



## DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DA TV DIGITAL EM GOIÂNIA

Matheus Aires Sirqueira Neto<sup>1</sup>, João Batista Jose Pereira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolsista de Iniciação Científica/PIBIC/CNPq/IFG E PBIC/IFG. e-mail: matheus.neto@estudantes.ifg.edu.br

<sup>2</sup>Professor Doutor do IFG. e-mail: jb@ifg.edu.br

**Resumo:** A implantação da TV digital em Goiânia está passando por um processo delicado que é a transição de um sistema de transmissão analógico para um sistema de transmissão digital. O prazo de 10 anos para o desligamento do sistema de transmissão analógico está chegando ao fim e é de grande importância estudos relacionados às dificuldades que se encontram ao irradiar um sinal no espaço livre. É importante que se tenha conhecimento dos mecanismos que atuam no processo de degradação do sinal para que se tenha um sistema confiável, criando então a expectativa do desligamento do sistema analógico, caso contrário, cria-se um novo problema na implantação do novo sistema. Minimizando os efeitos na propagação (ruído, dispersão, atenuação, desvanecimento, etc.) o sinal recebido pelo telespectador será de qualidade, aumentando a confiabilidade do sistema irradiante, aí sim pode-se pensar na extinção do sistema analógico que está implantado visto que o sistema digital agrega outros serviços e reduz os custos de manutenção.

**Palavras-chave:** desafio, desvanecimento, HDTV, implantação, propagação

### 1. INTRODUÇÃO

Este projeto de pesquisa aborda uma tecnologia que além de estar em um processo de implantação existem variáveis negativas que atrapalham a transmissão.

Sabe-se que a transmissão digital do sinal de TV foi implantada em 2007 a fim de integrar esse novo sistema às demais capitais do Brasil garantindo ou abrindo portas para futuras perspectivas. Porém, como sendo um meio de transmissão que utiliza o espaço livre, está susceptível a diversos obstáculos que dificultam a qualidade do sinal.

Um dos desafios é minimizar tais efeitos (ruído, dispersão, atenuação, desvanecimento, etc.) para que viabilize a cobertura do sinal em pontos distantes. Isso só será possível através de estudos e desenvolvimento de tecnologias para dar suporte à troca de informação.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

A revisão bibliográfica é a base do projeto. Foi utilizado de outros recursos para o desenvolvimento fazendo uso de experiências com o equipamento de simulação de transmissão e recepção para vários tipos de antenas. Estas simulações foram efetuadas em ambientes *indoor*, situação próxima à realidade de recepção de sinais de TV, ou seja, em locais onde o sinal sofre alguns efeitos em sua propagação tais como dispersão, interferência, reflexão, etc.

Além da revisão bibliográfica e das simulações foi realizada uma pesquisa com emissoras de televisão que fornecem serviços de transmissão digital de TV em Goiânia. Esta pesquisa foi efetuada através de questionamento escrito enviado diretamente para o setor de engenharia e expansão destas emissoras.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Implantação da transmissão digital no Brasil impulsionou as atividades na área de radiodifusão. Com a implantação de novas tecnologias e novos padrões na codificação de vídeo, áudio, *middleware* (utilizado para transportar dados de diferentes protocolos de comunicação) e também na transmissão dos sinais de RF (Radio Frequência).

Logo de início, a primeira dificuldade encontrada foi a definição do SBTVD-T (Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre), onde pelo decreto n° 5820, de junho de 2006, foi instituído

o sistema Japonês de serviços digital o ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial - Serviços integrados de radiodifusão digital terrestre*) como o padrão de transmissão [1].

Esse sistema escolhido é considerado o mais avançado e capaz de englobar diversas mudanças ou serviços. Tais como recepção móvel, serviços de TV para celular, *notebooks*, etc. Para fazer a compressão de vídeo é utilizado nesse sistema o formato MPEG-2. Esse formato é adotado como padrão para qualquer digitalização em diversos formatos de transmissão.

O sinal do ISDB-T é subdividido em três partes com mesma frequência, nomeadas na Figura 1, como canal analógico adjacente inferior (6MHz), canal analógico adjacente superior (6MHz) e por fim o canal do centro (6MHz). Os canais adjacentes transportam as portadoras de áudio e vídeo em sistema analógico, ou seja, modulação de vídeo em AM-VSB (*Amplitude Modulation with Vestigial Side Band - Modulação em Amplitude com Vestígio da Banda Lateral*) e para áudio em FM (*Frequency Modulation - Modulação em Frequência*). No canal do centro temos em seu centro a largura de banda de 5,6MHz para transmissão do sinal ISDB-T, onde se utiliza modulação OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing - Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal*), e mais duas bandas de frequência de 3/14MHz acima e abaixo deste que serve para garantir o tempo de guarda superior e inferior. Podemos então concluir que o tempo de guarda do canal diminui a perda de informação causada por interferências intersimbólicas.

