

Exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes da telefonia celular e sintomas psiquiátricos

Exposure to non-ionizing electromagnetic radiation from mobile telephony and the association with psychiatric symptoms

Exposición a la radiación electromagnética no ionizante de la telefonía móvil y síntomas psiquiátricos

Denize Francisca da Silva ¹
Warley Rocha Barros ²
Maria da Conceição Chagas de Almeida ¹
Marco Antônio Vasconcelos Rêgo ²

Abstract

The aim of this study was to investigate the association between exposure to non-ionizing electromagnetic radiation from mobile phone base stations and psychiatric symptoms. In a cross-sectional study in Salvador, Bahia State, Brazil, 440 individuals were interviewed. Psychiatric complaints and diagnoses were the dependent variables and distance from the individual's residence to the base station was considered the main independent variable. Hierarchical logistic regression analysis was conducted to assess confounding. An association was observed between psychiatric symptoms and residential proximity to the base station and different forms of mobile phone use (making calls with weak signal coverage, keeping the mobile phone close to the body, having two or more chips, and never turning off the phone while sleeping), and with the use of other electronic devices. The study concluded that exposure to electromagnetic radiation from mobile phone base stations and other electronic devices was associated with psychiatric symptoms, independently of gender, schooling, and smoking status. The adoption of precautionary measures to reduce such exposure is recommended.

Nonionizing Radiation; Radiation Exposure; Cell Phones; Psychic Symptoms

Resumo

O objetivo desse estudo foi investigar a associação entre exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes da estação radiobase de telefonia celular e sintomas à saúde. Em um estudo transversal realizado em Salvador, Bahia, Brasil, entrevistaram-se 440 indivíduos. Queixas e diagnósticos psiquiátricos constituíram as variáveis dependentes e a distância do domicílio para estação radiobase foi considerada a variável independente principal. Realizou-se análise de regressão logística hierarquizada para avaliação de confundimento e efeito. Observou-se associação entre sintomas psiquiátricos e residir próximo à estação radiobase e formas de uso do telefone celular (sinal de cobertura fraco, perto do corpo, dois ou mais chips e nunca desligar o celular quando dorme) e com uso de outros eletroeletrônicos. Concluiu-se que a exposição à radiação eletromagnética não ionizante de telefonia celular e a outros eletroeletrônicos foi associada aos sintomas psiquiátricos independente do sexo, escolaridade e tabagismo. Recomenda-se a adoção de medidas precaucionárias no sentido de se reduzir este tipo de exposição.

Radiação Não Ionizante; Exposição à Radiação; Telefones Celulares; Sintomas Psíquicos

¹ Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Salvador, Brasil.
² Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

Correspondência

D. F. Silva
Rua Belo Horizonte 319,
apto. 703, Salvador, BA
40140-380, Brasil.
fsdenize@gmail.com

Introdução

O crescimento da telefonia celular e, portanto, do número de estações radiobase, que estabelecem a comunicação com os aparelhos celulares, aumentou os benefícios para o estilo atual de vida, uma vez que tem facilitado a comunicação, oferecendo conforto, dando oportunidade de manter-se conectado com localidades próximas e distantes, e possibilitando o uso da internet para diversos fins. No entanto, a telefonia celular tem gerado preocupações sobre os possíveis efeitos à saúde das populações expostas às radiações eletromagnéticas não ionizantes. Trata-se de radiações caracterizadas por seu comprimento de onda, frequência e energia irradiada, consideradas como não transportadoras de energia suficiente para alterar o estado físico de um átomo ¹.

Para que a comunicação da telefonia celular ocorra, o sistema é subdividido em células. Cada célula possui uma estação radiobase capaz de enviar sinais com potência em toda sua extensão. Cada estação radiobase pode atender a diversos aparelhos de telefones ao mesmo tempo, designando para cada um, uma pequena faixa de frequências ².

A radiação eletromagnética não ionizante é absorvida pela pele e por níveis mais profundos do corpo, dissipando-se repetidamente com profundidade, podendo causar um aumento de temperatura não percebido pelos sensores térmicos naturais, localizados superficialmente. O aquecimento gerado internamente depende do tempo de exposição, da intensidade do campo e da espessura do tecido, não podendo às vezes ser compensado pelo organismo, ocasionando efeitos biológicos ³. A profundidade de penetração das ondas ao redor de frequência de 900MHz, usada na telefonia celular, em tecidos com alto conteúdo de água, como o muscular, é de 3cm. As ondas de 2.400MHz dos fornos de micro-ondas penetram cerca de 1,7cm. Em tecidos com baixo teor de água, como o ósseo, esses valores são respectivamente, 17,7cm e 11,2cm ⁴.

Parece provável que as raízes da maioria dos transtornos psiquiátricos residam em alguma combinação de fatores genéticos e ambientais (biológico ou psicossocial) ⁵. Uma das observações mais documentadas em estudos epidemiológicos é a maior prevalência de transtornos de ansiedade e depressão em mulheres que em homens ⁶. A associação entre esses efeitos psiquiátricos e a exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular tem sido investigada. Santini et al. ⁷ indicaram sintomas mais significativos por influência da distância de até 300m da estação radiobase de telefonia celular: irritabilidade, depressão, perda da me-

mória, tontura, baixa da libido, dor de cabeça, perturbação do sono, desconforto (200m); cansaço (300m). Destaca-se que sete sintomas foram mais significativos nas mulheres: náuseas, perda de apetite, distúrbios visuais, tendência depressiva, dor de cabeça, insônia, sensação de desconforto. No caso dos homens, a diminuição na libido foi a queixa mais referida. Navarro et al. ⁸ e Bortkiewicz et al. ⁹ indicaram que moradores próximos a estação radiobase relataram problemas circulatórios, distúrbios do sono, irritabilidade, depressão, visão turva e dificuldades de concentração. Já Abdel-Rassoul et al. ¹⁰ sugeriram uma relação entre residir próximo à estação radiobase e problemas neurocomportamentais, tais como, tendência depressiva, tremores, tonturas, cefaleia, distúrbios do sono, distúrbios visuais, dentre outros. Da mesma forma, Oberfeld et al. ¹¹ relataram que as pessoas que viviam perto das estações radiobase referiam mais sintomas de irritabilidade, fadiga, cefaleia, náuseas, perda de memória, distúrbio visual, tontura e problemas cardiovasculares, quanto maior o seu nível de exposição às micro-ondas.

Augner et al. ¹² estudaram a exposição à radiofrequência de estações radiobase em três grupos de pessoas. Cada grupo foi submetido a um campo de 900MHz, com tempos de exposição variáveis. Houve aumento significativo, da menor para a maior intensidade de exposição, para a secreção salivar de cortisol e alfa-amilase (proteínas de estresse metabólico agudo); esse efeito não foi visto para a secreção de imunoglobulina A. Assim, concluiu-se que exposição às radiofrequências de estações radiobase de telefonia celular de intensidade menor que a estabelecida pela diretriz da International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) pode causar estresse fisiológico. Esta diretriz estabelece limites que consideram apenas os efeitos agudos, altos níveis de radiações eletromagnéticas não ionizantes e de curta duração (efeitos térmicos), desconsiderando, portanto, os efeitos crônicos de baixos níveis e de longa duração (efeitos não térmicos) ¹³.

Lakimenko et al. ¹⁴ reproduziram os efeitos atérmicos das radiações emitidas por estações radiobase em células, utilizando radiofrequências de baixa intensidade, por um longo período de exposição, demonstrando aumento da desnaturação proteica de diversas proteínas citoplasmáticas, aumento da formação de espécies reativas de oxigênio, aumento de Ca²⁺ intracelular, dano ao DNA e inibição da reparação do DNA, alterações que podem gerar distúrbios metabólicos. O estudo concluiu que é equivocado relacionar os danos causados por essa radiação apenas ao fator térmico. Outros efeitos decorrentes da

exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular, tais como neoplasias (ovário, mama, pulmão), distúrbio do sono, cefaleia, infertilidade, dentre outros são relatados na literatura ^{15,16,17}.

