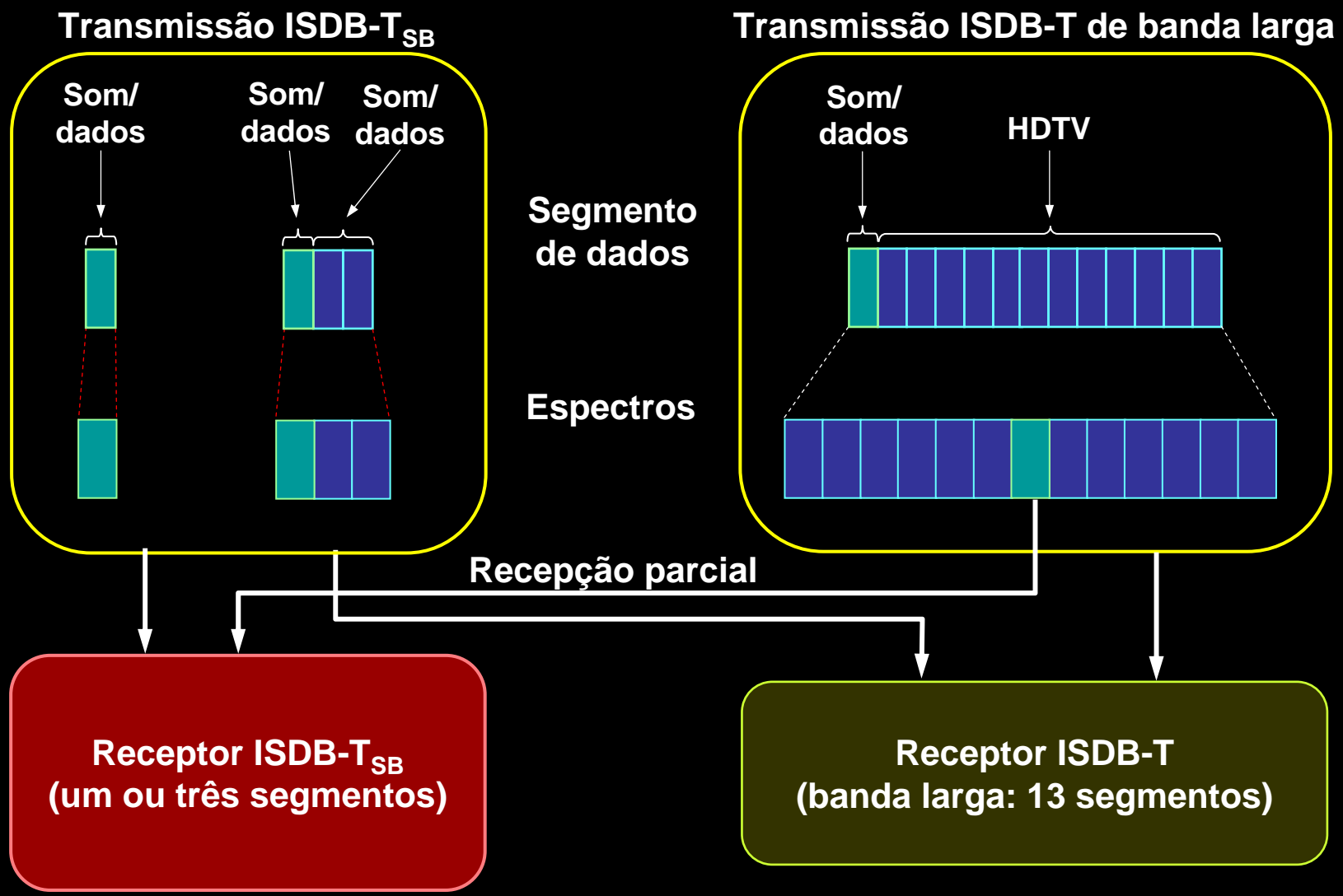
Narrowband ISDB-T ou ISDB-T_{SB}

Rádiodifusão de
áudio e dados



Transmissão e recepção ISDB-T_{SB} e ISDB-T

ISDB-T_{SB}



Vantagens do sistema ISDB-T_{SB}

ISDB-T_{SB}

- ⇒ A possibilidade de poder usar apenas um segmento de 429 kHz dá ao sistema ISDB-T_{SB} algumas vantagens:
 - ⇒ Facilita o uso de frequências disponíveis em faixas congestionadas.
 - ⇒ Permite que radiodifusores tenham canais individuais, não sendo necessário o compartilhamento.
 - ⇒ Pode ser usado em pequenas regiões ou comunidades onde uma ou duas emissoras são suficientes.
- ⇒ Os sistemas de rádio e TV são baseados nos mesmos blocos básicos de construção, o que permite o compartilhamento de circuitos nos receptores.