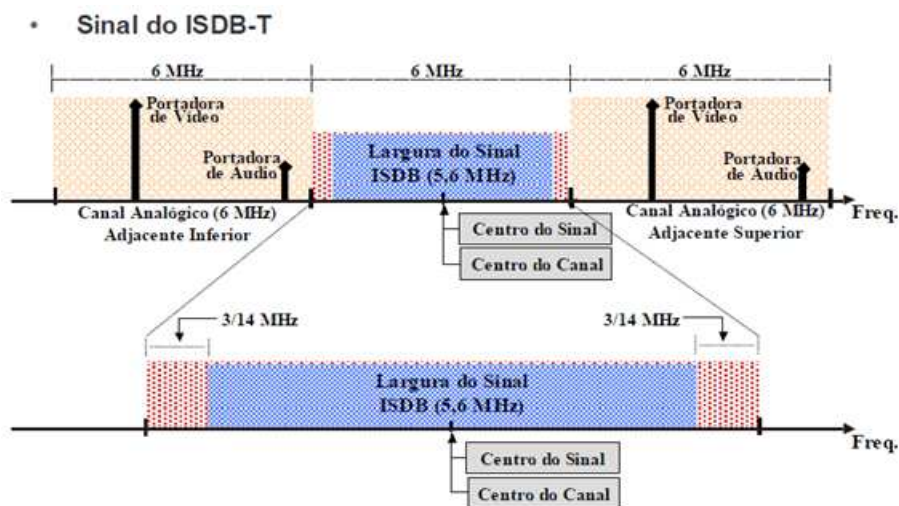


Figura 1 – Demonstra o sinal do ISDB-T. Disponibilizado pela ANATEL [1].

Após a escolha do sistema japonês de serviços digital o ISDB-T foi estabelecido um prazo de até junho de 2016 para a extinção do sistema de transmissão analógica passando a ser usado apenas o sistema de transmissão digital como mostra a Figura 2. Atualmente estamos na fase de '*simulcast*', onde temos a programação transmitida em analógica e simultaneamente a programação transmitida em digital, porém em canais distintos, como por exemplo, a transmissão da emissora Record que transmite sinal analógico pelo canal 4 e digital pelo canal 18 (6,2 kW) para a cidade de Goiânia e região metropolitana.

Em um sistema de transmissão em ondas eletromagnéticas, o sinal que chega ao receptor é constituído por várias componentes do sinal irradiado. Essas componentes do sinal recebido pela antena receptora são resultados de reflexões em terrenos irregulares e prédios espelhados, variações na constante dielétrica do meio, condutividade do solo, obstruções existentes no ambiente (árvores, prédios, morros e outras), múltiplas trajetórias e outros fatores [2].

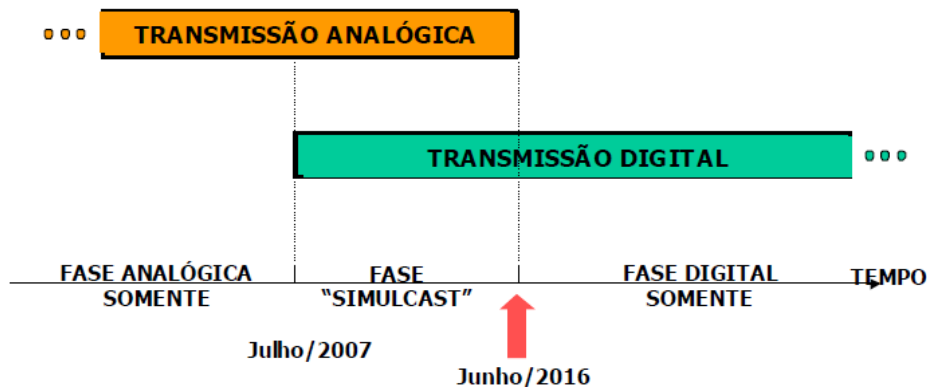


Figura 2 – Processo de transição entre as transmissões analógica e a digital [1].