Entretanto, há estudos que não relatam ¹⁸ efeitos à saúde em populações expostas a radiações eletromagnéticas não ionizantes. Bletner et al. ¹⁹ não encontraram associação entre morar próximo de uma estação radiobase e aumento da incidência de câncer, concluindo que as emissões de radiações eletromagnéticas não ionizantes não estavam relacionadas com efeitos adversos para a saúde. Saravi ²⁰ afirma que os dados não sugerem que as radiações eletromagnéticas não ionizantes de estações radiobase de telefonia celular apresentem riscos para saúde, embora considere que mesmo que os resultados existentes sejam conflitantes, parece clara a necessidade de realização de novos estudos desta e de outras fontes eletromagnéticas como as de rádio e de televisão.

Verifica-se, portanto, que a relação entre exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes e aumento da incidência de agravos à saúde humana é um assunto controverso, necessitando de maior investigação por meio dos estudos epidemiológicos. Neste sentido, em resposta à preocupação pública e governamental, a Organização Mundial da Saúde (OMS) desenvolveu um projeto em 1996 para avaliar a evidência científica de possíveis efeitos adversos para a saúde, relacionados com as radiações eletromagnéticas não ionizantes. Em 2011, a OMS se posicionou quando a International Agency for Research on Cancer (IARC) ²¹ classificou a exposição às radiofrequências como pertencente ao grupo 2B, ou seja, categoria que classifica os agentes em possível carcinogênico. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi investigar a associação entre exposição à radiação eletromagnética não ionizante de estações radiobase de telefonia celular e sintomas psiquiátricos.

Metodologia

Trata-se de um estudo epidemiológico de corte transversal realizado com população de dois bairros da cidade de Salvador, Bahia, Brasil. Por meio do mapeamento das estações radiobase realizado nessa cidade ²², foi definida a área de estudo baseando-se na existência de pelo menos uma estação radiobase de telefonia celular com ocupação urbana no seu entorno e além do limite de raio de 300m como proposto por Santini et al. ⁷. Por atender aos critérios estabelecidos, dois bairros contíguos pertencentes a Salvador,

foram selecionados para o estudo: indivíduos residentes no Bonfim e em Monte Serrat, situados até e além de 300m da estação radiobase de telefonia celular, respectivamente. Ressalta-se que a estação radiobase referida no estudo recebeu licença de instalação desde 2004, operando com antenas transmissoras de tecnologia GSM, na faixa de frequência 1.800MHz, compartilhadas por mais três operadoras em 2004, 2006 e 2008.

Calculou-se o tamanho da amostra (n = 474) utilizando-se os seguintes parâmetros: $\alpha = 5\%$; frequência de agravo em não expostos = 5%; razão de prevalência = 2; poder do estudo = 80% e relação E/nE de 1:1. No entanto, devido à dificuldade de acesso e exclusão de entrevistas realizadas em domicílios fora dos limites geográficos estabelecidos, foram consideradas válidas para análise 440 entrevistas.

Os seguintes critérios de exclusão de domicílios foram definidos: prédios apenas comerciais ou de instituições; domicílios com indivíduos menores de dezoito anos de idade no momento da abordagem e imóvel exposto à radiação eletromagnética não ionizante proveniente de outras estações radiobase de telefonia celular.

A amostra foi aleatória sistemática. Procede-se ao sorteio do primeiro domicílio e os próximos foram selecionados com o intervalo igual a dois. Após a escolha do domicílio, um indivíduo residente com idade maior ou igual a 18 anos foi selecionado de forma aleatória para a entrevista face a face, realizada por entrevistadores treinados. Além do instrumento produzido especificamente para esse estudo foi aplicado um questionário, validado no Brasil ²³, para rastreamento de sintomas de depressão, o *Center for Epidemiological Studies Depression Scale* (CES-D), sendo bastante utilizado na prática por facilitar o diagnóstico no ambulatório não psiquiátrico, e especialmente em pesquisas. Entretanto, a referência à sensibilidade e à especificidade variam na literatura. Considerou-se com risco para depressão, os indivíduos cujo score no CES-D fosse maior ou igual a 16 ²³.

A avaliação das variáveis dependentes ocorreu por meio de autorrelatos dos indivíduos, incluindo as queixas de: irritabilidade, ansiedade, baixa na libido, palpitação, tendência depressiva e os diagnósticos (dados por médicos) de depressão e de ansiedade e sintomas depressivos (CES-D ≥ 16). A variável independente principal foi a exposição à radiação eletromagnética não ionizante decorrente da estação radiobase de telefonia celular. Com base no conhecimento existente entre exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular e efeitos à saúde, selecionaram-se as seguintes variáveis secundárias: exposição a radiações eletromagnéticas

ticas não ionizantes decorrentes do telefone celular (anos de uso, quantidade de aparelhos de telefone celular, quantidade de *chips*, uso com sinal de cobertura fraco, duração da ligação, colocação do aparelho perto do corpo e nunca desligar o telefone), aparelhos eletroeletrônicos (forno de micro-ondas, telefone fixo, roteador, aparelhos no quarto em que dorme), idade, sexo, renda, escolaridade, consumo de álcool e tabagismo.

Após análise descritivas, utilizou-se o modelo de regressão logística hierarquizado. Inicialmente verificou-se a associação entre variáveis independentes através do qui-quadrado. Deste modo, as covariáveis idade, consumo de álcool, renda, anos de uso de telefone celular, uso de forno de micro-ondas, duração das ligações do telefone celular, uso de telefone fixo, foram excluídas por apresentar forte associação entre elas ($p \leq 0,05$). Posteriormente foram estruturados modelos hierarquizados, pré-selecionando, variáveis cuja associação com a variável dependente obtivesse $p \leq 0,25$. A estratégia de entrada das variáveis no modelo foi hierarquizada seguindo o proposto por Greenland²⁴, e Fuchs et al.²⁵, sendo mantidas em cada nível as variáveis que apresentaram $p \leq 0,10$ ²⁶.

No primeiro nível incluíram-se as variáveis macro-sociais e estilo de vida: sexo, escolaridade (Fundamental/Médio e Superior/Pós-graduação) e tabagismo. O segundo nível foi relativo à exposição a dispositivos eletroeletrônicos: presença de aparelhos no quarto de dormir (telefones celulares, vídeo *game*, *notebook*, rádio-relógio, computador); e uso de roteador em casa. O terceiro nível correspondeu à exposição à radiação eletromagnética não ionizante decorrente do comportamento dos entrevistados quanto ao uso do aparelho de telefone celular, ou seja, se o indivíduo realizava chamada do telefone celular com sinal de cobertura fraco; se usava mais de um aparelho de telefone celular, mais de um chip; se desligava o celular quando dormia; manutenção do telefone celular perto do corpo. Para inclusão do quarto nível, relativo à exposição à radiação eletromagnética não ionizante de estação radiobase de telefonia celular, foram construídos três modelos com estratos de distanciamento entre as residências e a estação radiobase: 0-100; > 200m, 101-200m, ≤ 300 m e além dos 300m, ≤ 400 e além dos 400m. Estes modelos foram criados porque as antenas instaladas nas estações radiobase de telefonia celular ficam inclinadas em relação à torre na direção do solo. Desta forma, à determinada distância da torre, as ondas eletromagnéticas atingem o solo com intensidade máxima. Antes desta distância e depois dela as ondas apresentam intensidades significativamente menores²⁷. Além delas, o

tempo de moradia (≤ 10 versus > 10 anos) e tempo de permanência em casa (8 a 16 versus 16,1 a 24 horas/dia) também foram incorporadas nesse nível. Os dados foram analisados no programa Stata 10 (StataCorp LP, College Station, Estados Unidos). A estatística de aderência de Hosmer & Lemeshow²⁸ foi utilizada para verificação de ajuste do modelo.