Sistema HD Radio



Características do sistema HD Radio

- ⇒ Pode ser usado na mesma faixa de frequência utilizada pela radiodifusão AM (525 a 1.705 kHz) ou FM (87,4 a 108 MHz).
- ⇒ É compatível com a atual estrutura de canais da radiodifusão AM ou FM.
- ⇒ Oferece um modo híbrido para transmissão simultânea (*simulcast*) dos sinais analógico e digital.

in band
"na mesma banda"

I
B
O
C

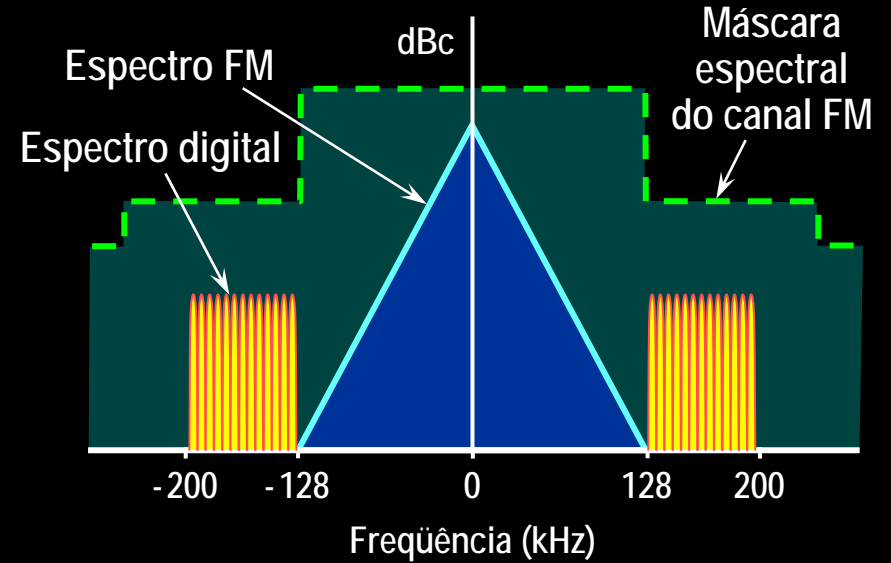
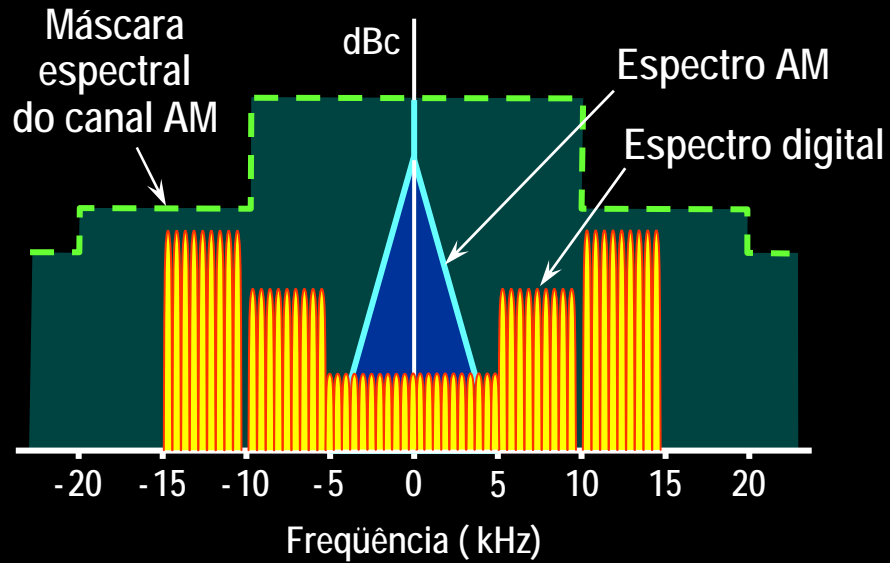
on channel
"no mesmo canal"