Portanto a estimativa da atenuação por propagação é complexa devido à grande quantidade de variáveis envolvidas, como as condições ambientais, as condições do terreno ao longo do percurso da propagação e os obstáculos da aglomeração urbana no contorno do receptor.

Para esta estimativa foram desenvolvidos vários modelos de propagação, sendo alguns determinísticos e outros estatísticos. O modelo empírico que serve atualmente de padrão foi proposto por *Okumura* em 1968, baseado em medidas nas bandas de 150 MHz e 2.000 MHz. *Okumura* apresenta os resultados em forma de curvas, posteriormente, *Hata* em 1980 estabeleceu expressões que aproximam algumas dessas curvas.

O Modelo *Hata* é válido somente dentro dos seguintes parâmetros:

$$150 \leq f \leq 1.500 \text{ MHz}$$

$$30 \text{ m} \leq h_b \leq 200 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} \leq h_m \leq 10 \text{ m}$$

$$1 \text{ km} \leq d \leq 20 \text{ km}$$

Para o uso do modelo proposto em ambientes urbanos deve-se utilizar a seguinte Equação:

$$PL_{ur} = 69,55 + 26,16 \log_{10}(f) - 13,83 \log_{10}(h_t) + [44,9 - 6,55 \log(h_t)] \log_{10}(d) - a(h_r) \quad (1)$$

Onde:

$h_r$  é a altura da antena do receptor;

$f$  é a frequência em MHz;

$h_t$  é a altura da antena na transmissor;

$d$  é a distância em relação do transmissor ao receptor;

E,  $a(h_r)$  é dado pela Equação 2.

$$a(h_r) = (1,11 \log(f) - 0,7) h_r - (1,56 \log(f) - 0,8) \quad (2)$$

Para ambientes suburbano deve-se decrementar o valor calculado no ambiente urbano, através da Equação 3:

$$PL_{su} = PL_{ur} - 2 \left[ \log \left( \frac{f}{28} \right) \right]^2 - 5,4 \quad (3)$$

Do mesmo modo tem-se a Equação 4 para ambientes rurais.

$$PL_{ru} = PL_{ur} - 4,78 [\log(f)]^2 - 18,33 \log(f) - 40,98 \quad (4)$$

Este modelo foi modificado pela Européia COST para se adaptar a novas faixas de frequência, sendo muitas vezes referido como o Modelo COST-231 *Hata*.

Os modelos de *Hata* para área urbana em cidades grandes e em cidades pequenas e médias e o método da ITU-R P1546 obtém estimativas pessimistas na distância de cobertura entre 24 km e 43 km.

O Anexo II da Resolução da Anatel nº 398 define a recomendação ITU-R P.1546 para a estimativa da atenuação por propagação. Já a norma ABNT NBR 15604 define a sensibilidade de recepção com nível mínimo de -77,0 dBm.

Modelo geral para define a Equação (5) para determinar o nível de sinal de recepção em espaço livre.

$$P_{rx} = P_{tx} - P_{ctx} + G_{tx} - PL + G_{rx} - P_{crx} \quad (5)$$

Sendo a perda em espaço livre dada pela Equação 6.

$$PL(dB) = 32,44 + 20\log(f) + 20\log(d) \quad (6)$$

Onde:

$P_{rx}$  é a potência de recepção em dBm;

$P_{tx}$  é a potência de transmissão em dBm;

$G_{tx}$  é o ganho da antena transmissora em dBi;

$G_{rx}$  é o ganho da antena receptora em dBi;

$P_{ctx}$  é a perda do cabo entre o transmissor e a antena em dB;

$P_{crx}$  é a perda do cabo entre a antena e o receptor em dB;

$PL$  é a perda no espaço livre em dB.

Em Goiânia as antenas transmissoras ficam localizadas no morro do Mendanha e a região metropolitana de Goiânia possui perfil topográfico como o mostrado na Figura 3, ou seja, é uma região de planalto com poucas obstruções naturais.

Seja o exemplo de uma emissora de TV digital operando em Goiânia com potência de transmissão igual 4,1 kW (66,13 dBm), canal 41 (635,142857 MHz), cabo coaxial RG-11 com perda de 0,1 dB/m, antena de transmissão instalada a 90 m de altura e ganho igual 19 dBi. Um enlace de 25,7 km entre o transmissor e o receptor. Um receptor com antena instalada a 5 m de altura, ganho igual a 13 dBi e cabo coaxial RG-59 com perda de 0,2 dB/m.