O projeto atende a *Resolução nº 196/96* do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz (CPqGM/Fiocruz), sob o protocolo nº 358/2011 e parecer final nº 245/2011. Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Resultados

A população final do estudo foi de 440 indivíduos, com média de idade de 48,4 anos, variando de 18 a 87 anos. A maioria dos indivíduos era do sexo feminino (59,3%) e a cor parda foi a mais autorreferida (51,4%). Mais da metade (60,2%) possuía Ensino Médio e 39,8% tinham nível Superior ou Pós-graduação. Um quarto dos pesquisados tinha renda entre um e dois salários mínimos, 9,1% fumavam e 40,7% ingeriam bebida alcoólica.

A maioria dos entrevistados morava no local há mais de dez anos, com tempo médio de moradia de 21,3 anos e 61,8% permanecem em casa entre 8 e 16 horas/dia. Cerca de 40% dos indivíduos residiam a uma distância de até 300m da estação radiobase e os demais para além dos 300m. Com relação à exposição ao telefone celular, 90,9% eram usuários, 31,3% faziam uso do aparelho de telefone celular há mais de dez anos, possuíam no mínimo dois *chips* (56,5%), costumavam colocar o celular perto do corpo (67,4%), nunca desligavam o aparelho de telefone celular quando dormiam (82,5%), realizavam chamadas por mais de 30 minutos/dia (28,6%) e utilizavam o telefone celular mesmo quando o sinal de cobertura apresentava-se fraco (89,2%).

Quanto aos equipamentos eletroeletrônicos, 50,8% tinham telefone fixo sem fio, colocavam aparelhos eletroeletrônicos no quarto em que dorme (80%), utilizavam roteador em casa (52,5%) e faziam uso de forno de micro-ondas (65,7%). A distribuição dos indivíduos, segundo essas diversas variáveis foi semelhante nas duas áreas (≤ 300 m e > 300 m da estação radiobase) (Tabela 1).

Em relação à ocorrência de sintomas psiquiátricos, não houve diferenças significativas entre os que residem até 300m e os que residem a mais de 300m da estação na análise bruta (Tabela 2).

Tabela 1

Distribuição dos indivíduos segundo variáveis macrossociais e estilo de vida quanto à exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular. Salvador, Bahia, Brasil, 2014.

Variável	Total	%	Exposição				Valor de p
			≤ 300m		> 300m		
			n	%	n	%	
Idade (anos)							
18-50	237	53,9	93	53,1	144	54,3	0,882
> 50	203	46,1	82	46,9	121	45,7	
Sexo							
Masculino	179	40,7	69	39,4	110	41,5	0,737
Feminino	261	59,3	106	60,6	155	58,5	
Escolaridade							
Fundamental e Médio	265	60,2	100	57,1	165	62,3	0,330
Superior e Pós-graduação	175	39,8	75	42,9	100	37,7	
Ocupação atual							
Aposentados, pensionistas e do lar	136	30,9	51	29,1	85	32,1	0,135
Trabalhando	238	54,1	105	60,0	133	50,2	
Estudantes	33	7,5	9	5,1	24	9,1	
Desempregados	33	7,5	10	5,7	23	8,7	
Tabagismo							
Não	400	90,9	159	90,9	241	90,9	1,000
Sim	40	9,1	16	9,1	24	9,1	
Consumo de álcool							
Não	261	59,3	105	60,0	156	58,9	0,891
Sim	179	40,7	70	40,0	109	41,1	
Aparelhos no quarto							
Não	88	20,0	32	18,3	56	21,1	0,543
Sim	352	80,0	143	81,7	209	78,9	
Usa roteador em casa							
Não	209	47,5	81	46,3	128	48,3	0,751
Sim	231	52,5	94	53,7	137	51,7	
Usa forno de micro-ondas							
Não	151	34,3	51	29,1	100	37,7	0,079
Sim	289	65,7	124	70,9	165	62,3	
Uso de telefone fixo sem fio							
Não	213	49,2	85	49,1	128	49,2	1,000
Sim	220	50,8	88	50,9	132	50,8	
Anos de uso do telefone celular							
≤ 10	264	68,8	100	64,5	164	71,6	0,174
> 10	120	31,3	55	35,5	65	28,4	
Usa quantos telefones celulares							
1	287	71,9	111	69,4	176	73,6	0,415
> 1	112	28,1	43	30,6	63	26,4	
Usa quantos chips							
1	174	43,5	66	41,3	108	45,0	0,523
≥ 2	226	56,5	94	58,8	132	55,0	
Desliga o celular quando dorme							
Sempre	66	17,3	33	21,4	33	14,5	0,104
Nunca	316	82,7	121	78,6	195	85,5	

(continua)

Tabela 1 (continuação)

Variável	Total	%	Exposição				Valor de p
			≤ 300m		> 300m		
			n	%	n	%	
Coloca o celular							
Longe do corpo	130	32,6	55	34,4	75	31,4	0,606
Perto do corpo	269	67,4	105	65,6	164	68,6	
Duração da ligação (minutos/dia)							
≤ 30	280	71,4	109	69,4	171	72,8	0,546
> 30	112	28,6	48	30,6	64	27,2	
Sinal de cobertura fraco							
Não	43	10,8	23	14,4	20	8,4	0,083
Sim	356	89,2	137	85,6	219	91,6	
Tempo de moradia (anos)							
≤ 10	165	37,5	65	37,1	100	37,7	0,980
> 10	275	62,5	110	62,9	165	62,3	
Tempo em casa (horas/dia)							
8-16	273	68,0	119	68,0	154	58,1	0,046
16,1-24	167	32,0	56	32,0	111	41,9	

Tabela 2

Razões de prevalência (RP) para sintomas psiquiátricos e exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular. Salvador, Bahia, Brasil, 2014.

Variável	Total		Exposição				RP (IC95%)
	n	%	≤ 300m		> 300m		
			n	%	n	%	
Irritabilidade							
Sim	148	66,4	57	32,6	91	34,3	0,95 (0,72-1,24)
Não	242	33,6	118	67,4	174	65,7	
Ansiedade							
Sim	212	48,3	82	46,9	130	49,2	0,95 (0,75-1,16)
Não	227	51,7	93	53,1	134	50,8	
Palpitação							
Sim	77	17,5	26	14,9	51	19,2	0,77 (0,50-1,19)
Não	363	82,5	149	85,1	214	80,8	
Baixa na libido							
Não	89	20,3	30	17,1	59	22,4	0,76 (0,51-1,34)
Sim	349	79,7	145	82,9	204	77,6	
Tendência depressiva							
Sim	101	23,0	34	19,4	67	25,4	0,77 (0,53-1,10)
Não	338	77,0	141	80,6	197	74,6	
Diagnóstico de depressão							
Sim	56	12,7	20	11,4	36	13,6	0,84 (0,50-1,40)
Não	384	87,3	155	88,6	229	86,4	
Diagnóstico de ansiedade							
Sim	50	11,4	18	10,3	32	12,1	0,85 (0,49-1,47)
Não	390	88,6	157	89,7	233	87,9	
CES-D							
Positivo	95	24,9	27	18,0	68	29,4	0,61 (0,41-0,91)
Negativo	286	75,1	123	82,0	163	70,6	

CES-D: Center for Epidemiological Studies Depression Scale; IC95%: intervalo de 95% de confiança.

