

EMISSÕES DE RADIOFREQÜÊNCIA NO AMBIENTE URBANO

Antonio Alessio Filho¹
Claudia Condé Lamparelli²
Jesus Gonzalez Hernandez¹

RESUMO - Este trabalho apresenta os resultados de um estudo feito sobre as radiações não ionizantes RNI presentes na área urbana do município de São Paulo, na faixa VHF do espectro eletromagnético. Foram realizadas medições de campos de radiofrequência RF na av. Paulista, onde há uma concentração de pessoas e emissores de FM e TV, na faixa de 55 MHz a 220 MHz. Com base nas medições de intensidade de campo elétrico, foram calculadas as densidades de potência. Como resultado, foram obtidos valores variando de $1,0 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ para o nível do solo, até $336 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ na cobertura do Edifício Gazeta, onde se encontra instalada uma torre de transmissão com algumas antenas irradiantes.

ABSTRACT - This paper summarizes the results of eight series of radiofrequency field intensity measurements carried out by CETESB in the urban area of São Paulo city. The main objective in conducting these measurements was to obtain information about the field intensities which can be produced by VHF broadcast antennas and the associated level of public exposure to such radiations. The power densities derived from electric field intensity measurements were from $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ on ground level to $336 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ at a building roof under FM and TV transmission tower.

INTRODUÇÃO

Em anos recentes tem havido uma apreciável expansão do número de dispositivos ou equipamentos que utilizam ou emitem radiações não ionizantes (RNI) com aplicações na indústria, telecomunicações, medicina, pesquisa, engenharia e nas residências. Como consequência, preocupações sobre possíveis efeitos adversos sobre a saúde do usuário e da população em geral vêm ganhando importância, já que essas radiações não ionizantes abrangem as emissões de energia no espectro eletromagnético desde o ultra-violeta até as radiofrequências.

Este trabalho se limitou ao estudo das emissões de energia por radiofrequência na faixa do VHF. Isso porque, embora exista a possibilidade de exposição de um grande segmento da população a esse tipo de radiação (McRee, 1974), a sua maioria não está exposta a níveis preocupantes e apenas um setor relativamente pequeno do público em geral e certos grupos ocupacionais, efetivamente, recebem uma exposição significativa (Lerner, 1980). Como o interesse deste estudo está mais voltado para o problema de saúde ambiental, a preocupação foi dirigida para o primeiro grupo de risco, composto por indivíduos que moram ou trabalham na vizinhança imediata de estações transmissoras.

A emissão de radiofrequência no ambiente urbano é constituída predominantemente por irradiações de antenas de transmissão de rádio e televisão. Nos grandes centros urbanos é comum a concentração dessas antenas em pontos altos, o que se traduz muitas vezes pela instalação de torres no

topo de edifícios em áreas de grande densidade populacional, como é o caso da av. Paulista, na cidade de São Paulo.

A escolha das emissões por radiofrequência se baseia, portanto, no número de fontes presentes no meio urbano em função da população exposta, sujeita aos efeitos causados por esse tipo de radiação.

Os efeitos biológicos causados pela exposição a radiações eletromagnéticas são usualmente designados como térmicos e não-térmicos. Os efeitos térmicos são aqueles cujas alterações são induzidas pelo aquecimento gerado no organismo. Os efeitos não-térmicos são aqueles devidos à interação direta do campo eletromagnético e o sistema biológico.

Embora exista muita controvérsia nos experimentos realizados com o objetivo de esclarecer os efeitos biológicos produzidos pelas radiações eletromagnéticas não ionizantes, onde se incluem as radiofrequências, alguns fatos já estão bem estabelecidos. Primeiramente, alterações induzidas por esse tipo de radiação já foram comprovadas experimentalmente. Além disso, os efeitos básicos provocados por essa radiação atingem principalmente o sistema nervoso, os olhos e os testículos. Já foram relatados casos de desenvolvimento de cataratas e de redução da função testicular, podendo levar à esterilidade (Michaelson, 1982).

Assim neste estudo se realizaram medições de campos de radiofrequência (RF) em diversos pontos da av. Paulista, onde há uma concentração de pessoas e emissores de FM e TV na faixa de 55 MHz a 220 MHz. O propósito dessas medições foi o de se fazer um levantamento dos níveis de energia no ambiente, produzidos pelas antenas ali presentes. Procedeu-se também à interpretação desses dados, analisando-se os possíveis riscos aos quais está sujeito o público que frequenta o local, em função dos padrões internacionais de proteção à saúde vigentes na atualidade.