Espectros do HD Radio

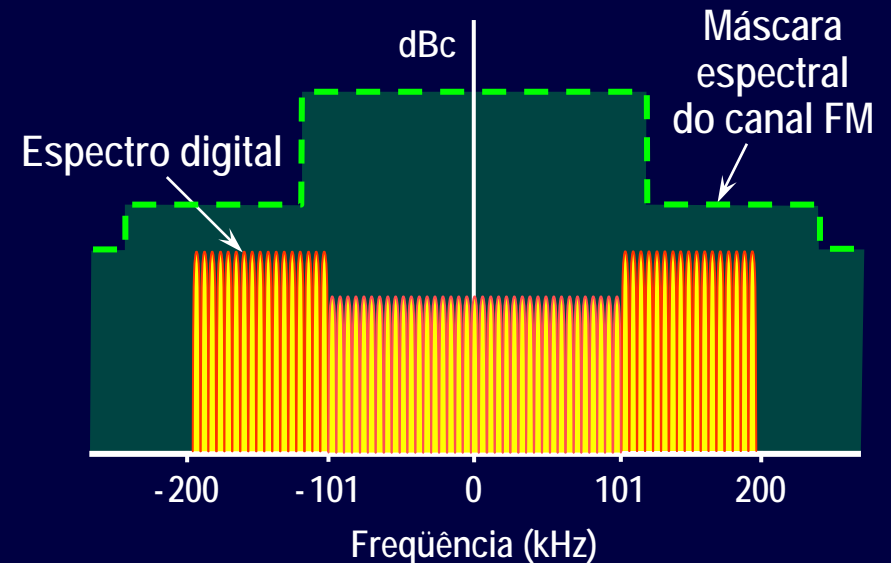
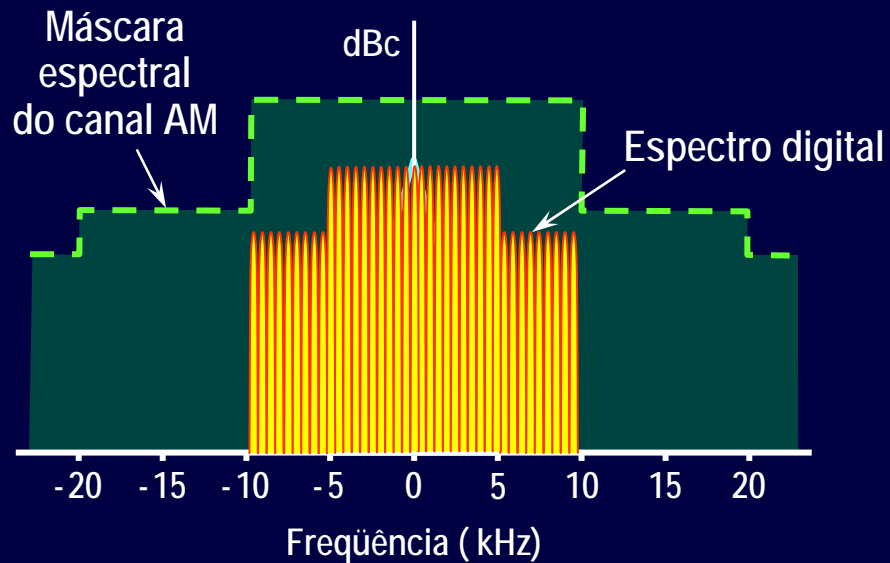


AM

FM



H
I
B
R
I
D
O



D
I
G
I
T
A
L

Transmissão multiprograma

Multicasting



- ⇒ O sistema HD Radio permite que um radiodifusor FM ofereça mais de um programa de áudio em sua transmissão digital.
- HD Radio híbrido: até 3 programas
 - HD Radio exclusivamente digital: mais de 3 programas

Sistema HD Radio nos EUA



- ⇒ 1226 emissoras dos EUA estão transmitindo os sinal HD Radio (AM IBOC e FM IBOC)
(fonte: www.ibiquity.com, 20/03/2007)
- ⇒ Receptores: disponíveis desde janeiro de 2004