Observou-se associação entre residir numa distância entre 100 e 200m da estação radiobase com diagnóstico de ansiedade (OR = 2,39; IC90%: 1,09-5,26) (Tabela 3), depressão (OR = 3,25; IC90%: 1,63-6,45) (Tabela 3). Para indivíduos residentes até 300m da estação, foi associado com sintomas depressivos (CES-D \geq 16) (OR = 0,50; IC90%: 0,32-0,80) (Tabela 3). Residir até 400m da estação radiobase foi associado com tendência depressiva (OR = 1,55; IC90%: 1,04-2,33) (Tabela 4) e sintomas depressivos (CES-D \geq 16) (OR = 1,66; IC90%: 1,08-2,55) (Tabela 3). Permanecer em casa de 16,1 a 24 horas/dia, apresentou associação com baixa na libido (OR = 1,61; IC90%: 1,01-2,59) (Tabela 4) e sintomas depressivos (CES-D \geq 16) (OR = 1,67; IC90%: 1,06-2,61) (Tabela 3).

Para as variáveis relativas à exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes da forma de uso do telefone celular, observou-se associação entre possuir mais de um aparelho de telefone celular com sintomas depressivos (CES-D \geq 16) (OR = 1,63; IC90%: 1,03-2,56) (Tabela 3). Usar dois *chips* ou mais e nunca desligar o telefone celular quando dorme foram associados com ansiedade (Tabela 4). Colocar o telefone celular perto do corpo apresentou associação com palpitação (Tabela 5). Usar o telefone celular com sinal de cobertura fraco foi associado a irritabilidade (Tabela 5) e ao diagnóstico de ansiedade (Tabela 3). Com relação às covariáveis relacionadas à exposição a equipamentos eletroeletrônicos, “colocar aparelhos no quarto em que dorme” foi associado a irritabilidade (Tabela 5) e diagnóstico de ansiedade (Tabela 3) e o relato de palpitações foi significativamente menor entre aqueles que usam roteador em casa (Tabela 5).

Observou-se associação entre sexo feminino e oito sintomas psiquiátricos (irritabilidade, palpitação, ansiedade, tendência depressiva, baixa na libido, e diagnósticos de ansiedade e depressão, e sintomas depressivos (CES-D \geq 16) (Tabelas 3, 4, e 5).

Discussão

A relação entre exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular e efeitos à saúde tem sido motivo de preocupação da comunidade científica, bem como de gestores públicos, de populações circunvizinhas de estações radiobase de telefonia celular e de usuários de telefone celular.

O tema em questão é de grande relevância para saúde pública, e apresenta-se na literatura com resultados controversos. Para tal recorre-se ao princípio da precaução que é uma decisão exercida quando a informação científica é insu-

ficiente, não conclusiva ou incerta e haja indicações de que os possíveis efeitos sobre o ambiente, à saúde das pessoas ou dos animais ou à proteção vegetal possam ser potencialmente perigosos e incompatíveis com o nível de proteção escolhido ²⁹.

Nesse estudo, demonstrou-se associação entre exposição à radiação eletromagnética não ionizantes de estação radiobase de telefonia celular para os indivíduos residentes entre 100 e 200m da estação com diagnóstico de ansiedade e depressão; os residentes até 300m da estação radiobase apresentaram associação significativamente menor para sintomas depressivos (CES-D \geq 16); e residir até 400m da estação radiobase foi associado com tendência depressiva e sintomas depressivos (CES-D \geq 16). Permanecer em casa de 16,1 a 24 horas/dia, com baixa da libido nos indivíduos que moram entre 100 e 200m da estação radiobase de telefonia celular. Esses achados são similares aos descritos na literatura. Num estudo francês ⁷ foram inquiridos 530 indivíduos que moravam num raio de até 300m da estação radiobase de telefonia celular, sendo os sintomas mais significativos por influência da distância: irritabilidade, depressão, perda da memória, tontura, diminuição da libido (100m); dor de cabeça, perturbação do sono, desconforto (200m) e cansaço (300m). Navarro et al. ⁸ indicaram associação de sintomas depressivos com exposição da população a 150m da estação radiobase. Do mesmo modo, Bortkiewicz et al. ⁹, Abdel Rassoul et al. ¹⁰ e Hutter et al. ³⁰ associaram efeitos neuro-comportamentais em populações circunvizinhas de estação radiobase de telefonia celular quando comparados com aqueles que viviam além de 300 ou 400m da estação.

Eger et al. ¹⁶ mostraram que após cinco anos ou mais da operação da estação radiobase de telefonia celular, o risco de desenvolver câncer triplicou para os residentes que se encontravam numa área inferior a 400m, cujo feixe principal atingia o solo a uma distância horizontal de 350m. Wolf & Wolf ¹⁵ também indicaram um aumento de quatro vezes na incidência de câncer entre os moradores residentes até 350m da estação radiobase de telefonia celular.

Sabe-se que nas estações radiobase de telefonia celular estão instaladas antenas cuja emissão de radiação é máxima na direção perpendicular à antena ²⁷. Estas ficam inclinadas em relação à torre na direção do solo, desta forma, à determinada distância da torre as ondas atingem o solo com intensidade máxima. Antes desta distância e depois dela as ondas apresentam intensidades significativamente menores. A topografia do terreno, altura da torre, o ângulo de inclinação das antenas, a potência irradiada, além da distância

Tabela 3

Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas aos diagnósticos de ansiedade e depressão e sintomas depressivos (*Center for Epidemiological Studies Depression Scale* – CES-D ≥ 16) com exposição à radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular, *odds ratio* (OR) e intervalos de 90% de confiança (IC90%). Salvador, Bahia, Brasil, 2014.

Variáveis	OR bruta (IC90%)	Nível I *	Nível II **	OR ajustada (IC90%)			
				Nível III ***	Nível IV # ERB100-200	Nível IV # ERB300	Nível IV # ERB400
Diagnóstico de ansiedade							
Macrossociais e estilo de vida							
Sexo							
Masculino	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	2,18 (1,20-3,98)	2,37 (1,29-4,36)	2,45 (1,32-4,55)	2,74 (1,46-5,15)	2,70 (1,43-5,10)	2,74 (1,46-5,15)	2,80 (1,48-5,29)
Tabagismo							
Não	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	2,06 (0,97-4,34)	2,43 (1,13-5,23)	2,61 (1,19-5,72)	3,01 (1,35-6,74)	3,13 (1,93-7,03)	3,02 (1,35-6,75)	3,01 (1,35-6,73)
Exposição a radiação de eletrônicos							
Aparelhos no quarto							
Não	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	9,07 (1,69-48,64)		9,54 (1,77-51,50)	10,14 (1,87-55,10)	9,57 (1,76-51,99)	10,15 (1,87-55,13)	10,17 (1,87-55,25)
Exposição a radiação de telefonia celular							
Sinal de cobertura fraco							
Não	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	2,74 (0,81-9,30)			3,58 (1,03-12,42)	3,82 (1,10-13,28)	3,58 (1,02-12,40)	3,69 (1,06-12,90)
Exposição a radiação de estação radiobase de telefonia celular							
Distância (m)							
0-100; > 200	1,00				1,00		
101-200	2,31 (1,09-4,90)				2,39 (1,09-5,26)		
> 300	1,00					1,00	
≤ 300	0,94 (0,55-1,61)					0,97 (0,56-1,69)	
> 400	1,00						1,00
≤ 400	0,97 (0,57-1,66)						0,86 (0,49-1,50)
Diagnóstico de depressão							
Macrossociais e estilo de vida							
Sexo							
Masculino	1,00	1,00			1,00	1,00	1,00
Feminino	2,42 (1,23-4,78)	2,42 (1,23-4,78)			2,40 (1,21-4,76)	2,43 (1,23-4,81)	2,36 (1,19-4,68)

(continua)

Tabela 3 (continuação)

