

UMA ANÁLISE DA INFLUENCIA DAS ESTAÇÕES DE TV DIGITAL NOS NÍVEIS DE RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE DURANTE E APÓS A FASE DE TRANSIÇÃO

Valderez de Almeida Donzelli¹, Fujio Yamada²

Abstract — Digital TV in Brazil had its beginnings in 2007 in São Paulo. For the last years 2008 and 2009 another cities had their systems in the air, and it is expected that by the year 2016 all broadcasters have migrated from analogue to digital, totaling more than 8000 stations.

This paper presents a theoretical analysis of radiation levels and consequent values of exposure to electric fields, magnetic and electromagnetic human exposure to occupational and general population, resulting from simultaneous operation of transmission systems and digital and analog situation after the estimated transition, according to the limits established by resolution 303 of Anatel, as well as the recommendations of the ITU

Index Terms — Radiação Não Ionizante, Televisão, TV Digital

I-INTRODUÇÃO

A poluição eletromagnética aumenta progressivamente a cada ano em decorrência do crescente número de produtos e serviços voltados a eletroeletrônica, telecomunicações e informática. As inúmeras estações dos serviços de telecomunicações e de radiodifusão, como telefonia móvel, comunicação multimídia, serviço limitado, rádio e televisão, são temas em constante debate, quer seja pelo governo impondo leis que por vezes sobrepujam os limites técnicos, pelos pesquisadores em busca de uma solução de equilíbrio ou pelos usuários em busca de conforto.

Este artigo apresenta uma análise do impacto ocasionado pela implantação da TV Digital durante e após a fase de transição do sistema de televisão analógica para o digital, considerando que por alguns anos os dois sistemas (analógico e digital) terão operação simultânea.

Além da vizinhança das estações, profissionais que trabalham na operação e manutenção dos sistemas de transmissão das emissoras ficam muitas vezes bem próximos as torres e inclusive as antenas de transmissão, estando sujeitos a intensa exposição eletromagnética.

O período de transição estabelecido pelo governo brasileiro termina em 2016 [1] e com o desligamento das estações analógicas o resultado da exposição a campos eletromagnéticos terá uma considerável melhora.

II- ANÁLISE DOS CANAIS DA CIDADE DE SÃO PAULO

Este artigo analisa a influência das estações que operam seus canais digitais de forma pareada com os seus canais analógicos na cidade de São Paulo. Os dados utilizados são os constantes nos planos básicos de televisão que são coordenados e gerenciados pelo governo federal através da ANATEL. Nos planos básicos estão estabelecidas as características técnicas que definem a máxima potência irradiada para cada canal e por localidade.

Para a análise da influência das estações de TV digital nos níveis de radiação não ionizante durante e após a fase de transição, os cálculos foram realizados utilizando a máxima potência prevista, tanto para os canais analógicos como para os digitais, pois esta resulta na condição de maior impacto uma vez que trabalha com a máxima potência permitida.

Conforme os critérios estabelecidos na Resolução nº 398 da ANATEL [2], o planejamento estabelece a potência máxima irradiada (Erp max), para cada canal, referenciada para a altura efetiva de 150 m em relação ao nível médio do terreno onde a estação esta instalada. Para normalizar os cálculos e considerar as condições de topografia da cidade é necessário realizar a conversão deste valor para a altura efetiva real. Para tanto a altura considerada como centro de radiação da antena de transmissão, para todos os canais, foi 140 m em relação a cota de instalação que corresponde ao lugar geométrico definido pelas coordenadas geográficas. Esta altura foi definida em função das alturas médias de instalação na localidade estudada.

A conversão foi executada para cada canal, utilizando a média do nível médio obtido através de relevo digitalizado, os critérios técnicos e as tabelas XII, XIII e XIV constantes da mencionada Resolução 398, que adota a Recomendação UIT-R 1546-1. [3]. O resultado da conversão esta apresentado na Tabela I para cada canal.