Sistema DRM

Digital Radio Modiale



Características do sistema DRM



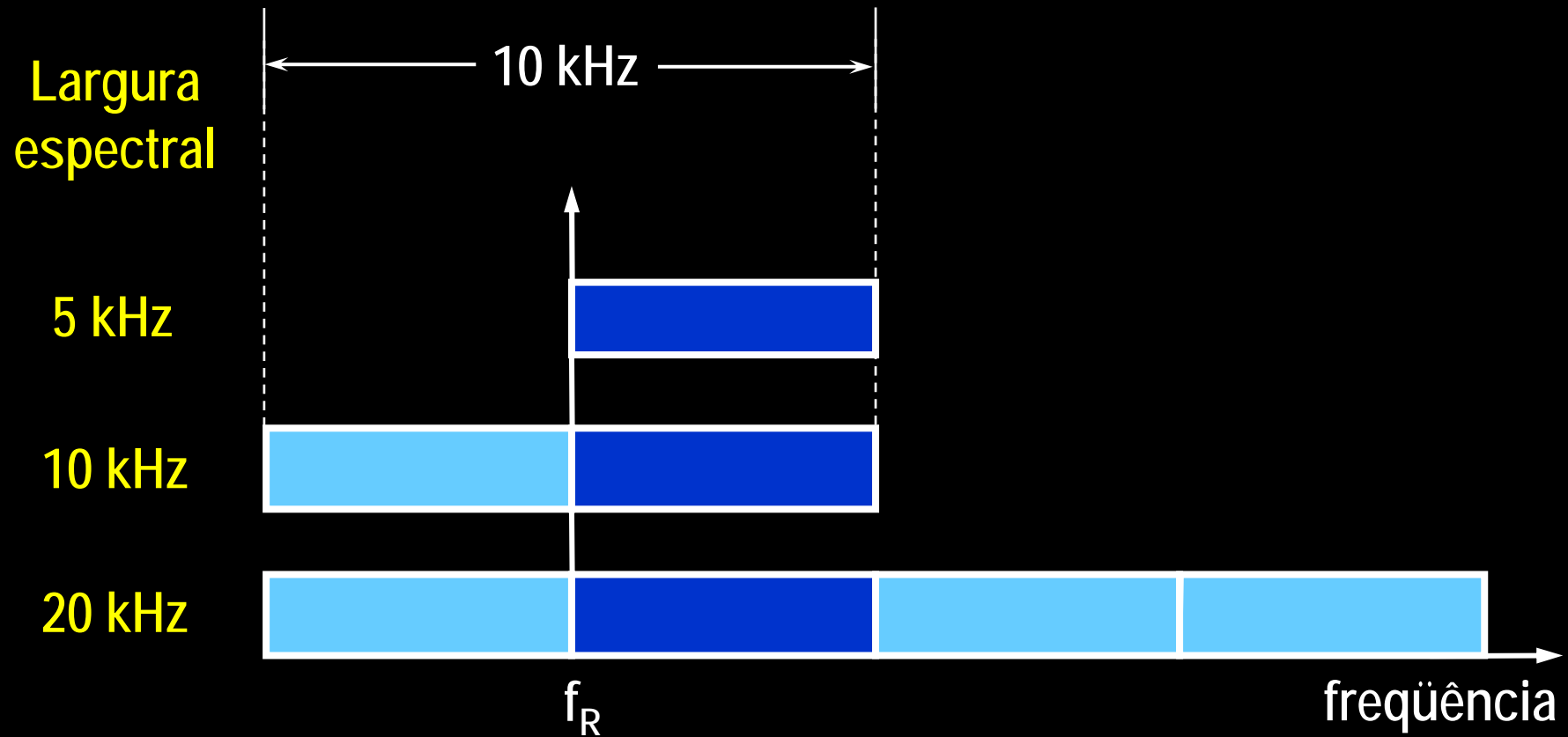
⇒ Pode ser usado em frequências inferiores a 30 MHz:

- faixa de onda média (OM)
- faixas de onda tropical (OT)
- faixas de onda curta (OC)

Modo de robustez	Condições de propagação típicas	Usos típicos
A	Onda de superfície, com pouco desvanecimento	Cobertura local ou regional usando onda de superfície nas faixas OL e OM. Cobertura local na faixa OC 26 MHz.
B	Canais seletivos no tempo e na frequência, com maior <i>delay spread</i>	Cobertura nacional e internacional usando onda celeste nas faixas OM e OC.
C	Idem modo B, mas com elevado Doppler <i>spread</i>	Cobertura internacional usando onda celeste na faixa OC.
D	Idem modo B, mas com severos <i>delay spread</i> e Doppler <i>spread</i>	Onda celeste requerendo robustez altíssima: ex., onda celeste com incidência quase vertical na faixa OT.

