

**FIOCRUZ**

**FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
CENTRO DE PESQUISAS GONÇALO MONIZ**

**Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa**

**TESE DE DOUTORADO**

**EXPOSIÇÃO ÀS RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS  
NÃO IONIZANTES DECORRENTES DA TELEFONIA CELULAR  
E EFEITOS À SAÚDE**

**DENIZE FRANCISCA DA SILVA**

Salvador – Bahia

2014

**FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
CENTRO DE PESQUISAS GONÇALO MONIZ**

**Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa**

**EXPOSIÇÃO ÀS RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS  
NÃO IONIZANTES DECORRENTES DA TELEFONIA CELULAR  
E EFEITOS À SAÚDE**

**DENIZE FRANCISCA DA SILVA**

**Orientador:** Prof. Dr. Marco Antônio Vasconcelos Rêgo

**Coorientadora:** Profa. Dra. Maria da Conceição Chagas de Almeida

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa para obtenção do título de Doutor.

Salvador – Bahia  
2014

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca do  
Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz / FIOCRUZ - Salvador - Bahia.

S586e Silva, Denize Francisca da  
Exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes da telefonia celular e efeitos à saúde / Denize Francisca da Silva. - 2014.  
156 f.; 30 cm

Orientador: Dr. Marco Antônio Vasconcelos Rêgo. Coorientadora: Dra. Maria da Conceição Chagas de Almeida. Laboratório de Epidemiologia Molecular e Bioestatística.

1.1.1.Tese (Doutorado em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa) – Fundação Oswaldo Cruz, Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz. Pós-Graduação, 2014.

1. Exposição a Radiação. 2. Telefones Celulares 3. Radiação não Ionizante. 4. Impactos na Saúde. 5. Análise de Regressão. I.Título.

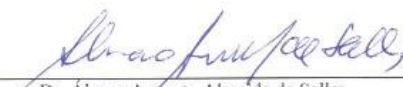
CDU 614.7:537.87

"EXPOSIÇÃO ÀS RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS NÃO IONIZANTES DECORRENTES DA  
TELEFONIA CELULAR E EFEITOS À SAÚDE."


**DENIZE FRANCISCA DA SILVA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

COMISSÃO EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Álvaro Augusto Almeida de Salles  
Professor Adjunto  
UFRGS

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Guilherme de Sousa Ribeiro  
Professor Adjunto  
UFBA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Luiz Roberto Santos Moraes  
Professor  
MAASA/SAT/UFBA

*Dedico este trabalho aos meus queridos pais, Josefa Valdevino da Silva e Severino Francisco da Silva (in memoriam). Embora desde a infância, já observasse atentamente: a correnteza de um rio que por vezes ousava carregar corpos desatentos; as marisqueiras da laguna Mundaú e a arte de apoiar na cabeça a “rodia” que sustentava com equilíbrio estável, o sururu dentro da bacia de alumínio; a profundidade da cacimba no quintal; o movimento dos caranguejos; a vegetação abundante do manguezal; a sonoridade das descargas elétricas atmosféricas, acompanhada por deslizamentos das encostas; os trilhos, esperando um trem de pessoas mirando um vento qualquer. Mas, foi na escuta Freud-Lacanianiana que encontrei as explicações para minha sede/persistência pelo conhecimento: um legado deixado por meu pai, adquirido pela observação/escuta, uma vez que ele cursara com muita coragem e ousadia até o 4º ano de admissão, tornou-se um “Doutor” em hidráulica, mecânica e eletricidade. Um pedido (inesquecível) me fez: consiga um livro de eletricidade, quero ler. Não tardei a encomenda, entregando-lhe um livro sobre os princípios da eletricidade. Assim ocorreu a inserção no prazeroso caminho da natureza observada, do que se movia e conservava; do que aquecia e esfriava; dos equipamentos eletromagnéticos; do universo estrelado, da vida que corria no mundo da investigação.*

*E ao meu querido filho, Chancko Karann, por possibilitar um contínuo movimento.*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Antônio Vasconcelos Rêgo, pelo aceite ao desafio da investigação das radiações, por sua disposição e orientação com informações e conhecimentos significativos no campo da saúde para construção dessa pesquisa, além de seus questionamentos que fizeram buscar mais conhecimento.

A minha coorientadora, Prof. Dra. Maria da Conceição Chagas de Almeida, que além da disposição prestada, por seus questionamentos, perguntas que incentivaram ao aprendizado do interessante estudo da análise de regressão logística hierarquizada.

A Profa. Dra. Viviana Maria Zanta, por possibilitar caminhar nas ondas da telefonia celular, quando aceitou me orientar no mestrado.

Ao Prof. Dr. Luíz Roberto Santos Moraes, pelo incentivo ao tema durante as aulas e construção do artigo para disciplina de saúde ambiental durante o mestrado.

As paredes dos ouvidos ‘Freud-Lacaniano’ de Ana Cláudia Gaião, pelo incentivo para prosseguir nos estudos após o mestrado e todo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

A CAPES pela bolsa recebida, e especialmente pelo entendimento de sua manutenção, possibilitando a realização deste estudo.

A Profa. Luciana Ciríaco, pelo apoio e compreensão na mudança dos horários de trabalho na escola/laboratório, possibilitando o desenvolvimento desta tese.

Aos Professores examinadores da banca de qualificação, Sérgio Koifman (*in memoriam*), Guilherme Souza Ribeiro e Pedro Reginaldo Prata, pelas sugestões significativas para o desenvolvimento do trabalho.

Aos 453 indivíduos que aceitaram fazer parte da pesquisa cedendo seu tempo durante as entrevistas.

Ao arquiteto e urbanista Francisco José Mattos Teixeira Cavalcante, pela colaboração na construção dos mapas utilizados na coleta de dados no campo, bem como nos mapas inseridos nesta tese.

Aos estudantes/bolsistas do curso de medicina/UFBA, André Luís Cruz Rocha, Warley Barros Rocha, Andersom Jesus Rocha, Caio Bulhões, Anderson Amaral, Ronaldo Rogério Filho e Jonatas Pereira, por terem contribuído com a aplicação dos questionários por meio de entrevistas domiciliares.

Ao Pesquisador Cláudio Enrique Fernández Rodriguez pela boa vontade por vir duas vezes a Salvador/BA realizar a medição do campo elétrico na área de estudo, assim como pelos seminários, curso apresentado e entrevistas concedidas.

Aos Promotores da primeira e segunda promotoria de Justiça Ambiental da capital do estado da Bahia, Luciano Rocha Santana e Heron José de Santana Gordilho, pelos recursos destinados para colaborar com esta pesquisa, assim como pelo entendimento da importância desta investigação quando do convite para participação das audiências públicas para tratar do tema investigado.

Ao meu filho, Chancko Karann Mebenene Teixeira Cavalcante por sua colaboração neste trabalho, ao passo que peço desculpas por todo meu estresse ocorrido durante esta última etapa da tese.

Aos amigos Marinaldo Costa Silva e Cristiane Guimarães Lima pelo apoio em momentos difíceis durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos Professores Dra. Emico Okuno e Dr. Álvaro Augusto Almeida de Salles, pelo aceite na participação do V Seminário de Gestão de Tecnologias e Inovação em Saúde: Impactos no Ambiente e na Saúde, bem como pelos artigos enviados para utilização neste trabalho.

A todos os professores do curso de Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa, especialmente, Maria da Conceição Chagas de Almeida, Edson Duarte, Guilherme Ribeiro, Fernanda Grassi, Joice Neves, e Washington Luís Conrado, pelo aprendizado e discussões em sala de aula.

A Zaira Onofre, Tatiane Dias, e Mailane Ventura do LEMB, pelo apoio em momentos relevantes.

A Ilmara Evangelista, secretária acadêmica da Pós-graduação, que nos momentos mais difíceis/estressantes, nos recebe gentilmente.

A Gertrudes Magna Sales, Maria Vitória Gavazza de Aquino, Adslane Pereira de Souza, Yse Maria Vinhaes Dantas, Rosely Sampaio Moraes, Rozilene Santana Barros, Marinês Souza, Rosani Brune, Antônio Alves, pelo entendimento de minha ausência durante o desenvolvimento desta tese.

E a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: **a vontade**”

Albert Einstein



SILVA, Denize Francisca da. Exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes da telefonia celular e efeitos à saúde. 156f. il. Tese (Doutorado em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa) – Fundação Oswaldo Cruz, Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Salvador, 2014.

## RESUMO

O crescimento da Telefonia Celular (TC) e, portanto, do número de Estações Radiobase (ERB), que estabelecem a comunicação com os aparelhos celulares, ampliou a aplicabilidade de serviços decorrentes desta tecnologia sem fio. Embora apresente benefícios para o estilo atual de vida, a TC tem gerado preocupações sobre os possíveis efeitos adversos à saúde das populações expostas às radiações eletromagnéticas não ionizantes (RENI). Estão inclusos nesta tese o conjunto de três artigos com o objetivo geral de investigar a associação entre exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes das ERB/TC e efeitos à saúde. Em estudo de corte transversal, foram aplicados 440 questionários por meio de entrevistas domiciliares em dois bairros na cidade de Salvador/BA. Inicialmente analisou-se a exposição às RENI/TC quanto às formas de uso do aparelho de telefone celular e a percepção da população quanto à exposição às RENI. Considerando os fenômenos físicos da absorção, reflexão e difração, que afetam a propagação das ondas eletromagnéticas e características do funcionamento do telefone celular, especialmente por ser esta a fonte mais forte do cérebro a RENI, a forma de uso pela população, a inexistência de ERB/TC em Monte Serrat, considerando ainda, as pesquisas que apontam associação entre RENI do telefone celular e efeitos a saúde e os achados desta investigação, considera-se pertinente a hipótese de associação entre efeitos à saúde e os exposição à RENI/TC. Estes efeitos estariam mais vinculados ao uso do telefone celular em relação à ERB/TC. Neste sentido, entende-se que as razões que deveriam ser de maior preocupação da população estão relacionados à duração das chamadas, ao uso do aparelho com sinal de cobertura fraco e a proximidade do aparelho ao crânio, dentre outros modos inadequados de uso. No caso da exposição à RENI/ERB, tendo em vista os baixos valores de campo elétrico e que os indivíduos estão em campo distante, os efeitos poderiam ser para os residentes até 300 m do seu entorno. Na análise da percepção dos entrevistados, observou-se mais a referência a riscos que a benefícios. Verificou-se que idade influencia na percepção do risco associado às RENI/TC. Avaliou-se a associação entre queixas e diagnósticos psiquiátricos e neurológicos e a exposição às RENI/TC, utilizando-se a análise de regressão logística hierarquizada. Observou-se uma associação entre efeitos neuropsiquiátricos e residir próximo à ERB e formas de uso do telefone celular (mais de 30min/dia, com sinal de cobertura fraco, perto do corpo, dois ou mais chips e nunca desligar o celular ao dormir). Concluiu-se que a exposição à RENI/TC foi associada aos efeitos neuropsiquiátricos independente do sexo, escolaridade e tabagismo. Neste sentido, recomenda-se a adoção de medidas precaucionárias com intuito de se reduzir este tipo de exposição: a instalação de ERB/TC afastada pelo menos a um raio de 300 m das residências. O usuário de telefone celular deve utilizar fone de ouvido ou pop fone, assim como, evitar usar o aparelho com sinal de cobertura fraco; deve-se ainda deixar o telefone celular afastado do corpo e mantê-lo desligado ao dormir. Estes resultados podem orientar as autoridades no sentido da realização de ações de prevenção/precaução e informações para tomada de decisões quanto ao gerenciamento e comunicação de risco em prol da promoção da saúde dos indivíduos quando expostos a tais radiações.

**Palavras-chave:** Exposição, radiação não ionizante, telefonia celular, percepção, regressão logística hierarquizada, efeitos à saúde.

SILVA, D. F. Exposure to non-ionizing electromagnetic radiation resulting from cell phones and health effects. 156f. il. Tese (Doutorado em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa) – Fundação Oswaldo Cruz, Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz, Salvador, 2014.

## ABSTRACT

The growth of mobile phone and therefore the number of base station, which establish communication with mobile devices, has extended the applicability of services under this wireless technology. Although it has benefits for the current lifestyle, mobile phone has generated concerns about possible adverse health effects of exposure to non-ionizing electromagnetic radiation populations. The set of three articles are included in this thesis with the overall objective to investigate the association between exposure to non-ionizing electromagnetic radiation arising from base station of the mobile phone and health symptoms. In cross-sectional study, 440 questionnaires were applied by means of interviews in two neighborhoods in Salvador/BA. Initially examined whether exposure to non-ionizing electromagnetic radiation/mobile phone on ways to use the cell phone handset and the perception of the population in exposure to non-ionizing electromagnetic radiation. Considering physical phenomena of absorption, reflection and diffraction, which affect the propagation of electromagnetic characteristics and functioning of the cell phone waves, especially as this is the strongest source of non-ionizing electromagnetic radiation, how to use by the population, the lack of base station Monte Serrat, considering also research showing an association between cell phone non-ionizing electromagnetic radiation and health effects and the findings of this research, it is appropriate to analyze the association between health effects and exposure to non-ionizing electromagnetic radiation mobile phone. These effects would be more linked to cell phone use in relation to base station. In this sense, it is understood that the reasons should be of more concern of the population are related to the duration of the calls, the use of the set of weak signal coverage and the proximity of the device to the skull, among other inappropriate usage modes. In the case of exposure to non-ionizing electromagnetic radiation/base station, in view of the low values of the electric field and that individuals are in the far field, the effects would be for residents to 300 m from its surroundings. In the analysis of the perception of the respondents, it was found more reference to risks than benefits. It was found that age influences the perception of risk associated with non-ionizing electromagnetic radiation /mobile phone. We evaluated the association between complaints and neurological and psychiatric diagnoses and exposure to non-ionizing electromagnetic radiation mobile phone, using a hierarchical logistic regression analysis. We observed an association between neuropsychiatric effects and reside near the base station and forms of cell phone use ( $\leq 30$ min / day, with weak signal coverage near the body, two or more chips and never turn off the phone to sleep). It was concluded that exposure to non-ionizing electromagnetic radiation mobile phone and other electronics was independently associated with neuropsychiatric symptoms of gender, education and smoking. In this sense, it is recommended the adoption of precautionary measures aiming to reduce such exposure: the installation of base stations of mobile phone away at least a distance of 300 m from residences. The cell phone user must use earphone or headphone pop, as well as to avoid using the device with weak signal coverage; should still leave the cell phone away from the body and keep it off while sleeping. These results may guide the authorities towards the achievement of prevention/ precaution and information for decision making regarding the management and risk communication for the promotion of health of individuals when exposed to such radiation.

**Key words:** Exposure, non-ionizing radiation, mobile phone, perception, hierarchical logistic regression, health effects.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### INTRODUÇÃO

Figura 1. Crescimento expressivo dos telefones celulares no Brasil (1994 a 2014) .....	15
Figura 2. ERB do tipo Greenfield .....	16
Figura 3. ERB do tipo Roof Top .....	16
Figura 4. Esquema de encaminhamento de ligações de telefone celular para fixo .....	17
Figura 5. Esquema de encaminhamento de ligações de telefone celular para celular .....	17
Figura 6. Espectro eletromagnético e faixas de frequências .....	20
Figura 7. Lóbulo da radiação da antena .....	21
Figura 8. SAR de telefones celulares, com base em idade e frequência GSM de 900 MHz ...	22
Quadro 1. Normas e limites estabelecidos à exposição às RENI do público em geral .....	28
Figura 9. Mapeamento das ERB em Salvador/BA .....	32
Figura 10. Delimitação da área de estudo .....	33
Figura 11. ERB instalada no Bonfim .....	36
Figura 12. Modelo de regressão logística associado a irritabilidade .....	40
Figura 13. Modelo de regressão logística associado a ansiedade .....	41
Figura 14. Modelo de regressão logística associado a baixa na libido .....	42
Figura 15. Modelo de regressão logística associado a palpitação .....	43
Figura 16. Modelo de regressão logística associado a tendência depressiva .....	44
Figura 17. Modelo de regressão logística associado ao diagnóstico de depressão .....	45
Figura 18. Modelo de regressão logística associado ao diagnóstico de ansiedade .....	46
Figura 19. Modelo de regressão logística associado ao (CES-D $\geq 16$ ) .....	47
Figura 20. Modelo de regressão logística associado a cefaleia .....	49
Figura 21. Modelo de regressão logística associado a sonolência .....	50
Figura 22. Modelo de regressão logística associado a insônia .....	51
Figura 23. Modelo de regressão logística associado a fadiga .....	52
Figura 24. Modelo de regressão logística associado a dificuldade de concentração .....	53
Figura 25. Modelo de regressão logística associado a lapsos de memória .....	54
Figura 26. Modelo de regressão logística associado a tontura .....	55

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Sistema de telefonia celular .....	13
1.2 Exposição às RENI decorrentes da telefonia celular .....	18
1.3 Exposição as RENI/TC e efeitos à saúde .....	22
1.4 Percepção de riscos.....	26
1.5 A incerteza e o princípio da precaução.....	27
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>29</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>30</b>
3.1 Geral .....	30
3.2 Específicos.....	30
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
4.1 Desenho de estudo .....	31
4.2 Campo de investigação .....	31
4.3 Participantes .....	34
4.4 Coleta de dados .....	34
4.5 Variáveis de estudo .....	36
4.6 Análise dos dados .....	38
4.7 Aspectos éticos .....	54
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Artigo 1:</b> Exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes: percepção de riscos e benefícios da telefonia celular .....	57
<b>5.2 Artigo 2:</b> Exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes da telefonia celular e sintomas psiquiátricos. ....	88
<b>5.3 Artigo 3:</b> Sintomas neurológicos e exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes da telefonia celular. ....	106
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>129</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>134</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>136</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>142</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>152</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A telefonia celular se tornou um serviço de acesso popular, apresentando uma evolução expressiva. No Brasil, o número de aparelhos celulares cresceu de 7,4 milhões em 1998 para 275,5 milhões em maio de 2014. Com este expressivo crescimento, a quantidade de estações radiobase (ERB) também se elevou, chegando até maio com 67.837, segundo dados da Anatel (2014). O crescimento da telefonia celular (TC) e, portanto, do número de ERB/TC, que estabelece a comunicação com os aparelhos celulares, aumentou os benefícios para o estilo atual de vida, uma vez que tem facilitado a comunicação, oferecendo conforto e benefícios, dando oportunidade de manter-se conectado com localidades próximas e distantes; usar internet, fotografar, assistir vídeos, ouvir música, jogar vídeo game, dentre outros. No entanto, a TC tem gerado preocupações sobre os possíveis efeitos à saúde das populações expostas às Radiações Eletromagnéticas Não Ionizantes (RENI).

### 1.1 Sistemas de telefonia celular

As primeiras experiências desenvolvidas mostrando-se possibilidade de comunicação a longa distância, por meio de ondas eletromagnéticas, foi realizada pelo Físico italiano Guglielmo Marconi em 1895, utilizando o oscilador de Hertz, transmitiu sinais radiotelegráficos (em código Morse) entre dois pontos afastados por uma centena de metros. No entanto, segundo Doria e Marinho (2006), o padre brasileiro, Roberto Landell de Moura, em 1893 já desenvolvia suas experiências de telegrafia e telefonia sem fio, mas sua invenção documentada só ocorreu em março de 1901, quando obteve patente no Brasil e posteriormente (1904) nos Estados Unidos para um telefone sem fio, definido por ele de, *gouraphone*, que transmitia a voz humana sem fios a uma distância até 12 km.

Embora as primeiras experiências do sistema de telefonia celular tenham ocorrido desde 1895, segundo Bussinger (2007), só em 1921, foi implantado o primeiro sistema analógico de telefonia celular, no Departamento de Polícia de Detroit – EUA, operando com frequência de 2 MHz. Em 1946, com a operação de frequência modulada de 150 MHz, foi testado o primeiro serviço de telefonia manual pública nos EUA. No entanto, só em 1975, foi outorgada pela Federal Communication Commission (FCC), nos Estados Unidos, a faixa de frequência para uso dos telefones celulares, e em 1978, instalado um sistema experimental com base no padrão analógico AMPS (Advanced Mobile Phone Service). Em 1983, após decisão da FCC de atribuir uma faixa de frequência de 800 MHz, foram realizados testes de

campo visando a implantação do novo serviço, porém devido a problemas de regulamentação, só em 1988 começou a operar, inclusive em diversos países.

De acordo com Bussinger (2007), a tecnologia de comunicação da telefonia celular foi desenvolvida passando por quatro gerações de sistemas:

A primeira geração (1G) de sistemas celulares, caracterizada por sistemas analógicos, como o AMPS (Advanced Mobile Phone Service), começou sua operação no início da década de oitenta e tinha como principal objetivo a transmissão de voz. Possuía baixa capacidade espectral e extremamente vulnerável a interferências, o que permitia interceptar facilmente as ligações. Surgiu para dar mobilidade aos serviços e voz, propiciando a redução do tamanho dos aparelhos de telefone celular e a redução de seu preço, alavancou sua grande aceitação por parte da sociedade. No entanto, devido às limitações, foram iniciados estudos que garantissem melhor qualidade e segurança.

A segunda geração (2G) de sistemas celulares, formada por sistemas digitais possuíam extensões permitindo serviços de dados por pacotes sem estabelecer uma conexão permanente, como o TDMA (*Time Division Multiple Access*), CDMA (*Code Division Multiple Access*), GSM (*Global System Mobile*), atendendo critérios de melhor qualidade com maior capacidade de transmissão e robustez quanto às interferências e melhor capacidade espectral, possibilitando segurança e privacidade.

A 2,5G – Tecnologia intermediária entre a 2G da telefonia móvel e a 3G. Permite que celulares tenham acesso rápido à internet móvel, conexão permanente e uma vasta gama de serviço. Mensagens instantâneas, serviços de localização baseados no sistema de GPS e jogos são apenas algumas das aplicações. É uma nova tecnologia representada pelas transmissões por pacotes e, principalmente, pelos serviços diferenciados, possíveis pelo aumento das velocidades.

A terceira geração (3G) de sistemas celulares surge para universalizar a comunicação sem fio, oferecendo serviços de dados por pacotes, sem necessidade de estabelecimento de uma conexão permanente. Os principais sistemas são o UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) e a WCDMA (*Wide-band – CDMA*)/HSPA e o CDMA EVDO. Com grande vantagem, ao garantir a coexistência entre os sistemas das gerações 2G, 2,5G, 3G.

A quarta geração (4G) de sistemas de celulares, incluem maior capacidade de rede por usuário, melhor qualidade nas chamadas de voz. Há uma regra para seguir: cada geração irá oferecer conexão mais rápida que a anterior na mesma operadora, possuir menor custo com maiores taxas de dados e uma maior eficiência espectral. Recentemente as operadoras

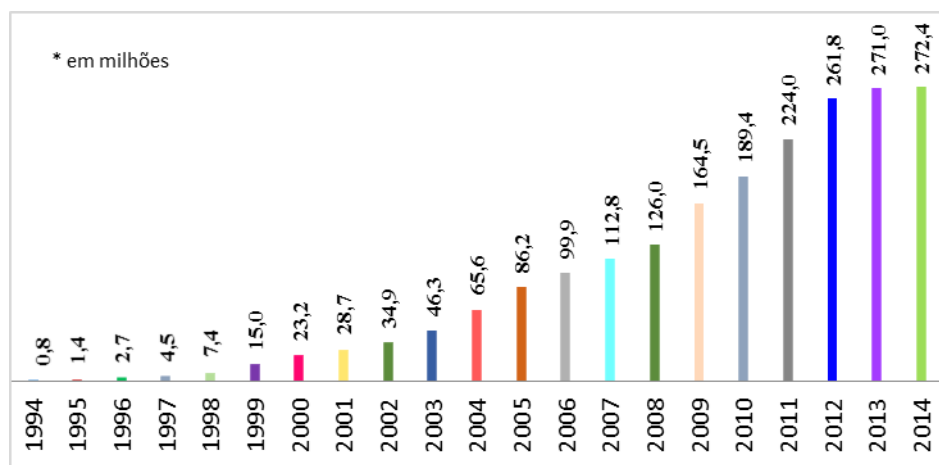
iniciaram a montagem de suas redes 4G. A nova tecnologia leva para uma rede com menos tráfego, mas não irá resolver os problemas de queda de chamadas, pois elas continuarão em 3G até todas as operadoras mudarem para LTE (*Long Term Evolution*) nos próximos anos.

O primeiro celular lançado no Brasil foi por Telecomunicações do Rio de Janeiro em 1990, e posteriormente (1993) na cidade de Salvador-BA. O serviço inicialmente foi explorado por empresa estatal e a partir de 1997 por empresa privada.

No Brasil a telefonia celular tem mostrado uma evolução expressiva. Dentre os principais mercados de telefones celulares no mundo, o Brasil ocupa a quinta posição, ficando atrás da China, Índia, Estados Unidos das Américas e Indonésia. Encerrou o ano de 2013, com 271 milhões de celulares, com quase 10 milhões de novas adesões (ANATEL, 2014).

Segundo dados da Anatel (2014) a população atendida pela telefonia celular chega a cem por cento, não incluídos os municípios de Pinto Bandeira-RS, Balneário Rincão-SC, Pescaria Brava-SC, Mojuí dos Campos-PA e Paraíso das Águas-MS.

Na Figura 1, apresenta-se o crescimento expressivo dos aparelhos de telefones celulares no Brasil dos últimos vinte anos de uso (1994 a janeiro de 2014).



**Figura 1.** Crescimento expressivo dos telefones celulares no Brasil (1994 a janeiro/2014)  
**Fonte dos dados:** ANATEL, 2014.

Até maio de 2014 o número de aparelhos de telefone celular na Bahia somou cerca de 18 milhões sendo 7.284 milhões em Salvador. Quanto ao número de ERB/TC, somou-se 3.001 e 742, no estado e na capital, respectivamente.

A TC é uma tecnologia de comunicação sem fio que utiliza rádios transmissores e receptores na faixa de microondas. As ondas eletromagnéticas no espaço são à base da radiotransmissão para grandes distâncias, dispensando o uso de fio entre os pontos de transmissão e recepção. No sistema de telefonia celular, a emissão e recepção das radiações eletromagnéticas são realizadas por uma ERB. Estas dispõem das instalações e equipamentos

de transmissão, recepção e demais periféricos do sistema e um conjunto de antenas, <sup>1</sup> instalados em torres, postes (Figura 2), inclusive em topo de fachada (Figura 3) de edifícios públicos ou privados, usados para estabelecer a comunicação com os aparelhos celulares e fixos.



**Figura2.** ERB tipo Greenfield  
**Foto:** Denize Silva



**Figura3.** ERB do tipo Roof-top  
**Foto:** Denize Silva

Segundo Baranauskas (2001), a telefonia celular é um sistema de radiocomunicação que recebe onda eletromagnética por meio das antenas que irradiam os sinais e estão instaladas nas ERB, cada uma delas cobrindo determinada região chamada de célula. A ERB está conectada à Central de Comutação e Controle (CCC) por meio de cabos, fibra óptica ou rádio digital. Através deles são transmitidos os canais de voz, permitindo que os telefones celulares se comuniquem com outros telefones celulares ou telefones fixos localizados dentro da área de cobertura de outra ERB. O usuário pode se movimentar livremente entre as células, as quais automaticamente, se tiverem linha disponível no momento, fazem a comutação entre usuário e a torre mais próxima. Para efetuar a ligação de chamada ao usuário, em geral, todas as ERB do sistema espalham uma sequência de pulsos eletromagnéticos correspondentes ao número desejado. Para aumentar a eficiência nas ligações, em alguns sistemas, a localização do usuário é frequentemente monitorizada pelas ERB, desde que o usuário deixe seu aparelho

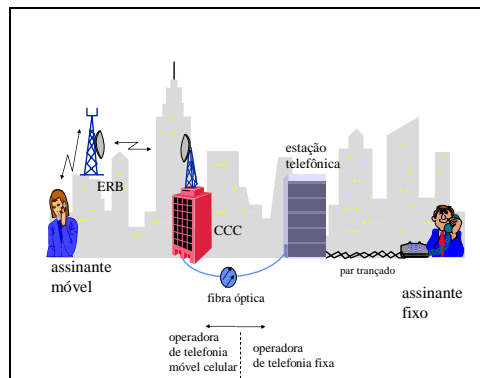
<sup>1</sup>Antena é um dispositivo elétrico cuja função é maximizar a conversão de energia elétrica em energia eletromagnética, e quando bem projetada permite que a transição de uma onda eletromagnética confinada para uma onda num espaço aberto seja efetuada de modo eficiente. Este fenômeno de transição de onda chama-se radiação. As antenas funcionam como um dispositivo transdutor intermediário, que irradia eficientemente a energia eletromagnética no espaço. Para transmitir e receber sinais usa-se frequências, utilizando-se corrente alternada. As ondas eletromagnéticas interligam os sistemas transmissores e receptores de telecomunicações. Elas também podem se propagar em meio confinados como, linha de transmissão, guia de ondas ou fibras ópticas (LIMA, 2005).



em *stand-by*. Dessa forma, as ERB e os telefones celulares em *stand-by* estão sempre emitindo RENI, mesmo que nenhum usuário esteja fazendo uso do sistema.

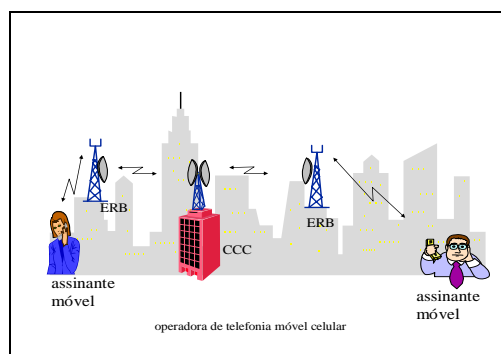
Para se obter uma boa extensão do sinal de cobertura, existem fatores que devem ser considerados. Por exemplo, a altura da torre (cerca de 30 m), o grau de urbanização e de arborização, a altura das edificações, o relevo, a potência de transmissão e ganho das antenas. Devido a esses fenômenos físicos de difração, espalhamento e reflexão, assim como das irregularidades e do contorno dos terrenos, o raio máximo de cobertura é em torno de 16 km. Portanto, uma cidade de tamanho médio poderia ser coberta por apenas algumas ERB. Entretanto, devido ao espaço limitado de frequências, cada ERB pode atender a poucos usuários ao mesmo tempo. Deste modo, para suprir a cobertura nos grandes centros urbanos são instaladas mais ERB e na medida em que cresce o número de consumidores, a tendência é que as cidades passem a ter um crescente número de ERB (BARANAUSKAS, 2001).

Na sequência apresenta-se um esquema de encaminhamento de ligações de telefone celular para fixo (Figura 4), assim como de celular para celular (Figura 5).



**Figura 4.** Esquema de encaminhamento de ligações de telefone celular para fixo

Fonte: <[http://www.daeln.ct.utfpr.edu.br/arquivos/pp\\_smp.ppt](http://www.daeln.ct.utfpr.edu.br/arquivos/pp_smp.ppt)>



**Figura 5.** Esquema de encaminhamento de ligações de telefone celular para celular

Fonte: <[http://www.daeln.ct.utfpr.edu.br/arquivos/pp\\_smp.ppt](http://www.daeln.ct.utfpr.edu.br/arquivos/pp_smp.ppt)>

## 1.2. Exposição às RENI decorrentes da telefonia celular

A exposição dos seres humanos as RENI provém de fontes variadas, como por exemplo, sol, monitores de microcomputadores, fornos de microondas, babá eletrônica, *smartphone*, *notebooks*, barbeador elétrico, telefones celulares, Linhas de Alta Tensão (LAT), antenas de TV, rádio FM e de telefonia celular, entre outros. Portanto, as RENI são distribuídas não somente pela telefonia celular, mas também por equipamentos de rede e dispositivos eletroeletrônicos, dentre outros.

Segundo Okuno (2007):

No início da história da radiação ionizante, pouco se sabia sobre os efeitos prejudiciais e quase nada sobre efeitos em longo prazo tardios. Cientistas precursores tiveram queimaduras na pele e muitos morreram precocemente com leucemia e outros tipos de câncer. Ainda hoje muitas pessoas vão tomar banho nas praias com areias monazíticas de Guarapari/ES-Brasil para a cura das mais variadas doenças tais como reumatismo e artrite. Alguns anos atrás, certos rótulos de água mineral ostentavam como propaganda seu conteúdo de radioatividade. Além disso, é muito comum indivíduos buscarem câmeras de bronzamentos...entretanto, a radiação provoca danos nos seres humanos, necessitando que qualquer uso que se faça dela deve ser criteriosamente, com conhecimento de proteção radiológica e com responsabilidade.