Com este valor da potência máxima irradiada corrigida para a altura efetiva real - ERP MAX (kW) corrigida para a HNMT Médio (m) – é possível elaborar as predições de densidade de potência, calcular as distâncias mínimas para a

¹ Valderez de Almeida Donzelli, Mestranda em engenharia elétrica, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Rua da Consolação 896 - Prédio 4 – Laboratório de TV Digital – CEP 01302-907 São Paulo SP, Brasil, valdonzelli@terra.com.br

² Fujio Yamada, Professor Titular e Pesquisador, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Rua da Consolação 869 – Prédio 4 - Laboratório de TV Digital – CEP 01302-907 São Paulo SP, Brasil, fyamada@mackenzie.com

população e ocupacional, a intensidade do campo elétrico, a intensidade do campo magnético previstos na Resolução nº 303 da ANATEL [4], que dispõe sobre os procedimentos de análise e estabelece os limites para a exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz.

TABELA 1
CONVERSÃO DA ERP MAX EM FUNÇÃO DA ALTURA EFETIVA REAL

TIPO	EMISSORA S PAREADAS	Cana 1	ERP MAX (kW) para HNMT (150m)	HNMT Médio (m)	ERP MAX (kW) corrigida para a HNMT Médio (m)
TV	J	9	316	196	190
TVD	J	29	100	196	57
TV	K	4	100	199	61
TVD	K	28	100	199	56
TV	A	32	1500	205	318
TVD	A	31	80	205	35
TV	D	2	100	193	56
TVD	D	24	100	193	50
TV	F	13	316	205	154
TVD	F	23	100	205	45
TV	H	21	1600	205	750
TVD	H	22	80	205	36
RTV	I	34	800	211	338
TVD	I	39	80	211	33
TV	G	7	316	203	150
TVD	G	20	100	203	44
TV	C	11	316	204	147
TVD	C	17	80	204	34
TV	E	5	100	212	43
TVD	E	18	100	212	36
TV	B	16	1000	190	547
TVD	B	15	100	190	52

Fonte Anatel

III- PROCEDIMENTOS PARA VERIFICAÇÃO DE ATENDIMENTO AOS LIMITES CEMRF

Diversos países e órgãos regulatórios estudam constantemente os critérios que estabelecem os limites máximos permissíveis para as estações de telecomunicações que utilizam canais de radiofrequência (RF). Neste estudo foram empregados os conceitos e valores definidos através do Regulamento 303 da Anatel e das Recomendação ITU-T – K 70 [5].

São dois tipos de exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos na faixa de radiofrequências (CEMRF) pertinentes ao caso em estudo, cujos limites estão apresentados na Tabela 2:

- **Exposição ocupacional** : que analisa os limites para as condições de pessoas expostas a CEMRF em função de seu ambiente de trabalho;
- **Exposição pela população em geral**: que analisa os limites para condições da população em geral.

TABELA 2
LIMITES PARA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A CEMRF

Exposição da População em Geral			
Faixa de Radiofrequências que compreende o serviço de radiodifusão	E (v/m)	H (A/m)	Seq (W/m ²)
10 MHz a 400 MHz	28	0,073	2
400 MHz a 2000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	f /200
Exposição Ocupacional			
Faixa de Radiofrequências que compreende o serviço de radiodifusão	E (v/m)	H (A/m)	Seq (W/m ²)
10 MHz a 400 MHz	61	0,16	10
400 MHz a 2000 MHz	3 f ^{1/2}	0,008 f ^{1/2}	f /40
E (V/m) :Intensidade de Campo			
H (A/m): Intensidade de Campo,			
Seq (W/m ²):Densidade de potência da onda plana equivalente			

IV- CALCULO DA DENSIDADE DE POTÊNCIA DOS SISTEMAS DE TRANSMISSÃO ANALÓGICOS E DIGITAIS

Para avaliar a metodologia de calculo, em primeiro lugar foram analisadas a disposição e separação entre as torres das estações analógicas e digitais pareadas conforme indicado na Tabela 1 A Figura 1 apresenta o mapa com a localização das estações e a Tabela 3 mostra a distancia entre as mesmas.