Largura de banda do sinal DRM

Transmissão digital



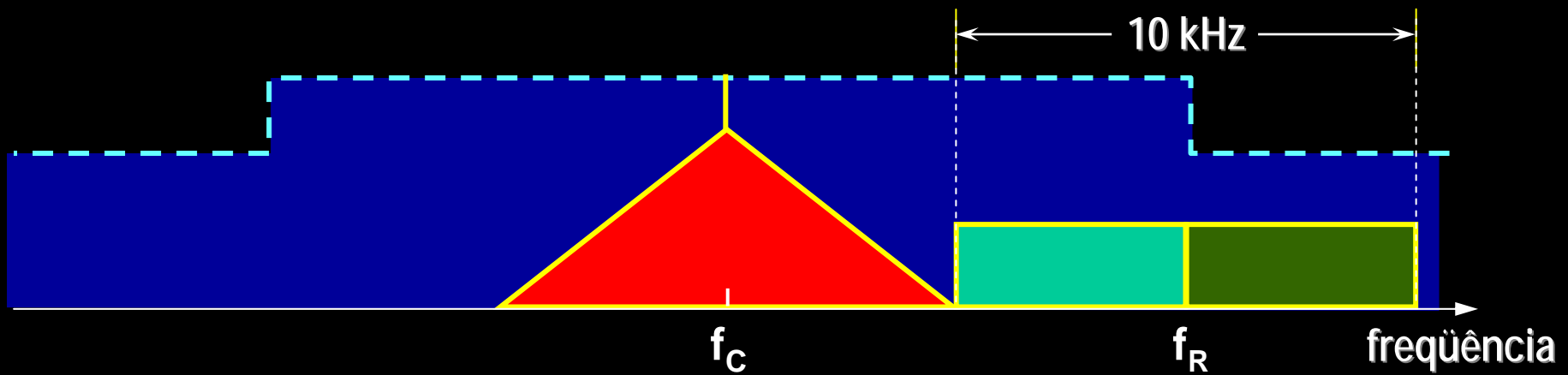
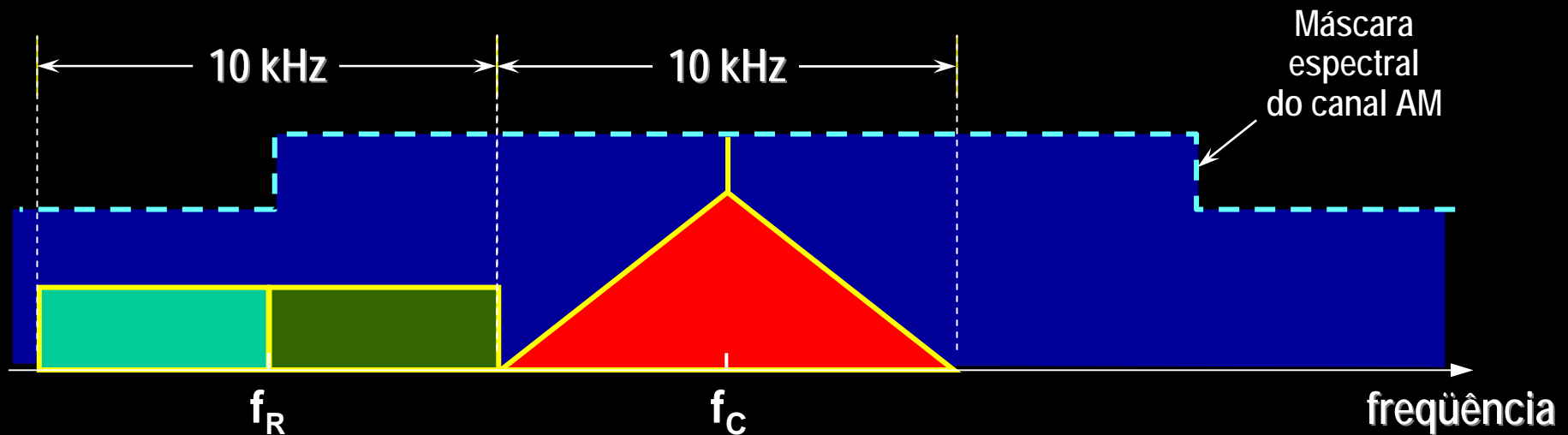
Flexibilidade



Modo de robustez OFDM	Modulação usada com o MSC	Nível de robustez	Largura de banda nominal (kHz)		
			5	10	20
			Taxa de bits útil aprox. (kbps)		
A	64-QAM	min	16,7	34,8	72,0
		max	10,6	22,1	45,8
	16-QAM	min	8,9	18,5	38,2
		max	7,1	14,8	30,6
B	64-QAM	min	13,0	27,5	56,1
		max	8,3	17,5	35,8
	16-QAM	min	6,9	14,6	29,8
		max	5,5	11,7	23,8
C	64-QAM	min		21,6	45,5
		max		13,8	29,0
	16-QAM	min		11,5	24,1
		max		9,2	19,3
D	64-QAM	min		14,4	30,6
		max		9,2	19,5
	16-QAM	min		7,6	16,3
		max		6,1	13,0

