

# Contribuição à seleção estruturada de antenas para transmissão de TV Digital

## Introdução

Durante um longo período de tempo e muito anterior ao início das primeiras transmissões comerciais de TV Digital no Brasil em 02 de Dezembro de 2007 em São Paulo-SP e como pré requisito técnico fundamental para a viabilização deste marco da radiodifusão brasileira, profissionais de radiodifusão, depts técnicos das emissoras e empresas fornecedoras do setor já discutiam e detalhavam as necessidades e configurações da nova planta digital de transmissão de TV, ressuscitando a temática das antenas de transmissão e estimulando discussões tais como a melhor configuração de torre, tipo de antena para TV Digital, especificação do ganho e dos diagramas de radiação da antena, configuração do sistema quanto à ERP necessária dentre outros; com a certeza de que tudo isto era e continua sendo muito importante mas sem a necessária convicção de qual resultado o sistema de transmissão efetivamente seria capaz de entregar uma vez instalado e colocado em operação.

Passado agora um ano e com várias operações de TV Digital em diferentes capitais já em funcionamento, com distintas configurações, testes de avaliação da cobertura digital em curso e a inegável contribuição técnica do fórum SBTVD, SET e outros que vem discutindo o sistema, ainda é presente e muito pouco endereçado a problemática ou “solucionática” (como diria Odorico Paraguassú – para quem é desta época e assistiu a novela “O Bem Amado”) que o tema antenas desperta neste contexto.

O objetivo deste artigo é apresentar uma coletânea de considerações técnicas com base na experiência do autor que devem ser apontadas para a seleção estruturada de antenas de transmissão para aplicação em TV Digital.

## A seqüência lógica



Um sistema de transmissão de TV Digital, quer esteja sendo concebido como agregado à atual planta de transmissão analógica da emissora ou esteja sendo investigado como uma facilidade completamente nova e desvinculada, não deve abdicar do que sempre me refiro como a “seqüência lógica” e que vai assegurar o melhor desempenho sob o ponto de vista de dimensionamento do sistema, que é

a seleção em primeiro passo do local de transmissão, em segundo passo da antena de transmissão e em terceiro e ultimo passo, mas não menos importante, da potência do transmissor. Não obedecer esta seqüência seguramente irá comprometer a melhor relação custo-benefício do projeto de implantação de um sistema de transmissão de TV Digital.

## O sinal de RF em TV Digital

O sistema de modulação digital ISDBT-b distribui os dados provenientes do codificador (ou “payload”) por milhares de portadoras discretas dentro da faixa de frequência do canal digital, diferentemente dos sistemas analógicos convencionais onde se tem as portadoras de vídeo, cor e áudio moduladas individualmente pelas informações respectivamente de vídeo, cor e áudio.

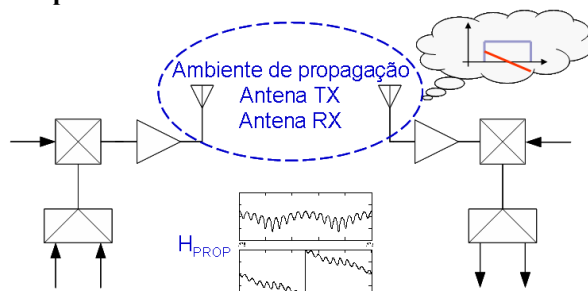
Para cada uma destas milhares de portadoras, o sinal de RF de TV digital agora assume valores discretos de amplitude e de fase em função do tempo e não mais valores contínuos em função do tempo como no caso dos padrões de modulação de TV Analógica conhecidos.

As conseqüências relevantes à luz da operação das antenas de transmissão dizem respeito à excitação das antenas agora com um espectro de potência uniforme com a frequência (e não mais um espectro com energia concentrada ao redor das portadoras de vídeo, cor e áudio como nos sistemas de TV Analógica) bem como picos de potência digital acentuadamente superiores àquelas encontradas em sistema analógicos de TV (ou seja, a relação  $P_{pico}/P_{média}$  para sinais digitais pode atingir até 8,9x para o sinal ISDBT-b)).

Admitir antenas de transmissão com resposta otimizada na região da portadora de vídeo em detrimento à uma resposta mais plana dentro do canal não é compatível com a natureza do sinal de RF de TV Digital, além do que materiais e técnicas construtivas bem como métodos de teste/fabricação mais elaborados são agora necessários para as antenas que vão operar com sinais digitais, principalmente para antenas que vão operar com múltiplos canais digitais combinados onde, enquanto a potência média se soma, a potência de pico resultante é proporcional com o quadrado da quantidade de canais N combinados na antena ou  $N^2$ .