Figura 3 – Perfil topográfico típico da região metropolitana de Goiânia.

Dado o exemplo, podemos estimar o nível de potencia do sinal recebido pelo modelo *Hata* igual, ou seja:

Pela Equação 2:

$$a(h_m) = (1,11\log(635,14857) - 0,7)5 - (1,56\log(635,14857) - 0,8)$$

$$a(h_m) = 8,35$$

Pela Equação 1:

$$PL_{ur} = 69,55 + 26,16\log(f) - 13,83\log(h_t) + [44,9 - 6,55\log(h_t)]\log(d) - a(h_t)$$

$$PL_{ur} = 152,8dB$$

Pela Equação 5:

$$P_{rx} = P_{tx} - P_{ctx} + G_{tx} - PL + G_{rx} - P_{crx}$$

$$P_{rx} = -64,67dBm$$

Sendo o limiar de recepção igual a -77,0 dBm, este enlace possui alta probabilidade de uma recepção boa do sinal de TV digital desta emissora.

E, pela propagação em espaço livre:





Pela Equação 6:

$$PL(dB) = 32,44 + 20\log_{10}(f) + 20\log_{10}(d)$$

$$PL(dB) = 116,64dB$$

Pela Equação 5:

$$P_{rx} = P_{tx} - P_{ctx} + G_{tx} - PL + G_{rx} - P_{ctx}$$

$$P_{rx} = -28,51dBm$$

Sendo o limiar de recepção igual a -77,0 dBm, este enlace possui alta probabilidade de uma recepção ótima do sinal de TV digital desta emissora.

Testes de campo podem ser realizados com várias estações emissoras transmitindo em várias bandas numa grande variedade de ambientes de propagação, tentando explorar os fatores fundamentais que influenciam a propagação desde a morfologia do terreno à existência de edifícios, orientação de ruas, existência de superfícies abertas, superfícies aquáticas, etc.

Um dos principais problemas na recepção do sinal no receptor é causado pelo desvanecimento do sinal, que é o fenômeno que descreve as flutuações de amplitudes do sinal irradiado, podendo assumir um desvanecimento de longa ou curta duração. Esse fenômeno ocorre em consequência do sinal chegar ao receptor constituído por várias componentes e também por mudança na posição relativa ao transmissor, como é o caso da recepção da TV digital em um sistema de comunicação móvel, como por exemplo, o celular [1, 3].

O Ruído Branco é outro problema na recepção do sinal, pois ele está presente em todo o espectro de frequência e não tem como evitá-lo. Esse ruído é somado ao sinal transmitido independente da frequência do sinal.

Na TV digital, o sinal transmitido está na forma digital, com isto há queda na relação sinal/ruído do canal, provocada pelo ruído branco causando um aumento de erro de bits. O padrão de transmissão escolhido no Brasil o ISDB-T possui códigos de correção que são capazes de corrigir estes possíveis erros, até certo limiar. Portanto se a taxa de erro de bit estiver acima deste limiar de correção, o decodificador (receptor) passa a introduzir erros ao invés de corrigi-los, de modo que a recepção torna-se inviável e não há reprodução na imagem. Caso o sistema não seja dimensionado corretamente, o sinal recebido estará comprometido, pois, a imagem recebida é de alta qualidade ou não se tem a imagem. Causando problemas na cobertura do sinal em áreas de sombra ou áreas distantes do transmissor.

## 6. CONCLUSÕES

Este estudo proporcionou maior compreensão sobre o novo processo de transmissão de TV e os prováveis problemas na recepção do sinal digital. Pode-se verificar que a região de Goiânia não oferece grandes obstáculos a implantação da TV digital sob o ponto de vista da topografia natural. Quanto aos obstáculos não naturais, medidas intensivas de campo seriam necessárias para definir a qualidade do sinal recebido nas diversas localidades dentro da região metropolitana de Goiânia.

## REFERÊNCIAS

- [1] LIMA, F.F. **Estudo da Propagação de Sinal em Ondas Médias: Contribuição para a Implantação da Radiodifusão Digital no Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, DF. Publicação 2008.
- [2] MENDONÇA, L.A. **Análise da Propagação da Onda Eletromagnética em Canais com Desvanecimento**. Instituto Nacional de Telecomunicações. Santa Rita do Sapucaí, 2002.
- [3] SILVA, D. D. **A Utilização das Redes Neurais Artificiais na Estimação da Cobertura do Sinal de Televisão Digital**. Universidade Federal de Goiás .Goiânia, 2009.