Variáveis	OR bruta (IC90%)	OR ajustada (IC90%)					
		Nível I *	Nível II **	Nível III ***	Nível IV # ERB100-200	Nível IV # ERB300	Nível IV # ERB400
Diagnóstico de depressão							
Macrossociais e estilo de vida							
Exposição a radiação de estação radiobase de telefonia celular							
Distância (m)							
0-100; > 200	1,00				1,00		
101-200	3,30 (1,48-7,40)				3,25 (1,63-6,45)		
> 300	1,00					1,00	
≤ 300	0,72 (0,79-2,56)					0,71 (0,38-1,13)	
> 400	1,00						1,00
≤ 400	1,42 (0,79-2,56)						1,33 (0,73-2,41)
Sintomas depressivos (CES ≥ 16)							
Macrossociais e estilo de vida							
Sexo							
Masculino	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	3,61 (2,19-5,96)	3,61 (2,19-5,96)	3,58 (2,17-5,91)	3,71 (2,24-6,14)	3,44 (2,08-5,72)	3,53 (2,11-5,90)	3,34 (2,01-5,58)
Exposição a radiação de eletrônicos							
Roteador							
Não	1,00						
Sim	0,71 (0,47-1,07)						
Exposição a radiação de telefonia celular							
Quantidade de telefones celulares							
Não	1,00			1,00	1,00		
Sim	1,52 (0,98-2,35)			1,63 (1,03-2,56)	1,89 (1,13-2,89)	2,70 (1,40-5,23)	2,63 (1,36-5,09)
Exposição a radiação de estação radiobase de telefonia celular							
Tempo em casa (horas/dia)							
8-16	1,00				1,00	1,00	1,00
16,1-24	1,80 (1,18-2,74)				1,67 (1,06-2,61)	1,56 (0,99-2,46)	1,63 (1,04-2,56)

(continua)

Tabela 3 (continuação)

Variáveis	OR bruta (IC90%)	OR ajustada (IC90%)					
		Nível I *	Nível II **	Nível III ***	Nível IV # ERB100-200	Nível IV # ERB300	Nível IV # ERB400
Sintomas depressivos (CES ≥ 16)							
Exposição a radiação de estação radiobase de telefonia celular							
Distância (m)							
0-100; > 200	1,00				1,00		
101-200	0,79 (0,36-1,72)				0,70 (0,31-1,58)		
> 300	1,00					1,00	
≤ 300	0,52 (0,33-0,81)					0,50 (0,32-0,80)	
> 400	1,00						1,00
≤ 400	1,73 (1,14-2,61)						1,66 (1,08-2,55)

ERB100-200: residentes entre 100 e 200m de distância da estação radiobase; ERB300: residentes até 300m da estação radiobase; ERB400: residentes até 400m da estação radiobase.

* Variáveis contextuais;

** Variáveis selecionadas do nível I e variáveis relativas à exposição a radiação eletromagnética não ionizante de eletroeletrônicos;

*** Variáveis selecionadas dos níveis I e II e variáveis relativas exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefone celular;

Variáveis selecionadas dos níveis I, II, III e variáveis relativas à exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes estações radiobase de telefonia celular.

Tabela 4

Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas à ansiedade, tendência depressiva e baixa na libido com exposição à radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular, *odds ratio* (OR) e intervalos de 90% de confiança (IC90%). Salvador, Bahia, Brasil, 2014.

Variáveis	OR bruta (IC90%)	OR ajustada (IC90%)					
		Nível I *	Nível II **	Nível III ***	Nível IV # ERB100-200	Nível IV # ERB300	Nível IV # ERB400
Ansiedade							
Macrossociais de estilo de vida							
Sexo							
Masculino	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	1,79 (1,27-2,51)	1,69 (1,19-2,40)		1,69 (1,19-2,40)	1,68 (1,18-2,40)	1,69 (1,19-2,41)	1,67 (1,17-2,37)
Exposição à telefone celular							
Chips							
1	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
≥ 2	1,49 (1,07-2,08)			1,43 (1,01-2,02)	1,44 (1,02-2,04)	1,44 (0,95-2,18)	1,44 (1,02-2,04)
Desliga celular ao dormir							
Sempre	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
Nunca	2,08 (1,31-3,31)			1,94 (1,21-3,10)	1,95 (1,22-3,12)	1,90 (1,19-3,05)	1,90 (1,18-3,04)

(continua)

Tabela 4 (continuação)

Variáveis	OR bruta (IC90%)	OR ajustada (IC90%)					
		Nível I *	Nível II **	Nível III ***	Nível IV # ERB100-200	Nível IV # ERB300	Nível IV # ERB400
Exposição à radiação de estações radiobase de telefonia celular							
Macrossociais de estilo de vida							
Distância (m)							
0-100; > 200	1,00				1,00		
100-200	1,48 (0,82-2,70)				1,45 (0,78-2,70)		
> 300	1,00					1,00	
≤ 300	0,89 (0,64-1,25)					0,84 (0,59-1,20)	
> 400							1,00
≤ 400							1,18 (0,83-1,68)
Tendência depressiva							
Macrossociais e estilo de vida							
Sexo							
Masculino	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	3,26 (2,05-5,19)	3,26 (2,05-5,19)		3,08 (1,92-4,93)	3,29 (2,07-5,24)	2,98 (1,86-4,80)	
Exposição à radiação de estações radiobase de telefonia celular							
Distância (m)							
0-100; > 200	1,00				1,00		
101-200	1,03 (0,51-2,06)				0,92 (0,45-1,88)		
> 300	1,00					1,00	
≤ 300	0,86 (0,44-1,00)					0,65 (0,42-0,99)	
> 400	1,00						1,00
≤ 400	1,65 (2,05-2,45)						1,55 (1,04-2,33)
Tempo moradia (anos)							
≤ 10	1,00				1,00	1,00	1,00
> 10	0,72 (0,49-1,07)				0,71 (0,48-1,06)	0,73 (0,49-1,08)	0,71 (0,47-1,07)
Tempo em casa (horas/dia)							
8-16	1,00				1,00		1,00
16,1-24	1,64 (1,10-2,46)				1,34 (0,88-2,04)		1,33 (0,88-2,03)

ERB100-200: os residentes entre 100 e 200m de distância da estação radiobase; ERB300: residentes até 300m da estação radiobase; ERB400: residentes até 400m da estação radiobase.

* Variáveis contextuais;

** Variáveis selecionadas do nível I e variáveis relativas à exposição a radiação eletromagnética não ionizante de eletroeletrônicos;

*** Variáveis selecionadas dos níveis I e II e variáveis relativas exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefone celular;

Variáveis selecionadas dos níveis I, II, III e variáveis relativas à exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes estações radiobase de telefonia celular.

Tabela 5

Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas à irritabilidade e palpitação com exposição à às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular, *odds ratio* (OR) e intervalos de 90% de confiança (IC90%). Salvador, Bahia, Brasil, 2014.