$P_{PICO} / P_{MÉDIA}$		
<b>PAL-M</b>	<b>8 VSB</b>	<b>COFDM</b>
1,5x	5,6x	8,9x

## A resposta da cadeia de transmissão



O ambiente de propagação entre a antena de transmissão de TV Digital e a antena receptora presente no terminal fixo ou móvel é formado pelo espaço livre entre as duas e por todas as perturbações presentes como relevo, edificações, interferências, etc. A resposta em frequência da cadeia de transmissão, aqui assumido como sendo a cascata da resposta do transmissor, da linha de transmissão e da antena de transmissão, deve ser perseguida na especificação dos

## Contribuição à seleção estruturada de antenas para transmissão de TV Digital

componentes individuais como a mais linear possível isto é, apresentando resposta de amplitude constante e resposta de fase proporcional com a frequência dentro do canal de operação (ou N canais para o caso de sistema combinado). Qualquer desvio da antenna de transmissão desta regra de linearidade irá penalizar a resposta da cadeia de transmissão (regra e implicações válidas também para os demais componentes, cabo e transmissor) e subtrair capacidade de correção do equalizador presente no terminal receptor projetada justamente para combater os efeitos de multipercurso e ruído invariavelmente presentes em qualquer sistema de comunicação “wireless”. Selecionar uma antenna de transmissão para TV Digital ignorando este fato pode implicar em perda de algumas frações ou até alguns dB's da margem de correção do equalizador e impactar, na prática, a cobertura digital nas regiões limítrofes (ou aonde a relação C/N se aproxima do limiar de recepção).

### Os requisitos para a antenna de transmissão

Portanto linearidade é o conceito chave para as antenas de transmissão de TV Digital. Vamos entretanto expandir este conceito nos parâmetros que devem ser considerados para a seleção da antenna, que são a sua resposta em frequência no modo reflexão, caracterizado pelo parâmetro VSWR e a sua resposta em frequência no modo transmissão, caracterizados pelos diagramas de radiação dentro da faixa de operação.

Para perseguir estes requisitos, a antenna deve ser agora encarada como um dispositivo com propriedades de partida que satisfaçam este seu comportamento elétrico, determinados basicamente por sua geometria intrínseca ou pela geometria do arranjo caso se tratar de um agrupamento de antenas, além do ambiente onde a antenna, por questões de concepção mecânicas, exigir a sua instalação. À este conjunto de propriedades costumamos atribuir o termo “DNA” da antenna e “DNA do projeto”. O recado aqui é simples, não existe antenna como solução universal e automaticamente “ótima e mais indicada” para transmissão de TV Digital bem como a experiência do fornecedor pode fazer a diferença no desenho das soluções demandadas nos diversos cenários de implantação de uma estação de transmissão de TV Digital.

1. Geometria dos radiadores individuais
2. Geometria do arranjo
3. Conceito de distribuição de potência
4. Aspectos construtivos da antenna
5. Ambiente de operação da antenna (*torre*)



Concepção (“DNA” da antenna)  
Tecnologias para síntese (“DNA” do projeto)

### Cenários de implantação e classes de antenas

		canal digital pareado			
		VHF - L	VHF - H	UHF	
canal analógico	VHF - L			✓	Dual Band Monocanal Multicanal
	VHF - H			✓✓	
	UHF			✓✓✓	

O modelo de transição “simulcast” adotado no Brasil e o necessário pareamento dos canais analógicos existentes nos respectivos canais digitais somente tomou um formato ou tendência de associação mais visível no final de 2006, onde para

todas as operações de TV analógica atuais em VHF (canais 2 a 13) e UHF (canais 14 a 59) foi possível estabelecer uma regra de ocorrência com maior distribuição de canais UHF analógicos pareados por canais de UHF digitais (neste caso com extensão até o canal 69) seguida por uma ocorrência menor de pares digitais UHF para canais analógicos VHF.

As antenas de transmissão para TV Digital podem ser divididas em três classes quanto a sua capacidade de operação em função da faixa de frequência e adequação à estes possíveis cenários, quais sejam: Dual Band (antena que opera simultaneamente transmitindo canal de VHF e canal de UHF), Monocanal (antena que opera transmitindo um único canal de UHF) e Multicanal (antena que opera transmitindo mais de um canal de UHF).

### A escolha da antenna de transmissão para TV Digital

Embora sendo a pergunta que não quer calar, objetivamente respondendo sob o ponto de vista de uma abordagem de engenharia, o mais sensato com base no exposto é admitir três fatos:

1. que existe mais de uma única classe de antenna que pode se encaixar no projeto da estação
2. que não existe uma única classe de antenna que pode atender à todas as aplicações
3. que a estação digital não será mais eficiente do que a sua antenna de transmissão digital

Se aceite estas proposições, então o que se aconselha no processo de seleção da antenna de transmissão é haver uma abordagem estruturada, não relegando uma importância menor à antenna de transmissão e reconhecer que é necessário investir na seleção do sistema radiante o mesmo tempo, atenção e cuidado adotado nos demais componentes críticos da planta de transmissão digital.

Autor: Dante JS Conti – Diretor Executivo da Trans-Tel e membro da diretoria da SET.  
[eng@transtelconti.com.br](mailto:eng@transtelconti.com.br)