Largura de banda do sinal DRM

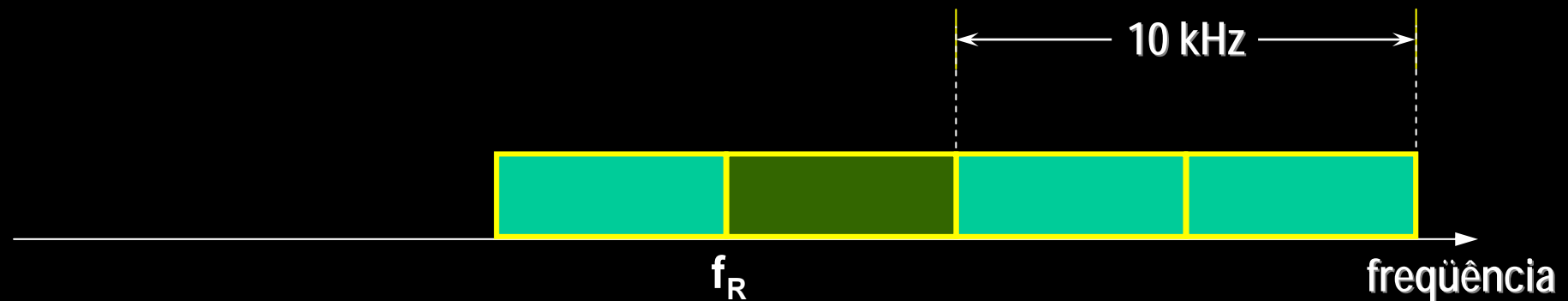
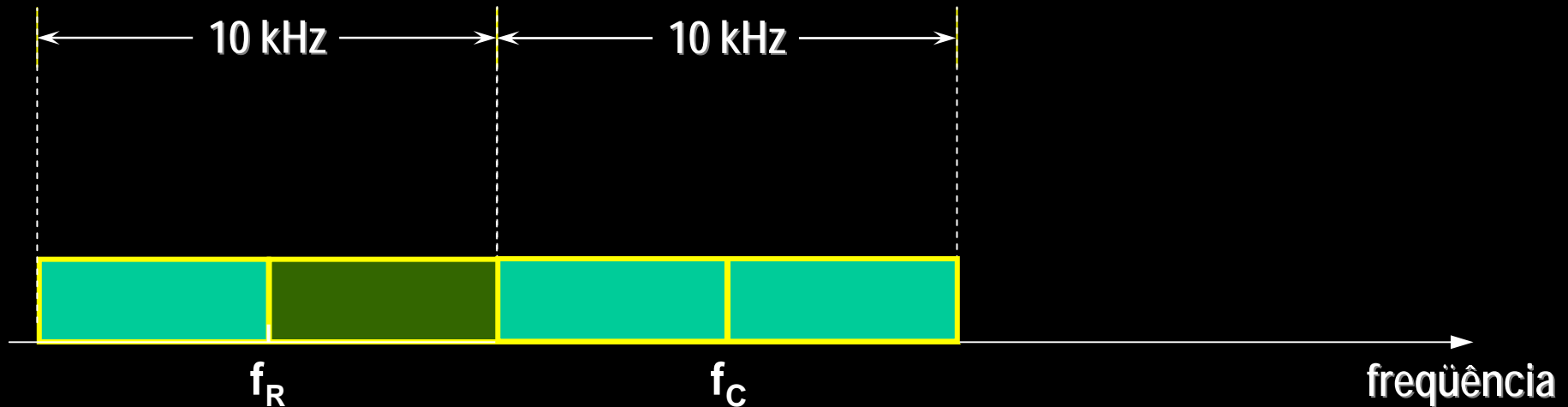
Transmissão híbrida (*simulcast*)