Radiação é uma forma de energia, emitida por uma fonte, e que se propaga de um ponto a outro sob a forma de partículas com ou sem carga elétrica, ou ainda sob a forma de ondas eletromagnéticas. Quando a radiação possui energia suficiente para arrancar um dos elétrons orbitais de átomos neutros, transformando-os em um par de íons, diz-se que é ionizante (OKUNO, 2007). No caso das RENI decorrentes do uso da telefonia celular, trata-se de radiação não ionizante caracterizada por seu comprimento de onda, frequência e energia radiada, considerada, como não transportadora de energia suficiente para alterar o estado físico de um átomo. No entanto, apesar de não produzirem ionização do meio por onde se deslocam, são capazes de dissociar moléculas, ou seja, romper ligações químicas (MARTIN et al., 2013).

Uma onda eletromagnética é constituída de campo elétrico e magnético oscilantes, perpendiculares entre si, que se propagam no vácuo ou no ar com velocidade constante, igual a 300 mil km/s (OKUNO, 2007).

O campo eletromagnético de uma antena é dividido em região próxima, intermediária e distante. Em cada uma delas predomina um tipo de campo. Na região próxima, o campo estático, na região distante predomina a onda eletromagnética e na intermediária, há contribuição tanto do campo estático quanto da onda eletromagnética. Na

região próxima apesar de não haver ondas, existe energia associada ao campo eletromagnético. Considerando as dimensões das regiões próximas das diversas frequências utilizadas na telefonia celular, verifica-se que estas dimensões são muitas vezes superiores a distância do aparelho do telefone celular ao corpo do usuário, sobretudo quando se utiliza o aparelho de telefone próximo ao crânio (HAYT; BUCK, 2008).

Assim, submete o usuário as energias associadas a cada região. Com relação à exposição à ERB/TC, os indivíduos encontram-se na região de campo distante, e para mensurar os níveis de RENI desta fonte emissora, basta avaliar uma das grandezas, campo elétrico, campo magnético, ou densidade de potência.

Na visão de Salles e Fernandez (2005) a radiação não é somente absorvida pela pele, mas também em níveis mais profundos do corpo, dissipando-se repetidamente com profundidade, podendo causar um aumento de temperatura não percebido pelos sensores térmicos naturais, que são localizados superficialmente. O aquecimento gerado internamente depende do tempo de exposição, da frequência de operação, da intensidade do campo e da espessura do tecido, não podendo às vezes ser compensado pelo organismo, ocasionando efeitos biológicos.

Para Okuno e Yoshimura (2010) a absorção em níveis mais profundos do corpo, depende da faixa de frequência; sendo que, o aumento de temperatura só ocorre na faixa de radiofrequência. A profundidade de penetração em tecido com alto conteúdo de água, como o muscular das ondas eletromagnéticas ao redor de frequência de 900 MHz, de telefonia celular, é de 3,0 cm, e das microondas de 2.450 MHz usadas em fornos é de 1,7 cm. Em tecidos com baixo teor de água, como o ósseo, esses valores são respectivamente, 17,7 cm e 11,2 cm. Ou seja, a transparência de tecido na faixa de radiofrequência diminui com o aumento da frequência da onda eletromagnética. Absorção de campo elétrico em materiais biológicos que mostra como a profundidade de penetração diminui com aumento da frequência.

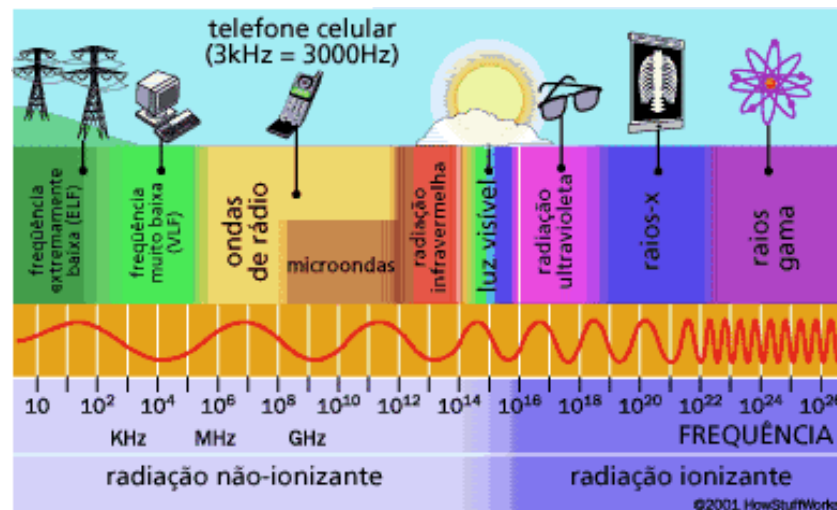
Segundo Baranauskas (2001), um material biológico exposto à RENI sofre transformações, que dependerão tanto da intensidade da radiação que atinge sua superfície quanto da taxa de absorção específica (Specific Absorption Rate – SAR) desta radiação no interior destes materiais. A SAR funciona como um fator limitante da radiação no corpo humano, tendo limites específicos. Para uma exposição ocupacional foi estabelecido 0,4w/kg, e para o público em geral, limite de 0,08 W/kg para SAR média do corpo inteiro.

Estes limites foram estabelecidos pelas diretrizes da International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Esta diretriz estabelece limites que consideram

apenas os efeitos com altos níveis e de curto tempo de exposição (efeitos térmicos), que produzem um aumento de temperatura, havendo ou não alteração de calor pelo corpo.

Na visão de Yacoub e Souza (2002), estes efeitos pode provocar aumento da temperatura no corpo – alteração física, alteração nos níveis de sódio e potássio – alteração química e produzir alteração no sistema nervoso central – alteração biológica. No entanto, foram desconsiderados, os efeitos de baixos níveis e longo tempo de exposição (efeitos atérmicos). Estes são efeitos bioquímicos ou eletrofísicos causados diretamente pelos campos eletromagnéticos induzidos, e não indiretamente por um aumento localizado ou distribuído de temperatura.

Na Figura 6 podem ser vistos diversos exemplos mostrando o espectro eletromagnético com suas correspondentes faixas de frequências e utilizações.



**Figura 6.** Espectro eletromagnético e faixas de frequências

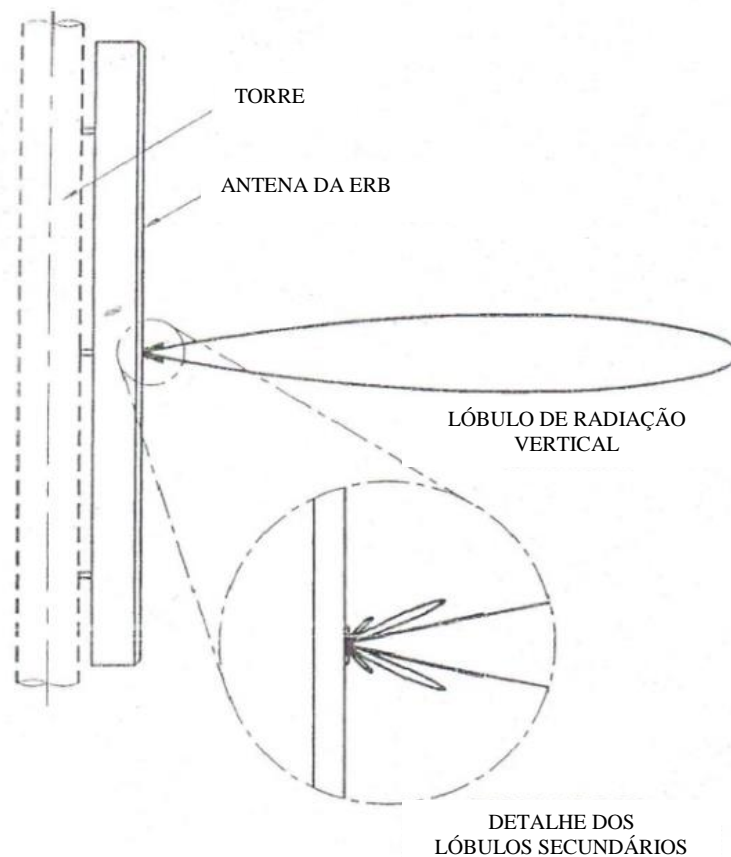
**Fonte:** <http://educar.sc.usp.br/optica/espectro.gif>

A absorção de energia das radiações eletromagnéticas depende da frequência da radiação; densidade de potência, distância do corpo em relação à fonte que produz a onda (campo próximo e campo distante), das propriedades elétricas do corpo, além de variáveis, como idade (criança ou adulto), massa corpórea, dentre outras.

Frequência é o índice de tempo no qual uma quantidade, tal como o campo elétrico, oscila. Sua unidade no sistema MKS é expressa em Hertz (Hz) e no início eram disponíveis para o telefone celular no Brasil nas bandas de: 850 MHz, antigas bandas A e B; 900 MHz, bandas de extensão utilizadas pelo GSM; 1700 e 1800 MHz, bandas D, E, e subfaixas de extensão usadas pelo GSM e 1900 e 2100 MHz destinadas na sua maior parte para sistemas 3G (ANATEL, 2012).

No caso das ERB/TC, do tipo Greenfield, os valores mais elevados de radiação são encontrados 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 (EGER et al., 2004).

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 (Figura 7).



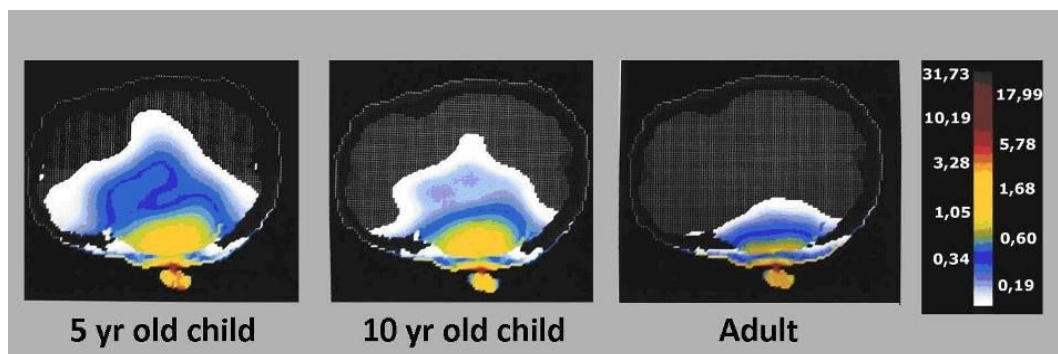
**Figura 7.** Lóbulo da radiação da antena  
**Fonte:** Baranauskas, 2001

Normalmente as antenas utilizadas nas ERB/TC irradiam maior densidade de potência em uma direção aproximadamente na linha horizontal. Então quem estiver na direção desta maior irradiação naturalmente receberá maior energia. Como a densidade de potência nesta direção de maior irradiação decai aproximadamente com o inverso do quadrado da distância, ou seja, a dez metros decai cerca de cem vezes, e a cem metros decai cerca de dez mil vezes, então quanto mais próximas estiverem às fontes irradiantes, maiores deverão ser os

resultados do somatório de densidade de potência em cada ponto considerado. Daí então maior deverão ser os riscos das pessoas que estiverem naquela região (HAYT; BUCK, 2008).

A intensidade eletromagnética incidente em corpos pode ser, em parte, refletida na interface ar-pele e, em parte, transmitida através do corpo. A intensidade de uma onda (densidade de potência) é a quantidade de energia propagada por unidade de área e tempo, expressa em  $W/m^2$ . Os coeficientes de reflexão e de transmissão que indicam os percentuais de intensidade refletida e transmitida, respectivamente, dependem muito da frequência ( $\nu$ ) da onda eletromagnética e do meio que absorve a onda. A transmissão de uma onda eletromagnética em um meio obedece, em termos gerais, a uma lei exponencial, por isso, define-se a profundidade de penetração de uma onda eletromagnética em um dado meio como a distância percorrida por ela até que sua intensidade seja reduzida  $1/e$  (36,8%) do valor de entrada, ou à distância até a qual 63,2% da energia radiante é absorvida pelo meio (OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

De acordo com Gandhi (2002) a estimativa de absorção das RENI dos telefones celulares, na frequência GSM 900 MHz, para adultos e crianças com idade de 5 e 10 anos indica uma maior SAR ( $W/kg$ ), dentro do cérebro de crianças quando comparado com cérebros dos adultos (Figura 8).



**Figura 8.** SAR de telefones celulares, com base em idade e frequência GSM de 900 MHz.  
**Fonte:** Gandhi, 2002.

### 1.3. Exposição às RENI/TC e efeitos à saúde

Estudos indicando associação entre emissões de RENI/ERB/TC e efeitos à saúde, especialmente as neoplasias, tem preocupado a comunidade científica, uma vez que, os dispositivos legais adotados para a instalação das ERB/TC foram definidos com base apenas nos efeitos de altos níveis e curto tempo de exposição, embora pesquisas recentes indiquem que as RENI podem causar agravos à saúde, mesmo em níveis de exposição mínimos e que

estes efeitos têm sido observados em níveis abaixo dos padrões definidos pela Comissão Internacional de Proteção das Radiações Não Ionizantes (ICNIRP).

Efeitos decorrentes da exposição às RENI/TC tais como, distúrbios do sono, dificuldade de concentração, cefaleia, lapsos de memória, tontura, dentre outros, em populações que residem no entorno das ERB/TC, têm sido investigados. Santini et al. (2002) indicaram sintomas mais significativos por influência da distância dos indivíduos a ERB/TC: irritabilidade, depressão, perda da memória, tontura, diminuição da libido (100 m); dor de cabeça, perturbação do sono, desconforto (200 m); cansaço (300 m). 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. Posteriormente, Navarro et al. (2003), Bortkiewicz et al. (2002) e Gómez-Perretta et al. (2013), indicaram que moradores próximos a ERB/TC relataram problemas circulatórios, distúrbios do sono, irritabilidade, depressão, visão turva e dificuldades de concentração. Já Abdel-Rassoul et al. (2006) sugeriram uma relação entre residir próximo a ERB e problemas neurocomportamentais, tais como, tremores, tonturas, cefaleia, distúrbios do sono, distúrbios visuais, dentre outros. Hutter et al. (2006) estudaram 365 pessoas que viviam perto de torres de telefone celular e relataram maior frequência de cefaleia nos residentes mais próximos aos mastros. Vale ressaltar que as medidas de densidade de potência realizadas nos quartos de 336 destas famílias estavam muito abaixo dos limites preconizados pela ICNIRP.

Da mesma forma, Oberfeld et al. (2004) relataram que as pessoas que viviam perto das ERB 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 RENI.

Censi et al. (2007) mostraram que interferências nos dispositivos de marcapasso e desfibriladores podem levar a sérios riscos ao paciente, gerando estímulos inadequados nos ventrículos, o que resulta em palpitações e taquicardia. Outros efeitos relatados são a inibição inadequada ou desencadeamento de estimulação, a reversão para estimulação assíncrona e detecção de taquiarritmias esporádicas, e, menos frequentemente, a reprogramação dos parâmetros operacionais. Cada uma dessas anomalias é temporária, ocorrendo apenas quando a interferência estiver presente.

Estudo realizado por Hardell et al. (2004) 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 RENI de telefones celulares é menor em áreas com curta distância de ERB/TC devido a um controle adaptativo de potência (APC). Lönn et al. (2004) e Hillert et

al. (2006) também demonstraram que o APC no telefone celular é regulado pela distância entre as ERB/TC.

Eger e Jahn (2010) evidenciaram um aumento do número de casos de câncer em pessoas que viveram há vários anos a menos de 500 m de uma ERB. Kuster e Kühn (2011) buscaram estabelecer uma base para determinar a exposição cumulativa do sistema nervoso central (SNC), cobrindo a faixa de frequência de 30 MHz até 6 GHz e incluindo, dessa forma, aparelhos de telefone celular e sem fio, sistema de vigilância eletrônico para crianças, dentre outros. Os campos e SAR foram definidos em uma referência às SAR em diferentes tecidos e regiões do modelo humano anatômico por meio de fatores de estimativa, foram obtidos com ajuda de ferramentas de simulação. Variações nas SAR foram resultadas pelas diversas anatomias dos diferentes modelos humanos. Para verificação da SAR nos subgrupos funcionais do cérebro, que não podem ser diferenciados anatomicamente, um modelo foi utilizado para comparar a exposição de fontes distintas, especialmente nas regiões sensíveis do cérebro. Isso foi alcançado por meio do desenvolvimento de transformações de diferentes tipos de fontes de RENI para SAR induzidas específicas por região. Os autores concluíram que os telefones celulares é a fonte mais forte de exposição às RENI/TC.

Augner et al. (2010) estudaram a exposição a radiofrequência de ERB em três grupos de pessoas. Cada grupo foi submetido a um campo de 900 MHz, 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 ERB de intensidade menor que a estabelecida pela diretriz da ICNIRP pode causar estresse fisiológico. Lakimenko et al. (2011) reproduziram os efeitos atérmicos das radiações emitidas por ERB 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  $Ca^{2+}$  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.

Bortkiewicz et al. (2012) relataram queixas de pessoas que vivem perto das ERB. As medições de campo elétrico foram realizadas nos prédios localizados próximo das antenas. Os resultados foram ajustados para fatores de confusão (idade, sexo, EMF no local de trabalho e RENI emitidas por aparelhos domésticos), utilizando modelo de regressão múltipla, onde 181 homens e 319 mulheres de 500 domicílios foram examinadas. Campo elétrico acima de 0,8



V/m foi registrado em 12% dos apartamentos e não houve correlação significativa entre a intensidade do campo elétrico e a distância de apartamentos às ERB. Analisou-se também a frequência dos sintomas relatados em relação às distâncias. Dor de cabeça foi declarada por 57% das pessoas com maior frequência que viviam entre 100 e 150 m de distância da ERB em comparação com as pessoas que se encontravam a distâncias maiores ( $p= 0,013$ ). Cerca de um quarto dos indivíduos declarou memória prejudicada. No geral as associações foram mais descritas com relação à distância da ERB e não com a intensidade do campo elétrico. Isto fez com que os autores concluíssem que se precisa de mais estudos, com novas formas de medição para avaliação da exposição.

Salford et al. (2003) constataram que uma exposição de duas horas à RENI na faixa da telefonia celular do sistema GSM foi capaz de danificar e destruir até 2% das células do cérebro de ratos. As alterações do genoma aconteceriam através de mecanismos indiretos como: estresse oxidativo (aumento da produção de oxidantes e formação intracelular de espécies reativas de oxigênio), desorganização da cromatina e prejuízo do reparo do DNA. Resultados similares também foram encontrados por Nittby et al. (2009). No entanto, estudos de Finnie et al. (2009), não sugerem aumento significativo na permeabilidade da barreira hematoencefálica para exposição de cérebros de ratos expostos a RENI/TC na faixa de frequência de 900 MHz por duração de 60 min ou 2 anos.

Khalil et al. (2012) investigaram a exposição de ratos, por uma hora, às radiofrequências de ERB, e detectaram alterações urinárias indicativas de lesões no DNA. Para Ledoigt e Belpomme (2013), a resposta das células para diferentes tipos de campos eletromagnéticos pode ser induzida com baixo nível (atérmico) de alta frequência dos campos eletromagnéticos associada à exposição a tecnologias de telefonia celular. RENI poderia desencadear a ativação de proteínas mediada por ligantes, tais como  $Ca^{2+}$ , que alteram a conformação das proteínas de ligação, assim induzindo aumento da formação de espécies reativas de oxigênio que podem alterar funções proteômicas. Coureau et al. (2013) encontraram associação estatisticamente significativa entre exposição ao uso de telefones celulares 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. Outros efeitos decorrentes da exposição às RENI/TC, tais como neoplasias (ovário, mama, pulmão), foram relatados na literatura por Eger et al. (2004) e Wolf e Wolf (2004).

Entretanto, há estudos que não relatam efeitos à saúde em populações expostas a RENI. Blettner et al. (2009) não encontraram associação entre morar próximo de uma ERB e

aumento da incidência de câncer, concluindo que as emissões de RENI não estavam relacionadas com efeitos adversos para a saúde. Outros estudos afirmam que os dados não sugerem que as RENI/ERB/TC apresentem riscos para saúde. Braune et al. (1998) demonstraram que pessoas expostas a sinais GSM, não sofreram variações nas suas medidas de pressão arterial, frequência cardíaca, fluxo sanguíneo periférico e níveis de norepinefrina e epinefrina no sangue.

Verifica-se, portanto, que a relação entre exposição às RENI 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 OMS desenvolveu um Projeto em 1996 para avaliar a evidência científica de possíveis efeitos adversos para a saúde, relacionados com as RENI. Em 2011, a OMS se posicionou quando a *International Agency for Research on Cancer* (IARC) classificou a exposição às radiofrequências como pertencente ao grupo 2B, ou seja, categoria que classifica os agentes em possível carcinogênico.

#### **1.4. Percepção do risco**

Relatos de riscos para saúde têm sido algo comum no dia-a-dia, associados com tabagismo, poluentes atmosféricos, radiação solar, proximidade de ERB/TC, uso de telefones celulares, dentre outros. Na visão de Rio e Oliveira (1999) a percepção é um processo mental de interação do indivíduo com o meio ambiente que ocorre através de mecanismos perceptivos propriamente ditos e, principalmente, cognitivos.

Para o público em geral a avaliação de riscos não é baseada em informações quantificáveis, mas em fatores que definem sua percepção de risco. Tais fatores incluem valores sociais e pessoais, bem como experiências anteriores e projetos tecnológicos (OMS, 2002).

Kleef et al., (2010) num estudo sobre percepção de riscos e benefícios dos telefones celulares e ERB/TC realizado em Bangladesh mostrou que em geral, as vantagens dessa tecnologia superam os riscos. Os benefícios percebidos estão relacionados, principalmente, às vantagens sociais e pessoais, nestes incluídos a capacidade de receber notícias de emergência sobre enchentes, ciclones e outros desastres naturais. As ERB/TC foram vistas como um símbolo do avanço da sociedade. Os resultados ainda sugerem que as percepções globais de risco são relativamente baixas, em especial os riscos para a saúde, e são conduzidas, principalmente, pelas percepções relacionadas com crimes que envolvem a telefonia celular.

Mostrando-se que as comunicações e gestão de riscos podem ser particularmente eficazes quando os fatores contextuais da sociedade onde o sistema é implementado são levados em consideração. Além disso, foi relatado que os participantes que tem conhecimento da ERB/TC percebe mais benefícios do que aqueles que não sabem que residem próximo de ERB/TC.

Siegrist et al. (2005) verificou que a emoção, é um fator que pode ser importante para o desenvolvimento de atitudes e opiniões sobre as RENI e aceitação da tecnologia.

Os riscos à saúde e ao meio ambiente decorrentes do desenvolvimento econômico e tecnológico, estejam eles presentes nos ambientes onde as pessoas trabalham, moram ou circulam, podem ser pouco ou muito graves. Mas, o maior perigo reside justamente quando as pessoas – sejam trabalhadores, moradores ou cidadãos – comunidades e a sociedade como um todo expostos a eles não são capazes de analisá-los e enfrentá-los adequadamente (PORTO, 2007).

Ainda segundo Porto (2007), um aspecto importante para se entender à complexidade tanto de riscos ecológicos globais quanto os tecnológicos e o aumento da vulnerabilidade das sociedades modernas reside nas características das incertezas existentes, que são muitas e frequentemente não são reconhecidas de forma adequada pelos representantes das instituições tecnocientíficas. Com isso as incertezas tornam-se objeto de manipulação pelos atores com maiores recursos e interesses econômicos em jogo.

### **1.5. A incerteza científica e o princípio da precaução**

No intuito de prevenir à população de possíveis efeitos a saúde com a exposição às RENI/TC, normas de limites dos níveis de RENI em vários países como Itália, Rússia, e Suíça, a cidade de Salzburg (Áustria), mantêm seus padrões de exposição humana às radiofrequências (RF) inferiores aos das diretrizes que estabelecem seus limites de exposição considerando apenas os efeitos de altos níveis e curto tempo de exposição. Portanto, aplicam o princípio da precaução, visto que as pesquisas realizadas possuem resultado controverso.

Para Machado (2006) o fato de o incerto não ser conhecido ou de não ser entendido aconselha que ele seja avaliado ou pesquisado. A certeza equivale à ausência de dúvida e de imprecisão. A informação incerta é um dos motivos de apelar-se para a aplicação do princípio da precaução.

Na visão de Marchesan (2005), a atividade empresarial relativa à telefonia celular móvel, embora represente inegáveis confortos e avanços, oferece riscos à saúde e ao meio ambiente, cumprindo ser analisada e regrada à luz da teoria do risco.

No caso do Brasil, os limites foram estabelecidos pela Agência Nacional de Telecomunicações, por meio da Resolução n.º 303, de 2 de julho de 2002 – ANATEL, a qual seguiu as diretrizes sugeridas pela ICNIRP. No entanto, devido às incertezas científicas geradas por riscos provenientes das ERB/TC, vários municípios brasileiros não aceitaram os valores estipulados pela Anatel, e adotaram suas próprias leis restringindo a instalação de ERB nas proximidades de escolas, creches, hospitais (SILVA, 2009), com base no princípio da precaução. Entretanto, em 2009, foi criada a Lei Federal n.º 11.934 adotando os mesmos padrões estabelecidos pela ICNIRP/ ANATEL, não considerando, portanto, o princípio da precaução.

No Quadro 1 apresenta-se limites e normas estabelecidos por países e cidades que aplicam o princípio da precaução, bem como pela ICNIRP.

**Quadro 1.** Normas e Limites estabelecidos à exposição de RENI do público em geral

<b>Normas exposição humana (Fonte)</b>	<b>Campo elétrico E (V/m)</b>	<b>Densidade de potência S (W/m<sup>2</sup>)</b>
ICNIRP (1998)	40	4,300
ANATEL (2002/2009)	40	4,300
ITÁLIA (1998)	6	0,100
SUIÇA (1999)	4	0,043
SALZBURG	0,6	0,001
PORTO ALEGRE (2002)	4	0,043
SALVADOR (NT- 02/03)	9	0,210

**Fonte:** adaptada de Salles e Fernández, 2005.

## 2. JUSTIFICATIVA

Vários estudos apontam que instalações de telefonia, em determinadas condições, por exemplo, proximidade da ERB/TC com a população podem causar problemas de saúde, devido à emissão de RENI, bem como afetar o comportamento ou a saúde de outros seres vivos. As indicações de associação entre emissões de RENI/ERB/TC e efeitos à saúde tem preocupado a comunidade científica, uma vez que, os dispositivos legais adotados para a instalação foram definidos com base apenas nos efeitos térmicos, embora pesquisas recentes indiquem que as RENI/TC podem causar agravos à saúde, mesmo em níveis de exposição mínimos; estes efeitos têm sido observados, em níveis abaixo dos padrões definidos pela Comissão Internacional de Proteção das Radiações Não Ionizantes (ICNIRP).

As pesquisas realizadas até o momento influenciaram as políticas públicas de países como Suíça, Rússia, Itália, dentre outros, levando-os ao estabelecimento de normas mais rigorosas com intuito de proteger a população quando da instalação de ERB e emissões de RENI. No Brasil, observa-se pouca atuação do Governo Federal (Lei nº 11.934/2009) na definição de parâmetros legais, mostrando que está na contramão do princípio da precaução.

A cidade de Salvador/BA possui instalação de ERB/TC em pequeno espaço urbano, bem como ausências de ERB/TC em alguns bairros, conforme mapeamento das ERB/TC realizado no estudo de Silva (2009). Tal condição permite inferir que Salvador seria um bom cenário para a realização de um estudo epidemiológico para verificar se ocorrem efeitos na saúde da população circunvizinha da ERB/TC.

Além disso, um aspecto relevante é que setores da sociedade e cidadãos individuais têm buscado os órgãos públicos ligados à saúde e ao Ministério Público Estadual para obter informação quanto ao risco que correm ao residir ou trabalhar em locais próximos às ERB. Sendo o tema em questão de grande relevância para a saúde pública, uma vez que, a literatura apresenta resultados controversos, além da reduzida produção científica sobre o mesmo tema no Brasil, são razões que justificam a realização desse estudo.

### 3. OBJETIVOS

**GERAL:** Investigar a associação entre exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes das estações radiobase de telefonia celular e efeitos à saúde em Salvador/BA.

**ESPECÍFICOS:**

- Analisar a exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes da telefonia celular em dois bairros do município do Salvador/BA.
- Analisar a percepção da população sobre riscos e benefícios quando exposta às RENI decorrentes de dispositivos de tecnologia comunicação sem fio.
- Investigar a associação entre sintomas psiquiátricos e neurológicos com exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes das RENI/ERB/TC) em Salvador/BA.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Desenho de estudo**

Trata-se de um estudo epidemiológico de corte transversal, realizado de novembro de 2012 a maio de 2013, com indivíduos residentes em Salvador/Bahia.

### **4.2. Campo de investigação**

Por meio do mapeamento das ERB realizado por Silva (2009) em Salvador, foi identificada a localização das ERB em Salvador-BA (Figura 9). Utilizando-se o Programa Mapiinfo versão 7.8, dados do IBGE (2012), da Prefeitura Municipal de Salvador (2006) e da Anatel (2007), foi definida a área de estudo considerando-se a existência de pelo menos uma ERB/TC com ocupação urbana no seu entorno e além do limite de raio de 300 m, como proposto por Santini et al. (2002). Por atender aos critérios estabelecidos, dois bairros contíguos situados na Cidade Baixa, Bonfim e Monte Serrat foram selecionados para o estudo.

Após esta etapa, utilizou-se o aplicativo Mapiinfo versão 7.8, onde foram lançados os setores censitários de Salvador, e posteriormente inseridos os pontos georreferenciados da ERB, esse procedimento foi realizado para construção do mapa de delimitação da área de estudo (Figura 10).

Julgou-se necessário a elaboração de outros mapas da área de estudo, para facilitar a coleta de dados em campo, tanto na realização das entrevistas quanto da marcação dos pontos para medição do campo elétrico decorrente da RENI/ERB/TC.

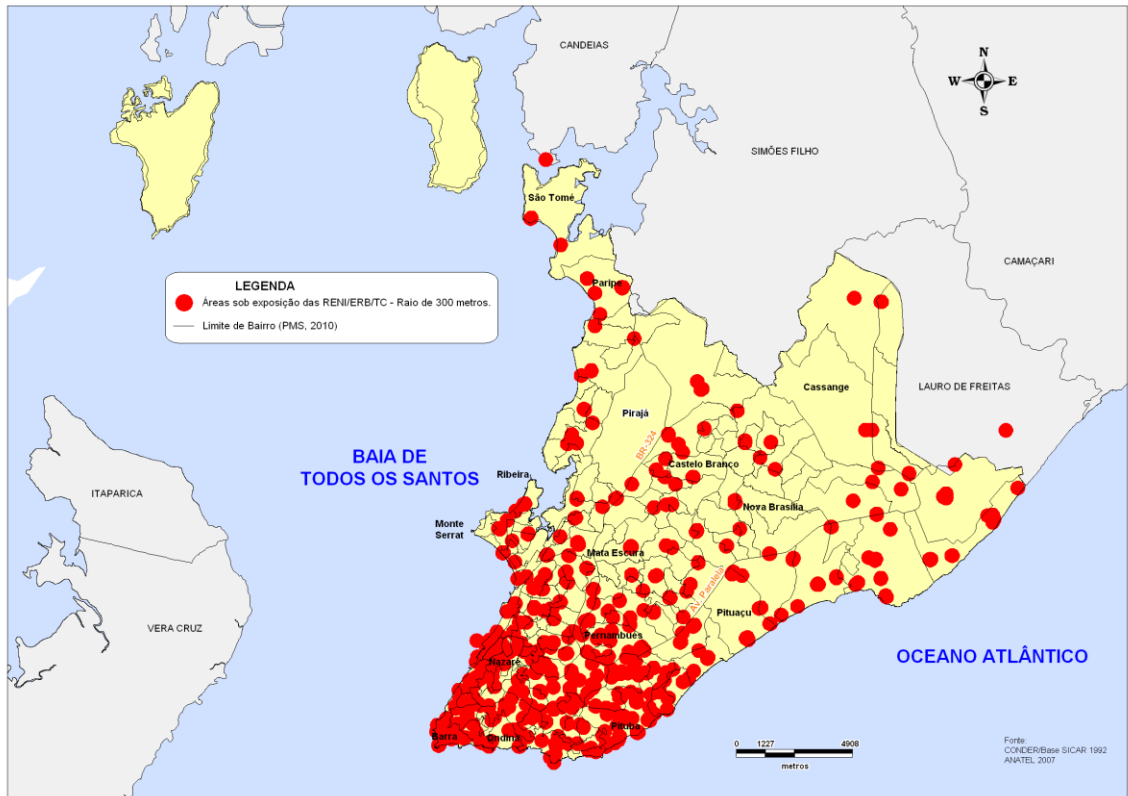


Figura 9 - Cenário de possíveis riscos à população do entorno das ERB num raio de influência de até 300m.