TABELA 3
DISTÂNCIAS ENTRE AS ESTAÇÕES PAREADAS

ESTAÇÃO	J	K	A	D	F	H	I	G	C	E	B
J	0	210	217	726	2243	2243	2701	3226	4024	4305	5457
K	210	0	42	537	2037	2037	2498	3022	3818	4097	5252
A	217	42	0	514	2042	2042	2505	3029	3822	4100	5257
D	726	537	514	0	1673	1673	2150	2664	3431	3692	4864
F	2243	2037	2042	1673	0	0	479	993	1781	2066	3215
H	2243	2037	2042	1673	0	0	479	993	1781	2066	3215
I	2701	2498	2505	2150	479	479	0	525	1336	1638	2761
G	3226	3022	3029	2664	993	993	525	0	819	1133	2236
C	4024	3818	3822	3431	1781	1781	1336	819	0	329	1435
E	4305	4097	4100	3692	2066	2066	1638	1133	329	0	1184
B	5457	5252	5257	4864	3215	3215	2761	2236	1435	1184	0

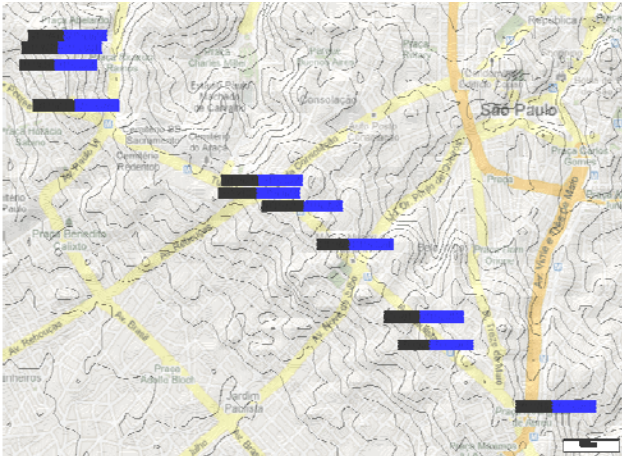


FIGURA. 1
LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRANSMISSÃO DOS CANAIS
APRESENTADAS NA TABELA 1

Com os dados da Tabela 3, observa-se que o valor das distâncias entre as estações é, para a maioria das situações, superior a 500 m. Esta condição, juntamente com a condição de disposição das estações na região em estudo, mostra que os cálculos devem ser elaborados individualmente para cada estação.

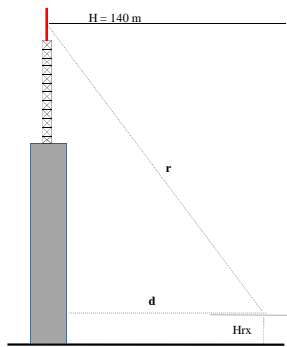


FIGURA2
DISTÂNCIA DO PONTO DE RECEPÇÃO EM FUNÇÃO DA ALTURA DA
RECEPÇÃO

Para o cálculo da densidade de potência foi utilizada a equação (2), considerando o valor de máxima potência ERP corrigido para o HNMT médio, conforme Tabela I. Este procedimento foi realizado para cada canal em pontos distribuídos na reta que define a distancia (d), com espaçamentos de 50 m entre eles e variando de 0 até 2000 m. Para analisar a influência referente aos diversos tipos de ambiente, como andando na rua ou dentro de prédios, os cálculos de predições foram executados para 3 situações distintas de altura de recepção. A Figura 2 ilustra esta situação e os resultados da simulação estão apresentados nas figuras 4 até 12.

$$S = (ERP \times 1,64) \times (2,56 / 4 \times \text{PI} \times r^2) \quad (2)$$

sendo

S é a densidade de potência (W/m²)
e.r.p. é a potência efetiva radiada (W);
r é a distância da antena (m)

IV- ANÁLISE DOS RESULTADOS

Embora os cálculos tenham sido realizados para cada estação os resultados obtidos através das simulações estão apresentados em gráficos, de forma agrupada por canais analógicos, canais analógicos e digitais (período de transição) e canais digitais, uma vez que o objetivo deste estudo é verificar a influencia das estações de TV digital nos níveis de radiação não ionizante durante e após a fase de transição.