Variáveis	OR bruta (IC90%)	OR ajustada (IC90%)					
		Nível I *	Nível II **	Nível III ***	Nível IV # ERB100-200	Nível IV # ERB300	Nível IV # ERB400
Irritabilidade							
Macrossociais e estilo de vida							
Sexo							
Masculino	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	2,33 (1,61-3,34)	2,32 (1,60-3,38)	2,35 (1,62-3,42)	2,51 (1,72-3,68)	2,50 (1,71-3,66)	2,51 (1,72-3,68)	2,46 (1,68-3,60)
Escolaridade							
Fundamental e Médio	1,00	1,00					
Superior e Pós-graduação	1,40 (0,98-1,97)	1,39 (0,97-1,98)					
Exposição a radiação de eletrônicos							
Aparelhos no quarto							
Não	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	2,36 (1,37-4,05)		2,40 (1,38-4,17)	2,43 (1,40-4,24)	2,39 (1,37-4,16)	2,43 (1,40-4,24)	2,44 (1,40-4,25)
Exposição a radiação de telefonia celular							
Sinal de fraco							
Não	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	2,20 (1,16-4,18)			2,72 (1,41-5,26)	2,89 (1,49-5,60)	2,70 (1,40-5,23)	2,63 (1,36-5,09)
Exposição a radiação de estação radiobase de telefonia celular							
Distância (m)							
0-100; > 200	1,00				1,00		
101-200	1,74 (0,85-3,48)				1,83 (0,97-3,43)		
> 300	1,00					1,00	
≤ 300	0,90 (0,63-1,28)					0,95 (0,66-1,37)	
> 400	1,00						1,00
≤ 400	1,40 (0,92-2,12)						1,25 (0,87-1,79)
Palpitação							
Macrossociais e estilo de vida							
Sexo							
Masculino	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	2,10 (1,29-3,42)	2,10 (1,29-3,42)	2,04 (1,25-3,33)	2,21 (1,34-3,63)	2,23 (1,36-3,67)	2,22 (1,35-3,66)	2,18 (1,33-3,59)
Exposição a radiação de eletrônicos							
Roteador							
Não	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	0,58 (0,37-0,90)		0,60 (0,38-0,93)	0,58 (0,37-0,91)	0,57 (0,37-0,90)	0,60 (0,37-0,91)	0,58 (0,37-0,91)

(continua)

Tabela 5 (continuação)

Variáveis	OR bruta (IC90%)	OR ajustada (IC90%)					
		Nível I *	Nível II **	Nível III ***	Nível IV # ERB100-200	Nível IV # ERB300	Nível IV # ERB400
Palpitação							
Macrossociais e estilo de vida							
Exposição a radiação de telefonia celular							
Coloca o celular							
Longe do corpo	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
Perto do corpo	2,08 (1,23-3,53)			2,34 (1,37-4,00)	2,33 (1,36-3,40)	2,34 (1,36-4,01)	2,35 (1,37-4,03)
Exposição a radiação de estação radiobase de telefonia celular							
Distância (m)							
0-00; > 200	1,00				1,00		
101-200	0,63 (0,26-1,55)				0,59 (0,23-1,47)		
> 300	1,00					1,00	
≤ 300	0,67 (0,42-1,07)					0,67 (0,42-1,07)	
> 400	1,00						1,00
≤ 400	1,14 (0,73-1,77)						1,13 (0,71-1,77)

ERB100-200: os residentes entre 100 e 200m de distância da estação radiobase; ERB300: residentes até 300m da estação radiobase; ERB400: residentes até 400m da estação radiobase.

* Variáveis contextuais;

** Variáveis selecionadas do nível I e variáveis relativas à exposição a radiação eletromagnética não ionizante de eletroeletrônicos;

*** Variáveis selecionadas dos níveis I e II e variáveis relativas exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefone celular;

Variáveis selecionadas dos níveis I, II, III e variáveis relativas à exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes estações radiobase de telefonia celular.

da torre as residências, também são fatores preponderantes na determinação da região de maior incidência das ondas emitidas pela estação devido à reflexão das ondas nos obstáculos naturais e nas construções. Deste modo, avalia-se que as residências situadas de 100 a 200m como de maior risco, quando comparadas aquelas situadas antes (0 a 100m) e além de 200m da estação radiobase^{27,31}.

Um dos problemas relativos à exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes de estações radiobase de telefonia celular, tem sido a distância da fonte emissora às residências. Por exemplo, a 150m de uma estação valores típicos de campo elétrico (0,5 a 2V/m)³², embora sejam considerados baixos, caracterizam uma exposição contínua. Valores mais elevados de radiação são encontrados¹⁶ nas áreas do feixe principal onde ele atinge o solo, em combinação com a reflexão local associada, desse ponto em diante; a intensidade da radiação decresce com o quadrado da distância desde o ponto de alimentação da antena. Percebe-se também que o lóbulo de

radiação principal é na direção definida pelo ângulo de inclinação (*tilt*), existindo também lóbulos secundários em outros ângulos, dispersando a radiação.

Estudo realizado por Hardell et al.³³ indicou uma associação entre o uso de telefones celulares e o risco de tumores cerebrais. Segundo os autores, os resultados indicam que o risco de exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefones celulares é menor em áreas com curta distância de estações radiobase de telefonia celular devido a um controle adaptativo de potência (APC). Isso está de acordo com os resultados apresentados em outros estudos, por Lönn et al.³⁴ e Hillert et al.³⁵ que demonstraram que o APC no telefone celular é regulado pela distância entre as estações radiobase de telefonia celular. Assim, em áreas com uma longa distância entre estações radiobase, geralmente áreas rurais, o nível de potência de saída é superior quando comparado com áreas urbanas, com uma distância menor entre as estações.

Neste sentido, uma explicação possível para os achados desse estudo, por exemplo, $OR > 1$, quando avaliaram-se sintomas psiquiátricos, em distâncias de 100 a 200m, pode ser a exposição à radiação eletromagnética não ionizante de estações radiobase de telefonia celular. Para distâncias de 300m espera-se que o risco decresça, uma vez que há uma menor exposição à radiação eletromagnética não ionizante de estações radiobase de telefonia celular. Esse fato justifica-se pelo controle automático de ganho ou potência irradiada dos aparelhos de telefones celulares que diminuem devido à aproximação da estação radiobase, em concordância com alguns estudos^{33,34,35}. O risco volta a crescer a partir dos 400m, possivelmente, por conta da exposição à radiação eletromagnética não ionizante dos telefones celulares que se intensifica quando estes estão mais distantes da estação radiobase (sinal de cobertura fraco). Com isso, seu ajuste automático de ganho irá resultar em maior potência e então maior exposição à cabeça do usuário, resultando em maior OR, devido à exposição à radiação eletromagnética não ionizante do telefone celular, e não da estação radiobase.

Um modo de se estimar um distanciamento protetivo entre residências de populações circunvizinhas de estações radiobase de telefonia celular pode ser feito pelo cálculo (equação de Friis) de zonas de exclusão, que representam as regiões em que o nível do campo elétrico estimado pode se apresentar acima do limite da norma. Normas que considerem, não apenas os efeitos de alto nível e de curto tempo de exposição, como a da ICNIRP, mas, também aquelas que consideram os efeitos de baixo nível e de longo tempo de exposição. Com esse procedimento, mostra-se a região de redução para possíveis riscos da exposição decorrente da radiação eletromagnética não ionizante de estações radiobase de telefonia celular para saúde ao se residir/trabalhar fora desta região³⁶.

Para as variáveis relativas à exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes do telefone celular, possuir mais de um aparelho de telefone celular foi associado com sintomas depressivos ($CES-D \geq 16$), e usar dois *chips* ou mais, nunca desligar o telefone celular quando dorme, foram associados à ansiedade. Usar o telefone celular com sinal de cobertura fraco foi associado ao diagnóstico de ansiedade e irritabilidade. Coureau et al.³⁷ encontraram associação estatisticamente significativa entre o uso de telefone celular por mais de duas horas/dia e tumores cerebrais, concluindo que esses dados reforçam os resultados de investigações anteriores sobre o uso intensivo de telefone celular e esses tumores. Martin et al.³⁸ realizaram medições dos

espectros das radiações eletromagnéticas não ionizantes em São José dos Campos e Taubaté (São Paulo, Brasil), indicando que as fontes mais poluidoras na faixa de frequência de 1MHz a 9,4GHz, foram as emissões de telefones celulares e VHF. Kuster & Kuhn³⁹ indicaram que o telefone celular é a fonte mais forte de exposição do cérebro aos campos eletromagnéticos, sendo a exposição influenciada pelo comportamento do usuário e a escolha do aparelho. Fatores importantes são, por exemplo, o *design* do telefone, e o uso do fone de ouvido (a exposição é reduzida em mais de dez vezes).

Outras pesquisas^{40,41} têm associado o uso excessivo e intenso de tecnologias de comunicação sem fio com efeitos psiquiátricos.