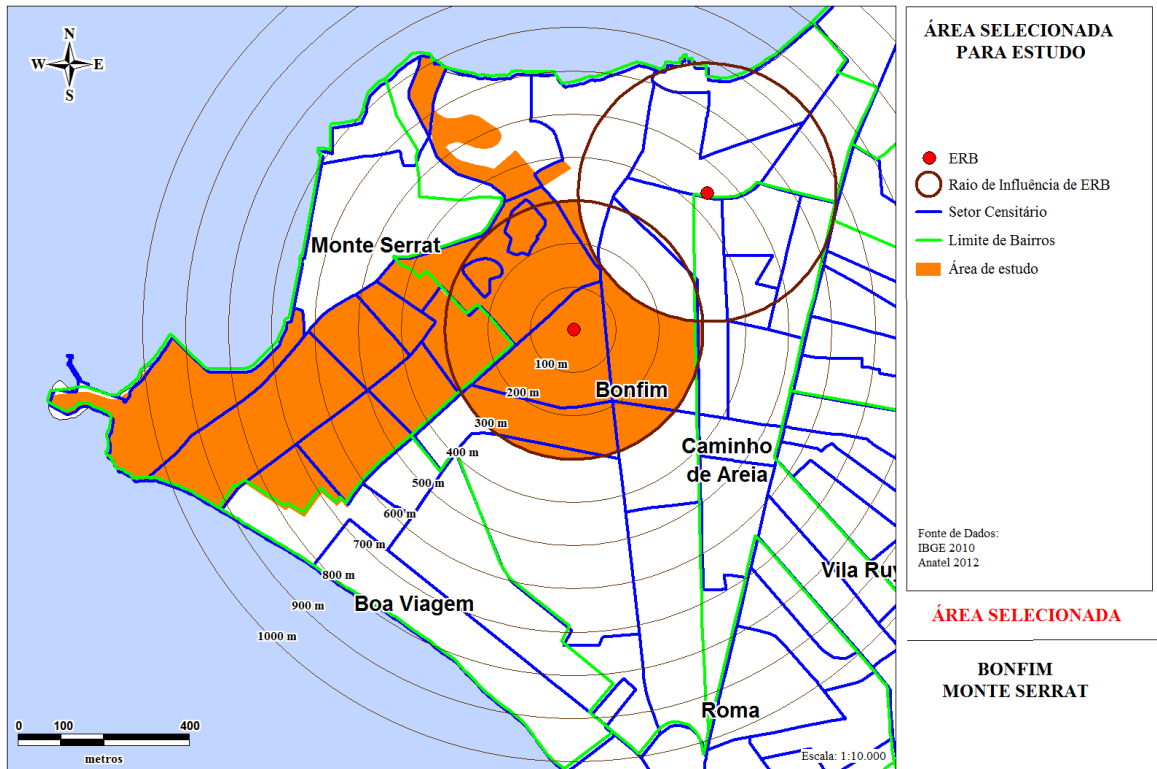


Figura 10 - Área selecionada para estudo.

### 4.3. Participantes

Segundo dados do IBGE (Censo 2010) o bairro do Bonfim possuía uma população estimada de 3.512 indivíduos distribuídos em 1.207 domicílios, e o de Monte Serrat, 5.730 indivíduos distribuídos em 1.867 domicílios.

Calculou-se o tamanho da amostra ( $n=474$ ) utilizando-se como parâmetros,  $\alpha = 5\%$ , frequência de agravo em não expostos = 5%, Razão de Prevalência = 2,0, Poder do estudo = 80% e relação expostos e não expostos (E/nE) de 1:1. No entanto, devido a dificuldade de acesso, e exclusão de entrevistas realizadas em domicílios fora dos limites geográficos estabelecidos foram considerados válidos para análise, 440 entrevistas.

Os prédios comerciais ou institucionais, os domicílios com indivíduos menores de dezoito anos de idade no momento da abordagem e imóvel exposto a RENI proveniente de outras ERB/TC, foram excluídos do estudo.

A amostra foi aleatória sistemática, com o sorteio do primeiro domicílio e os próximos selecionados com o intervalo igual a dois domicílios. Após identificação do domicílio; um indivíduo residente foi selecionado de forma aleatória para a entrevista. Era necessário ter idade maior ou igual a dezoito anos e condições de responder a respeito dos demais moradores, inclusive crianças.

Ressalta-se que, quando um domicílio sorteado possuía dois ou mais andares onde moravam familiares do entrevistado, mas que para acessar sua moradia necessitava-se passar por dentro do imóvel localizado no térreo, este domicílio foi considerado como uma única moradia, e, portanto, descartado, adotando assim o mesmo procedimento estabelecido pelo IBGE.

### 4.4. Coleta dos dados

Os principais instrumentos de coleta de dados adotados para análise foram às entrevistas semiestruturadas (MINAYO, 2013), a pesquisa documental (cadastros de ERB/TC da ANATEL de 1993 a 2014) e a medição dos níveis de RENI/ERB/TC na área de estudo.

Após análise das informações obtidas do banco de dados da ANATEL para o município do Salvador/BA, foram elaborados mapas de localização e varredura em toda área de estudo (Bonfim e Monte Serrat), para análise de ausência ou acréscimo de outras ERB/TC instaladas além das existentes no referido banco de dados.

Para os dados referentes à exposição às RENI/TC, morbidade, comportamento e percepção relativos à exposição à RENI, foi utilizado um questionário padronizado (Apêndice A) e o instrumento já validado no Brasil *Center for Epidemiological Studies Depression Scale* (CES-D), com ponto de corte igual a 16. Os questionários foram aplicados por meio de entrevistas domiciliares, pela autora desta tese e colaboração de sete estudantes do curso de Medicina da Universidade Federal da Bahia, sendo cinco alunos bolsistas PIBIC CNPq, um FAPESB e um voluntário.

Além do treinamento por meio de reuniões para discussão do planejamento do trabalho em campo os estudantes receberam mapas que foram construídos para melhor localização e delimitação da área de estudo, e supervisão durante toda coleta.

Com intuito de verificar a estrutura e a clareza do questionário elaborado para entrevistas, foi realizado um pré-teste por meio de entrevista preliminar em pessoas com características semelhantes a da população alvo. O resultado contribuiu para ordenar e reformular questões, e elaboração de estratégias do trabalho em campo.

Para avaliar os níveis de RENI/ERB/TC, realizou-se medição do campo elétrico em março/agosto de 2013, utilizou-se o medidor de radiação eletromagnética EMR-300, com ponta de prova de campo elétrico de 10 KHz a 3 GHz, modelo fabricado pela Wandel & Goltermann. As medições foram realizadas em espaços abertos próximos das residências dos indivíduos entrevistados, cobrindo toda área de estudo.

O mapeamento das RENI/TC nos dois bairros consistiu em medidas de pontos próximos e distantes da fonte emissora, por um período de 3 minutos. Considerou-se como critério de proximidade e afastamento, aqueles pontos situados até e além de 300 m da ERB/TC, respectivamente.

A fonte emissora tomada como referência para medição dos níveis das RENI, foi a ERB/TC do tipo Greenfield (Figura 11) situada na Rua Cônego Orlando Teles, 6, Bonfim. Esta ERB/TC recebeu licença de instalação desde 2004, operando com antenas transmissoras de tecnologia GSM, na faixa de frequência 1800 MHz, compartilhadas por mais três operadoras em 2004, 2006 e 2008.

Os pontos de leitura foram definidos pela autora da tese, sendo a medição realizada por um especialista do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).



**Figura 11** - ERB instalada no Bonfim - Cidade Baixa  
**Foto:** Denize Silva

#### **4.5. Variáveis de estudo**

##### **Artigo 1: Exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes: percepção de riscos e benefícios da telefonia celular**

Para análise da exposição às RENI/ERB/TC e formas de uso do telefone celular considerou-se as variáveis: idade, sexo, escolaridade, tipo de residência, tempo de moradia, trabalho, permanência em casa, usuário de telefone celular, tempo de uso de telefone celular, nº de aparelhos de telefone celular, nº de chips, local onde coloca o celular durante o dia, desliga o celular ao dormir, duração das ligações, quando dorme onde coloca o telefone celular, faz ligação com sinal de cobertura fraco, aparelhos eletroeletrônicos no quarto, e roteador em casa.

Para análise de percepção da população sobre os riscos e benefícios decorrentes da exposição às RENI: percepção relativa a influência na qualidade de vida e prejuízos decorrentes da tecnologia de comunicação sem fio; percepção de benefícios com ERB/TC no bairro e sua necessidade para o uso do telefone celular; preocupações em morar próximo de ERB/TC; se deve ser consultado antes da instalação de uma ERB próximo a sua residência; informações sobre o tema; causas por se preocupar em morar perto da ERB; meios de

comunicação da informação sobre o tema; e influência das variáveis idade e sexo na percepção de riscos.

Para seleção das variáveis que iriam compor o modelo de regressão logística hierarquizada, considerou-se como variável independente principal a exposição à RENI/ERB/TC. As variáveis dependentes foram as queixas subjetivas e os diagnósticos dados por médicos relacionados aos efeitos psiquiátricos e neurológicos. Outras variáveis de interesse para controle de confundimento e avaliação de modificação de efeito foram: idade, sexo, escolaridade, tabagismo e formas de uso do telefone celular. Os procedimentos para definição das variáveis dependentes foram descritos por artigo: artigo 2 referente aos sintomas psiquiátricos e artigo 3 relativo aos sintomas neurológicos.

### **Artigo 2: Exposição as radiações eletromagnéticas não ionizantes da telefonia celular e sintomas psiquiátricos**

Definiram-se as seguintes variáveis dependentes: irritabilidade, ansiedade, baixa na libido, palpitação, tendência depressiva e diagnóstico médico de depressão e de ansiedade. A variável independente principal foi à exposição à RENI/ERB/TC.

Com base no conhecimento existente entre exposição à RENI/TC e efeitos à saúde, selecionou-se as seguintes variáveis secundárias: exposição à RENI decorrentes do telefone celular (anos de uso, número de chips, uso com sinal de cobertura fraco, coloca o aparelho perto do corpo e nunca desliga o telefone ao dormir); decorrentes da ERB/TC, tempo de moradia, permanência em casa; decorrentes de aparelhos eletroeletrônicos (forno de microondas, telefone fixo sem fio, roteador, aparelhos no quarto em que dorme), idade, sexo, renda, escolaridade, consumo de álcool e tabagismo. Estas variáveis foram usadas para controle de confundimento.

### **Artigo 3: Sintomas neurológicos e exposição as radiações eletromagnéticas não ionizantes da telefonia celular**

Definiram-se as seguintes variáveis dependentes: cefaleia, sonolência, fadiga, lapsos de memória, tontura, insônia e dificuldade de concentração. A variável independente principal foi a exposição à RENI decorrente da ERB/TC.

Com base no conhecimento existente entre exposição à RENI/TC e efeitos à saúde, selecionou-se as seguintes variáveis secundárias: exposição à RENI decorrentes do telefone

celular (anos de uso do telefone celular, número de chips, uso com sinal de cobertura fraco, duração da ligação, coloca o aparelho perto do corpo, e nunca desliga o telefone ao dormir); exposição a ERB/TC (tempo de moradia, permanência em casa); aparelhos eletroeletrônicos (forno de microondas, telefone fixo sem fio, roteador, aparelhos no quarto em que dorme), idade, sexo, renda, escolaridade, consumo de álcool e tabagismo. Estas variáveis foram usadas para controle de confundimento.

#### **4.6. Análise dos dados**

##### **Artigo 1: Exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes: percepção de riscos e benefícios da telefonia celular**

As entrevistas foram analisadas seguindo a técnica de análises de conteúdo de Bardin (2011) por esta compreender a sistematização e descrição dos conteúdos das mensagens, uma vez que permite a inferência de conhecimentos, assim como descrição das frequências simples e cruzamentos das variáveis de estudo. O banco de dados foi construído no software Epiinfo. Foram calculadas as frequências simples das variáveis de interesse, utilizando-se o software STATA 10. As diferenças de proporção foram testadas através do teste qui-quadrado, considerando 10% do nível de significância.

##### **Artigo 2: Exposição as radiações eletromagnéticas não ionizantes da telefonia célula e sintomas psiquiátricos.**

Para seleção das variáveis que iriam compor o modelo de regressão logística hierarquizada, verificou-se inicialmente a associação entre variáveis independentes através do qui-quadrado.

Deste modo, as covariáveis consumo de álcool, telefone fixo sem fio, renda, e tempo de uso do telefone celular, foram excluídas por apresentar forte associação entre elas ( $p \leq 0,05$ ). Posteriormente foram estruturados modelos hierarquizados, pré-selecionando-se variáveis cuja associação com a variável dependente obtivesse  $p \leq 0,25$ . A estratégia de entrada das variáveis no modelo foi hierarquizada e seguiu o proposto por Greenland (1984) e Fuchs et al. (1996), sendo mantidas em cada nível as variáveis que apresentaram  $p \leq 0,10$  (DANCEY; REIDY, 2011).

No primeiro nível incluíram-se as variáveis que representaram características macrossociais 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*, radio relógio, computador); uso de forno de microondas, uso de roteador em casa e utilização de telefone convencional sem fio.

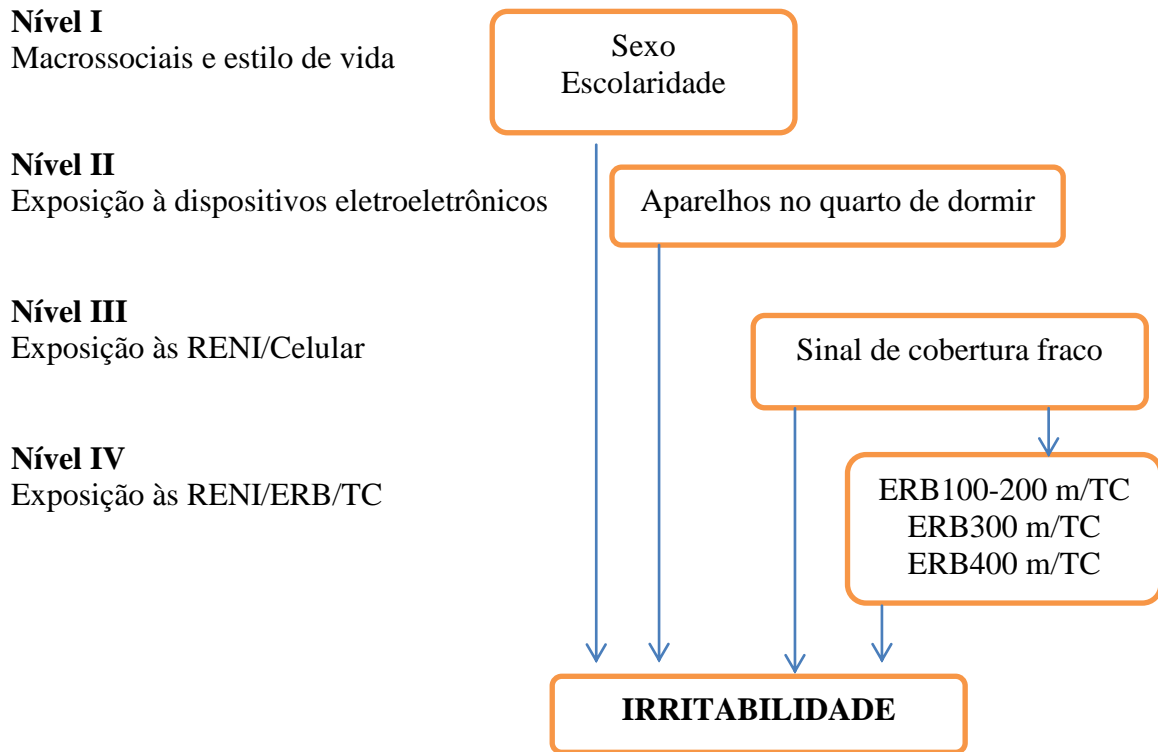
O terceiro nível correspondeu à exposição às RENI decorrentes do comportamento do usuário com o aparelho de telefone celular, ou seja, se o indivíduo realizava chamada do celular com sinal de cobertura fraco; se usava mais de um chip; se desligava o celular quando dormia e manutenção do telefone celular perto do corpo.

Para inclusão do quarto nível, relativo à exposição à RENI/ERB/TC, foram construídos três modelos com estratos de distanciamento entre as residências e a ERB/TC:  $\leq 300$  m e além dos 300 m, 100 e 200 m da ERB/TC,  $\leq 400$  m e além dos 400 m da ERB/TC. Além delas, o tempo de moradia ( $\leq 10$  /  $> 10$  anos) e tempo de permanência em casa (8 a 16 h/dia e 16,1 a 24 h/dia) também foram incorporadas nesse nível.

Os dados foram analisados no Programa STATA 10. A estatística de aderência de Hosmer e Lemeshow foi utilizada para verificação de ajuste do modelo.

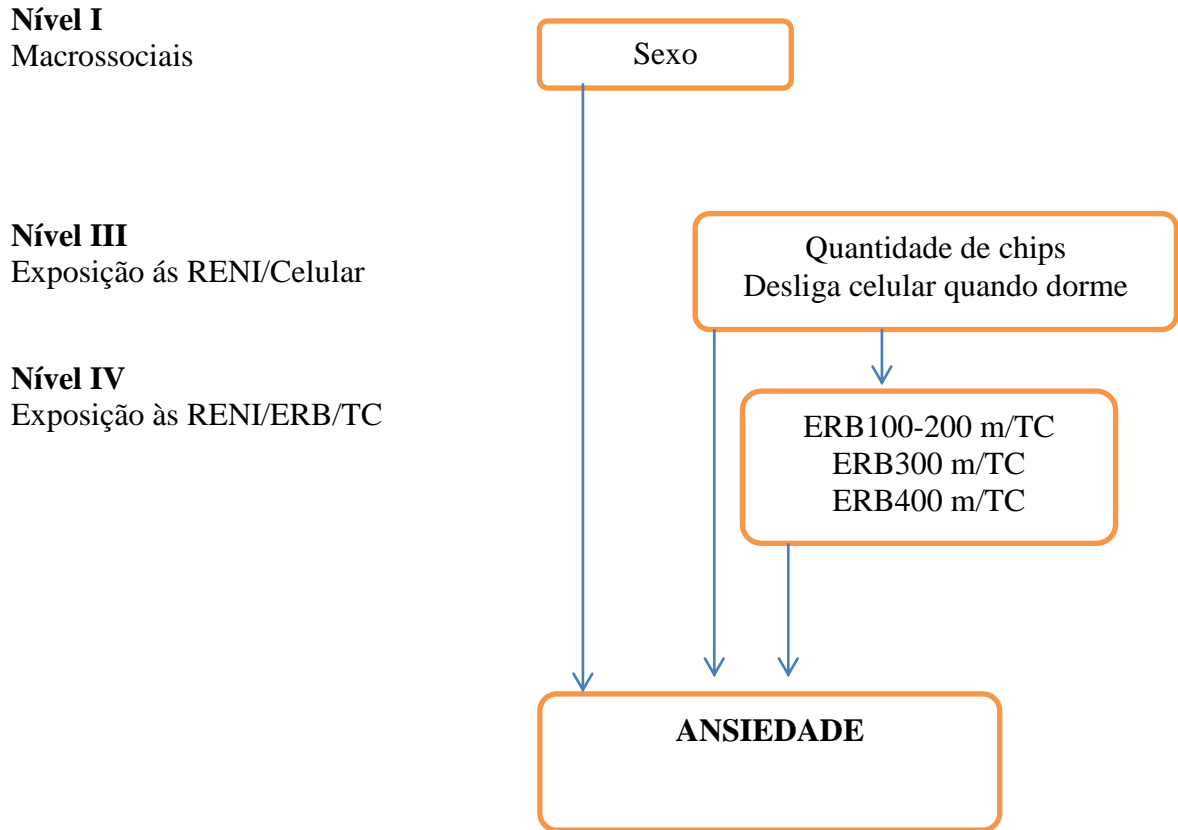
O modelo de regressão logística hierarquizada utilizado para analisar a associação entre os sintomas psiquiátricos são apresentados na sequência: irritabilidade (Figura 12), ansiedade (Figura 13), baixa na libido (Figura 14), palpitação (Figura 15), tendência depressiva (Figura 16), diagnósticos de depressão (Figura 17) e de ansiedade (Figura 18), de sintomas depressivos (CES-D  $\geq 16$ ) (Figura 19).

**Figura 12.** Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas à irritabilidade e exposição às RENI/ERB/TC

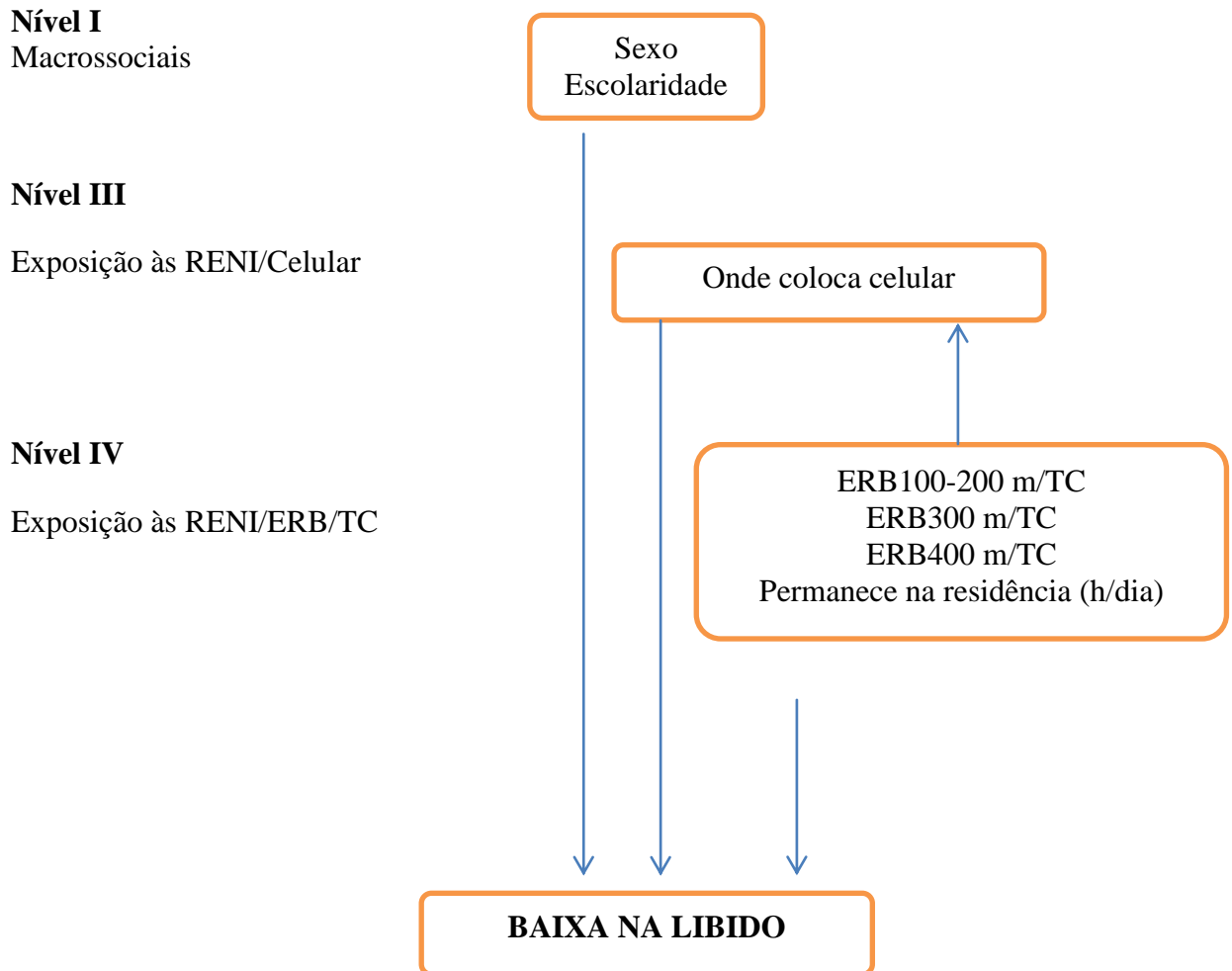




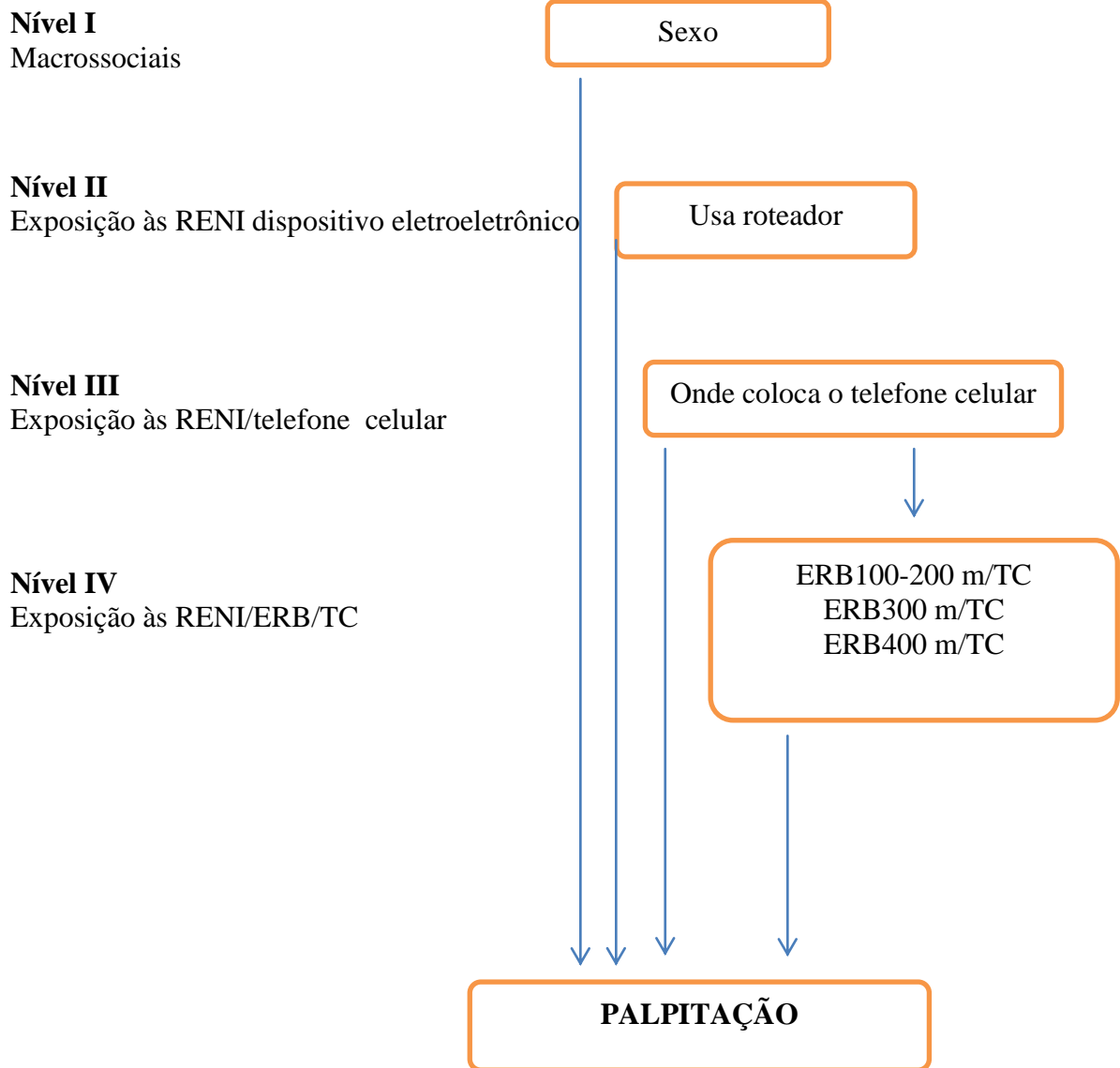
**Figura 13.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à ansiedade e exposição às RENI/ERB/TC



**Figura 14.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à baixa na libido e exposição às RENI/ERB/TC



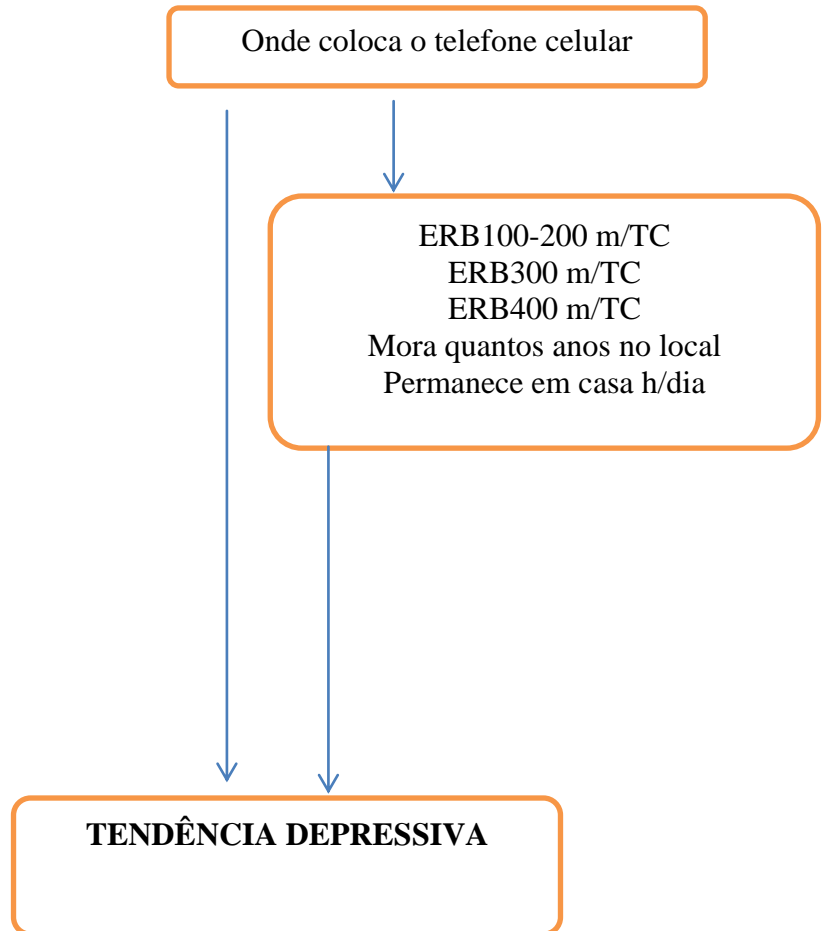
**Figura 15.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à palpitação e exposição às RENI/ERB/TC



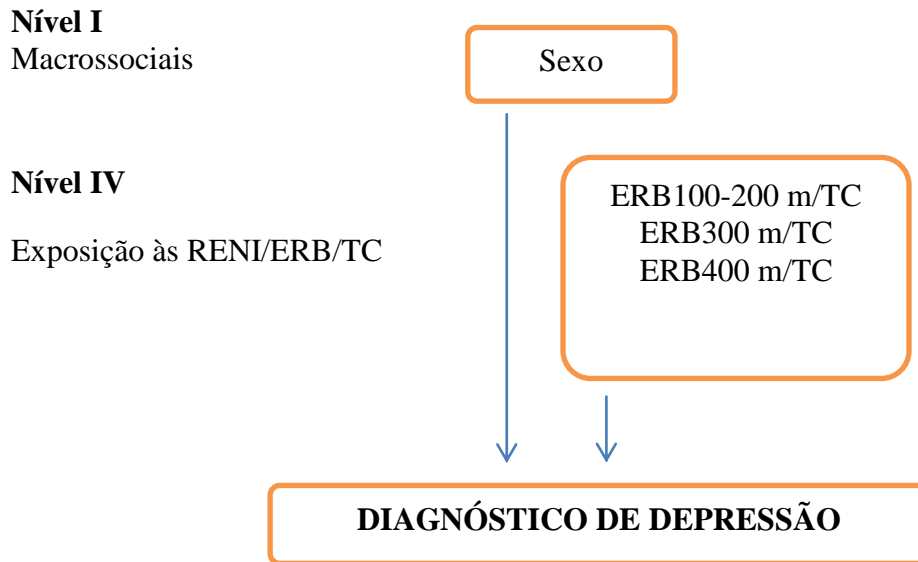
**Figura 16.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à tendência depressiva e exposição às RENI/ERB/TC