Analisando o resultado apresentado nas figuras 4, 5 e 6 para a condição de altura de recepção em 1 m do solo, verifica-se que após a transição os níveis de radiação não ionizante tendem a decrescer. O mesmo ocorre para a condição de altura de recepção em 10 m conforme mostram as figuras 7 e 8.

Elevando a altura de recepção para 50 m e simulando a recepção em prédios, também se verifica que níveis de radiação não ionizante tendem a decrescer quando apenas as transmissões dos sistemas digitais estiverem no ar, conforme figuras 9 e 10. Entretanto a figura 10 já apresenta uma tendência de extrapolar os limites para a exposição ocupacional da região próxima a torre.

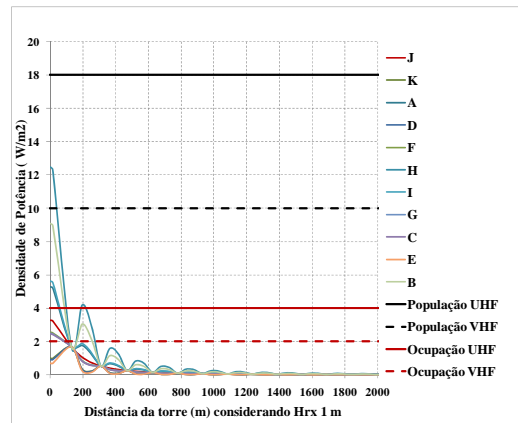


FIGURA. 4
DENSIDADE DE POTÊNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA PARA A TORRE
CANAIS ANALÓGICOS

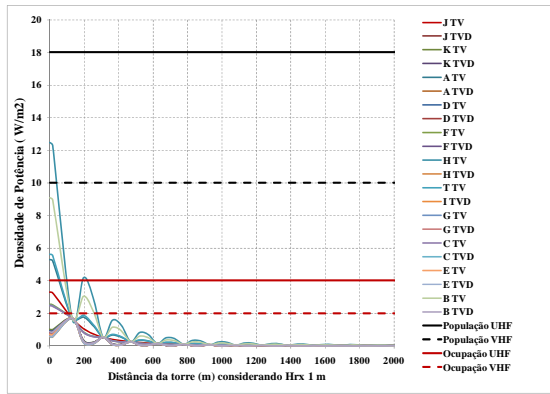


FIGURA. 5
DENSIDADE DE POTÊNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA PARA A TORRE
CANAIS ANALÓGICOS E DIGITAIS

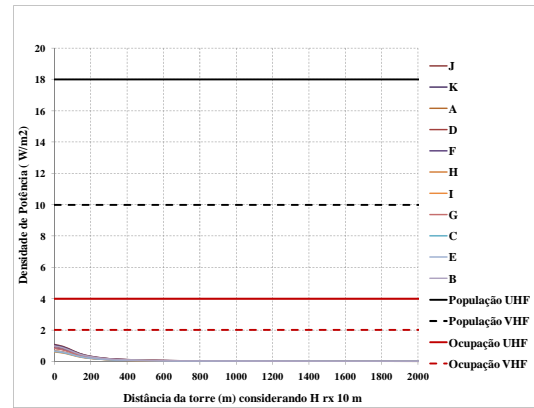


FIGURA. 8
DENSIDADE DE POTÊNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA PARA A TORRE
CANAIS DIGITAIS – APÓS A TRANSIÇÃO