Do ponto de vista físico, ao comparar os resultados da exposição à radiação eletromagnética não ionizante de estações radiobase de telefonia celular com a dos telefones celulares, certamente, o comportamento do indivíduo quanto ao uso de telefone celular, favorece a uma maior exposição. O uso de dois ou mais *chips*, nunca desligar o aparelho, mantê-lo perto do corpo e usá-lo em locais com sinal de cobertura fraco podem implicar uma maior exposição à radiação eletromagnética não ionizante, quando se compara com a exposição à radiação de uma estação radiobase de telefonia celular.

A quantidade de energia que se recebe ao falar por seis segundos num telefone celular⁴² é equivalente a ficar exposto a 100m de uma estação radiobase por 24h, e quando se coloca um aparelho de celular muito próximo da orelha, o nível de potência que se recebe é maior do que quando há um afastamento. No entanto, quando o sinal de cobertura é ruim, o indivíduo tem por hábito encostar o máximo possível, sem saber que com este comportamento está sujeito a uma maior absorção. A condição de se usar um telefone celular com baixo sinal de cobertura, como relatado pela maioria dos entrevistados, é preocupante, pois o número reduzido de canais disponíveis devido a superlotação de usuários, implica um nível maior de campo e consequentemente da potência do aparelho que se eleva automaticamente na tentativa de busca de outra estação radiobase de telefonia celular para manter a conexão. Chama-se a atenção para estudos^{7,8,17}, que indicaram associação entre efeitos à saúde e exposição à radiação eletromagnética não ionizante de estações radiobase de telefonia celular considerando apenas a exposição à estação, desconsiderando a exposição à radiação eletromagnética não ionizante decorrente do uso de telefones celulares e consequentemente o APC.

Avalia-se que a presença de equipamentos eletroeletrônicos no quarto em que se dorme

(telefone celular, *notebook*, roteador, TV etc.) pode incrementar o risco da exposição à radiação eletromagnética não ionizante. Nesse estudo observou-se associação com irritabilidade e diagnóstico de ansiedade. O relato de palpitações foi significativamente menor entre aqueles que usam roteador em casa. Para uma distância de 5m da fonte emissora (roteador), encontra-se baixo valor de campo elétrico (0,1 a 0,2V/m)³².

Neste sentido, apesar de ainda não haver uma explicação convincente quanto à plausibilidade biológica para os efeitos psiquiátricos com exposição à radiação eletromagnética não ionizante, esses resultados devem servir de alerta, especialmente em função do uso intensivo dos aparelhos de telefone celular, uma vez que os valores de campo elétrico são bem maiores (10 a 150V/m próximo a cabeça)³² quando comparados com os de uma estação radiobase de telefonia celular, já que estas encontram-se distantes do corpo do indivíduo. Além disso, os resultados relativos à exposição à radiação eletromagnética não ionizante e os sintomas depressivos (CES-D ≥ 16) reforçam os achados por ser um instrumento validado no Brasil²³. No entanto, os resultados desse estudo devem ser vistos com cautela, pois se trata de um estudo transversal, sujeito ao viés da causalidade reversa, uma vez que as informações sobre exposição e o desfecho são obtidas simultaneamente. Por exemplo, indivíduos que mais usam o telefone celular ficam mais ansiosos ou a ansiedade leva a um maior uso do aparelho? Esse raciocínio pode ser feito também para outras associações descritas.

Apesar da utilização de técnica de ajustamento, não se pode descartar por completo a interferência de variáveis confundidoras. Por exemplo: possíveis fatores confundidores para a associação com a diminuição da libido mais frequente entre os que permanecem mais tempo em casa. Embora a maioria (54,1%) dos indivíduos entrevistados estivesse trabalhando, 7,5% estudando, 7,5% desempregados (Tabela 1), é importante observar por que ficam mais em casa, uma vez que podem ter alguma doença clínica que lhes causa limitações, serem usuários de algum medicamento, fatores que poderiam alterar a libido. Chama-se a atenção para algum grau de dificuldade para se generalizar os resultados para outras populações, mesmo que da cidade de Salvador. Os dois bairros estudados não foram selecionados aleatoriamente, mas por conveniência, por reunirem condições logísticas e metodológicas para a realização da investigação. Entretanto, à parte os importantes requisitos formais da estatística, pode-se levantar a hipótese de que os achados desse estudo possam ser válidos para populações semelhantes, especialmente do ponto de

vista socioeconômico. Importantes associações há muito conhecidas, por exemplo, tabagismo e câncer de pulmão ou radiação ionizante e leucemia, assim o foram em populações específicas, mas que são válidas para todos os seres humanos, por uma questão de espécie, respeitando-se as diversas possibilidades de modificação de efeito. Além disso, investigações sobre estes distanciamentos relacionados à estações radiobase de telefonia celular e, especialmente, à exposição à radiação eletromagnética não ionizante proveniente dos aparelhos de telefones celulares devem ser realizadas em trabalhos futuros, uma vez que os efeitos das radiações eletromagnéticas não ionizantes dependem das características do campo de exposição.

Conclusões

A exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes relacionada com o residir entre 100 e 200m da estação radiobase de telefonia celular, comportamento dos indivíduos quanto ao uso de telefone celular, e outros aparelhos eletroeletrônicos foram associados alguns sintomas psiquiátricos, com ajuste de diversas outras variáveis potencialmente confundidoras, especialmente o sexo. Apesar das limitações, e considerando as controvérsias existentes sobre o tema, pela primeira vez descrito no Brasil, a partir de inquérito domiciliar utilizando-se uma amostra aleatória, recomenda-se a adoção de medidas precaucionárias no sentido de se reduzir a absorção da radiação deste tipo de exposição, dirigida principalmente aos jovens: redução do tempo de uso diário da ligação do telefone celular, evitar utilizá-lo com sinal de cobertura fraco, não mantê-lo próximo ao corpo, e utilizar fone de ouvido ou *pop* fone, evitar o uso do telefone celular por crianças e sempre que possível utilizar o telefone fixo com fio, bem como, evitar residir/trabalhar num raio de até 200m da estação radiobase. Os resultados podem contribuir com o aprimoramento de políticas públicas, no sentido da realização de ações de informações para tomada de decisões quanto a avaliação, gerenciamento e comunicação de risco em prol da promoção da saúde dos indivíduos.

Resumen

El objetivo de este estudio fue investigar la asociación entre la exposición a la radiación electromagnética no ionizante de una estación base telefonía móvil y sus efectos sobre la salud. Se trata de un estudio transversal en Salvador, Bahía, Brasil, donde se entrevistaron a 440 personas. Las quejas y diagnósticos psiquiátricos fueron las variables dependientes y la distancia del hogar a la estación base se consideró como la variable independiente principal. Se realizó un análisis de regresión logística jerárquica para evaluar la confusión y modificación de los efectos. Se observó una asociación entre los efectos psiquiátricos y residir cerca de una estación base y formas de uso del teléfono celular (débil cobertura de la señal, cerca del cuerpo dos o más chips y nunca apagar el teléfono cuando se duerme) y uso de otros aparatos electrónicos. Se concluyó que la exposición a radiación no ionizante de la telefonía móvil y otros aparatos electrónicos se asoció con efectos psiquiátricos, independiente de sexo, la educación y el tabaquismo. Se recomienda la adopción de medidas de precaución, con el fin de reducir la exposición.

Radiación No Ionizante; Exposición a la Radiación; Teléfonos Celulares; Síntomas Psíquicos

Colaboradores

D. F. Silva participou na concepção do artigo, coleta no campo (entrevistas), elaboração/construção/digitação do banco de dados, análise e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica relevante do conteúdo intelectual, revisão e aprovação final da versão a ser publicada. W. R. Barros colaborou na discussão do questionário, coleta dos dados no campo fazendo entrevistas, participação na construção do banco de dados, e aprovou a versão final do artigo a ser publicada. M. C. C. Almeida e M. A. V. Rêgo contribuíram na concepção do artigo, na elaboração do questionário, na elaboração do banco de dados, na análise e interpretação dos dados, na revisão crítica relevante do conteúdo intelectual, e revisão e aprovação final da versão a ser publicada.