**Nível I**  
Exposição às RENI/Celular

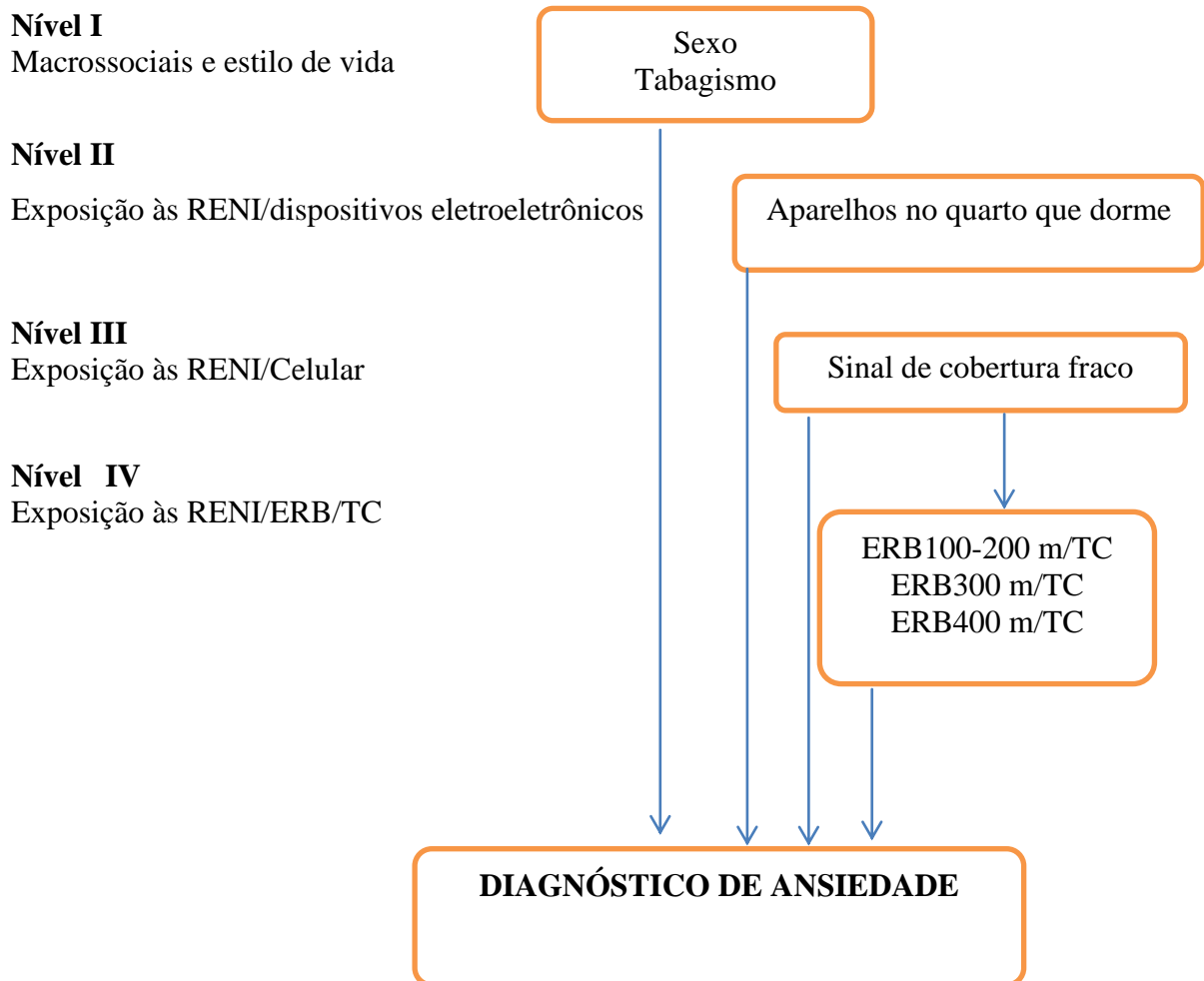
**Nível IV**  
Exposição às RENI/ERB/TC



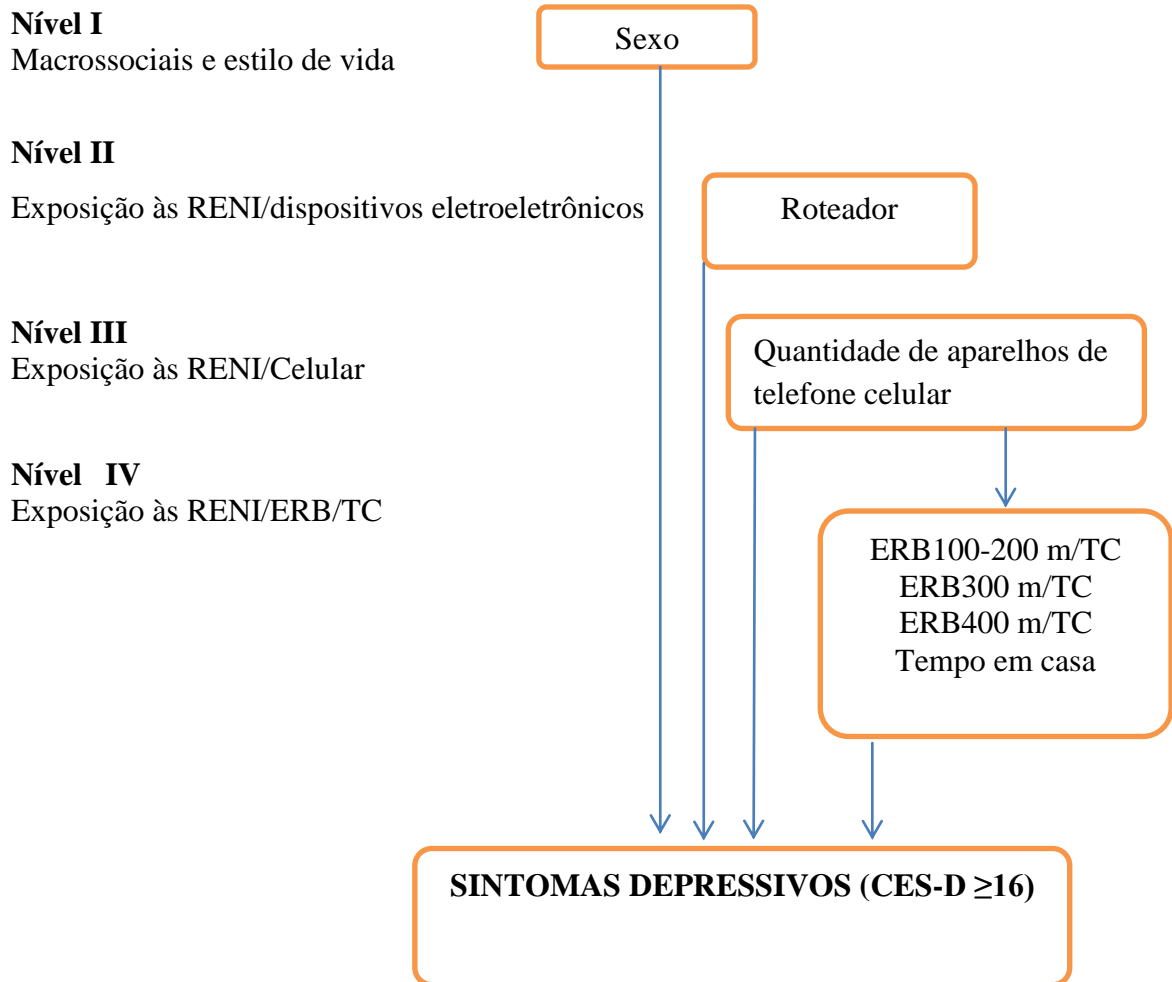
**Figura 17.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas ao diagnóstico de depressão e exposição às RENI/ERB/TC



**Figura 18.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas ao diagnóstico de ansiedade e exposição às RENI/ERB/TC



**Figura 19.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas aos sintomas depressivos ( $CES-D \geq 16$ ) e exposição às RENI/ERB/TC



### **Artigo 3: Efeitos neurológicos e exposição as radiações eletromagnéticas não ionizantes da telefonia celular.**

Utilizou-se o modelo de regressão logística hierarquizado. Inicialmente verificou-se a associação entre variáveis independentes através do qui-quadrado. Deste modo, as covariáveis consumo de álcool, renda, e tempo de uso do telefone celular, foram excluídas por apresentar forte associação entre elas ( $p \leq 0,05$ ). Posteriormente foram estruturados modelos hierarquizados, pré-selecionando-se variáveis cuja associação com a variável dependente obtivesse  $p \leq 0,25$ . A estratégia de entrada das variáveis no modelo foi hierarquizada seguiu o proposto por Greenland (1984), Fuchs et al. (1996), sendo mantidas em cada nível as variáveis que apresentaram  $p \leq 0,10$  (DANCEY; REIDY, 2011).

No primeiro nível incluíram-se as variáveis macrossociais: idade ( $\leq 50$  e  $> 50$  anos), sexo e escolaridade (fundamental/médio e superior/pós-graduação).

O segundo nível foi relativo à exposição a dispositivos eletroeletrônicos: presença de aparelhos no quarto de dormir (telefones celulares, vídeo game, notebook, radio relógio, computador) e uso de forno de microondas.

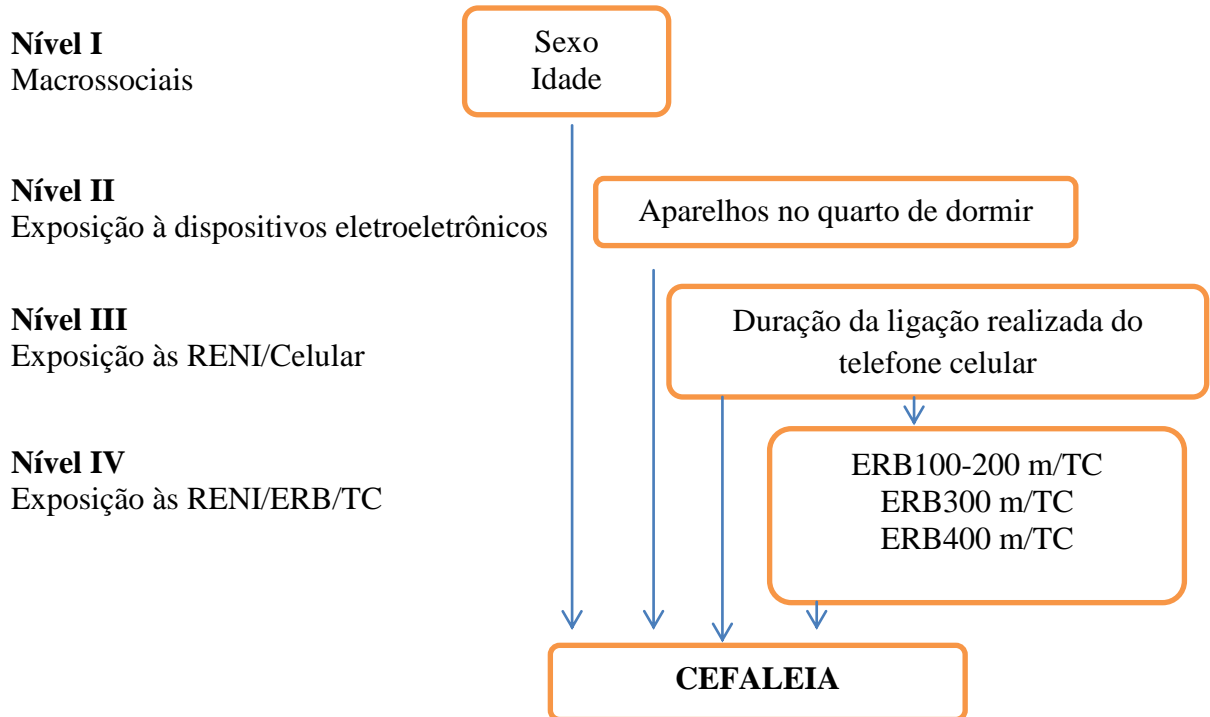
O terceiro nível correspondeu à exposição às RENI decorrentes do comportamento do usuário com o aparelho de telefone celular, ou seja, se o indivíduo realizava chamada do celular com sinal de cobertura fraco; se usava mais de um chip; se desligava o celular quando dormia; duração das chamadas com telefone celular ( $\leq 30$  min/dia /  $>30$  min/dia).

Para inclusão do quarto nível, relativo a exposição à RENI/ERB/TC, foram construídos três modelos com estratos de distanciamento entre as residências e a ERB/TC:  $\leq 300$  m e além dos 300 m, 100 e 200 m da ERB/TC,  $\leq 400$  m e além dos 400 m da ERB/TC. Além delas, o tempo de moradia ( $\leq 10$  /  $>10$  anos) e tempo de permanência em casa (8 a 16 h/dia e 16,1 a 24 h/dia) também foram incorporadas nesse nível. Os dados foram analisados no Programa STATA 10. A estatística de aderência de Hosmer; Lemeshow foi utilizada para verificação de ajuste do modelo.

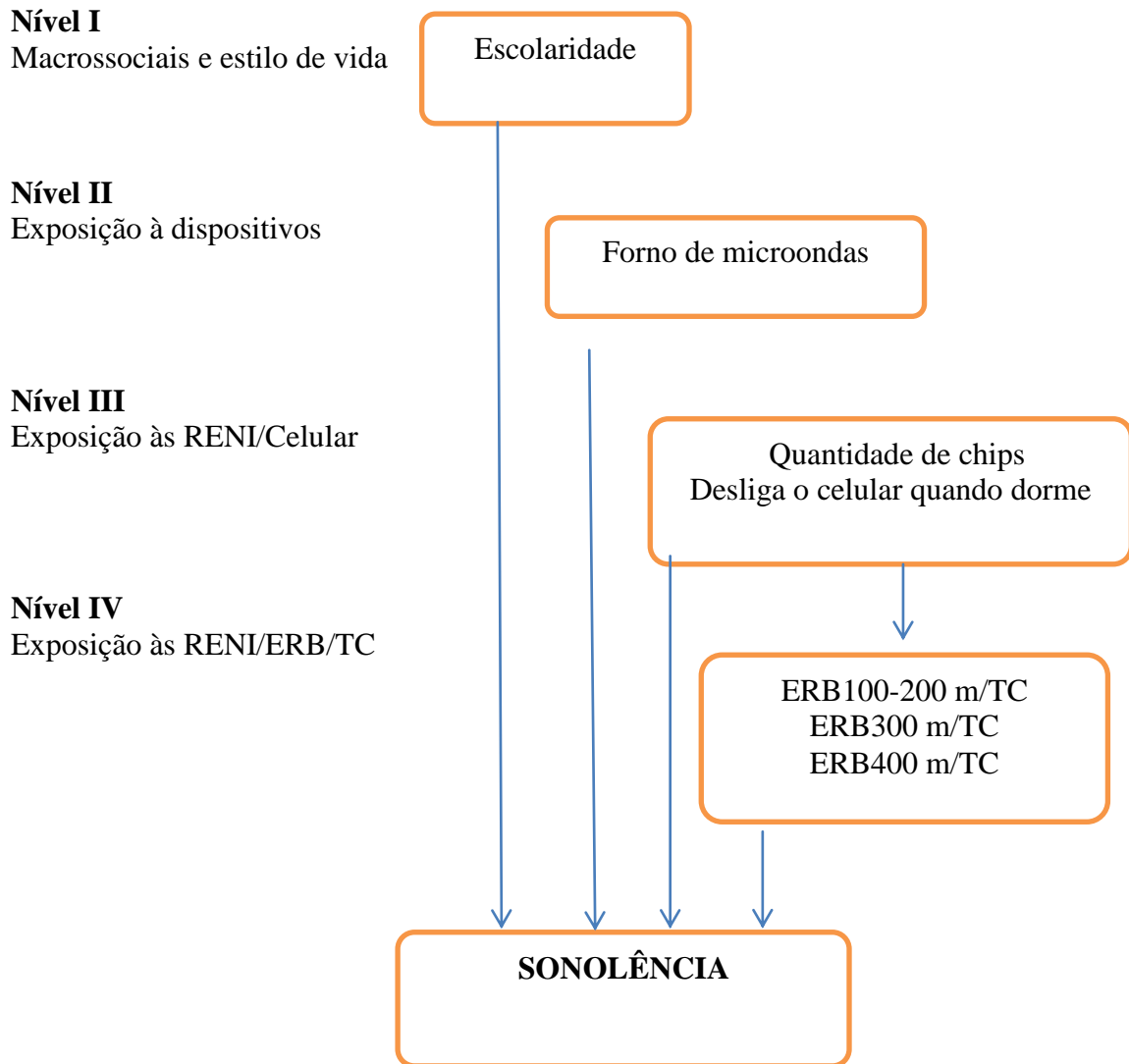
Os modelos de regressão logística hierarquizada utilizados para analisar a associação entre os sintomas neurológicos são apresentados na sequência: cefaleia (Figura 20), sonolência (Figura 21), insônia (Figura 22), fadiga (Figura 23), dificuldade de concentração (Figura 24), lapsos de memória (Figura 25), e tontura (Figura 26).



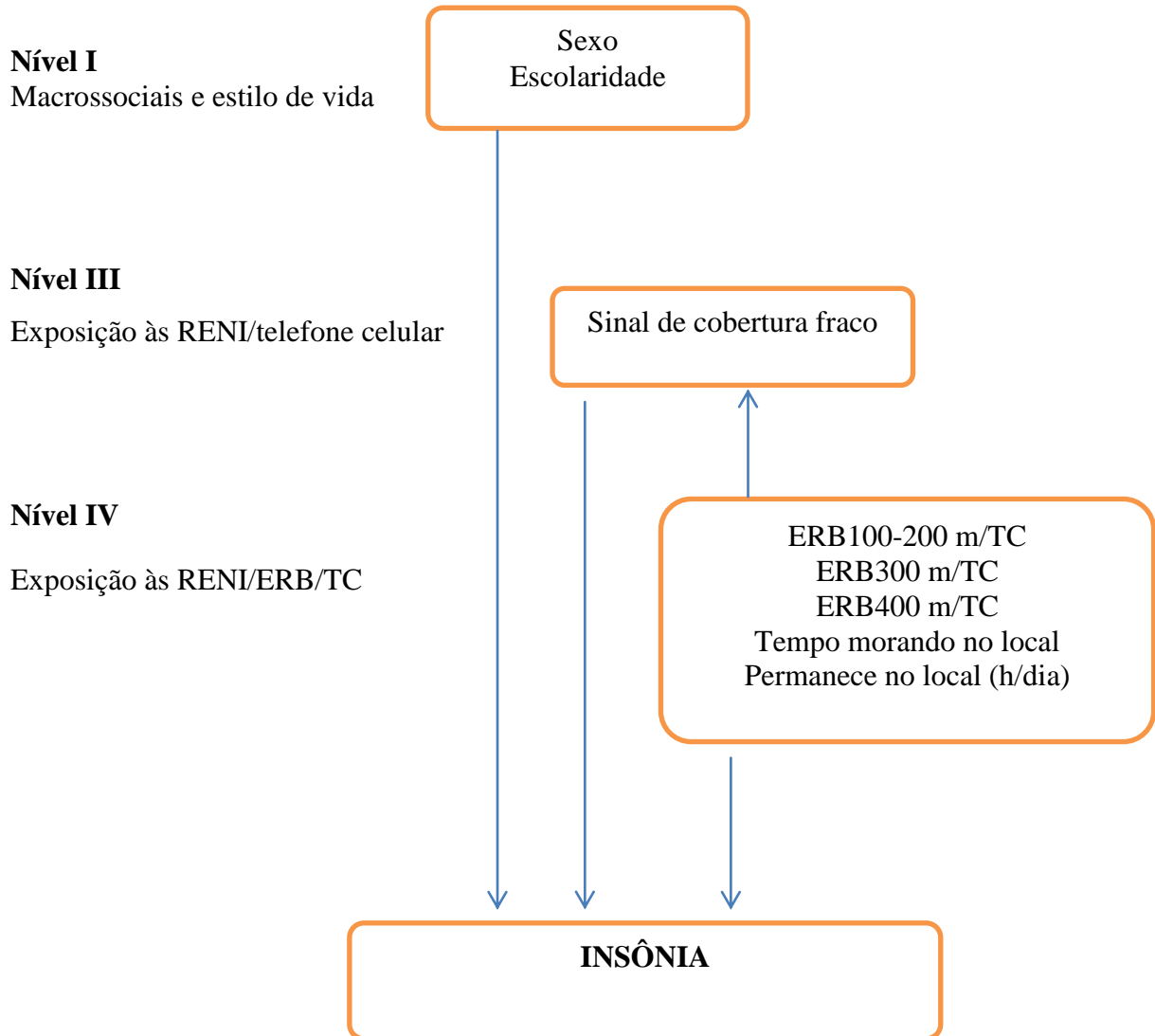
**Figura 20.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à cefaleia e exposição às RENI/ERB/TC



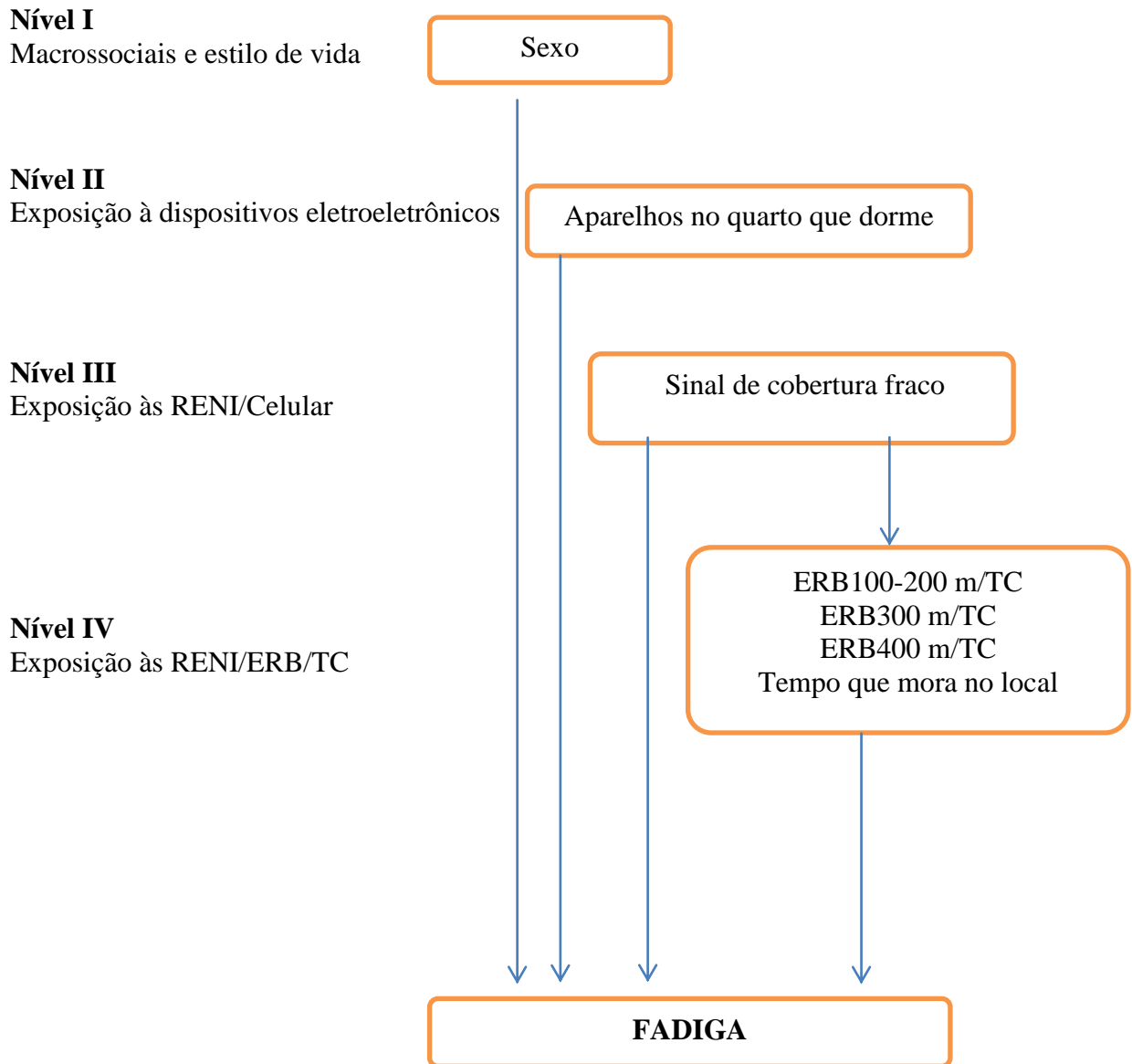
**Figura 21.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à sonolência e exposição às RENI/ERB/TC



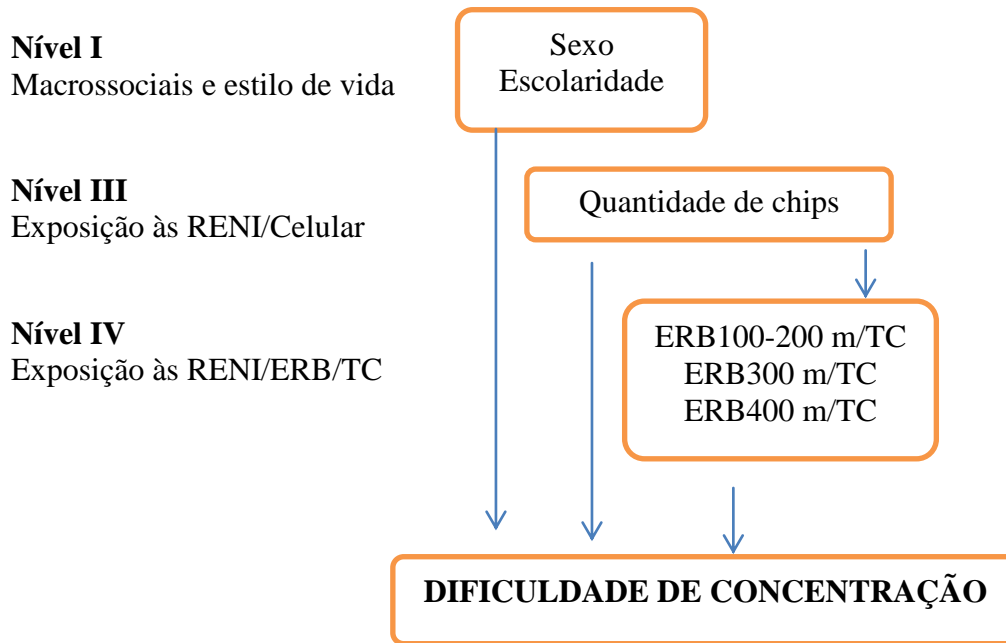
**Figura 22.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à insônia e exposição às RENI/ERB/TC



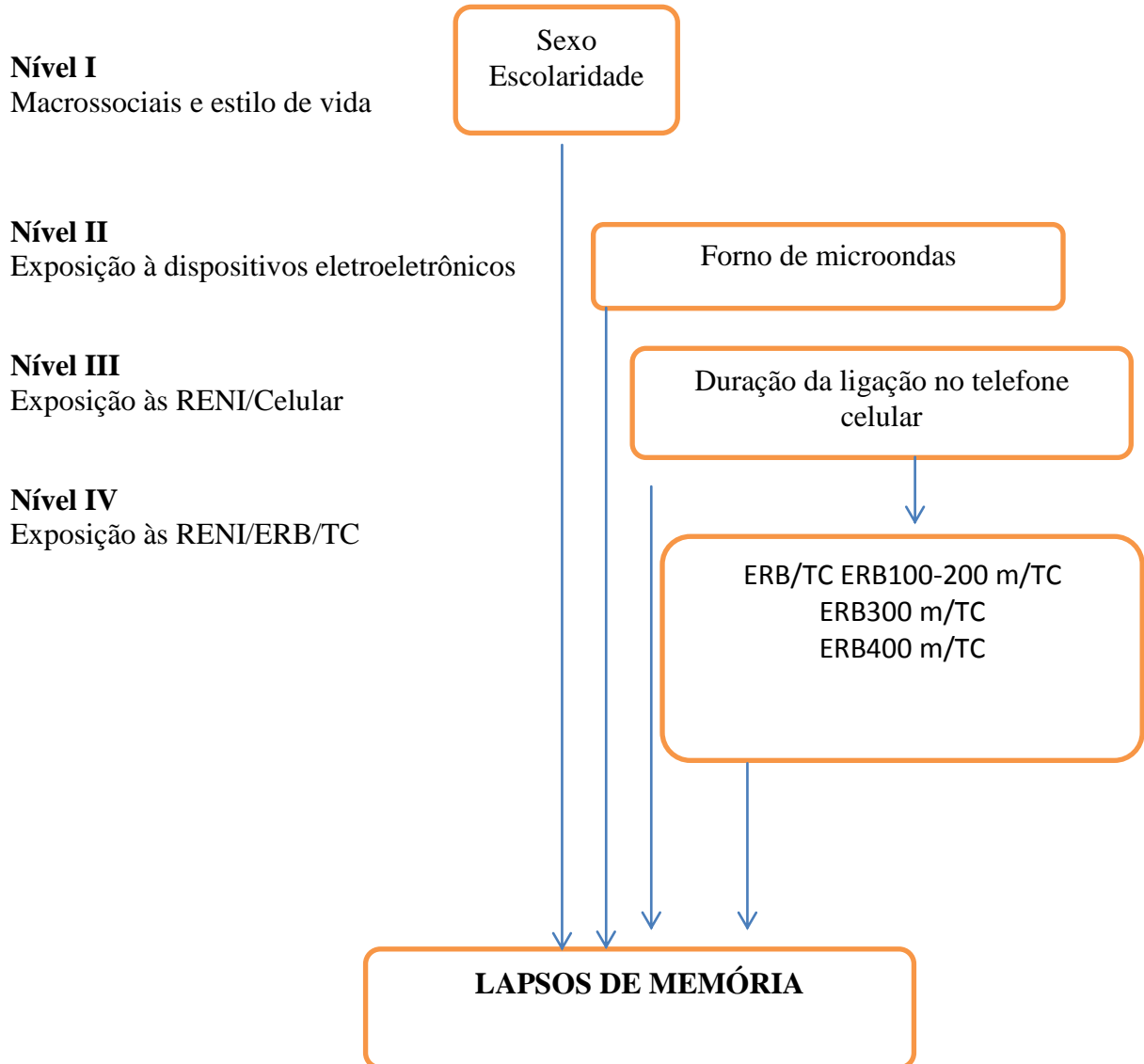
**Figura 23.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à fadiga e exposição às RENI/ERB/TC



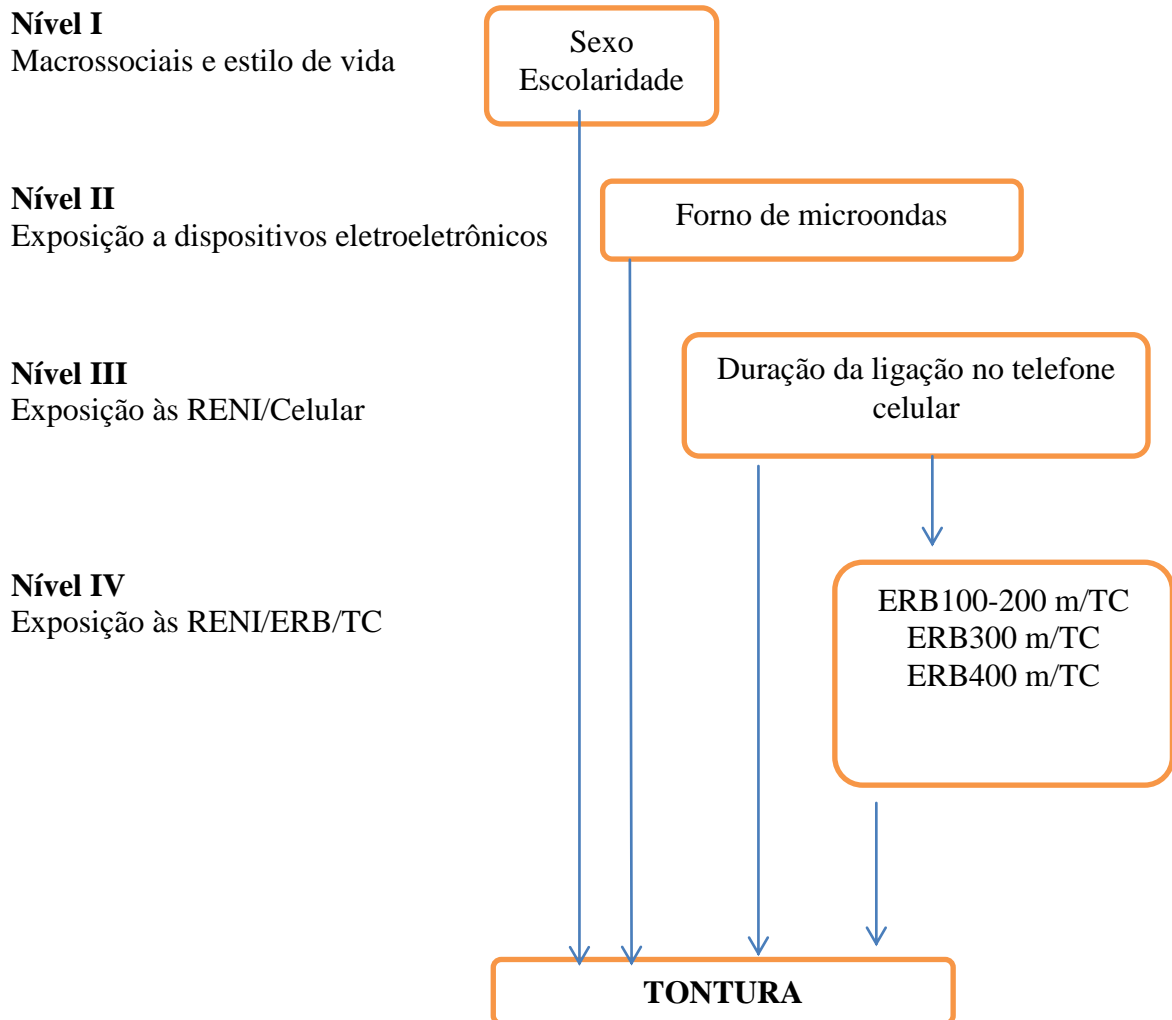
**Figura 24.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à dificuldade de concentração e exposição às RENI/ERB/TC



**Figura 25.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas a lapsos de memória e exposição às RENI/ERB/TC



**Figura 26.** Modelo hierarquizado de análise das variáveis associadas à tontura e exposição às RENI/ERB/TC



## **Aspectos éticos**

O Projeto atende a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz da Fundação Oswaldo Cruz (CPqGM/FIOCRUZ), sob o Protocolo n° 358/2011 e parecer final n° 245/2011, e Pesquisadora responsável, Denize Francisca da Silva. Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi lido e assinado por cada entrevistado (a) antes da aplicação do questionário. O termo informava a natureza e o objetivo da pesquisa, além de formalizar o interesse em participar da mesma, facultando ao entrevistado (a) a possibilidade de interromper a entrevista a qualquer momento. As informações obtidas a respeito dos dados coletados são confidenciais e estão disponíveis apenas aos coordenadores do estudo, a quem caberá o armazenamento seguro dos dados.