¹ Físicos da CETESB
² Bióloga da CETESB

MATERIAL E MÉTODOS

Na cidade de São Paulo, as sete emissoras de TV estão assim distribuídas; duas no Pico do Jaraguá, duas no Alto do Sumaré e três na av. Paulista. Já as emissoras de FM, que são inúmeras, estão concentradas nos topos de edifícios da av. Paulista. Segundo dados fornecidos pelo Dentel-Departamento Nacional de Telecomunicações, existem 11 emissoras instaladas nessa área. Com base nessa distribuição, a amostragem foi orientada para essa avenida, onde alguns pontos foram selecionados para a realização de medições:

- Ponto 1: av. Paulista, esquina com a rua da Consolação
- Ponto 2: av. Paulista, em frente ao parque Siqueira Campos
- Ponto 3: av. Paulista n° 91
- Ponto 4: av. Paulista n° 52 (perto da praça Oswaldo Cruz)
- Ponto 5: av. Paulista n° 1.009 (22° andar - interna)
- Ponto 6: av. Paulista n° 900 (14° andar - cobertura Edifício Gazeta)
- Ponto 7: av. Paulista n° 810 (15° andar - cobertura)
- Ponto 8: av. Paulista n° 509 (21° andar - cobertura)

Dois tipos distintos de amostragens foram realizados: o primeiro, na rua ao nível do solo (ponto de 1 a 4) e outro, nos edifícios, em escritório fechado e em coberturas (pontos de 5 e 8).

Para tais medições foram utilizados equipamentos instalados em uma unidade móvel e um aparelho portátil (Field Strength Meter HFV), todos da linha alemã Rohde Schwarz, pertencentes ao Dentel. Ambos são medidores de intensidade de campo de banda estreita com frequência sintonizável acoplados a antenas receptoras calibradas.

Com base nas medições de intensidade de campo elétrico, foram calculadas as densidades de potência.

RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos nas medições dos campos elétricos, foram calculadas as densidades de potência (S) para cada ponto de amostragem, somando-se as contribuições das várias emissoras de FM e TV. Os dados estão na Tabela 1 e os valores dos pontos de 1 a 4 referem-se às medições externas feitas ao nível do solo, enquanto que nos pontos 5 a 8, os valores são relativos às medições em edifícios.

TABELA 1 - Dados sobre Densidades de Potência

Pontos	Densidade de Potência S($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)		
	FM	TV	Total
1	11,6	2,6	14
2	8,6	11,0	20
3	5,6	0,4	6
4	0,8	0,1	1
5	0,2	0,02	0,2
6	336,0	0,1	336
7	4,0	0,1	4
8	56,0	8,4	64

DISCUSSÃO

As medições de intensidade de campo tiveram como ponto de partida o final da av. Paulista com a rua da Consolação, local em que comumente se detecta, através do rádio do automóvel, as misturas de sinais, resultantes das várias emissões, reflexões ou produtos de modulação das ondas de rádio. Verifica-se pelos valores de densidade de potência S obtidos nos pontos 1 a 4 que as emissões das FMs são superiores às emissões das TVs, basicamente, pelo maior número de

estações, tipo de polarização e distância das antenas com relação aos pontos de amostragem. No ponto 2, parque Siqueira Campos, existe um predomínio das emissões de TV oriundas do Canal 5. Trata-se de um local sem barreiras e nas proximidades da torre. Os dados revelam que ao nível do solo, as emissões de energia por RF ficam limitadas às redondezas da antena irradiante. Nesse sentido, cabe uma observação feita por Bini et al, 1980, que se refere a esses casos próximos às antenas como *pontos quentes*, isto é, regiões onde os campos E e H atingem intensidades elevadas.

Comparando-se os dados publicados pela EPA - Environmental Protection Agency (Tell e Mantiply, 1980) com os níveis encontrados em São Paulo, nota-se que são de mesma ordem de grandeza. São todos na faixa de $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, embora tenham sido detectadas densidades de potência 15 a 20 vezes superiores à média norte-americana, que é de $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