 Sinal AM DSB  Sinal digital  Sinal digital

Largura de banda do sinal DRM

Desativação da transmissão analógica



Sinal AM DSB



Sinal digital

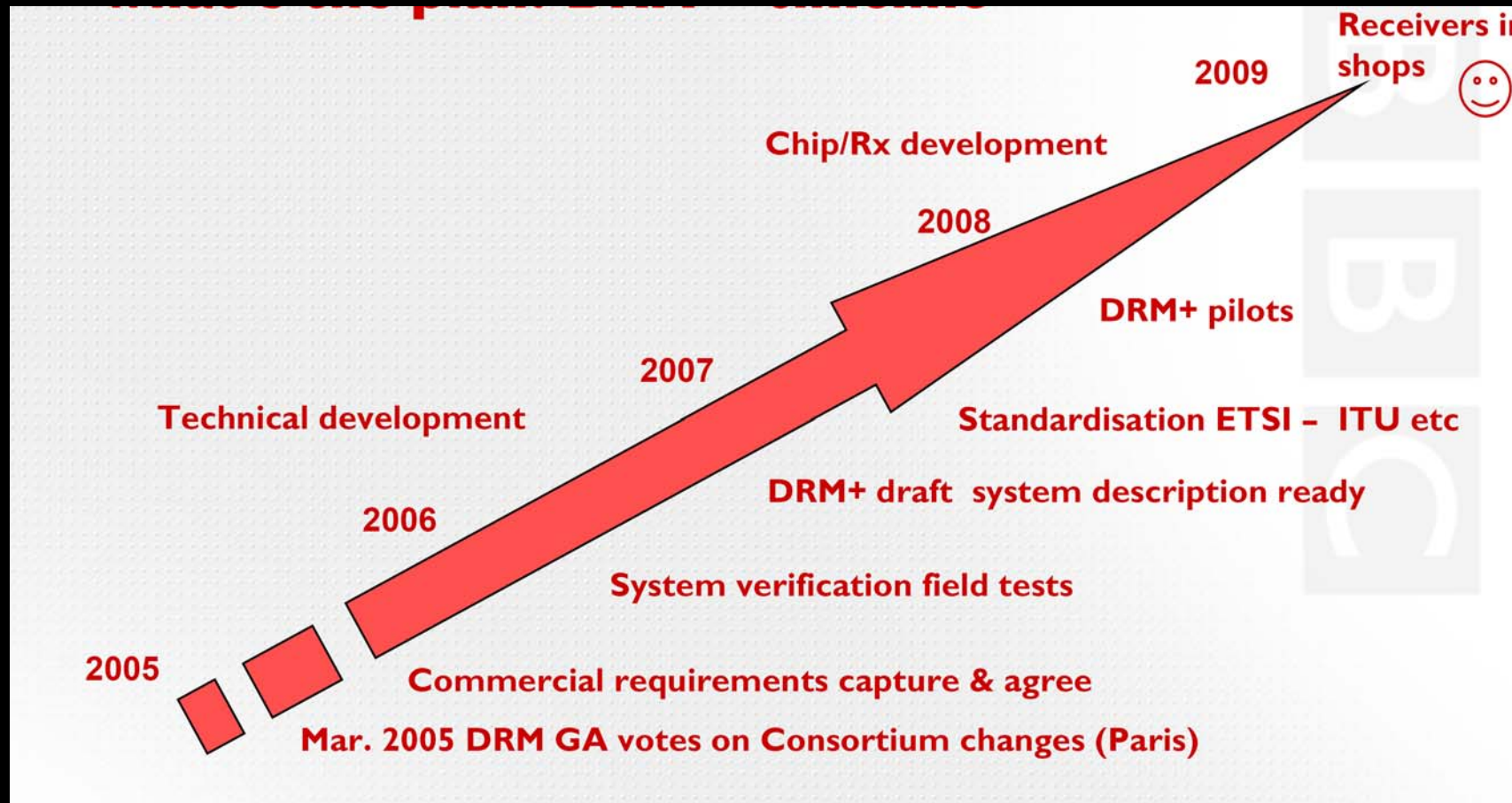


Sinal digital

Sistema DRM+



- ⇒ Versão do sistema DRM para frequências entre 30 e 120 MHz
- ⇒ Largura do canal: 100 kHz (valor máximo provável)



Receptores DRM



HIMALAYA DRM-2009 Receiver €249,00 (R\$ 647,00)



Morphy Richards DRM Radio
€199,00 (R\$ 517,00)