Deste modo, assegura-se que toda informação fornecida permanecerá estritamente confidencial, inclusive o nome e endereço do entrevistado não aparecerão em nenhuma parte do relatório ou publicação desta pesquisa, de forma que o entrevistado não será identificado.



## **5. RESULTADOS**

### **5.1 ARTIGO 1**

#### **Exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes: percepção de riscos e benefícios da telefonia celular.**

A tese teve como um de seus objetivos, a análise a condição de exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes da telefonia celular, bem como a percepção da população sobre riscos e benefícios relativos à exposição a tais radiações. Como resultado, verificou-se que a percepção da população entrevistada não difere da maioria dos achados em pesquisas similares, ou seja, os indivíduos se preocupam com os riscos por morar próximo a ERB/TC, no entanto, conseguem dormir com o telefone celular debaixo do travesseiro, deixam o aparelho próximo ao corpo, falam diariamente por mais de 30 min.

**Exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes: percepção de riscos e benefícios da telefonia celular.** Denize Francisca da Silva<sup>1</sup>, Maria da Conceição Chagas de Almeida<sup>2</sup> Marco Antônio Vasconcelos Rêgo <sup>3</sup>.

<sup>1</sup>-Doutoranda pelo Curso de Pós-graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa/ Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz – CPqGM/Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/BA. Bolsista CAPES.

<sup>2</sup>- Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz - CPqGM/Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/BA

<sup>3</sup>-Universidade Federal da Bahia – Departamento de Medicina Preventiva e Social. Pós-Graduação em Saúde Ambiente e Trabalho

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a condição de exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes da telefonia celular e percepção da população sobre riscos e benefícios relativos à exposição a tais radiações. Aplicaram-se 440 questionários por meio de entrevistas. Analisou-se a exposição às RENE/TC e a percepção da população quanto à exposição às RENE. Considerando as características físicas do funcionamento do telefone celular, a forma de uso pela população, bem como a inexistência de ERB/TC em Monte Serrat, vê-se como pertinente a preocupação com as formas de uso do telefone celular em relação a morar próximo da ERB. Desta forma, entende-se que as razões que deveriam ser de maior preocupação estão relacionadas à duração das chamadas, ao sinal de cobertura fraco e a proximidade do aparelho ao crânio. Na análise da percepção dos entrevistados, observou-se mais a referência a riscos que a benefícios. Verificou-se que a idade influencia na percepção do risco associado às RENE/TC. Neste sentido, como forma de reduzir a absorção da RENE/TC, recomenda-se: instalação de ERB/TC afastada pelo menos a um raio de 300 m das residências/trabalho dos indivíduos, que usuário de telefone celular utilize fone de ouvido ou pop fone, assim como, evite utilizar o telefone celular com sinal de cobertura fraco, deixar o telefone celular próximo ao corpo e deixar o telefone celular ligado perto do corpo ao dormir. Além disso, que o uso de orelhões e telefone fixo com fio seja incentivado. Estes resultados podem orientar as autoridades no sentido da realização de ações precaucionarias e informações para tomada de decisões quanto à avaliação, gerenciamento e comunicação de risco em prol da promoção da saúde dos indivíduos quando expostos a tais radiações.

**Palavras-chave:** Exposição, radiação eletromagnética não ionizante, percepção, telefonia celular.

## ABSTRACT

The main aim of this study was to analysis assess exposure to RENE / ERB / TC, mobile handset using ways and the population's perception about risks and benefits related to non-ionizing electromagnetic radiation exposure (RENI) witch arising from mobile phony. We applied 440 questionnaires through interviews. We analyzed the exposure to RENE / TC and the perception of the population in exposure to RENE. Considering the physical characteristics of cell phone functioning (since its the strongest source RENE exposure to the brain), the population's, ways of using and the lack of ERB / CT in Monte Serrat, we've seen and took cell phone using forms, in relation to near ERB residents, as a relevant concern. It's understood that calls duration, weak signal coverage and device's proximity to the skull should be the main concern. In the analysis of the perception of the respondents, it was found more reference to risks that benefits. It was found that age influences the perception of risk associated with RENE / TC. In this sense, as a way to reduce the absorption of RENE / TC, it is recommended: installation of ERB / TC away at least a distance of 300 m from residences / work of individuals, that cell phone user use headset or ear headphone pop as well as avoid using the cell phone signal weak coverage, leave the cell phone close to your body and leave the phone connected close to the body while sleeping. Furthermore, the use of public telephones and fixed telephone wire is encouraged. These results may guide the authorities towards the achievement of actions and precautionary information for making decisions regarding the assessment, management and risk communication for the promotion of health of individuals when exposed to such radiation.

**Key words:** Exposure, non-ionizing electromagnetic radiation, perception, mobile phone.

## 1. INTRODUÇÃO

A diversidade de serviços disponibilizados pela telefonia celular (TC) quer seja para comunicação, trabalho, utilização de redes sociais, entretenimento, colocou o Brasil no mercado de telefonia celular na quinta posição no mundo, ultrapassando países como o Japão e Rússia. Em 2013, o número de telefones celulares no Brasil somava 268 milhões, passando para 275,5 milhões de aparelhos celulares um ano depois. Consequentemente a quantidade de estações radiobase (ERB), que estabelece a comunicação com os aparelhos de telefones celulares também se elevou, passando de 61.783 mil no terceiro trimestre de 2013 para 68.672 mil no mesmo período em 2014. No primeiro semestre deste ano a cidade de Salvador/BA contou com 7.284 milhões de aparelhos e 742 ERB/TC.<sup>1</sup>

Entretanto, este intenso crescimento da telefonia celular e, portanto, do número de ERB/TC, tem gerado inquietudes e interesses tanto para comunidade científica mundial, quanto para a sociedade em geral, e para gestores de órgãos públicos, sobre o potencial risco e efeitos na saúde das populações expostas às radiações decorrentes desta tecnologia de comunicação. Trata-se de radiações eletromagnéticas não ionizantes (RENI), considerada como não transportadora de energia suficiente para alterar o estado físico de um átomo.<sup>2</sup> Embora não produzam ionização do meio por onde se deslocam, são capazes de dissociar moléculas, ou seja, romper ligações químicas.<sup>3</sup>

O telefone celular é um sistema de radiocomunicação que recebe ondas eletromagnéticas por meio das antenas que irradiam os sinais e estão instaladas nas ERB, cada uma delas cobrindo determinada região chamada de célula. Por meio delas são transmitidos os canais de voz, permitindo que os telefones celulares se comuniquem com outros telefones celulares ou fixos localizados dentro da área de cobertura de outra ERB. O usuário pode se movimentar livremente entre as células, as quais automaticamente, se tiverem linha disponível no momento, fazem a comutação entre usuário e a torre mais próxima.<sup>4</sup>

As ondas eletromagnéticas são constituídas de campos elétricos e magnéticos que se propagam em meio material e no vácuo. Estes campos estão presentes nos organismos vivos, visto que estes são sistemas eletroquímicos utilizados em tudo, desde o invólucro que envolve as proteínas até a comunicação celular no sistema nervoso.<sup>5</sup>

A absorção de energia das RENI depende da frequência da radiação, densidade de potência, distância do corpo em relação à fonte que produz a onda, além de outras variáveis. Um material biológico exposto à RENI sofre transformações, que dependerão tanto da intensidade da radiação que atinge sua superfície quanto da taxa de absorção específica

(Specific Absorption Rate – SAR) no interior destes materiais. Deste modo, a SAR funciona como um fator limitante da radiação no corpo humano, tendo limites específicos. Para uma exposição do público em geral foi estabelecido um limite de 0,08 W/kg para SAR média do corpo inteiro. No entanto, não foi prevista proteção contra os efeitos atérmicos.<sup>4</sup>

A pesquisa de Coureau et al.<sup>6</sup> sobre exposição à RENE/TC e efeitos a saúde, indicou associação estatisticamente significativa entre exposição ao uso de telefones celulares por mais de duas horas/dia e tumores cerebrais, reforçando achados de investigações anteriores sobre o uso intensivo de telefone celular e esses tumores. Para Ledoigt e Belpomme<sup>7</sup> em longo prazo de exposição às RENE/TC associadas ao uso indevido de telefones celulares pode causar câncer. Estudo indicou que moradores próximos a ERB/TC relataram problemas circulatórios, distúrbios do sono, irritabilidade, depressão, visão turva e dificuldades de concentração.<sup>8</sup> Outros efeitos decorrentes da exposição às RENE/TC, tais como neoplasias (ovário, mama, pulmão) são relatados na literatura.<sup>9,10</sup>

Entretanto, há estudos que não relatam efeitos à saúde em populações expostas às RENE. Blettner et al.,<sup>11</sup> não encontraram associação entre morar próximo de uma ERB e aumento da incidência de câncer. Braune et al.,<sup>12</sup> encontraram taxas de incidência e de mortalidade iguais ou inferiores às esperadas num estudo realizado próximo da ERB/TC.

Neste sentido, verifica-se que a relação entre exposição às RENE e efeitos adversos à saúde humana é um assunto controverso. Mas, em resposta a preocupação pública e governamental, em 2011, a OMS se posicionou quando a International Agency for Research on Cancer (IARC) classificou a exposição às radiofrequências decorrente da telefonia celular como pertencente ao grupo 2B, ou seja, categoria que classifica os agentes em possível carcinogênico.<sup>13</sup>

Ademais, vários países como Itália, Rússia, Suíça, e a cidade de Salzburg na Áustria mantêm seus limites de exposição humana às RENE inferiores às diretrizes baseadas na determinação de limites de exposição apenas dos efeitos térmicos. Portanto, aplicam o princípio da precaução que aconselha um posicionamento – ação ou omissão – quando há sinais de risco significativo para as pessoas, animais e vegetais, mesmo que esses não estejam perfeitamente demonstrados, em caso de dúvida ou incerteza, também se deve agir prevenindo,<sup>14</sup> visto que as pesquisas realizadas possuem resultados controversos.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo analisar a condição de exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes da telefonia celular e percepção da população sobre riscos e benefícios relativos à exposição a tais radiações.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Campo de investigação**

Para alcançar os objetivos desta pesquisa exploratório-descritiva, utilizou-se a abordagem quali-quantitativa, desenvolvida entre novembro de 2012 e maio de 2013, com indivíduos residentes no município do Salvador/BA.

Por meio do mapeamento das ERB realizado por Silva,<sup>15</sup> foi definida a área de estudo baseando-se na existência de pelo menos uma ERB/TC com ocupação urbana no seu entorno e além do limite de raio de 300 m. Por atender aos critérios estabelecidos, dois bairros contíguos situados na Cidade Baixa, Bonfim e Monte Serrat, foram selecionados para o estudo.

A fonte emissora tomada como referência para medição dos níveis das RENI, foi a ERB/TC (tipo Greenfield) situada na Rua Cônego Orlando Teles, 6. Licenciada desde (2004) opera com antenas compartilhadas por mais três operadoras em 2004, 2006 e 2008.

### **2.2. Participantes**

Segundo dados do Censo 2010, o bairro do Bonfim possuía uma população estimada de 3.512 indivíduos distribuídos em 1.207 domicílios, e o de Monte Serrat, 5.730 indivíduos distribuídos em 1.867 domicílios.

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 exposto sobre não exposto de 1:1.

No entanto, devido a dificuldade de acesso, e exclusão de entrevistas realizadas em domicílios fora dos limites geográficos estabelecidos foram considerados válidos para análise, 440 entrevistas.

Os prédios comerciais ou institucionais, os domicílios com indivíduos menores de dezoito anos de idade no momento da abordagem e imóvel exposto a RENI proveniente de outras ERB/TC, foram excluídos do estudo.

A amostra foi aleatória sistemática, com o sorteio do primeiro domicílio e os próximos selecionados com o intervalo igual a dois. Após identificação do domicílio, um indivíduo residente foi selecionado de forma aleatória para a entrevista.

### **2.3. Procedimentos da coleta de dados**

Os principais instrumentos de coleta de dados para a análise foram às entrevistas semiestruturadas a pesquisa documental e a medição dos níveis de RENI/ERB/TC.

A análise documental foi utilizada para examinar as informações obtidas do banco de dados da ANATEL com dados de localização das ERB/TC na cidade de Salvador/BA. Para os dados referentes à percepção, foi utilizado um questionário padronizado por meio de entrevista semiestruturada <sup>16</sup> domiciliar. O questionário incluiu tópicos relativos a: questões sociodemográficas, exposição às RENI/TC e formas de uso do telefone celular e de aparelhos eletroeletrônicos e percepção de riscos da população sobre a comunicação sem fio. A aplicação do questionário foi realizada por entrevistadores previamente treinados e supervisionados durante todo o processo da coleta.

Para avaliar os níveis de RENI/ERB/TC, realizou-se medição do campo elétrico em dois momentos, março e agosto de 2013, utilizou-se o medidor de radiação eletromagnética EMR-300, com ponta de prova de campo elétrico de 10 KHz a 3 GHz, modelo fabricado pela Wandel & Goltermann. As medições foram realizadas em espaços abertos próximos das residências dos indivíduos entrevistados, cobrindo toda área de estudo. O mapeamento das RENI/TC nos dois bairros consistiu em medidas de pontos próximos e distantes da fonte emissora, por um período de 3 minutos. Considerou-se como critério de proximidade e afastamento, aqueles pontos situados até e além de 300 m da ERB/TC, respectivamente.

### **2.4. Análise dos dados**

As entrevistas foram analisadas seguindo a técnica de análise de conteúdo, <sup>17</sup> por esta compreender a sistematização e descrição dos conteúdos das mensagens, uma vez que permite a inferência de conhecimentos, assim como descrição das frequências simples e cruzamentos das variáveis de estudo. Para análise da percepção da população a exposição às RENI, especialmente os riscos e benefícios decorrentes da telefonia celular, buscou-se inicialmente descrever as características sociodemográficas, a forma como se comportavam quando expostas as referidas radiações e por fim relatos de como esta população percebe riscos e benefícios decorrentes da tecnologia de comunicação sem fio, do uso de eletroeletrônicos e da ERB/TC. O banco de dados foi construído no software EPI-INFO. Foram calculadas as frequências simples das variáveis de interesse, utilizando-se o software STATA 10. As

diferenças de proporção foram testadas por meio do teste qui-quadrado considerando 10% do nível de significância.

### **Aspectos éticos**

O estudo atende a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz da Fundação Oswaldo Cruz (CPqGM/FIOCRUZ/BA), sob o Protocolo n° 358/2011 e parecer final n° 245/2011. Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, garantindo sigilo e confidencialidade das informações, foi lido, assinado e entregue a todos entrevistados.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Descrição das variáveis sociodemográficas e de exposição às RENI/TC**

Os entrevistados com faixa etária entre 18 a 87 anos eram em maioria do sexo feminino (59,3%). Mais da metade possuía ensino médio completo e superior incompleto, seguidos dos 27,5% que declararam ter alcançado o ensino superior completo e pós-graduação. A maioria (62,9%) residia em construções do tipo casa e, 62,5% há mais de 10 anos no local. Mais da metade (53,9%) estava trabalhando e 32% permaneciam em casa de 16,1 a 24 h/dia. Quando comparados quanto à distância entre as residências e ERB/TC, foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os indivíduos que moram até 300 m da ERB/TC e os mais distantes quanto as variáveis, tipo de residência, trabalhando e permanência em casa, cujas proporções foram maiores entre aqueles que residem além dos 300 m da ERB/TC (Tabela 1).

Verificou-se que 90,9% dos indivíduos entrevistados se declararam usuários de telefone celular, sendo 29,2% há pelo menos 5 anos, 39,6% de 5,1 a 10 anos, e 31,3% por mais de 10 anos. Observou-se também que mais da metade possuía (72,2%) apenas um aparelho de telefone celular e 56,6% utilizavam dois ou mais chips, 30,0% costumavam colocar o telefone celular nas mãos, no bolso ou sutiã, e ao dormirem 82,7% nunca desligava o telefone, 36,9% colocavam o telefone na mesa de cabeceira e 14,3% debaixo do travesseiro. A maioria fazia ligação de até 30 min/dia (71,4%) e utilizavam o telefone celular com sinal de cobertura fraco (89,2%). Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os indivíduos que moram até 300 m da ERB/TC e além do 300 m quanto as variáveis

referidas, exceto para sinal de cobertura fraco cuja proporção foi maior entre aqueles que residem além dos 300 m da ERB/TC (Tabela 1).

Para efetuar a ligação de chamada <sup>4</sup> ao usuário, em geral, todas as ERB do sistema espalham uma sequência de pulsos eletromagnéticos correspondentes ao número desejado. Para aumentar a eficiência nas ligações, em alguns sistemas, a localização do usuário é frequentemente monitorizada pelas ERB, desde que o usuário deixe seu aparelho em *stand-by*. Desta forma, as ERB e os telefones celulares em *stand-by* estão sempre emitindo RENI, mesmo que nenhum usuário esteja fazendo uso do sistema. <sup>4</sup> Isto implica que os indivíduos que dormem com o telefone celular ligado próximo ao corpo, que nunca desligam seus aparelhos de telefone, poderão ficar em maior exposição a tais radiações, principalmente se por questões econômicas, fazem uso de dois chips ou mais, uma vez que este comportamento intensifica o uso do telefone, devido às promoções das prestadoras de serviços da telefonia celular.

As formas de uso do telefone celular deve chamar atenção, principalmente em função das pesquisas que mostram quebra do DNA mesmo com exposição às radiações não ionizantes, <sup>18</sup> que a absorção específica de um indivíduo <sup>19</sup> exposto, por exemplo, para um campo elétrico (19,6 V/m) com a fonte de exposição a 6 cm do corpo temos SAR = 0,477 W/kg, a 10 cm (14,1 V/m), a SAR = 0,195 W/kg, mostra que o distanciamento (aparelho – crânio) deve ser considerado como um importante fator para se evitar risco à exposição as RENI/telefones celulares <sup>20</sup>.

O relato de 91,6% dos indivíduos residentes além dos 300 m da ERB/TC indica sinal de cobertura fraco (Tabela 1) coerente com a situação de cobertura das ERB/TC na área de estudo, especialmente em Monte Serrat, visto que desde 1993 – quando se iniciou o cadastro das ERB/TC na cidade de Salvador/ BA – até o ano presente (2014), não se tem registro de instalação de ERB/TC neste bairro. Inclusive, pode-se inferir que os usuários residentes em Monte Serrat, utilizavam o sinal de cobertura da ERB/TC mais próxima situada na Rua Cônego Orlando Teles, 6. Ocorre que esta ERB foi instalada no Bonfim em 2004, e como foi relatado anteriormente, 31,3% dos entrevistados declararam usar telefone celular há mais de 10 anos. Neste sentido, entende-se que o sinal de cobertura tenha ocorrido por meio de ERB/TC instaladas em outros bairros; contudo, usuários que utilizaram telefone celular de 1993 a 2000, provavelmente utilizavam com sinal de cobertura fraco, uma vez que só em 2001, foram instaladas as primeiras ERB/TC nos bairros mais próximos, Ribeira e Roma.

Sabe-se que uma cidade de tamanho médio poderia ser coberta por apenas algumas ERB. Entretanto, devido ao espaço limitado de frequências, cada ERB pode atender a poucos



usuários ao mesmo tempo. Deste modo, para suprir a cobertura nos grandes centros urbanos são instaladas mais ERB e na medida em que cresce o número de consumidores, a tendência é que as cidades passem a ser espetadas por um crescente número de ERB. <sup>4</sup> As antenas instaladas nas ERB são responsáveis pela transmissão de sinal, e nas regiões onde seu sinal fica mais fraco, pode ser que o número de antenas seja menor, ou não exista ERB/TC no local. Este fator pode contribuir para uma maior exposição à RENI, pois os aparelhos de telefones celulares são dotados de mecanismos capazes de ajustar a potência de transmissão de acordo com a intensidade do sinal que ele recebe da ERB, ou seja, quanto mais fraco o sinal que ele recebe mais forte se torna os sinais que ele emite, numa tentativa de manter a conexão com a ERB. Deve-se considerar ainda, o número reduzido de canais disponíveis na ERB devido à superlotação de usuários, que implica um não estabelecimento de conexão com a ERB mais próxima, propiciando, portanto, conexão com intensidade mais baixa de sinal, uma vez que este viria de uma ERB com canal disponível e mais distante. <sup>4,21</sup>

Cabe lembrar que a maioria (91,6%) dos indivíduos residentes além de 300 m da ERB indicou que usa telefone celular com sinal de cobertura fraco, que suas residências é do tipo casa, e que o sinal de propagação das ondas eletromagnéticas é afetado devido ao grau de urbanização/arborização, a altura das edificações, o relevo, a altura da torre, fatores que podem reduzir, consideravelmente, o sinal de cobertura de uma ERB, implicando, na necessidade de instalação de uma ERB no bairro de Monte Serrat.

Os valores do campo elétrico nos pontos com linha direta de visada nas proximidades das residências dos indivíduos situados até 300 m da ERB/TC variaram de 1,1 a 1,8 V/m e para aqueles pontos que se encontravam sem visada da ERB, foi de 0,60 a 0,70 V/m. No caso dos pontos mensurados nas proximidades das residências com linha de visada além de 300 m da ERB a variação foi de 0,85 a 1,20 V/m. Nos pontos das localidades sem visão da ERB os valores do campo elétrico variaram de 0,25 a 0,95 V/m (Figura 1).

Observando o mapa de exposição aos campos eletromagnéticos para todo território brasileiro disponibilizados pela ANATEL, <sup>22</sup> verificou-se que para a área onde o menor valor do campo, 0,25 V/m, encontrado em Monte Serrat a 600 m da ERB, o valor teórico foi equivalente a 3,38 V/m. Para o maior valor medido, 1,8 V/m, encontrados em três pontos até 300 m da ERB com linha de visada direta apresentavam valores teóricos equivalentes a 12,21 V/m para o ponto situado a 100 m, 11,60 V/m para 200 m, e 6,12 V/m para o ponto situado a 300 m. Deste modo, entende-se que embora os valores medidos, sejam considerados baixos, inclusive aqueles situados até 300 m da ERB/TC, é necessário considerar os valores teóricos apresentados no site da ANATEL, visto que superam o valor estabelecido de 9 V/m, pela

Norma Técnica 02/03 aprovada pela Resolução <sup>23</sup> CEPRAM n° 3190/2003, embora esteja abaixo dos limites estabelecidos <sup>24</sup> pela norma federal (Lei 11.934/2009) que é de 40 V/m.

Diante dos resultados apresentados anteriormente e considerando as características físicas do funcionamento do telefone celular, especialmente por ser a fonte emissora mais forte <sup>3,25</sup> de exposição a RENI, considerando ainda que as ondas eletromagnéticas são constituídas de campos elétricos e magnéticos e que estes campos estão presentes nos organismos vivos, <sup>5</sup> bem como, as pesquisas que apontam associação entre essa exposição e efeitos na saúde, <sup>6,7</sup> entende-se que as formas de uso do telefone celular pelos indivíduos favorecem a uma maior exposição a tais radiações quando comparado com a exposição às RENI/ERB/TC, principalmente, os residentes em Monte Serrat devido a ausência de ERB/TC no bairro.

Considera-se também que a presença de eletroeletrônicos no quarto em que o indivíduo dorme (telefone celular, *notebook*, roteador, etc.) pode incrementar o risco da exposição à RENI.

### **3.2. A comunicação sem fio pode influenciar na sua qualidade de vida?**

Telefones celulares dentre outros dispositivos de comunicação sem fio tem sido bastante requisitados e de grande utilidade na sociedade, inclusive, sua inserção e crescente aumento nas últimas décadas tem modificado o cotidiano dos indivíduos, possibilitando a comunicação com localidades próximas e distantes, e o uso de internet para diversos fins. Embora essa tecnologia beneficie o atual estilo de vida, ela tem gerado inquietações sobre os possíveis efeitos à saúde das populações expostas a estas radiações. Neste sentido, verifica-se que apesar de quase a totalidade dos entrevistados ter declarado ser usuária de telefone celular, observa-se que 46,4% dos indivíduos acreditavam que os aparelhos eletroeletrônicos e a comunicação sem fio poderia influenciar negativamente na sua qualidade de vida e 25% percebe uma influência positiva (Figura 2).

Estudo realizado com a população de Bangladesh <sup>26</sup> sobre a percepção de riscos e benefícios dos telefones celulares e ERB/TC, mostrou que em geral, as vantagens dessa tecnologia superam os riscos. Os benefícios percebidos estão relacionados principalmente às vantagens sociais e pessoais, nestes incluídos a capacidade de receber notícias de emergência sobre enchentes, ciclones e outros desastres naturais. As ERB/TC foram vistas como um símbolo do avanço da sociedade. Os resultados ainda sugerem que as percepções globais de risco são relativamente baixas, em especial os riscos para a saúde, e são conduzidas

principalmente, pelas percepções relacionadas com crimes que envolvem a tecnologia de telefone celular. Mostra-se que as comunicações e gestão de riscos podem ser particularmente eficazes quando os fatores contextuais da sociedade onde o sistema é implementado são levados em consideração. Vê-se, portanto, que a percepção é um processo mental de interação do indivíduo com o meio ambiente que ocorre através de mecanismos perceptivos propriamente ditos e, principalmente, cognitivos.<sup>27</sup>

Embora existam conflitos entre os saberes que trata sobre exposição às RENE/TC e efeitos à saúde, sabe-se que para receber/fazer uma ligação no telefone celular, é necessário recepção ou emissão de ondas eletromagnéticas. Campos elétricos e magnéticos estão presentes nos organismos vivos. Na visão de Avalos,<sup>28</sup> “os impulsos nervosos são basicamente correntes elétricas que geram campos magnéticos e que podem ser modificados por campos externos”. E prossegue o autor: “O que não se pode esquecer é que nossa natureza também é elétrica e, de uma ou outra forma, somos sensíveis a campos magnéticos, e infelizmente ainda não entendemos como o corpo humano reage a este tipo de influências externas.”<sup>28</sup>

Quando os indivíduos foram questionados se acreditavam que poderiam sofrer algum prejuízo com a tecnologia de comunicação sem fio, mais da metade perceberam que poderia ser prejudicados. Verificou-se que não existe diferença significativa na percepção dos indivíduos, tanto no que se refere a percepção de influências na qualidade de vida ( $p = 0,390$ ), quanto para os prejuízos com a tecnologia ( $p=0,810$ ) (Figura 2).

### **3.3. A comunidade é beneficiada com instalação de ERB/TC no bairro?**

Entender o funcionamento do telefone celular é fundamental para que se perceba os benefícios de uma ERB/TC num bairro, visto que o estabelecimento da comunicação com os aparelhos de telefones celulares ocorre justamente por comunicarem com elas – as antenas instaladas nas ERB são responsáveis pela transmissão de sinal – por isso em localidades onde o sinal fica mais fraco, pode ser que o número de ERB (antenas) não seja suficiente para uma boa qualidade de sinal.

Em termos de benefícios para comunidade, decorrentes da instalação de uma ERB/TC no bairro, os resultados mostram que 45,5% acreditavam ser beneficiados, enquanto que 37% afirmaram não perceber benefícios, dado que chama atenção, por serem usuários de telefone celular. Deste modo, buscou-se verificar se existia diferença na percepção de benefícios dos indivíduos residentes num raio de até 300 m da ERB/TC e os demais.

Verificou-se que 21,1% dos residentes mais próximos ( $\leq 300$  m) da ERB não souberam responder se há benefícios para comunidade em ter uma ERB instalada desse tipo ( $p=0,006$ ) (Figura 3). As pessoas que estão expostas a RENI devido à ERB/TC ou a linha de alta tensão que não abastece sua comunidade, podem não perceber qualquer benefício direto daquela instalação e estão menos propensas a aceitar o risco associado.<sup>29</sup>

O entendimento de que para realizar e receber chamadas do telefone celular necessita-se de ERB/TC, embora 75,1% dos indivíduos possuíssem esta informação, isto não foi suficientemente claro para que eles reconhecessem que a instalação de ERB/TC no bairro pode melhorar a comunicação. Não foram encontradas percepções diferenciadas entre as duas áreas ( $p = 0,442$ ) (Figura 3). Entende-se que a percepção de riscos, por vezes, insere-se na satisfação do indivíduo em não aceitar/desconsiderar pesquisas que apontam riscos por usos de produtos com tecnologias questionadas.

Cabe a reflexão: no caso do uso de aparelhos de telefones celulares – uma tecnologia de comunicação sem fio já incorporada pela sociedade – se estudos associados com efeitos à saúde não fossem controversos, quantos dos 7,2 bilhões de usuários de telefone celular no mundo, e 275,5 milhões no Brasil, teriam acesso a esta informação? Quantos destes buscariam medidas corretivas (redução das ligações, não aproximar o aparelho do crânio, evitar usar com sinal fraco, próximo do corpo)? A necessidade e/ou mesmo o conforto – uso de energia elétrica nas residências, barbeador elétrico, telefone celular, forno de microondas, etc., utilizados na sociedade moderna – pode levar o indivíduo a ignorar possíveis benefícios e riscos a exposições cotidianas.

### **3.4. Morar próximo da ERB/TC lhe preocupa? Considera que deve ser consultado antes da instalação de ERB/TC próximo de sua residência?**

As inquietações sobre residir próximo a uma ERB/TC tem sido um dos principais problemas colocados por essas populações devido à exposição às RENI/ERB/TC. Os resultados deste estudo mostram que mais da metade dos indivíduos relataram preocupações com a proximidade da ERB/TC com suas residências. Inclusive verificou-se que a população de Monte Serrat, apresentou maior percentual para esta questão, comparado aos entrevistados residentes até 300 m da ERB/TC instalada no Bonfim ( $p = 0,084$ ) (Figura 4a).