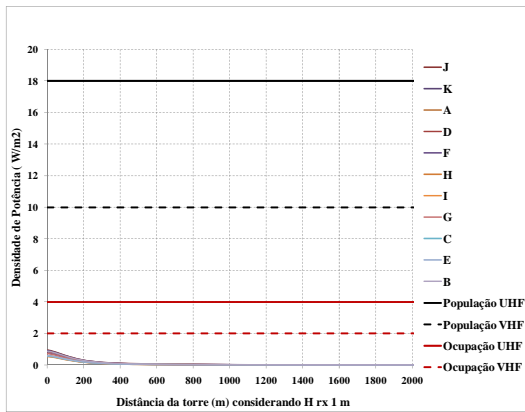


FIGURA. 6
DENSIDADE DE POTÊNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA PARA A TORRE
CANAIS DIGITAIS – APÓS A TRANSIÇÃO

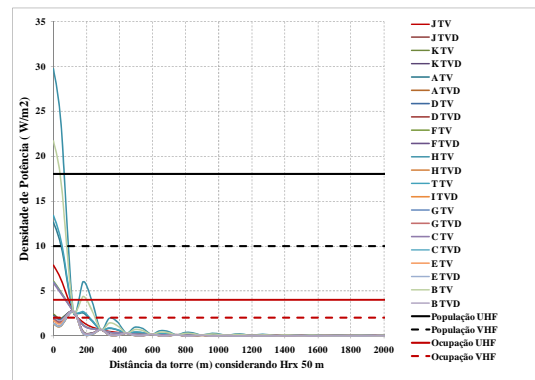


FIGURA. 9
DENSIDADE DE POTÊNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA PARA A TORRE
CANAIS ANALÓGICOS E DIGITAIS

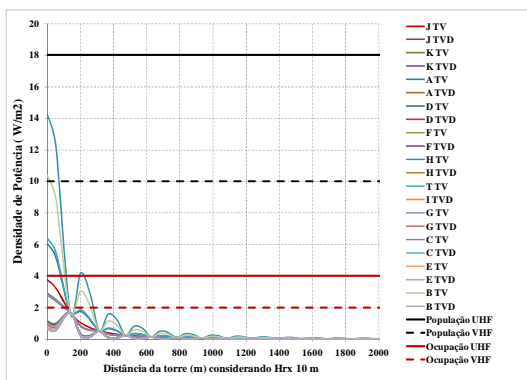


FIGURA. 7
DENSIDADE DE POTÊNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA PARA A TORRE
CANAIS ANALÓGICOS E DIGITAIS

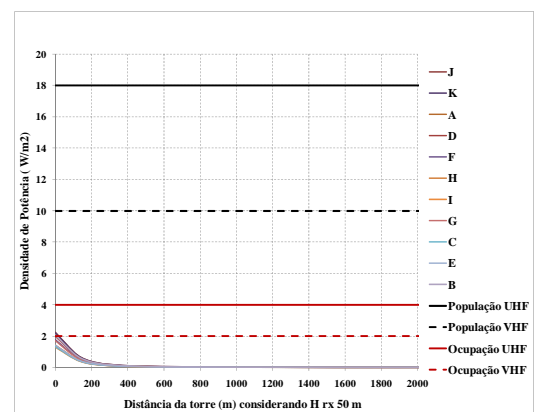


FIGURA. 10
DENSIDADE DE POTÊNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA PARA A TORRE
CANAIS DIGITAIS – APÓS A TRANSIÇÃO

A Figura 11 (a) é uma simulação apenas para os canais digitais na condição de altura de recepção de 100 m, onde verifica que na região próxima a torre os limites para exposição ocupacional podem ser extrapolados. Neste caso, para a correta avaliação deve-se elaborar um estudo detalhado, considerando as condições de instalação da estação e o percurso entra a antena de transmissão e o local a ser ocupado, para tomar os cuidados necessários de forma a não prejudicar a população que circulará pela região. É importante salientar, que mesmo assim o sistema digital atende aos critérios técnicos de forma mais adequada que o sistema atual, o analógico, que conforme mostra a Figura 11 (b) apresenta uma situação que requer um cuidado muito superior.