Agradecimentos

Este artigo é parte da Tese de Doutorado de Denize Francisca da Silva pelo Programa de Pós-graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa do CPqGM/Fiocruz. Declara-se que para realização do estudo contamos com o apoio das 1ª e 2ª Promotorias de Justiça do Meio Ambiente do Ministério Público da capital do Estado da Bahia e recursos da bolsa Capes pertencente a referida doutoranda.

Referências

1. Okuno E, Vilela MAC. Radiação ultravioleta: características e efeitos. São Paulo: Editora Livraria da Física; 2005. (Coleção Temas Atuais de Física).
2. Carvalho RP. Microondas. São Paulo: Editora Livraria da Física; 2005. (Coleção Temas Atuais de Física).
3. Salles AAA, Fernández CER. O impacto das radiações não ionizantes da telefonia móvel e o princípio da precaução. Florianópolis: Ministério Público do Estado de Santa Catarina; 2005. (Caderno Temático).
4. Okuno E, Yoshimura E. Física das radiações. São Paulo: Editora Livraria da Física; 2010.
5. Kapezinski IF, Quevedo J, Izquierdo I. Bases biológicas de transtornos psiquiátricos: uma abordagem translacional. Porto Alegre: Editora Artmed; 2011.
6. Andrade LHSG, Viana MC, Silveira CM. Epidemiologia dos transtornos psiquiátricos na mulher. Rev Psiquiatr Clín 2006; 33:43-54.
7. Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. Enquete sur la sante de riverains de stations relais de telephonie mobile: II. Incidences de l'age des sujets, de la duree de leur exposition et de leur position par rapport aux antennes et autres sources electromagnetiques. Pathol Biol (Paris) 2002; 51:412-5.
8. Navarro EA, Segura J, Portolés M, Mateo CG. The microwave syndrome: a preliminary study in Spain. Electromagn Biol Med 2003; 22:161-9.
9. Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szykowska A, Politański P, Mamrot P, Szymczak W, et al. Subjective complaints of people living near mobile phone base/stations in Poland. Int J Occup Med Environ Health 2012; 25:31-40.
10. Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M, et al. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base/stations. Neurotoxicology 2006; 28:434-40.

11. Oberfeld G, Navarro AE, Portoles M, Maestu C, Gomes-Perretta C. The microwave syndrome: further aspects of a Spanish study. <http://www.mindfully.org/Technology/2004/Microwave-Syndrome-Oberfeld1may04.htm> (acessado em 08/Abr/2010).
12. Augner C, Hacker GW, Oberfeld G, Florian M, Hitzl W, Hutter J, et al. Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A. *Biomed Environ Sci* 2010; 23:199-207.
13. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz), USA. *Health Phys* 1998; 74:494-522.
14. Iakimenko IL, Sidorik EP, Tsybulin AS. Metabolic changes in cells under electromagnetic radiation of mobile communication systems. *Ukr Biokhim Zh* (1999) 2011; 83:20-8.
15. Wolf D, Wolf R. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. *Int J Canc Prev* 2004; 1:1-19.
16. Eger H, Hagen KU, Lucas B, Vogel P, Voit H. Influence of proximity to cell towers on cancer incidence. *Umwelt Medizin Gesellschaft* 2004; 17:326.
17. Dode AC, Leão MM, Tejo FA, Gomes AC, Dode DC, Dode MC, et al. Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte Municipality, Minas Gerais State, Brazil. *Sci Total Environ* 2011; 409:3649-65.
18. Berg-Beckhoff G, Blettner M, Kowall B, Breckenkamp J, Schlehofer B, Schmiedel S, et al. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields. *Occup Environ Med* 2009; 66:124-30.
19. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, et al. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. *Occup Environ Med* 2009; 66:118-23.
20. Saravi FD. Telefonía móvil (celular) y salud humana. *Revista Médica Universitaria* 2007; 3:29-32.
21. International Agency for Research on Cancer. Classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans. http://www.iarc.fr/en/mediacentre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf (acessado em 20/Jun/2011).
22. Silva DF. Análise dos condicionantes para licenciamento das estações radiobase de telefonia celular no município de Salvador – BA [Dissertação de Mestrado]. Salvador: Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia; 2009.
23. Schestatsky G. Desempenho de uma escala de rastreamento de depressão (CES-D) em usuários de um serviço de cuidados primários de saúde de Porto Alegre [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre: Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2002.
24. Greenland S. Hierarchical regression for epidemiologic analyses of multiple exposures. *Environ Health Perspect* 1984; 102 Suppl 8:33-9.
25. Fuchs SC, Victora CG, Fachel J. Modelo hierarquizado: uma proposta de modelagem aplicada à investigação de fatores de risco para diarreia grave. *Rev Saúde Pública* 1996; 30:168-78.
26. Dancey CP, Reidy J. Estatística sem matemática para psicólogos: questões de significância. Porto Alegre: Editora Penso Ltda.; 2011.
27. Hayt W, Buck A. Eletromagnetismo. São Paulo: McGraw Hill; 2008.
28. Field A. Descobrimos a estatística usando o SPSS. Porto Alegre: Editora Artmed; 2009.
29. Machado PAL. Direito ambiental. São Paulo: Editora Malheiros; 2006.
30. Hutter H, Moshammer H, Wallner P, Kundi M. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup Environ Med* 2006; 63:307-13.
31. Terada MAB. Propriedades direcionais de irradiação de antenas rádio-base. *Telecomunicações* 2007; 9:13-8.
32. Powerwatch. RF ("microwave" EMFs): WiFi and health. <http://www.powerwatch.org.uk/rf/wifi.asp> (acessado em 08/Mar/2013).
33. Hardell L, Calberg M, Hansson KM. Use of cellular telephones and brain tumour risk in urban and rural areas. *Occup Environ Med* 2005; 62:390-4.
34. Lönn S, Forssén U, Vecchia P, Ahlbom A, Feychting M. Output power levels from mobile phones in different geographical areas; implications for exposure assessment. *Occup Environ Med* 2004; 61:769-72.
35. Hillert L, Ahlbom A, Neasham D, Feychting M, Järup L, Navin R, et al. Call-related factors influencing output power from mobile phones. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2006; 16:507-14.
36. Salles AAA, Fernández CHR. Exclusion zones close to wireless communication transmitters aiming to reduce human health risks. *Electromagn Biol Med* 2006; 25:339-47.
37. Coreau E, Bouvier G, Lebaillly P. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occup Environ Med* 2014; 71:514-22.
38. Martín M, Gomes MP, Alves MA. Medidas dos espectros das radiações não ionizantes de São José dos Campos e Taubaté, SP, Brasil. *Telecomunicações* 2013; 15:7-10.
39. Kuster N, Kühn S. Kumulative exposition des zentralen Nervensystems im Zeit und Frequenzbereich. <http://www.pnr57.ch> (acessado em 05/Jun/2011).
40. Rosen LP. iDisorder: understanding our obsession with technology and overcoming its hold on US. London: Palgrave Macmillan; 2012.
41. Young KS, Abreu C. Dependência de internet: manual e guia de avaliação e tratamento. Porto Alegre: Editora Artmed; 2011.
42. Statens Stralskyddsinstitut. Swedish Radiation Protection Institute. <http://www.eu-decom.be/contacts/sweden/profile-ssi.pdf> (acessado em Mar/2013).

Recebido em 10/Jul/2014

Versão final reapresentada em 04/Mar/2015

Aprovado em 30/Mar/2015