Como já citado, do ponto cinco ao oitavo as medições foram realizadas em edifícios. O valor obtido em um escritório localizado no 22° andar (ponto 5) com as janelas cerradas foi o menor encontrado na amostragem, mesmo estando a 200 m dos elementos irradiantes do Canal 5 de TV. Alguns fatores concorrem para tal: atenuação oferecida pelos materiais da construção e, provavelmente, a armação de ferro dessa janela, que pode ter funcionado como gaiola de Faraday, limitando o campo eletromagnético à superfície externa. Por outro lado, o maior valor de S ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) foi medido na cobertura do Edifício Gazeta (ponto 6), sob a torre de transmissão de FM e TV. É interessante observar os baixos valores da TV em comparação à emissão de FM. Pela teoria, não deveriam existir campos intensos sob torres que suportam antenas de UHF e VHF, pois a irradiação deve se concentrar no plano horizontal ao elemento irradiante. No entanto, isso não foi verificado na medição, pois obteve-se campo de elevada intensidade, que resultou na densidade de potência de $336 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Valores dessa magnitude poderiam ser preocupantes caso fosse um local de alta frequência de público. Esse ponto é atenuado, uma vez que o acesso ao local é restrito aos técnicos das emissoras. Todavia, existem prédios residenciais bastante próximos à base da torre.

Em outro prédio comercial (ponto 7), com linha de visada para algumas antenas e no 15° andar, o nível encontrado foi de $4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Pelos dados da tabela, nota-se que esse foi o menor valor obtido em coberturas. Esse fato se deve à distância do edifício com relação às antenas emissoras.

O último local amostrado apresenta um fato agravante. Há, no topo do prédio, a torre de transmissão da FM 92,9 MHz, e logo abaixo existe um solário. A distância entre os elementos irradiantes da antena e as pessoas que ali circulam é da ordem de 50 m na diagonal. Além disso, o local possui linha de visada, sem obstáculos, para antenas de outras emissoras. Com todos esses agravantes, a densidade de potência calculada com base no campo elétrico E (V/m) foi de $64 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Esse tipo de situação deveria ser evitado, através da limitação da presença humana e pela prévia avaliação do local por ocasião da instalação da antena.

Comparando-se as densidades de potência apresentadas na Tabela 1, com o padrão de proteção à saúde de $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ da norma n° C 95.1-1982 da ANSI-American National Standard Institute para essa faixa do VHF, verifica-se que as radiações medidas encontram-se em níveis inferiores a esse critério, estabelecido para a proteção contra efeitos térmicos nos seres humanos. Em contrapartida, estão acima do critério soviético de $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ sugerido para efeitos não térmicos (Michaelson, 1982). Entretanto, na literatura sobre o assunto, não existem dados precisos de que esses valores encontrados na av. Paulista realmente provoquem alterações prejudiciais no organismo humano. Essa faixa do VHF foi pouco estudada, comparativamente, às micro-ondas e assim, devido às limitações das pesquisas nesta faixa do espectro, muitas dúvidas ainda precisam ser elucidadas.

CONCLUSÃO

Do exposto neste trabalho, configura-se a existência de um risco potencial na área de saúde ambiental, uma vez que os dados obtidos revelaram níveis de radiação superiores ao critério soviético, embora sejam inferiores aos limites de segurança estabelecidos pelos padrões de proteção à saúde vigentes nos Estados Unidos e outros países.

Todavia, inexitem na literatura internacional indicações seguras de que os valores de densidade de potência encontrados neste estudo induzam, de fato, efeitos adversos sobre a saúde da população.

Cabe ressaltar, no entanto, que a amostragem ficou limitada a alguns pontos e, dada a presença de inúmeros edifícios próximos às fontes emissoras de radiação, presume-se que alguns desses locais possam apresentar níveis de energia superiores àqueles obtidos. Além disso, pouco conhecimento existe sobre os efeitos das exposições crônicas.

Não se pode deixar de mencionar, contudo, que a expansão das aplicações de radiofrequência nas mais variadas atividades humanas incrementa o grau de exposição humana, com conseqüente risco à saúde.

REFERÊNCIAS

- McREE, D.I. - 1974. Biological Effects of Microwave Radiation. Journal of the Pollution Control Association, vol. 242, pp.122-129.
- LERNER, E.J. - 1980. RF Radiation: Biological Effects IEEE Spectrum - dezembro, pp.51-59.
- MICHAELSON, S.M. - 1982. Microwave and Radiofrequency Radiation in Nonionizing Radiation Protection, Série Européia nº 10, Copenhagen, 266 p.
- BINI, M.G. et al. - 1980. A Comparative Analysis of the Various Potentially Polluting RF Sources. Alta Frequenza, vol. 492, março-abril, pp. 76-84.
- TELL, R.A. e MANTIPLY, E.D. - 1980. Population exposure to VHF and UHF Broadcast Radiation in the United States. Proceedings of the IEEE, vol. 681 janeiro, pp. 6-12.
- AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE - 1982. Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Field, 300 KHz to 100 GHz. ANSI C95-1, 23 p.
- CETESB - 1986. Radiações Não Ionizantes na Faixa de VHF. Relatório Interno. São Paulo.