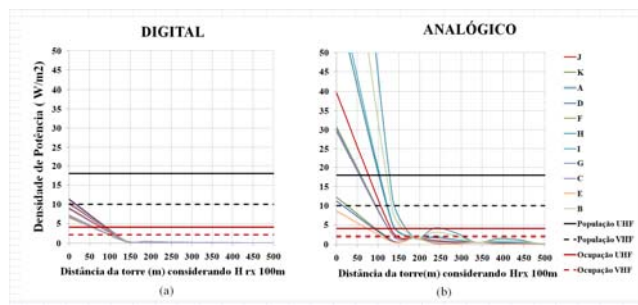


FIGURA. 11

DENSIDADE DE POTÊNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA PARA A TORRE
CANAIS DIGITAIS E ANALÓGICOS

Recentes pesquisas realizadas pela Dra. Yara Botti de Oliveira [7] na região da Avenida Paulista em São Paulo, sob o título Determinação de Efeito de Radiação no Neurônio do Ser Humano, constatou valores acima de 50.000 ao valor estipulado pela Organização Mundial da saúde no *Standard Field [for Safety level with respect human exposure of Radifrequency electromagnetic]* [6].

Este valor certamente irá diminuir, assim que as estações de TV analógicas forem desativadas, contudo se outras providências não forem tomadas, dificilmente chegará aos valores estipulados pela Organização Mundial da Saúde.

V- CONCLUSÃO

A tabela IV apresenta um resultado percentual da influencia das estações de TV digital nos níveis de radiação não ionizante durante e após a fase de transição, onde se observa que quanto mais alta a faixa de frequência do canal analógico melhor será este resultado, o que é coerente uma vez que as frequências dos canais em VHF Baixo são as que menor impacto causam. Embora esta simulação apresente o estudo de caso para as condições da cidade de São Paulo, o mesmo resultado é esperado em todas as outras localidades.

TABELA IV

Porcentagem de melhoria com o sistema digital em função da H rx					
FAIXA DE FREQUENCIA DO CANAL ANALOGICO	1	10	50	100	140
VHF BAIXO	4%	4%	5%	6%	8%
VHF BAIXO	5%	5%	5%	7%	10%
VHF BAIXO	7%	7%	8%	10%	16%
VHF ALTO	52%	52%	55%	62%	71%
VHF ALTO	52%	52%	55%	62%	71%
VHF ALTO	55%	55%	58%	64%	71%
VHF ALTO	56%	56%	59%	67%	77%
UHF	76%	76%	78%	83%	89%
UHF	77%	78%	80%	85%	90%
UHF	82%	82%	84%	87%	90%
UHF	89%	89%	90%	93%	95%

Com estes resultados conclui-se que o sistema de televisão utilizando a tecnologia digital de transmissão, além de trazer para a população um serviço de melhor qualidade, também irá colaborar diminuindo a poluição eletromagnética, uma vez serão menores os resultados das radiações não ionizantes, principalmente nas proximidades das estações de transmissão.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Decreto nº 5820, de 06 de junho de 2006. Dispõe sobre a implantação do SBTVD-T., Presidência da Republica. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.
- [2] BRASIL. Resolução nº 398, de 07 de abril de 2005. Altera o Regulamento Técnico para a Prestação do Serviço de Radiodifusão de Sons e Imagens- ANATEL. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.
- [3] ITU - Recomendação ITU-R 1546-1 -Método de previsões ponto-área para serviços terrestres na faixa de frequências de 30 a 3000 MHz
- [4] BRASIL. Resolução nº 303, de 02 de julho de 2002. Aprova o Regulamento sobre limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz -- ANATEL. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.
- [5] ITU – Recomendação ITU-T – K 70 - Mitigation techniques to limit human exposure to EMFs in the vicinity of radiocommunication stations.
- [6] Institute of Electrical and Electronics Engineers/American National Standard Institute/ IEEE/ANSI, Standard for Safety with Respect to Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Field, Ansi C95.3, 1992
- [7] Oliveira Y. B.M.,Determinação do Efeito da Radiação no Neurônio do Ser Humano, Tese de doutorado em Engenharia Elétrica, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 1998