Preocupações relativas a moradia próxima de ERB/TC não é uma questão exclusiva dos indivíduos entrevistados para este estudo, ou mesmo de populações no país, mas, um problema mundial, tornando-se um desafio para os gestores públicos e operadoras. Por

exemplo, no estudo de Dohle et al. (2010), 503 indivíduos da Suíça foram entrevistados sobre a localização, construção, aparência, processo de decisão. Os indivíduos indicaram o local de instalação da ERB/TC, como fator mais importante, sendo que a maioria preferia que as ERB estivessem cobertas, ou seja, camufladas, não visíveis.<sup>30</sup> Resultado similar foi relatado por Cousin et al. (2011), no qual 288 indivíduos suíços foram entrevistados, e a maioria relatou que prefere que as ERB sejam instaladas fora da área residencial.<sup>31</sup>

A percepção a respeito do nível de risco que a população pode tomar com relação às ERB/TC pode ser significativamente aumentada visto que, apresentam típicos cenários de risco, por exemplo, se expõe à radiação involuntariamente; não existe um consenso entre os especialistas sobre os efeitos na saúde devido à exposição à radiação; a tecnologia da telefonia celular é nova, não existe familiaridade inclusive a maioria dos indivíduos não é especialista, portanto, conhecem menos sobre aspectos tecnológicos da radiação que é emitida pelas ERB/TC.<sup>29,31</sup>

As pessoas percebem situação de menos risco quando a escolha é delas. Por exemplo, indivíduos que não usam telefones celulares podem perceber como elevado o risco decorrente da exposição às RENI mesmo que possuam valores relativamente baixos, como os emitidos pelas ERB/TC, no entanto, os usuários de telefones celulares tendem a perceber como baixo o risco decorrente dos muitos mais intensos campos RF emitidos pelos aparelhos que voluntariamente escolheram.<sup>29</sup>

Para os dados referentes a participação da população na tomada de decisões para implantação de uma ERB/TC próxima as suas residências, 88,9% dos entrevistados entenderam que deveria ser consultado (Figura 4a). Para Bordenave<sup>32</sup> participação é fazer parte, tomar parte ou ter parte. No entendimento de especialistas, a participação social no processo de decisão é também um tema fundamental em relação à decisão de localização das ERB/TC. Neste sentido, melhores oportunidades para a comunidade participar na tomada de decisões podem minimizar a percepção e atitudes negativas com relação à instalação das ERB/TC. Para tal, moradores devem ser inseridos no processo de tomadas decisões quanto à localização de instalação de ERB/TC, garantindo assim o direito de participação, bem como de expressão de suas necessidades, sendo importante terem informações sobre o tema.<sup>29,30</sup>

Este estudo verificou também porque a população se preocupa em morar próximo de uma ERB/TC. Os resultados mostram que a radiação foi a causa mais referida com 38,0%, seguida dos riscos a saúde com 34,2% (Figura 4b). Tais achados são pertinentes com os argumentos de pesquisadores que indicam associação entre exposição às RENI e efeitos na saúde<sup>8,9,10</sup> de populações residentes em áreas circunvizinhas de ERB/TC. Inclusive, a

localização das instalações de ERB/TC, é considerada como área de risco no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador/BA.<sup>33</sup> Além disso, 6,4% dos indivíduos indicaram que se preocupavam com as descargas elétricas/raios (Figura 4b). Como relatado por Silva,<sup>15</sup> a base de sustentação das antenas, se for de massa metálica assentada diretamente ao solo, torna-se naturalmente capacitada para estas descargas atmosféricas, e mesmo que seja dotada de sistema de proteção de descargas atmosféricas está sujeita a vazar centelhas pelas massas próximas interligadas ou não ao sistema de aterramento.

### **3.5. Possui informações sobre o tema? Meio de obtenção da informação**

Com relação à obtenção de informação sobre o tema, este estudo mostrou que a maioria (59,1%) da população declarou não possuir informações (Figura 5a). Não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre os indivíduos dos dois bairros ( $p = 0,171$ ) em relação a esta questão (Figura 5a). Para Machado, a informação serve para o processo de educação de cada pessoa e da comunidade, visando dar chance à pessoa informada de tomar posição ou pronunciar-se sobre a matéria informada.<sup>14</sup>

Neste sentido, observa-se que o fornecimento do conhecimento adequado das propriedades físicas da radiação para a população é de suma importância, visto que, impediria certos equívocos, por exemplo, de indivíduos que embora utilizem aparelhos de telefone celular, percebem como elevado o risco decorrente da exposição à radiação relativamente baixa emitida pelas ERB/TC. Entretanto, não percebem o risco decorrente do uso que fazem dos aparelhos que são muito mais intensos.

Deste modo, as incertezas científicas sobre o assunto, a falta de consulta à população pelos tomadores de decisão do empreendimento, além da baixa produção científica no Brasil e conseqüentemente falta de informação sobre o tema para a população, podem ser considerados como fatores que contribuem para a oposição da população em aceitar com tranquilidade as instalações das ERB/TC em seu bairro.

Com relação aos meios de comunicação para obtenção das informações, o veículo mais utilizado foi a TV com 54,1%, seguido do jornal com 35,2% (Figura 5b). Sendo a mídia uma importante fonte de informação, a percepção pública pode ser influenciada pelos meios de comunicação. Analisando-se questões relacionadas às RENI/TC, foi relatado que as mídias de massa na Suíça direcionavam suas atenções às ERB/TC, negligenciando o potencial risco do telefone celular.<sup>34</sup>

### 3.6. Influência das variáveis sociodemográficas na percepção do risco

Ao verificar se as variáveis, faixa etária e sexo, da população entrevistada apresentavam alguma influência na percepção de benefícios com uma ERB/TC instalada no bairro, os resultados mostraram que os indivíduos com idade menor ou igual a cinquenta anos perceberam mais ( $p = 0,034$ ) benefícios, inclusive apresentaram também percentuais menores para dúvidas (*não sabe*), se eram beneficiados ou não quando comparados aqueles com idade maiores de cinquenta anos. Esses também apresentaram percentuais ( $p = 0,007$ ) mais elevados quanto a percepção que poderiam sofrer prejuízos com a tecnologia de comunicação sem fio, assim como ficariam mais preocupados ( $p=0,098$ ) em morar próximo de ERB/TC (Figura 6a). Os resultados deram suporte em termos estatísticos para estudos que indicam que a idade representa importante variável demográfica,<sup>26,29,30</sup> influenciável na percepção do risco com a exposição às RENI decorrentes da telefonia celular. O relato da população investigada mostrou que os participantes mais velhos perceberam riscos mais baixos.<sup>26</sup>

Com relação a variável sexo, não se encontrou influência na percepção dos indivíduos entrevistados, para as três questões analisadas, percepção de benefícios com uma ERB/TC no bairro ( $p = 0,123$ ), prejuízos com a tecnologia ( $p = 0,254$ ), e morar próximo de ERB/TC ( $p = 0,962$ ) (Figura 6b). Porém, observa-se que o gênero dos participantes tem efeitos significativo tanto para percepção de riscos quanto de benefícios. No entanto, os participantes femininos percebiam mais riscos que benefícios.<sup>26</sup>

**Tabela 1.** Distribuição dos indivíduos segundo variáveis macrosociais e exposição à RENI/ERB/TC. Salvador/BA, 2014.

Variáveis	Total	%	Exposição a RENI/ERB/TC				p
			(<= 300 m)		(> 300 m)		
			n	%	n	%	
<b>Idade (anos)</b>							
18 a 50	237	53,9	93	53,1	144	54,3	0,882
> 50	203	46,1	82	46,9	121	45,7	
<b>Sexo</b>							
Masculino	179	40,7	69	39,4	110	41,5	0,737
Feminino	261	59,3	106	60,6	155	58,5	
<b>Escolaridade</b>							
Fundamental e médio incompleto	80	18,2	33	18,9	47	17,7	0,345
Médio completo e Superior incompleto	239	54,3	88	50,3	151	57,0	
Superior completo e pós-graduação	121	27,5	54	30,9	67	25,3	
<b>Tipo de residência</b>							
Casa	275	62,9	91	52,0	184	70,2	<b>0,000</b>
Apartamento	162	37,1	84	48,0	78	29,8	
<b>Tempo de moradia (anos)</b>							
< 10	165	37,5	65	37,1	100	37,7	0,980
>10	275	62,5	110	62,9	165	62,3	
<b>Trabalhando</b>							
Sim	237	53,9	105	60,0	132	49,8	<b>0,045</b>
Não	203	46,1	70	40,0	133	50,2	
<b>Permanência em casa (h/dia)</b>							
8 a 16	273	62,0	119	68,0	154	58,1	<b>0,046</b>
16,1 a 24	167	38,0	56	32,0	111	41,9	
<b>Usuário de telefone celular</b>							
Sim	400	90,9	160	91,4	240	90,6	0,890
Não	40	9,1	15	8,6	25	9,4	
<b>Usa telefone celular há quantos anos</b>							
<= 5	112	29,2	43	27,7	69	30,1	0,335
5,1 a 10	152	39,6	57	36,8	95	41,5	
>10	120	31,3	55	35,5	65	28,4	
<b>Usa quantos aparelhos de telefones celulares</b>							
1	288	72,2	112	70,0	176	73,6	0,415
>= 2	111	27,9	48	30,0	63	26,3	
<b>Usa quantos chips</b>							
1	174	43,5	66	41,3	108	45,0	0,523
>= 2	226	56,6	94	58,8	132	55,0	
<b>Durante o dia onde coloca o telefone celular</b>							
Bolso (calça, short, camisa), sutiã, mãos	120	30,0	51	31,9	69	28,8	0,278
Bolsa/pasta	63	15,8	29	18,1	34	14,2	
Mesa	173	43,3	60	37,5	113	47,1	
Outro lugar	44	11,0	20	12,5	24	10,0	
<b>Desliga o telefone celular ao dormir</b>							
Nunca	316	82,7	121	78,6	195	85,5	0,104
Sempre	66	17,3	33	21,4	33	14,5	
<b>Duração das ligações realizadas</b>							
<= 30 min/dia	280	71,4	109	69,4	171	72,8	0,546
> 30 min/dia	112	28,6	48	30,6	64	27,2	
<b>Quando dorme onde coloca o telefone celular</b>							
Debaixo do travesseiro	53	14,3	24	15,7	29	13,3	0,456
Debaixo da cama	22	5,9	8	5,2	14	6,4	
Mesa de cabeceira	137	36,9	50	32,7	87	39,9	
Fora do meu alcance	159	42,9	71	46,4	88	40,4	
<b>Ligação com sinal de cobertura fraco</b>							
Sim	356	89,2	137	85,6	219	91,6	<b>0,083</b>
Não	43	10,8	23	14,4	20	8,4	
<b>Aparelhos eletroeletrônicos no quarto</b>							
Sim	352	80,0	143	81,7	209	78,9	0,543
Não	88	20,0	32	18,3	56	21,1	
<b>Roteador em casa</b>							
Sim	231	52,5	94	53,7	137	51,7	0,751
Não	209	47,5	81	46,3	128	48,3	



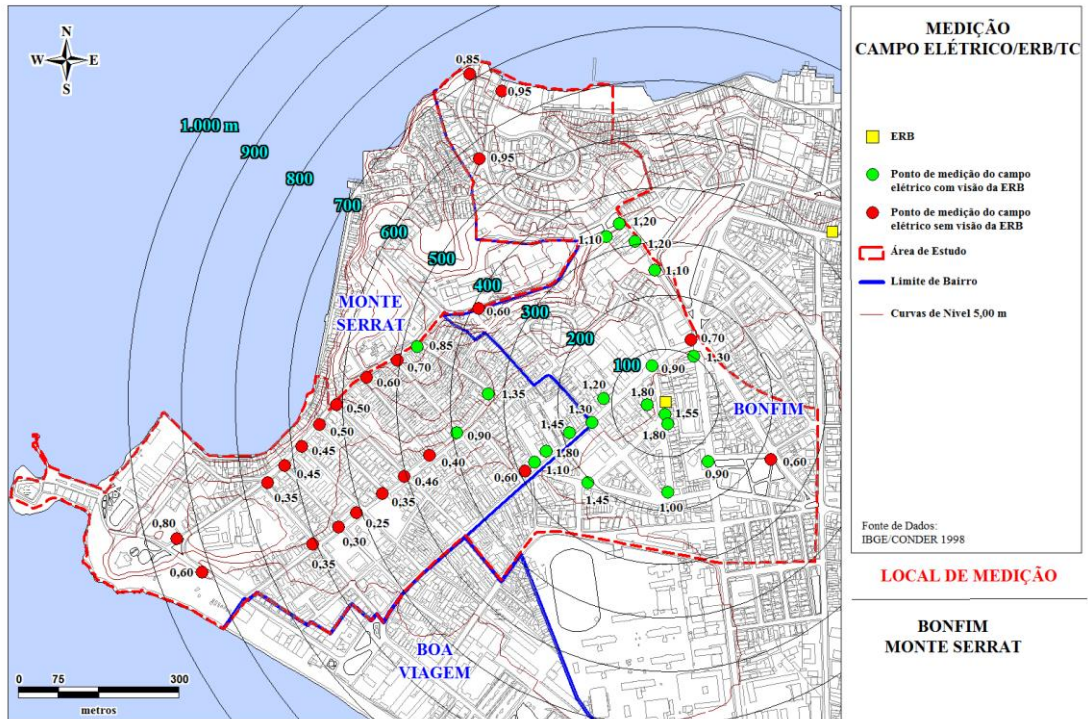
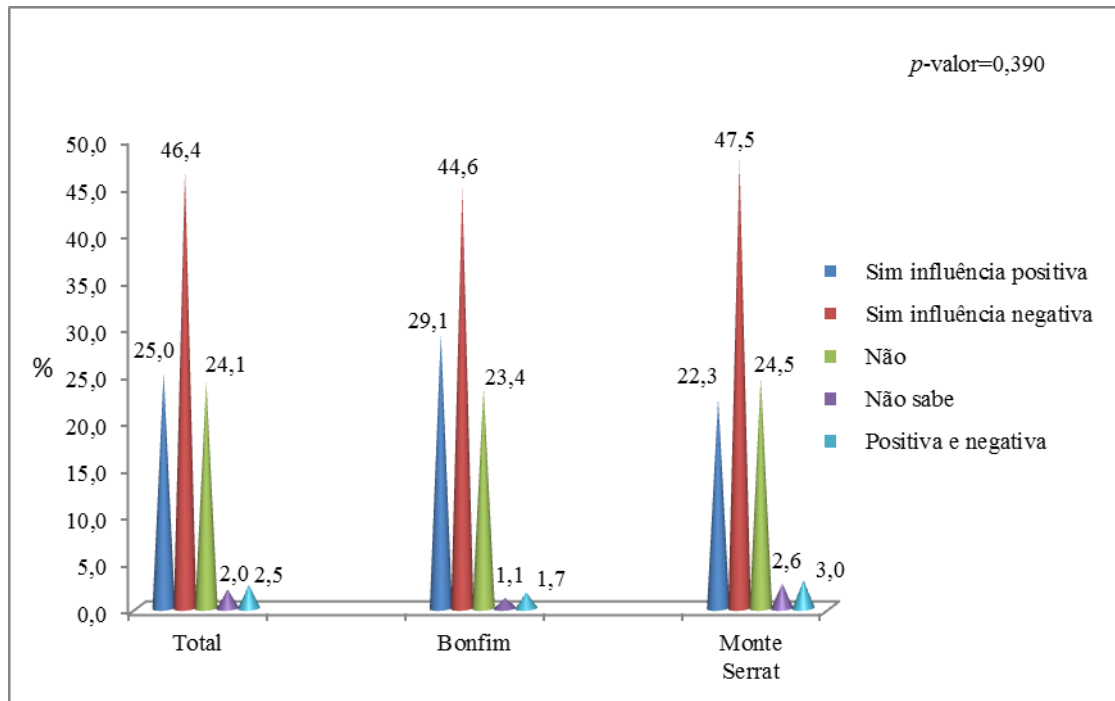
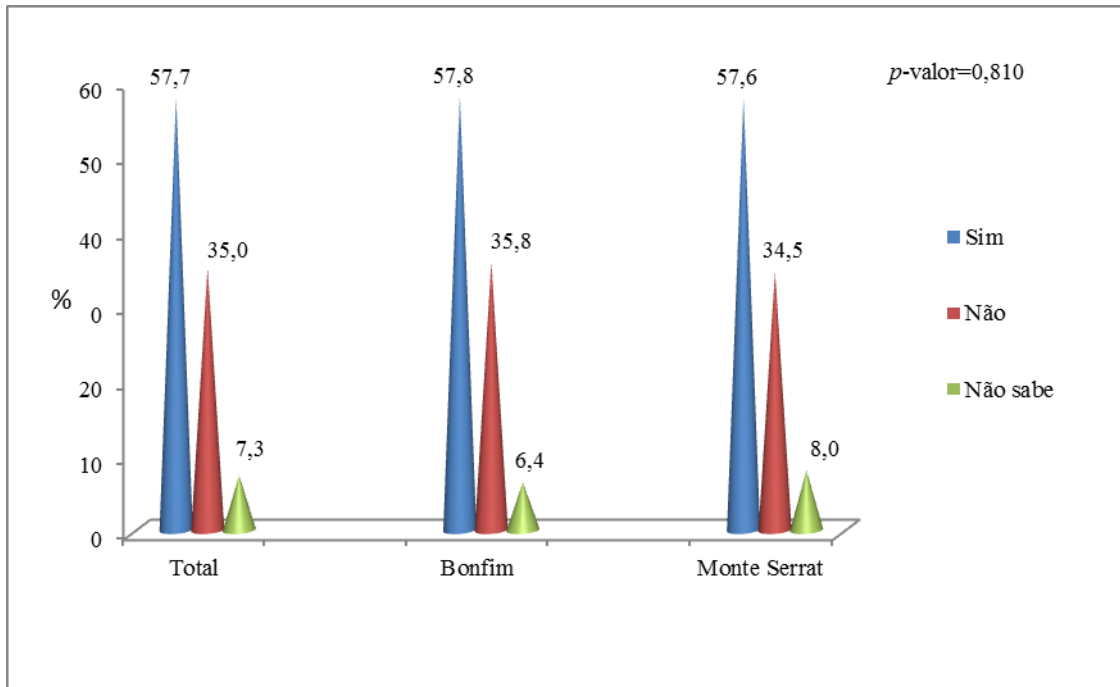


Figura 1 - Distribuição dos pontos medidos do campo elétrico das ERB/TC na área de estudo

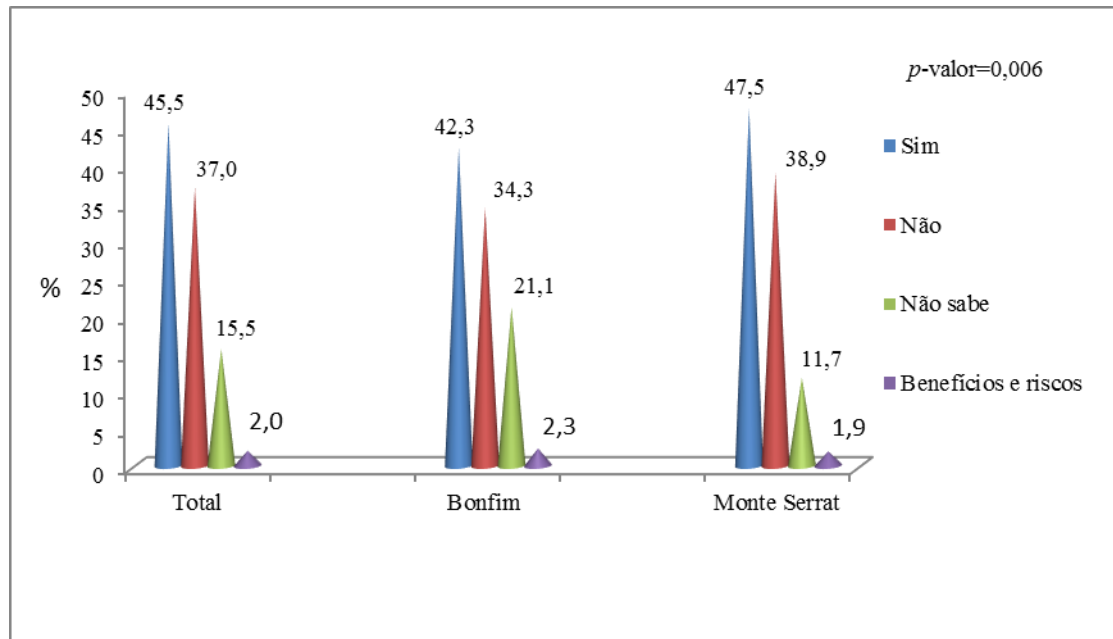


**Aparelhos eletroeletrônicos e comunicação sem fio podem influenciar na sua qualidade de vida?**

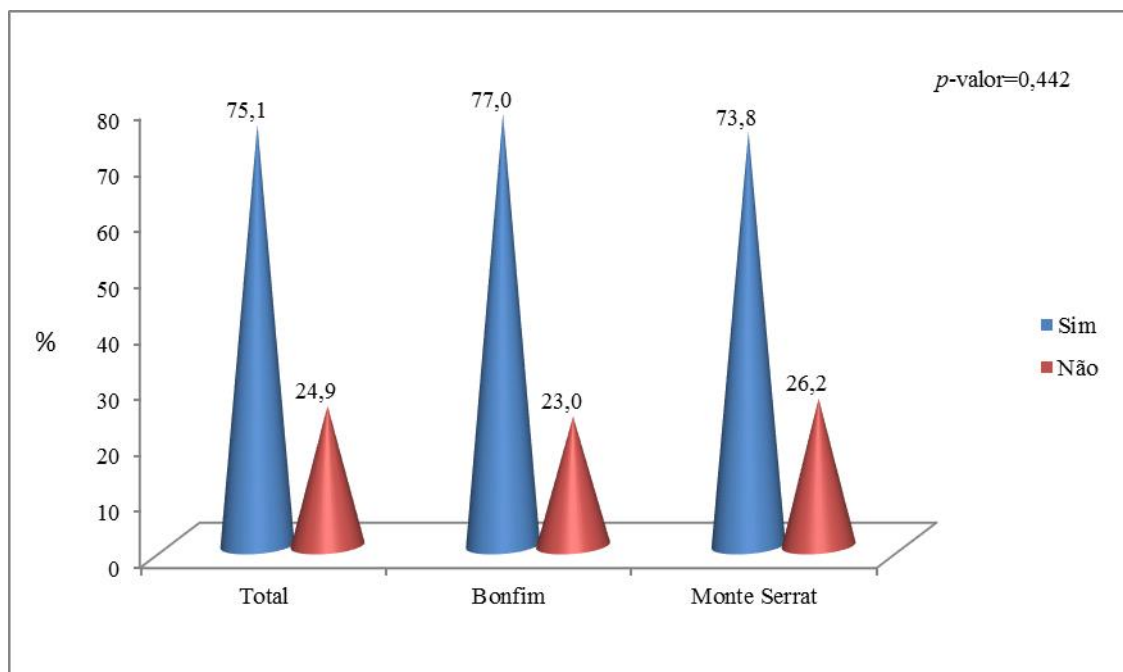


**Percepção de que pode sofrer prejuízos com a tecnologia de comunicação sem fio**

**Figura 2.** Percepção sobre influências na qualidade de vida e prejuízos decorrentes da tecnologia de comunicação sem fio

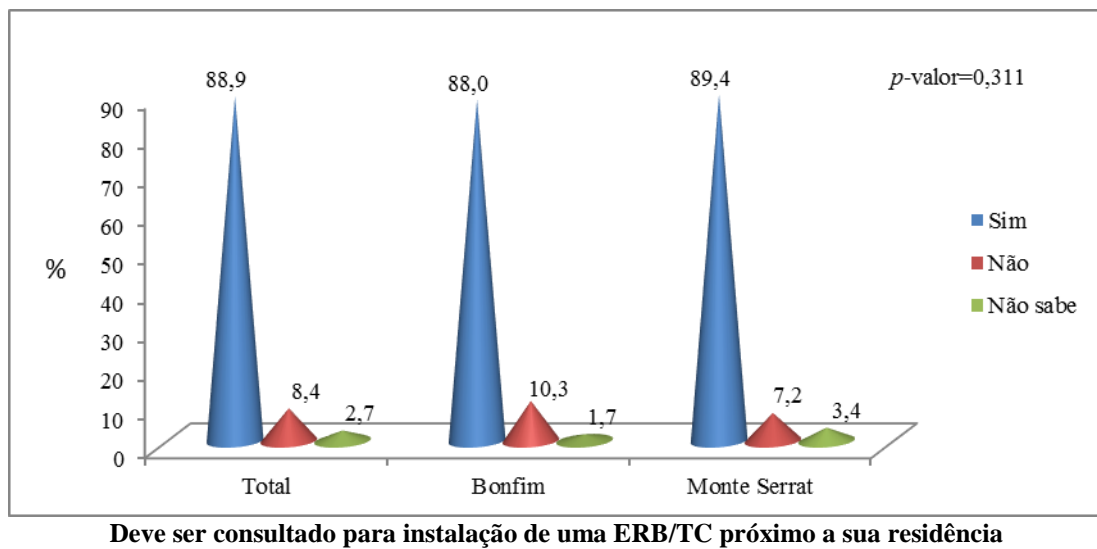
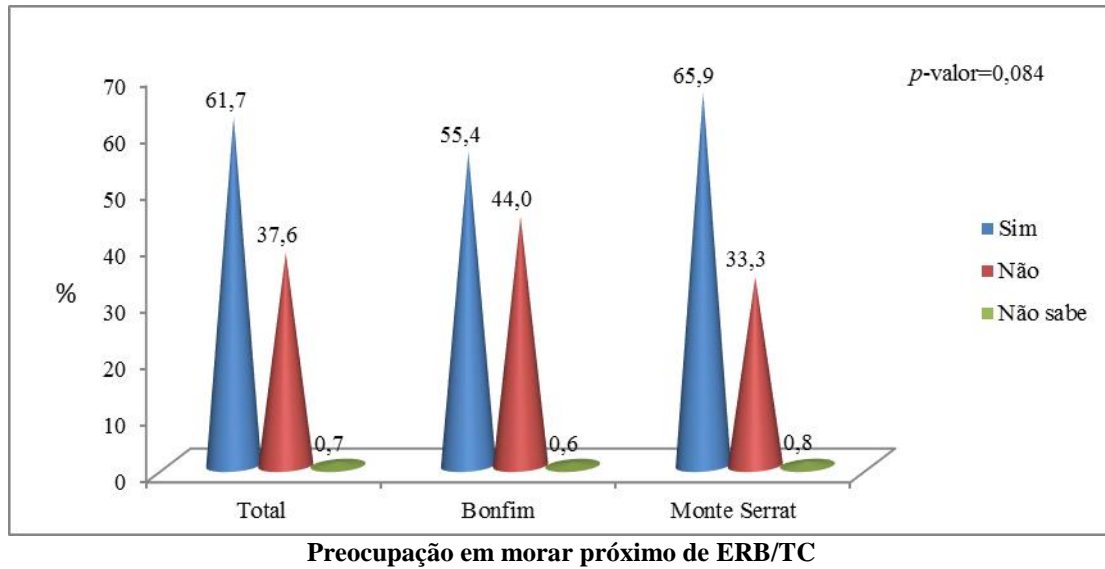


**Percepção de benefícios para comunidade com ERB/TC instalada no bairro**

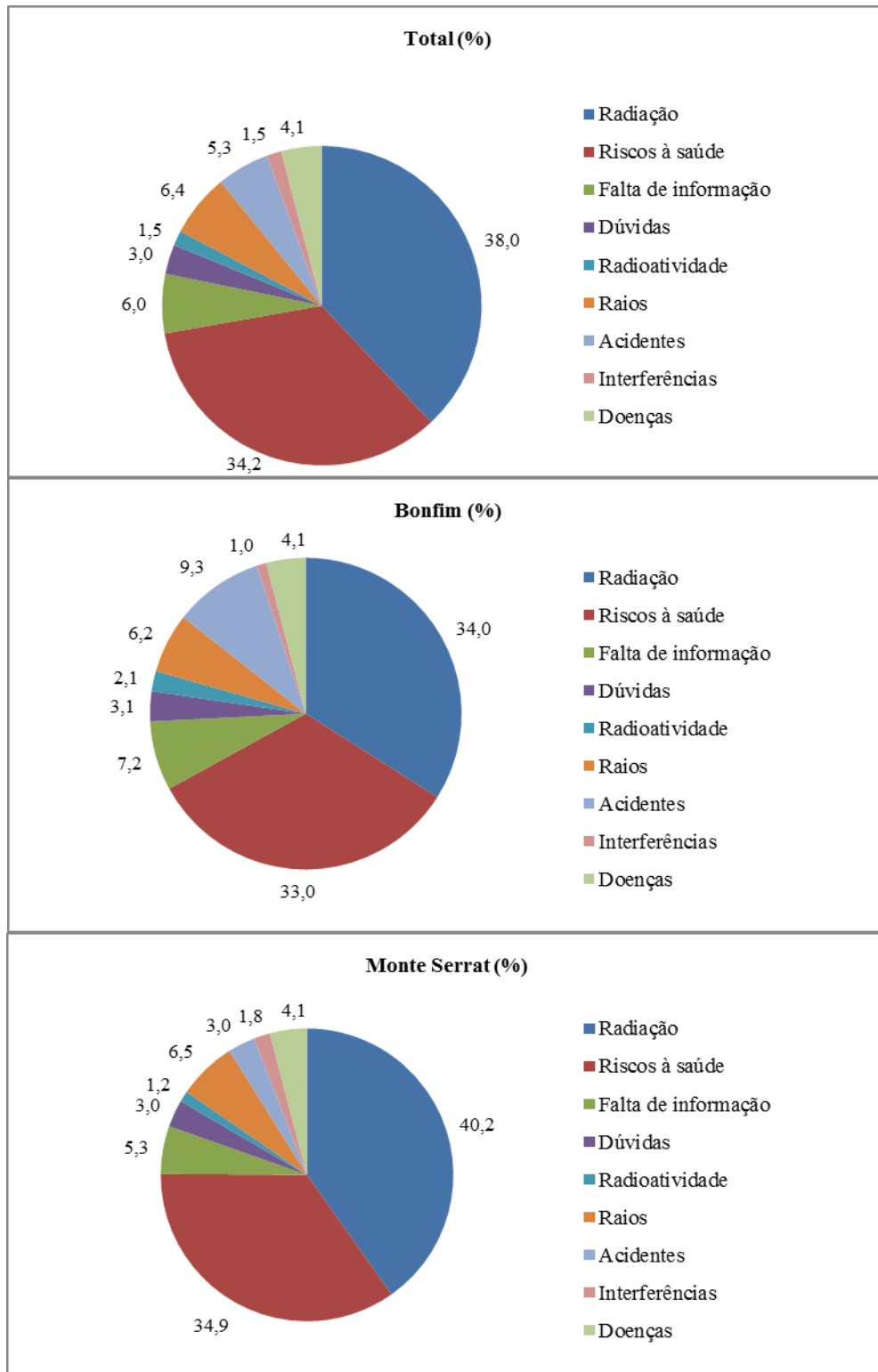


**Percepção da necessidade de ERB para o funcionamento do telefone celular**

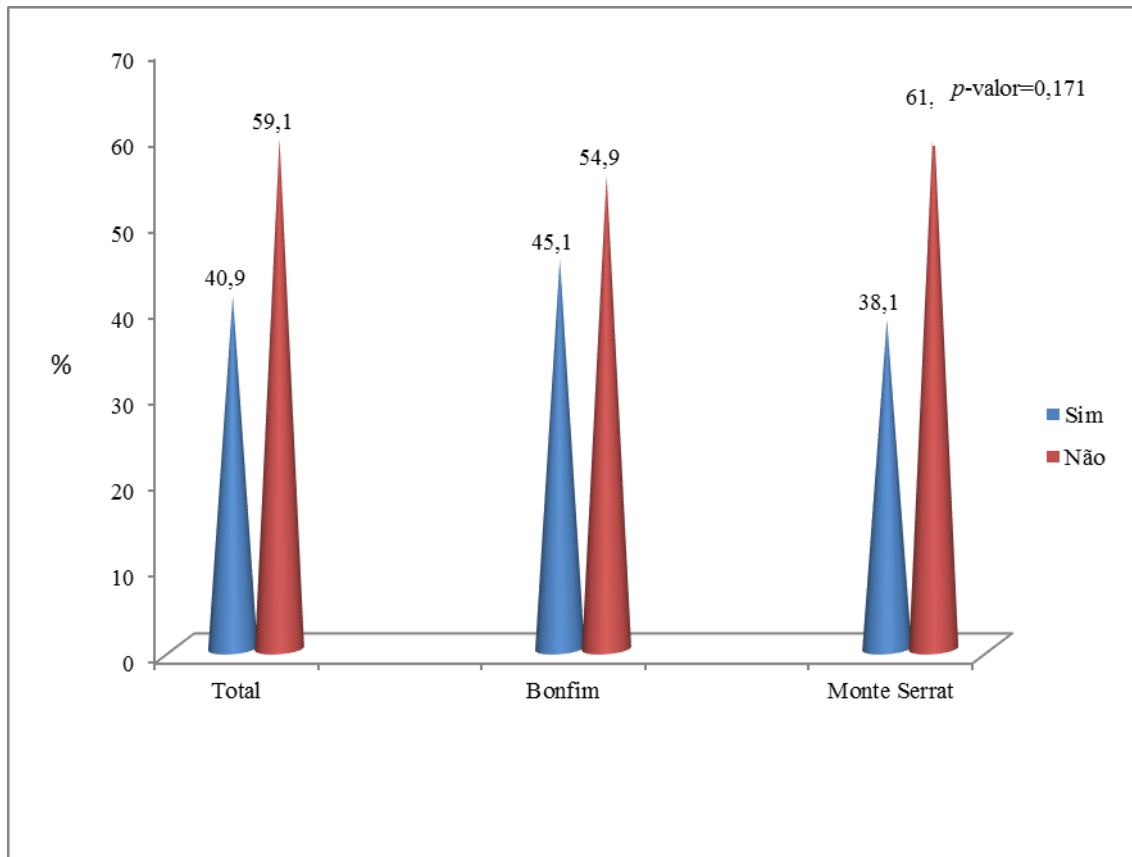
**Figura 3.** Percepção de benefícios e necessidade da ERB/TC no bairro para funcionamento do telefone celular