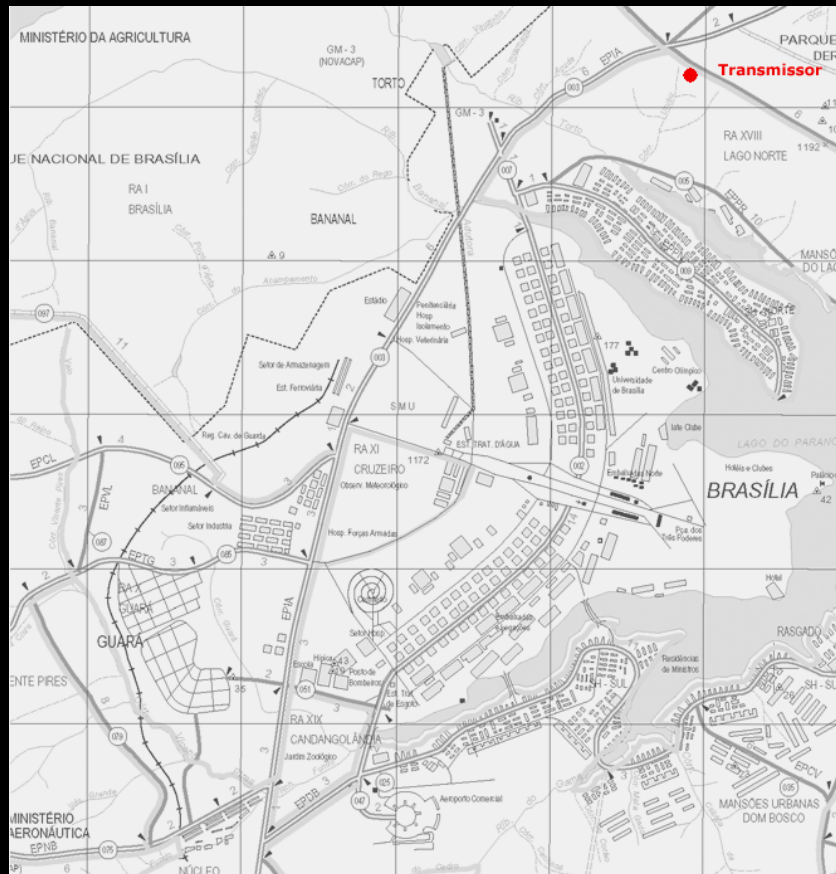
Digital World Traveller DRM Receiver

€199,00 (R\$ 517,00)



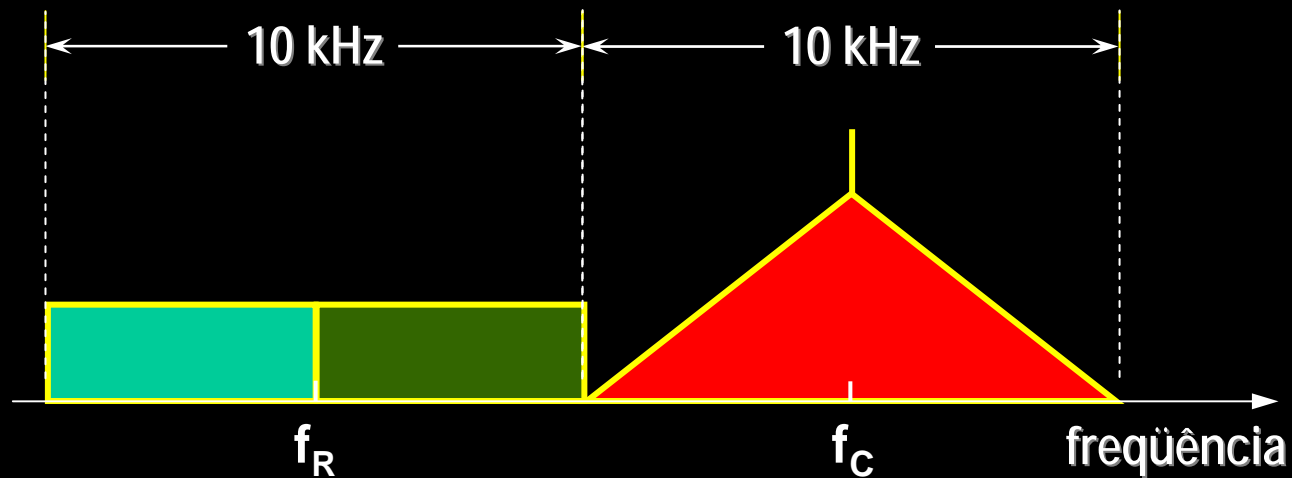
Testes com o sistema DRM em Brasília

- Radiodifusão em 26 MHz com cobertura local
 - Medições realizadas em maio e junho de 2006



Testes com o sistema DRM em Brasília

- Em onda média (OM) com transmissão *simulcasting*



- Estação transmissora: Rádio Nacional AM, 980 kHz
- Início dos testes: julho de 2007

Muito obrigado!



Lúcio Martins da Silva
Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia Elétrica

lucio@ene.unb.br