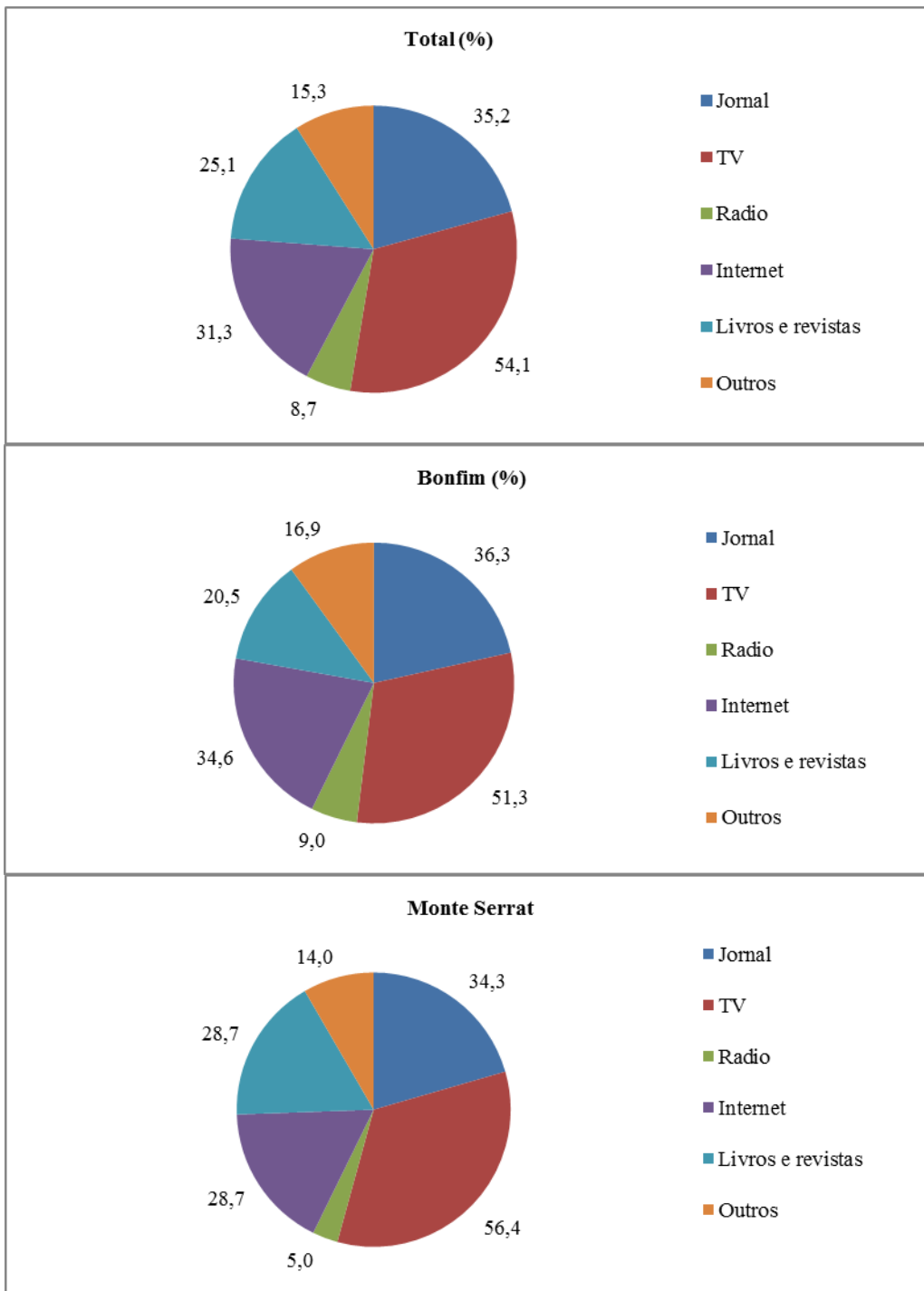
**Figura 4a.** Morar próximo da ERB/TC e deve ser consultado para instalação de ERB/TC



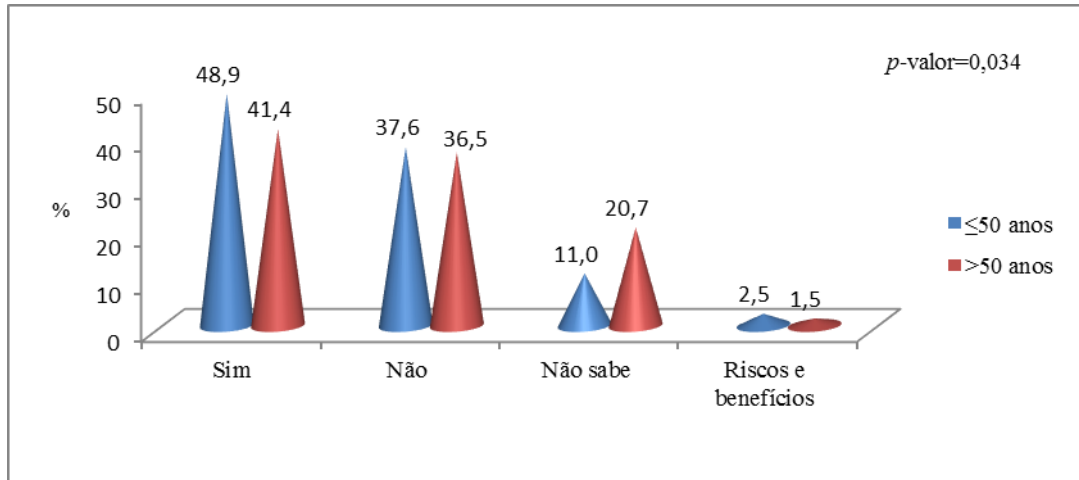
**Figura 4b.** Causas da preocupação por morar próximo de ERB/TC



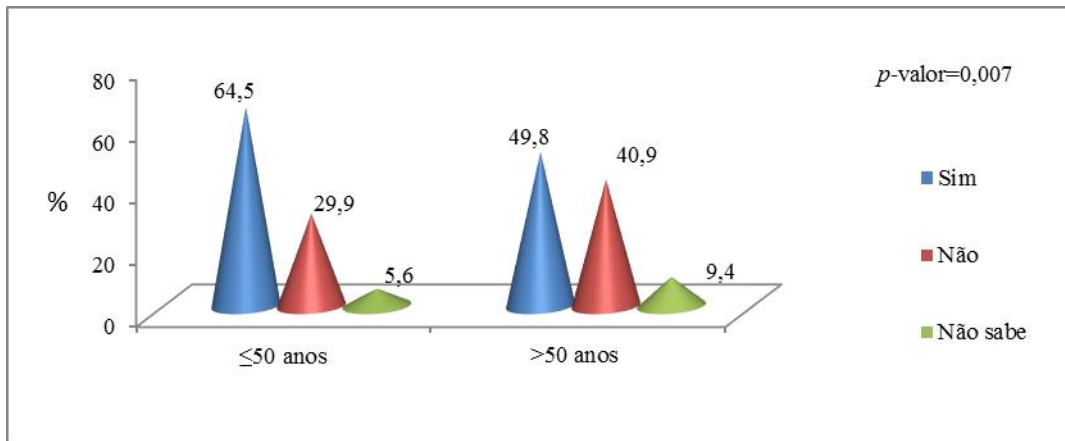
**Figura 5a.** Possui informações sobre o tema



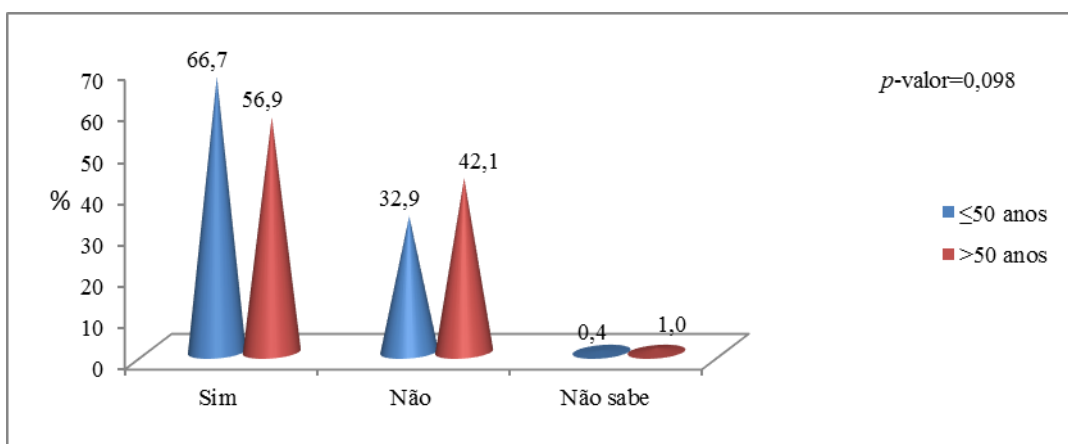
**Figura 5b.** Meios de comunicação para obtenção da informação sobre o tema



Percepção de benefícios para comunidade com ERB/TC no bairro



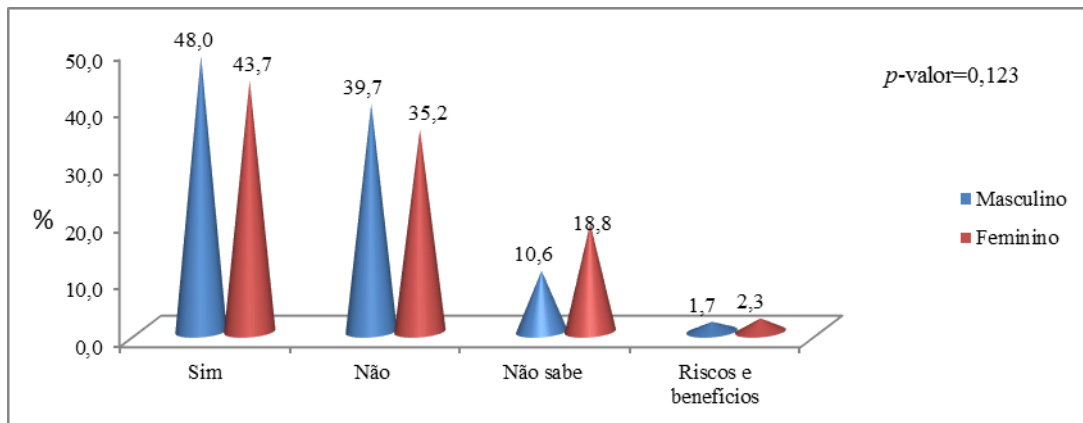
Percepção de prejuízos com tecnologia de comunicação sem fio



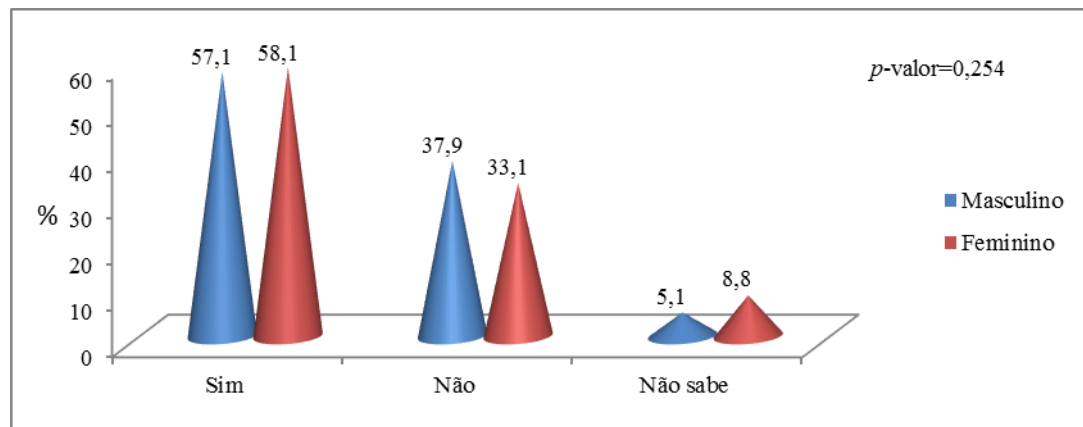
Percepção da preocupação por morar próximo de ERB/TC

**Figura 6a.** Percepção dos indivíduos segundo variáveis sociodemográficas: faixa etária

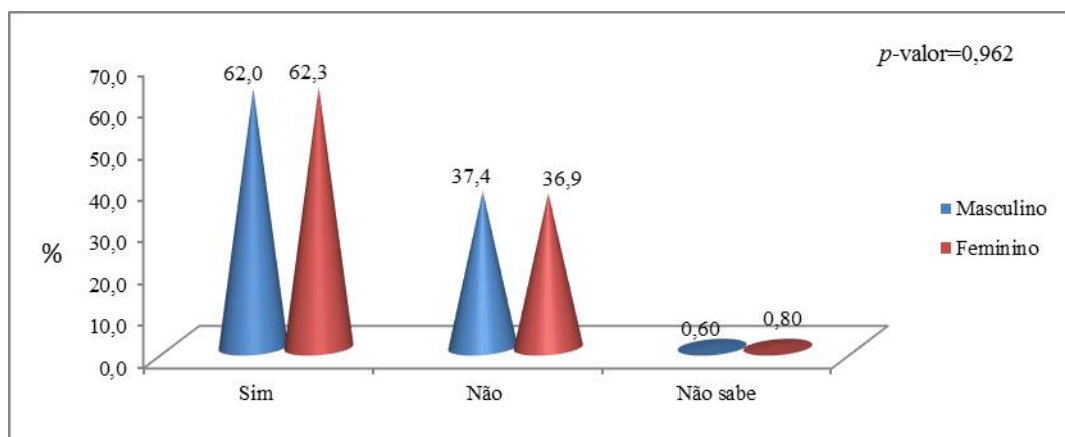




**Percepção de benefícios para comunidade com ERB/TC no bairro**



**Percepção de prejuízos com a tecnologia de comunicação sem fio**



**Percepção em se preocupar por morar próximo de ERB/TC**

**Figura 6b.** Percepção dos indivíduos segundo variáveis sociodemográficas: sexo

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de comunicação sem fio, embora viabilize benefícios, é alvo de preocupação da comunidade científica e sociedade em geral, devido à possibilidade de ocorrência de efeitos adversos à saúde humana, decorrentes da exposição às RENI/TC.

Sabe-se que, um dos problemas relativos a exposição à RENI/ERB/TC tem sido a distância da fonte emissora às residências, uma vez que apesar dos níveis serem considerados baixos, a exposição é contínua. Estudos indicam que pessoas vivendo em áreas circunvizinhas das ERB/TC relataram efeitos à saúde.<sup>8,9,10</sup>

Deste modo, entende-se que a condição de exposição de indivíduos residentes até 300 m da ERB/TC, necessita de maiores investigações, no sentido de avaliação da saúde da população, principalmente por existir métodos de se estimar um distanciamento protetivo entre residências de populações circunvizinhas de ERB/TC. Segundo Salles e Fernández,<sup>35</sup> é recomendável o cálculo de zonas de exclusão – que representa as regiões em que o nível do campo elétrico estimado pode se apresentar acima do limite da norma –, que seja mostrada a região de redução para possíveis riscos da exposição decorrente da RENI/ERB/TC para saúde ao residir/trabalhar fora desta região. 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.

Para variáveis relativas à exposição às RENI decorrentes das formas de uso do aparelho de telefone celular, deve-se considerar a facilidade de acesso aos serviços de telefonia celular, pois com a evolução da tecnologia as prestadoras de serviço conseguiram compensar os investimentos realizados na infraestrutura e começaram uma disputa nos valores das tarifas a fim de conquistar uma parcela maior do mercado. Com esta nova configuração do mercado, tornou-se comum o uso simultâneo de mais de uma operadora de telefonia celular por uma mesma pessoa com a finalidade de aproveitar melhor as vantagens tarifárias oferecidas por cada uma das operadoras. Não tardou até os fabricantes de aparelhos celulares entenderem a tendência do mercado e começarem a fabricar aparelhos capazes de aceitar dois, três ou quatro chips de operadoras diferentes ao mesmo tempo. Deste modo, com a diversidade dos aplicativos oferecidos por essa tecnologia, o tempo médio diário por indivíduo com utilização dos serviços de telefonia celular só tem aumentado a cada ano.

Sabe-se que a quantidade de energia<sup>36</sup> recebida ao falar por seis segundos num telefone celular é equivalente a ficar exposto a 100 m de uma ERB por 24 h. No entanto, a maioria dos indivíduos não demonstra reconhecer que estão mais expostos à radiação do

aparelho celular do que da radiação da ERB,<sup>34</sup> que ao analisar questões relacionadas às RENI/TC, mostrou que as mídias de massa na Suíça direcionavam suas atenções às ERB/TC, negligenciando o potencial risco dos aparelhos de telefone celular. Por isso, é até compreensível que estes indivíduos sejam guiados por informações do senso comum e conclua que o “perigo” está relacionado unicamente a exposição à RENI/ERBTC. Este equívoco tem levado vários indivíduos a se manifestar contra a instalação de uma ERB num bairro, no entanto, são capazes de dormir com o aparelho de telefone celular ligado debaixo do travesseiro ou mesmo encostado à orelha.

Desse modo, entende-se que os maiores problemas com a exposição às RENI para a população usuária de telefone celular, estão relacionados à duração das chamadas, ao uso do aparelho com sinal de cobertura fraco e a proximidade do aparelho ao corpo, dentre outros modos inadequados de uso, portanto, merecendo maiores investigações.

A análise da percepção da população quanto à exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes revelou uma maior referência a risco do que a benefício. Os indivíduos percebem que eletroeletrônicos e comunicação sem fio influenciam negativamente na qualidade de vida; que podem sofrer prejuízos com a tecnologia de comunicação sem fio; e se preocupam em morar próximo a uma ERB/TC.

Observou-se também que um elevado percentual de indivíduos (residentes até 300 m da ERB/TC) não percebeu ou não soube responder, entre outras questões, os benefícios para a comunidade de uma ERB/TC instalada no bairro, embora a maioria soubesse da necessidade de sua presença para fazer e receber chamadas do telefone celular.

Diante destes resultados, tendo em vista que a maioria dos indivíduos possuíam informações de meios de comunicação por TV e jornal, acredita-se que a direção tomada pela mídia ao enfatizar os riscos de populações circunvizinhas de ERB/TC, desconsiderando o risco dos telefones celulares, pode ter influenciado na percepção dos indivíduos.

Deste modo, considerando as características físicas do funcionamento do telefone celular (especialmente por ser esta a fonte mais forte de radiação), bem como o comportamento dos indivíduos usuários, a inexistência de ERB/TC em Monte Serrat, a ocupação humana na área circunvizinha da ERB do Bonfim e, além disso, as pesquisas que apontam associação entre RENI do celular e efeitos à saúde entende-se que as razões de maior relevância para as inquietudes da população, deveriam ser como se comportam quando expostos às referidas radiações, no sentido de longa duração das chamadas, uso do aparelho com sinal de cobertura fraco e proximidade do aparelho ao corpo.

Neste sentido recomenda-se:

- Mapeamento dos níveis de RENI decorrente do telefone celular dos indivíduos residentes em Monte Serrat.
- Instalação de uma ERB/TC no bairro do Monte Serrat, desde que seja realizado o cálculo da zona de exclusão para obtenção do raio de proteção de onde não residam/trabalhem pessoas.
- Redução do tempo (h/dia) das ligações do telefone celular, e incentivo educacional para o uso de orelhões e telefones fixos com fio.
- Análise cuidadosa das ofertas das operadoras da telefonia celular para instalação de ERB, assim como para uso de aparelho de telefone celular com vários chips, não apenas na dimensão econômica (ganho econômico com aluguel do espaço para instalação da ERB/TC e das promoções com uso de vários chips), mas na dimensão da saúde.
- Adoção de medidas associadas ao uso mais racional do telefone celular (evitar o uso com sinal de cobertura fraco; não manter o aparelho próximo ao corpo; utilizar fone de ouvido ou pop fone; e desligar o telefone celular quando for dormir).
- Evitar residir/trabalhar num raio de até 300 m de ERB/TC.

### **Potencial Conflito de interesse**

Declara-se não haver conflito de interesses pertinentes à pesquisa.

### **Fontes de Financiamento**

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 Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz/Fundação Oswaldo Cruz-Bahia. Declara-se que para realização do estudo contou-se com o apoio das 1ª e 2ª Promotorias de Justiça do Meio Ambiente do Ministério Público do Estado da Bahia e de bolsa de estudos da CAPES da referida doutoranda.

## REFERÊNCIAS

1. Quantidade de aparelhos de telefones celulares em 2014. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do>>. Acesso em: 09 set. 2014.
2. Okuno E, Yoshimura E. Física das radiações. São Paulo: Editora da Física, 2010.
3. Martin M, Gomes MP, Alves MA. Medidas dos espectros das radiações não ionizantes de São José dos Campos e Taubaté, SP, Brasil. Revista Telecomunicações, 2013;15(1):7-10.
4. Baranauskas V. O celular e seus riscos. São Paulo: Ed. do Autor, 2001. 100p.
5. Lundy-Ekman L. Neurociência: Fundamentos para reabilitação. Rio de Janeiro: Elsevier editora Ltda, 2008.
6. Coreau E, Bouvier G, Lebailly P, Fabbro-Peray P, Gruber A, et al. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. Occupational & Environmental Medicine, 2014; 71(7):514-522.
7. Ledoigt G, Belpomme D. Cancer induction molecular pathways and HF-EMF irradiation. Advances in Biological Chemistry, 2013; 3:177-186.
8. Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. Symptoms experienced by people living in vicinity of mobile phone base stations: Incidences of distance and sex, Pathol. Biol, 2002; 50: 369-373.
9. Eger H, Hagen KU, Lucas B, Vogel P, Voit H. Influence of proximity to cell towers on cancer incidence, 2004; 17(4):273-326.
10. Wolf D, Wolf R. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. International Journal of Cancer Prevention, 2004; 1(2): 1-19.
11. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, Potthoff P, Schuz J, Berg-Beckhoff G. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. Occupational and Environmental Medicine, 2009;66(2):118-123.
12. Braune S, Wrocklage C, Raczek J, Gailus T, Lüching CH. Resting blood pressure increase during exposure to radio-frequency electromagnetic field. Lancet, 1998; 351: 1857-1858.
13. IARC Classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans. Disponível em: <[http://www.iarc.fr/en/mediacentre/pr/2011/pdfs/pr208\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/mediacentre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf)>. Acesso em: Acesso em: 19 ago. 2011.
14. Machado PAL. Direito Ambiental Brasileiro. São Paulo: Malheiros Ltda., 2006.

15. Silva DF. Análise dos condicionantes para licenciamento das estações radiobase de telefonia celular no município de Salvador – BA. 2009.196p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, Bahia, 2009.
16. Minayo MCS. (Org.) Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2013.
17. Bardin L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70 LTDA, 2011.
18. Hänninen O, Huttunen P, Ekman R. Electromagnetic irradiation exposure and its bioindication – An overview. *Journal of environmental science*, 2011, 23(9):1409-1414.
19. Lak A, Oraizi H. The effect of distance of human head model from EM sources on SAR. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2012; 2(9): 9446-9453.
20. Salles A, Bulla G, Rodriguez CHF. Electromagnetic absorption in the head of adults and children due to mobile phone operation close to head. *Electromagnetic Biology and medicine*, 2006; 28:349-360.
21. Soares Neto V. Telecomunicações: Sistema de modulação – Uma visão sistêmica. São Paulo: Érica Editora, 2012.
22. Mapa de Exposição a Campos Eletromagnéticos. Disponível em: <http://sistemas.anatel.gov.br/sigwebmaprni/index.zul>. Acesso em: 19 ago. 2013.
23. Bahia. Portaria n° 4.773, de 5 de outubro de 2004. Dispõe sobre a republicação da Norma Técnica 02/03 aprovada pela Resolução n° 3.190 de 12 de setembro de 2003. Dispõe sobre o processo de licenciamento de estações radiobase e equipamentos de telefonia sem fio, no estado da Bahia. Salvador, BA.
24. Brasil. Lei 11.934, de 5 de maio de 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L11934.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11934.htm). Acesso em: 08 jun. 2009.
25. Kühn S et al. Cumulative Exposure in Time and Frequency Domains of the Central Nervous System. Final Report SNF 405740-113591 SNF NRP57. Disponível em: <http://www.pnr57.ch>. Acesso em: 08 jun. 2011.
26. Kleef VE, Fischer AR, Khan M, Frewer LJ. Risk and benefit perceptions of mobile phone and base station technology in Bangladesh. *Risk Analysis*, 2010; 30 (6):1002-1015.
27. Rio V, Oliveira L. Percepção Ambiental: uma experiência Brasileira. São Paulo: Nobel, 1999.
28. Avalos DA. Detecção dos campos magnéticos pelos seres vivos. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012 (Coleção tópicos em física).

29. Organização Mundial de Saúde. Estabelecendo um diálogo sobre riscos de campos eletromagnéticos, 2002. Disponível em: <[http://www.who.int/peh\\_emf/publications/facts/as\\_fs\\_304\\_portuguese.pdf](http://www.who.int/peh_emf/publications/facts/as_fs_304_portuguese.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2006.
30. Dohle S, Keller C, Siegrist M. Conjoint measurement of base station siting preferences. *Human and Ecological Risk Assessment*, 2010; 16, (4): 825-836.
31. Cousin ME, Dohle S, Siegrist M. The impact of Specific information provision on base station siting preferences. *Journal of Risk Research*, 2011; 14 (6): 703-715.
32. Bordenave JED. O que é participação. São Paulo: Brasiliense, 2002.
33. Plano de Desenvolvimento Urbano do município do Salvador/BA (2008). Disponível em: <[http://www.sedham.salvador.ba.gov.br/Lei\\_7400-08-htm](http://www.sedham.salvador.ba.gov.br/Lei_7400-08-htm)>. Acesso em: 15 mar. 2008.
34. Schulz PJ, Hartung U, Diviani N, Keller S. Dangerous Towers, Harmless Phones? Swiss Newspaper Coverage of the Risk Associated with Non-Ionizing Radiation, *Atlantic Journal of Communication, Special Issue on Health Communication*, 2011; 20(1):53-70.
35. Salles AAA, Fernández CHR. Exclusion zones close to wireless communication transmitters aiming to reduce human health risks. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 2006; 25 (4): 339-347.
36. Statens Stralskyddsinstitut. Swedish Radiation Protection Institute. Disponível em: <<http://www.eu-decom.be/contacts/sweden/profile-ssi.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

## 5.2 ARTIGO 2

Neste artigo, cujo objetivo foi investigar a associação entre exposição a RENI e sintomas psiquiátricos (irritabilidade, palpitação, ansiedade, etc.), na saúde da população entrevistada, os resultados indicaram que os riscos estavam mais associados a forma de uso do telefone celular do que com a proximidade dos indivíduos a ERB/TC.

Este segundo artigo, sob o título: Exposição à radiação eletromagnética não ionizante da telefonia celular e sintomas psiquiátricos, foi publicado no Cadernos de Saúde Pública, volume 31, número 10, ano 2015.



## 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 <sup>1</sup>  
 Warley Rocha Barros <sup>2</sup>  
 Maria da Conceição Chagas de Almeida <sup>1</sup>  
 Marco Antônio Vasconcelos Rêgo <sup>2</sup>

### Abstract

<sup>1</sup> Centro de Pesquisas Gonçalo Montz, Fundação Oswaldo Cruz, Salvador, Brasil.

<sup>2</sup> 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.  
 fsdentize@gmail.com

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

## 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 <sup>1</sup>.

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 <sup>2</sup>.

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 <sup>3</sup>. 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 osso, esses valores são respectivamente, 17,7cm e 11,2cm <sup>4</sup>.

Parece provável que as raízes da maioria dos transtornos psiquiátricos residam em alguma combinação de fatores genéticos e ambientais (biológico ou psicossocial) <sup>5</sup>. Uma das observações mais documentadas em estudos epidemiológicos é a maior prevalência de transtornos de ansiedade e depressão em mulheres que em homens <sup>6</sup>. A associação entre esses efeitos psiquiátricos e a exposição às radiações eletromagnéticas não ionizantes de telefonia celular tem sido investigada. Santini et al. <sup>7</sup> 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. <sup>8</sup> e Bortkiewicz et al. <sup>9</sup> 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. <sup>10</sup> 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. <sup>11</sup> 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. <sup>12</sup> 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) <sup>13</sup>.

Lakimenko et al. <sup>14</sup> reproduziram os efeitos atômicos 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 Ca<sup>2+</sup> 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<sup>15,16,17</sup>.

Entretanto, há estudos que não relatam<sup>18</sup> efeitos à saúde em populações expostas a radiações eletromagnéticas não ionizantes. Bletner et al.<sup>19</sup> 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<sup>20</sup> 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)<sup>21</sup> 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<sup>22</sup>, 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.<sup>7</sup>. 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. Proce- deu-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<sup>23</sup>, 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<sup>23</sup>.

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  $\geq 16$ ). 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 eletromagné-



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 Greenland<sup>24</sup>, e Fuchs et al.<sup>25</sup>, sendo mantidas em cada nível as variáveis que apresentaram  $p \leq 0,10$ <sup>26</sup>.

No primeiro nível incluíram-se as variáveis macrossociais 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,  $\leq 300$ m e além dos 300m,  $\leq 400$  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 menores<sup>27</sup>. Além delas, o

tempo de moradia ( $\leq 10$  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 & Lemeshow<sup>28</sup> 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 ( $\leq 300$ m e > 300m 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 macrosociais 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 <sup>29</sup>.

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 <sup>7</sup> 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, tonitura, diminuição da libido (100m); dor de cabeça, perturbação do sono, desconforto (200m) e cansaço (300m). Navarro et al. <sup>8</sup> indicaram associação de sintomas depressivos com exposição da população a 150m da estação radiobase. Do mesmo modo, Bortkiewicz et al. <sup>9</sup>, Abdel Rassoul et al. <sup>10</sup> e Hutter et al. <sup>30</sup> 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. <sup>16</sup> 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 <sup>15</sup> 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 <sup>27</sup>. 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  $\geq 16$ ) 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
<b>Diagnóstico de ansiedade</b>							
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)	<b>2,70 (1,43-5,10)</b>	<b>2,74 (1,46-5,15)</b>	<b>2,80 (1,48-5,29)</b>
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)	<b>3,13 (1,93-7,03)</b>	<b>3,02 (1,35-6,75)</b>	<b>3,01 (1,35-6,73)</b>
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)	<b>9,57 (1,76-51,99)</b>	<b>10,15 (1,87-55,13)</b>	<b>10,17 (1,87-55,25)</b>
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)	<b>3,82 (1,10-13,28)</b>	<b>3,58 (1,02-12,40)</b>	<b>3,69 (1,06-12,90)</b>
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)				<b>2,39 (1,09-5,26)</b>		
> 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)
<b>Diagnóstico de depressão</b>							
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)			<b>2,40 (1,21-4,76)</b>	<b>2,43 (1,23-4,81)</b>	<b>2,36 (1,19-4,68)</b>

(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
<b>Diagnóstico de depressão</b>							
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)				<b>3,25 (1,63-6,45)</b>		
> 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)
<b>Sintomas depressivos (CES ≥ 16)</b>							
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)	<b>3,61 (2,19-5,96)</b>	<b>3,58 (2,17-5,91)</b>	<b>3,71 (2,24-6,14)</b>	<b>3,44 (2,08-5,72)</b>	<b>3,53 (2,11-5,90)</b>	<b>3,34 (2,01-5,58)</b>
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)			<b>1,63 (1,03-2,56)</b>	<b>1,89 (1,13-2,89)</b>	<b>2,70 (1,40-5,23)</b>	<b>2,63 (1,36-5,09)</b>
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)				<b>1,67 (1,06-2,61)</b>	1,56 (0,99-2,46)	<b>1,63 (1,04-2,56)</b>

(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
<b>Sintomas depressivos (CES <math>\geq 16</math>)</b>							
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	
$\leq 300$	0,52 (0,33-0,81)					<b>0,50 (0,32-0,80)</b>	
> 400	1,00						1,00
$\leq 400$	1,73 (1,14-2,61)						<b>1,66 (1,08-2,55)</b>

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
<b>Ansiedade</b>							
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)	<b>1,68 (1,18-2,40)</b>	<b>1,69 (1,19-2,41)</b>	<b>1,67 (1,17-2,37)</b>
Exposição à telefonia celular							
Chips							
1	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
$\geq 2$	1,49 (1,07-2,08)			1,43 (1,01-2,02)	<b>1,44 (1,02-2,04)</b>	1,44 (0,95-2,18)	<b>1,44 (1,02-2,04)</b>
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)	<b>1,95 (1,22-3,12)</b>	<b>1,90 (1,19-3,05)</b>	<b>1,90 (1,18-3,04)</b>

(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)
<b>Tendência depressiva</b>							
Macrossociais e estilo de vida							
Sexo							
Masculino	1,00	1,00			1,00	1,00	1,00
Feminino	3,26 (2,05-5,19)	3,26 (2,05-5,19)			<b>3,08 (1,92-4,93)</b>	<b>3,29 (2,07-5,24)</b>	<b>2,98 (1,86-4,80)</b>
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)						<b>1,55 (1,04-2,33)</b>
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
<b>Irritabilidade</b>							
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)
<b>Palpitação</b>							
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 #	
				Nível IV # ERB100-200	Nível IV # ERB300	Nível IV # ERB400
<b>Palpitação</b>						
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
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)
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 <sup>27,31</sup>.

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) <sup>32</sup>, embora sejam considerados baixos, caracterizam uma exposição contínua. Valores mais elevados de radiação são encontrados <sup>16</sup> 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. <sup>33</sup> 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. <sup>34</sup> e Hillert et al. <sup>35</sup> 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<sup>33,34,35</sup>. 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 região<sup>36</sup>.

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.<sup>37</sup> 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.<sup>38</sup> 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 & Kuhn<sup>39</sup> 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<sup>40,41</sup> 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 celular<sup>42</sup> 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<sup>7,8,17</sup>, 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) <sup>32</sup>.

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) <sup>32</sup> 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  $\geq 16$ ) reforçam os achados por ser um instrumento validado no Brasil <sup>23</sup>. 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

- Okuno E, Vilela MAC. Radiação ultravioleta: características e efeitos. São Paulo: Editora Livraria da Física; 2005. (Coleção Temas Atuais de Física).
- Carvalho RP. Microondas. São Paulo: Editora Livraria da Física; 2005. (Coleção Temas Atuais de Física).
- 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).
- Okuno E, Yoshimura E. Física das radiações. São Paulo: Editora Livraria da Física; 2010.
- Kapezinski IF, Quevedo J, Izquierdo I. Bases biológicas de transtornos psiquiátricos: uma abordagem translacional. Porto Alegre: Editora Artmed; 2011.
- Andrade LHSG, Viana MC, Silveira CM. Epidemiologia dos transtornos psiquiátricos na mulher. Rev Psiquiatr Clín 2006; 33:43-54.
- 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.
- Navarro EA, Segura J, Portolés M, Mateo CG. The microwave syndrome: a preliminary study in Spain. Electromagn Biol Med 2003; 22:161-9.
- 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.
- 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 Universitária* 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](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, Lebailly P. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occup Environ Med* 2014; 71:514-22.
38. Martin 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

### 5.3 ARTIGO 3

O objetivo deste terceiro artigo foi investigar a associação entre exposição a RENI e sintomas neurológicos na saúde da população entrevistada. Observou-se associação entre sintomas neurológicos (cefaleia, tontura, lapsos de memória, etc.) e formas de uso do telefone celular (mais de 30min/dia, com sinal de cobertura fraco, dois ou mais chips e nunca desligar o celular quando dorme). Concluiu-se que a exposição a RENI/TC e a outros eletroeletrônicos foi associada aos sintomas neurológicos independente do sexo e escolaridade. Achados similares também foram descritos na literatura.

Este segundo artigo, **Sintomas neurológicos e exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes da telefonia celular**, está sendo submetido ao Cadernos de Saúde Pública (CSP) .

**Sintomas neurológicos e exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes da telefonia celular.** Denize Francisca da Silva<sup>1</sup> André Luís Cruz Rocha<sup>2</sup> Maria da Conceição Chagas de Almeida<sup>3</sup> Marco Antônio Vasconcelos Rêgo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>. Doutoranda do Curso de Pós-graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa do Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz – CPqGM /FIOCRUZ/BA

<sup>2</sup>. Graduando do Curso de Medicina – Universidade Federal da Bahia

<sup>3</sup>. Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz – Fundação Oswaldo Cruz CPqGM/FIOCRUZ/

<sup>4</sup>. Universidade Federal da Bahia – Departamento de Medicina Preventiva e Social. Pós-graduação em Saúde Ambiente e Trabalho

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi investigar a associação entre exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes (RENI) da estação radiobase (ERB) de telefonia celular (TC) e sintomas à saúde. Em um estudo transversal realizado em Salvador, Bahia, entrevistaram-se 440 indivíduos. Queixas neurológicas constituíram as variáveis dependentes e a distância do domicílio para ERB foi considerada a variável independente principal. Realizou-se análise de regressão logística hierarquizada para avaliação de confundimento. Observou-se associação entre sintomas neurológicos e residir próximo a ERB e formas de uso do telefone celular (mais de 30min/dia, com sinal de cobertura fraco, dois ou mais chips e nunca desligar o celular quando dorme) e com uso de outros eletroeletrônicos. Concluiu-se que a exposição a RENI/TC e a outros eletroeletrônicos foi associada aos sintomas neurológicos independente do sexo e escolaridade. Recomenda-se a adoção de medidas precaucionárias no sentido de se reduzir a este tipo de exposição.

**Palavras-chave:** Exposição, radiação não ionizante, telefonia celular, sintomas neurológicos, regressão logística hierarquizada.

## ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the association between exposure to Non-Ionizing Electromagnetic Radiation (RENI) of Base Station (BTS) Mobile Telephony (MP) and subsequent health symptoms. In a cross-sectional study in Salvador, Bahia, 440 individuals were interviewed. Neurologic complaints were the dependent variables and the distance from the subject's residence to the BTS was considered the main independent variable. An analysis of hierarchical logistic regression was conducted to assess confounding. An association was observed between neurologic effects and residential proximity to the BTS, various forms of cell phone use (more than 30min/day, with weak signal coverage, near the body, two or more chips, and never turning off the phone while sleeping), and with the use of other electronics. It was concluded that exposure to RENI/MP and other electronics were associated with neurologic effects independent of sex and education. The adoption of precautionary measures to reduce this type of exposure is recommended.

**Key words:** exposure, non-ionizing radiation, health symptoms, mobile phone, hierarchical logistic regression.

## 1. INTRODUÇÃO

A exposição do público em geral às radiações eletromagnéticas não ionizantes (RENI) decorrente da telefonia celular (TC) aumentou expressivamente nos últimos dez anos. Dessa forma, o número de estação radiobase (ERB), que estabelece a comunicação com os aparelhos celulares, também se elevou. Embora essa tecnologia beneficie o atual estilo de vida, já que tem facilitado a comunicação, oferecendo conforto e benefícios, dando oportunidade de

manter-se conectado com localidades próximas e distantes, ela tem gerado preocupações sobre os possíveis efeitos à saúde das populações expostas a estas radiações. Trata-se de radiações não ionizantes caracterizadas por seu comprimento de onda, frequência e energia radiada, consideradas como não transportadoras de energia suficiente para alterar o estado físico de um átomo.<sup>1</sup>

As ondas eletromagnéticas são constituídas<sup>1</sup> de campos elétricos e magnéticos oscilantes que se propagam no vácuo com velocidade constante, igual a 300 mil km/s. A TC é uma tecnologia de comunicação que utiliza rádios transmissores e receptores na faixa de microondas. A emissão e recepção das RENI são realizadas por uma ERB, para estabelecer a comunicação com os aparelhos celulares.<sup>2</sup>

A absorção em níveis mais profundos do corpo depende da faixa de frequência sendo que, o aumento de temperatura só ocorre na faixa de radiofrequência. A profundidade de penetração das ondas<sup>3</sup> ao redor de frequência de 900 MHz, usada em TC, em tecidos com alto conteúdo de água, como o muscular, é de 3 cm. As ondas de 2.400 MHz dos fornos de microondas penetram cerca de 1,7 cm. Em tecidos com baixo teor de água, como o ósseo, esses valores são respectivamente, 17,7 cm e 11,2 cm.

Um material biológico<sup>4</sup> exposto à RENI sofre transformações, que dependerão tanto da intensidade da radiação que atinge sua superfície quanto da taxa de absorção específica (Specific Absorption Rate – SAR) desta radiação no interior destes materiais. Deste modo, a SAR funciona como um fator limitante da radiação no corpo humano, tendo limites específicos, para faixa de frequência de 100 KHz a 10 GHz. Para uma exposição controlada (ocupacional) foi estabelecido 0,4 W/kg, e para o público em geral, limite de 0,08 W/kg para SAR média do corpo inteiro. Portanto, não foram previstas proteção contra os efeitos crônicos, devidos a exposições de baixas intensidades e longo tempo de exposição (efeitos não térmicos).

Estudos indicando associação entre emissões de RENI/ERB/TC e efeitos à saúde, especialmente as neoplasias, têm preocupado a comunidade científica, uma vez que, os dispositivos legais adotados para a instalação foram definidos com base apenas nos efeitos térmicos, embora pesquisas recentes indiquem que as RENI podem causar agravos à saúde, mesmo em níveis de exposição mínimos e que estes efeitos têm sido observados em níveis abaixo dos padrões definidos pela Comissão Internacional de Proteção das Radiações Não Ionizantes (ICNIRP). Efeitos decorrentes da exposição às RENI originárias da telefonia celular, tais como distúrbios do sono, cefaleia, tontura, dentre outros, em populações que residem no entorno das ERB/TC e usuários de telefones celulares estão sendo objeto de vários

estudos. Associações entre esses efeitos neurológicos e a exposição às RENE/TC têm sido investigadas <sup>5-8</sup> indicaram sintomas neurocomportamentais mais significativos por influência da distância: Khalil et al. <sup>9</sup> investigaram a exposição de ratos, por uma hora, às radiofrequências de ERB, e detectaram alterações urinárias indicativas de lesões no DNA. Salford et al. <sup>10</sup> constataram que uma exposição de duas horas à um telefone celular foi capaz de danificar e destruir até 2% das células do cérebro de ratos. As alterações do genoma aconteceriam através de mecanismos indiretos como: estresse oxidativo (aumento da produção de oxidantes e formação intracelular de espécies reativas de oxigênio), desorganização da cromatina e prejuízo do reparo do DNA. Nittby et al. <sup>11</sup> sugeriram que a exposição às RF aumentava a permeabilidade da barreira hematoencefálica em ratos mesmo com intensidade muito baixas e durante uma exposição de apenas dois minutos; estes resultados indicam que uma série de macromoléculas existentes no sangue, incluindo toxinas, podem passar para o cérebro.

Lakimenko et al. <sup>12</sup> reproduziram os efeitos atérmicos das radiações emitidas por ERB 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  $Ca^{2+}$  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.

Augner et al. <sup>13</sup> estudaram a exposição a radiofrequência de ERB em três grupos de pessoas. Cada grupo foi submetido a um campo de 900 MHz, 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 ERB de intensidade menor que a estabelecida pela diretriz da ICNIRP pode causar estresse fisiológico. Outros efeitos decorrentes da exposição às RENE/TC, tais como neoplasias (ovário, mama, pulmão), infertilidade, problemas cardíacos, são relatados na literatura <sup>14-16</sup>

Contudo, há estudos que não relatam <sup>17-19</sup> efeitos à saúde em populações expostas a RENE. Rössli et al. <sup>20</sup> em revisão sistemática concluíram que os efeitos mais fortes foram encontrados em dois estudos que utilizavam a medida da distância à ERB. Concluíram ainda que não há evidências de associação entre qualquer efeito à saúde e exposição a RENE/ERB/TC em níveis normalmente encontrados no ambiente cotidiano das pessoas, como

por exemplo pelos funcionamento de aparelhos eletrônicos. Além disso, relataram a pobreza de evidências na avaliação da exposição nos estudos epidemiológicos que compuseram a revisão. Finnie et al.,<sup>21</sup> não sugerem aumento significativo na permeabilidade da barreira hematoencefálica para exposição de cérebros de ratos expostos a RENI/TC na faixa de frequência de 900 MHz por duração de 60 min ou 2 anos. Braune et al.<sup>22</sup> demonstraram que pessoas expostas a sinais GSM decorrentes de ERB/TC, não sofreram variações nas suas medidas de pressão arterial, frequência cardíaca, fluxo sanguíneo periférico e níveis de norepinefrina e epinefrina no sangue.

Verifica-se, portanto, que a relação entre exposição às RENI 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, em 2011, a *International Agency for Research on Cancer* (IARC)<sup>23</sup> 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 a RENI de ERB de TC e sintomas neurológicos.

## 2. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo epidemiológico de corte transversal, realizado em Salvador/BA. Por meio do mapeamento das ERB realizado por Silva<sup>24</sup> nesta cidade, foi definida a área de estudo baseando-se na existência de pelo menos uma ERB/TC com ocupação urbana no seu entorno e além do limite de raio de 300 m como proposto por Santini et al.<sup>5</sup>. Por atender aos critérios estabelecidos, dois bairros contíguos pertencentes a Salvador, Bahia, foram selecionados para o estudo: indivíduos residentes no Bonfim e em Monte Serrat, situados até e além de 300 m da ERB/TC, respectivamente. Esses dois bairros são similares do ponto de vista socioeconômico.

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 de expostos e não expostos (E/nE) de 1:1. No entanto, devido a dificuldade de acesso, e exclusão de entrevistas realizadas em domicílios fora do recorte ambiental estabelecido foram considerados válidos para análise, 440 entrevistas.

Foram definidos os seguintes critérios de exclusão de domicílios: prédios apenas comerciais ou de instituições; domicílios com indivíduos menores de dezoito anos de idade no momento da abordagem e imóvel exposto a RENI proveniente de outras ERB/TC.

A amostra foi aleatória sistemática. Procedeu-se o sorteio do primeiro domicílio e os próximos foram selecionados com o intervalo igual a dois. Após a escolha do domicílio, um indivíduo residente foi selecionado de forma aleatória para a entrevista. Era necessário ter idade maior ou igual a dezoito anos e condições de responder a respeito dos demais moradores, inclusive sobre crianças. Um questionário padronizado foi aplicado face-a-face por entrevistadores treinados.

A avaliação das variáveis dependentes ocorreu por meio dos auto relatos dos indivíduos entrevistados, incluindo as queixas de: cefaleia, sonolência, fadiga, lapsos de memória, tontura, insônia e dificuldade de concentração. A variável independente principal foi a exposição à RENI decorrente da ERB/TC. As variáveis secundárias foram selecionadas com base no conhecimento existente entre exposição à RENI/TC e efeitos à saúde: exposição à RENI decorrentes do telefone celular (anos de uso, número de chips, uso com sinal de cobertura fraco, duração da ligação, colocação do aparelho perto do corpo e nunca desligar o telefone ao dormir), aparelhos eletroeletrônicos (forno de microondas, telefone fixo sem fio, roteador, aparelhos no quarto em que dorme), idade, sexo, renda, escolaridade, consumo de álcool e tabagismo.

Após análises 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, consumo de álcool e renda, foram excluídas por apresentar forte associação entre elas ( $p \leq 0,05$ ). Posteriormente foram estruturados modelos hierarquizados, pré-selecionando-se variáveis cuja associação com a variável dependente obtivesse  $p \leq 0,25$ . Neste sentido, as covariáveis tabagismo, roteador, telefone fixo sem fio e colocar o aparelho de telefone celular perto do corpo foram excluídas. A estratégia de entrada das variáveis no modelo foi hierarquizada seguindo o proposto por Greenland,<sup>25</sup> Fuchs et al.,<sup>26</sup> sendo mantidas em cada nível as variáveis que apresentaram  $p \leq 0,10$  (Dancey; Reidy).<sup>27</sup>

No primeiro nível incluíram-se as variáveis macrossociais: idade ( $\leq 50$  e  $> 50$  anos), sexo e escolaridade (fundamental/médio e superior/pós-graduação). O segundo nível foi relativo à exposição a dispositivos eletroeletrônicos: presença de aparelhos no quarto de dormir (telefones celulares, vídeo game, notebook, radio relógio, computador) e uso de forno de microondas. O terceiro nível correspondeu à exposição às RENI decorrentes do comportamento dos entrevistados quanto ao uso do aparelho de telefone celular, ou seja,

tempo de uso ( $\leq 10/ > 10$  anos), se o indivíduo realizava chamada do celular com sinal de cobertura fraco; se usava mais de um chip; se desligava o celular quando dormia; duração das chamadas com telefone celular ( $\leq 30\text{min}/\text{dia} / > 30\text{min}/\text{dia}$ ). Para inclusão do quarto nível, relativo a exposição à RENI/ERB/TC, foram construídos três modelos com estratos de distanciamento entre as residências e a ERB/TC:  $\leq 300$  m e além dos 300 m, 100 e 200 m da ERB/TC,  $\leq 400$  e além dos 400 m da ERB/TC. Estes modelos foram criados porque as antenas instaladas nas ERB/TC ficam inclinadas em relação à torre na direção do solo. Desta forma, a determinada distância da torre as ondas eletromagnéticas atingem o solo com intensidade máxima. Antes desta distância e depois dela as ondas apresentam intensidades significativamente menores.<sup>28</sup> Além delas, o tempo de moradia ( $< 10$  e  $> 10$  anos) e tempo de permanência em casa (8 a 16 e 16,1 a 24 h/dia) também foram incorporadas nesse nível. Os dados foram analisados no Programa STATA 10. A estatística de aderência de Hosmer; Lemeshow<sup>29</sup> foi utilizada para verificação de ajuste do modelo.

O Projeto atende a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz da Fundação Oswaldo Cruz (CPqGM/FIOCRUZ), sob o Protocolo n° 358/2011 e parecer final n° 245/2011. Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### 3. RESULTADOS

A população final do estudo foi de 440 indivíduos. A média de idade foi 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 auto referida (51,4%). Mais da metade (60,2%) possuía ensino fundamental ou médio e 39,8% tinham nível superior ou pós-graduação.

A maioria dos entrevistados morava no local há mais de dez anos, com tempo médio de moradia de 21,3 anos e 61,8% permaneciam em casa entre 8 e 16 horas/dia. Cerca de 40% dos indivíduos residia a uma distância de até 300 m da ERB/TC e os demais para além dos 300 m. Com relação a exposição às RENI/telefone celular, 90,9% eram usuários, 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 30min/dia (28,6%) e utilizavam o telefone celular mesmo quando o sinal de cobertura apresentava-se fraco (89,2%).

Quanto à exposição a RENI dos eletroeletrônicos, 50,8% tinham telefone fixo sem fio, colocavam aparelhos eletroeletrônicos no quarto em que dorme (80,0%), faziam uso de forno



de microondas (65,7%). A distribuição dos indivíduos, segundo essas diversas variáveis foi semelhante nas duas áreas ( $\leq 300$  m e  $> 300$  m da ERB/TC) (Tabela 1).

Com relação a ocorrência de sintomas neurológicos, não houve diferença estatisticamente significativa entre os que residiam até 300 m e aqueles que residiam além dos 300 m da ERB/TC, na análise bruta (Tabela 3). Os relatos referentes a fadiga foi significativamente menor entre os que residiam além dos 400 m da ERB/TC (OR- 0,63 IC90% 0,43-0,92), assim como aqueles que residiam no local há mais de dez anos (OR- 0,69 IC90% 0,48-0,99) (Tabela 3).

Para a exposição à RENI decorrentes da forma de uso do telefone celular, observou-se associação entre usar telefone celular por mais de 30min/dia com cefaleia (OR- 2,67 IC90% 1,76-4,06), lapsos de memória (OR- 1,73 IC90% 1,17-2,55) e tontura (OR- 1,89 IC90% 1,18-3,01) (Tabelas 3 e 4). Usar dois chips ou mais foi associado com dificuldade de concentração (OR- 1,67 IC90% 1,04-2,67) (Tabela 5). Nunca desligar o telefone celular quando dorme foi associado com sonolência (OR- 2,25 IC90% 1,23-4,11) (Tabela 3). Usar o telefone celular com sinal de cobertura fraco foi associado com fadiga (OR- 2,32 IC90% 1,20-4,48) e insônia (OR- 2,64 IC90% 1,11-6,28) (Tabelas 3 e 5). Exposição a eletroeletrônicos, a variável “usar forno de microondas” foi associado à sonolência (OR- 1,58 IC90% 1,03-2,43) e lapsos de memória (OR- 1,68 IC90% 1,13-2,48), (Tabelas 3 e 4).

Observou-se associação entre sexo feminino e seis efeitos neurológicos (cefaleia, fadiga, dificuldade de concentração, lapsos de memória, insônia e tontura) (Tabelas 3, 4, e 5).

**Tabela 1.** Distribuição dos indivíduos segundo variáveis macrosociais e estilo de vida quanto à exposição às RENI/TC em Salvador/Bahia- Brasil, 2014.

Variável	Total	%	Exposição à RENI/TC				p
			(<= 300 m)		(> 300 m)		
			n	%	n	%	
<b>Idade (anos)</b>							
18 a 50	237	53,9	93	53,1	144	54,3	0,882
>50	203	46,1	82	46,9	121	45,7	
<b>Sexo</b>							
Masculino	179	40,7	69	39,4	110	41,5	0,737
Feminino	261	59,3	106	60,6	155	58,5	
<b>Escolaridade</b>							
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	
<b>Tabagismo</b>							
Não	400	90,9	159	90,9	241	90,9	1,000
Sim	40	9,1	16	9,1	24	9,1	
<b>Consumo de álcool</b>							
Não	261	59,3	105	60	156	58,9	0,891
Sim	179	40,7	70	40	109	41,1	
<b>Aparelhos no quarto</b>							
Não	88	20,0	32	18,3	56	21,1	0,543
Sim	352	80,0	143	81,7	209	78,9	
<b>Usa roteador em casa</b>							
Não	209	47,5	81	46,3	128	48,3	0,751
Sim	231	52,5	94	53,7	137	51,7	
<b>Usa forno de microondas</b>							
Não	151	34,3	51	29,1	100	37,7	0,079
Sim	289	65,7	124	70,9	165	62,3	
<b>Uso de telefone fixo sem fio</b>							
Não	213	49,2	85	49,1	128	49,2	1,000
Sim	220	50,8	88	50,9	132	50,8	
<b>Anos de uso do telefone celular</b>							
≤10	264	68,8	100	64,5	164	71,6	0,174
>10	120	31,3	55	35,5	65	28,4	
<b>Usa quantos chips</b>							
1	174	43,5	66	41,3	108	45,0	0,523
≥2	226	56,5	94	58,8	132	55,0	
<b>Desliga o celular quando dorme</b>							
Sempre	66	17,3	33	21,4	33	14,5	0,104
Nunca	316	82,7	121	78,6	195	85,5	
<b>Coloca o celular</b>							
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	
<b>Duração da ligação</b>							
≤ 30 min/dia	280	71,4	109	69,4	171	72,8	0,546
>30 min/dia	112	28,6	48	30,6	64	27,2	
<b>Sinal de cobertura fraco</b>							
Não	43	10,8	23	14,4	20	8,4	0,083
Sim	356	89,2	137	85,6	219	91,6	
<b>Tempo de moradia (anos)</b>							
≤10	165	37,5	65	37,1	100	37,7	0,980
>10	275	62,5	110	62,9	165	62,3	
<b>Tempo em casa (h/dia)</b>							
8 a 16	273	68,0	119	68,0	154	58,1	0,046
16,1 a 24	167	32,0	56	32,0	111	41,9	

RENI = Radiação eletromagnética não ionizante. TC = Telefonia celular.

**Tabela 2.** Distribuição dos efeitos neurológicos segundo exposição à RENI/TC, Razões de Prevalência (RP) e Intervalos de Confiança (IC 95%). Salvador, Bahia-Brasil, 2014.

Variável	Total	%	Exposição a RENI/ERB/TC				RP (IC 95%)
			( $\leq 300\text{m}$ )		(> 300m)		
			n	%	n	%	
<b>Cefaleia</b>							
Sim	114	25,9	51	29,1	63	23,8	1,23 (0,89-1,68)
Não	326	74,1	124	70,9	202	76,2	
<b>Sonolência</b>							
Sim	114	25,9	47	26,9	67	25,3	1,06 (0,77-1,46)
Não	326	74,1	128	73,1	198	74,7	
<b>Insônia</b>							
Sim	129	29,3	44	25,1	85	32,1	0,78 (0,56-1,07)
Não	311	70,7	131	74,9	180	67,9	
<b>Fadiga</b>							
Sim	142	32,3	64	36,6	78	29,4	1,24 (0,95-1,63)
Não	298	67,7	111	63,4	187	70,6	
<b>Dificuldade de concentração</b>							
Sim	110	25,1	45	25,7	65	24,6	1,04 (0,75-1,45)
Não	329	74,9	130	74,3	199	75,4	
<b>Lapsos de memória</b>							
Sim	176	40,1	68	38,9	108	40,9	0,95 (0,75-1,20)
Não	263	59,9	107	61,1	156	59,1	
<b>Tontura</b>							
Sim	85	19,3	33	18,9	52	19,6	0,96 (0,65-1,42)
Não	355	80,7	142	81,1	213	80,4	

RENI = Radiação eletromagnética não ionizante. TC = Telefonia celular.

**Tabela 3.** Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas à cefaleia, sonolência e fadiga com exposição a RENI/ERB/TC. Salvador, 2014

Variáveis	OR (IC90%) Bruta	OR (IC 90%) Ajustada					
		Nível I <sup>1</sup>	Nível II <sup>2</sup>	Nível III <sup>3</sup>	Nível IV <sup>4</sup> ERB100-200	Nível IV <sup>4</sup> ERB300	Nível IV <sup>4</sup> ERB400
<b>CEFALEIA</b>							
<b>MACROSSOCIAIS</b>							
<b>Idade (anos)</b>							
≤50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
>50	0,42	0,34	0,41	0,47	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>
<b>Sexo</b>							
Masculino	(0,28-0,63)	(0,22-0,53)	(0,27-0,62)	(0,31-0,74)	<b>(0,31-0,74)</b>	<b>(0,31-0,73)</b>	<b>(0,30-0,73)</b>
Feminino	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	3,82	4,00	4,03	4,19	<b>4,09</b>	<b>4,0</b>	<b>4,24</b>
	(2,43-6,00)	(2,53-6,32)	(2,55-6,39)	(2,63-6,70)	<b>(2,58-6,50)</b>	<b>(2,63-6,70)</b>	<b>(2,65- 6,78)</b>
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ELETROELETRÔNICOS</b>							
<b>Aparelhos no quarto</b>							
Não	1,00		1,00				
Sim	1,80		1,59				
	(1,01-3,22)		(0,86-2,94)				
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/TELEFONE CELULAR</b>							
<b>Duração da ligação</b>							
≤ 30 min/dia	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
>30 min/dia	2,57		2,35	<b>2,36</b>	<b>2,32</b>	<b>2,32</b>	<b>2,32</b>
	(1,73-3,83)		(1,53-3,60)	<b>(1,54-3,62)</b>	<b>(1,51-3,56)</b>	<b>(1,51-3,57)</b>	
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ERB/TC</b>							
<b>Distância (m)</b>							
0-100; >200	1,00			1,00			
101-200	1,03			0,91			
	(0,53-2,01)			(0,44-1,86)			
<b>Distância (m)</b>							
>300	1,00				1,00		
≤ 300	1,27				1,29		
	(0,87-1,85)				(0,86-1,95)		
<b>Distância (m)</b>							
>400	1,00						1,00
≤ 400	1,00						0,89
	(0,68-1,45)						(0,58-1,31)
<b>SONOLÊNCIA</b>							
<b>MACROSSOCIAIS</b>							
<b>Escolaridade</b>							
Fundamental e médio		1,00	1,00	1,00			
Superior e pós	1,57	1,57	1,56	1,39			
	(1,07-,29)	(1,07-2,29)	(1,07-2,28)	(0,99-2,05)			
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ELETROELETRÔNICOS</b>							
<b>Forno de microondas</b>							
Não	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	1,62		1,61	1,57	<b>1,59</b>	<b>1,58</b>	<b>1,58</b>
	(1,06-2,47)		(1,05-2,46)	(1,02-2,42)	<b>(1,04-2,45)</b>	<b>(1,03-2,43)</b>	<b>(1,03-2,43)</b>
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/TELEFONE CELULAR</b>							
<b>Chips</b>							
1	1,00			1,00*			
≥ 2	1,37			1,31			
	(0,93-2,01)			(0,88-1,95)			
<b>Desliga celular ao dormir</b>							
Sempre	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
Nunca	2,27			2,18	<b>2,23</b>	<b>2,25</b>	<b>2,27</b>
	(1,24-4,13)			(1,19-4,00)	<b>(1,22-4,07)</b>	<b>(1,23-4,11)</b>	<b>(1,24-4,16)</b>
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ERB/TC</b>							
<b>Distância (m)</b>							
0-100; >200	1,00				1,00*		
101-200	0,59				0,59		
	(0,24-1,48)				(0,27-1,28)		
<b>Distância (m)</b>							
>300	1,00					1,00	
≤ 300	1,10					1,10	
	(0,70-1,74)					(0,74-1,63)	
<b>Distância (m)</b>							
>4 00	1,00						1,00
≤ 400	0,96						0,87
	(0,61-1,52)						(0,59-1,29)

(continua)

**Tabela 3** (Continua). Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas à cefaleia, sonolência e fadiga com exposição a RENI/ERB/TC, Odds Ratios (OR) e Intervalos de Confiança (IC 90%). Salvador/BA, 2014

Variáveis	OR (IC90%) Bruta	OR (IC 90%) Ajustada					
		Nível I <sup>1</sup>	Nível II <sup>2</sup>	Nível III <sup>3</sup>	Nível IV <sup>4</sup> ERB100-200	Nível IV <sup>4</sup> ERB300	Nível IV <sup>4</sup> ERB400
<b>FADIGA</b>							
<b>MACROSSOCIAIS</b>							
<b>Sexo</b>							
Masculino	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	<b>1,96</b> (1,26-3,06)	1,96 (1,26-3,06)	1,96 (1,35-2,85)	2,10 (1,44-3,07)	<b>2,08</b> (1,42-3,04)	<b>2,10</b> (1,43-3,05)	<b>2,20</b> (1,50-2,23)
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ELETRÔNICOS</b>							
<b>Aparelhos no quarto de dormir</b>							
Não	1,00		1,00				
Sim	1,68 (1,00-2,83)		1,69 (1,00-2,85)				
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/TELEFONE CELULAR</b>							
<b>Sinal fraco</b>							
Não	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	1,97 (1,04- 3,75)			2,28 (1,19-4,38)	<b>2,26</b> (1,16-4,37)	<b>2,32</b> (1,20-4,48)	<b>2,38</b> (1,33-4,61)
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ERB/TC</b>							
<b>Distância (m)</b>							
0-100; > 200	1,00				1,00		
101-200	1,30 (0,71-2,39)				1,31 (0,70-2,46)		
<b>Distância (m)</b>							
>300	1,00					1,00	
≤300	1,30 (0,91-1,86)					1,37 (0,95-1,98)	
<b>Distância (m)</b>							
>400	1,00						1,00
≤400	0,71 (0,49-1,01)						<b>0,63</b> (0,43-0,92)
<b>Tempo de moradia (anos)</b>							
≤10	1,00				1,00	1,00	1,00
>10	0,68 (0,48-0,97)				0,70 (0,49-1,01)	<b>0,69</b> (0,48-0,99)	0,70 (0,48-1,01)

1-Variáveis contextuais; 2 - variáveis selecionadas do nível I e variáveis relativas à Exposição a RENI/aparelhos eletroeletrônicos; 3 - Variáveis selecionadas dos níveis I e II e variáveis relativas Exposição as RENI/telefone celular; 4 - Variáveis selecionadas dos níveis I, II e III e variáveis relativas a Exposição as RENI/ERB/TC; OR= Odds ratio; IC 90% = Intervalo de Confiança a 90%. RENI = Radiação eletromagnética não ionizante. TC = Telefonia celular.

**Tabela 4.** Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas à lapsos de memória e tontura com exposição a RENI/ERB/TC, Odds Ratios (OR) e Intervalos de Confiança (IC 90%). Salvador, 2014

Variáveis	OR (IC90%) Bruta	OR (IC 90%) Ajustada					
		Nível I <sup>1</sup>	Nível II <sup>1</sup>	Nível III <sup>2</sup>	Nível IV <sup>4</sup> ERB100-200	Nível IV <sup>4</sup> ERB300	Nível IV <sup>4</sup> ERB400
<b>LAPSOS DE MEMÓRIA</b>							
<b>MACROSSOCIAIS</b>							
<b>Sexo</b>							
Masculino	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	2,52 (1,64-3,89)	2,57 (1,67-3,98)	2,55 (1,65-3,96)	2,53 (1,72-3,72)	<b>2,54</b> <b>(1,76-3,71)</b>	<b>2,57</b> <b>(1,77-3,73)</b>	<b>2,51</b> <b>(1,17-3,60)</b>
<b>Escolaridade</b>							
Fundamental e médio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Superior e pós	0,65 (0,43-0,98)	0,63 (0,40-0,94)	0,61 (0,41-0,95)	0,56 (0,38-0,81)	<b>0,60</b> <b>(0,41-0,86)</b>	<b>0,60</b> <b>(0,42-0,86)</b>	<b>0,61</b> <b>(0,42-0,90)</b>
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ELETROELETRÔNICOS</b>							
<b>Forno de microondas</b>							
Não	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	1,70 (1,09-2,64)		1,70 (1,08-2,69)	1,71 (1,14-2,50)	<b>1,68</b> <b>(1,12-2,45)</b>	<b>1,68</b> <b>(1,13-2,48)</b>	<b>1,64</b> <b>(1,12-2,43)</b>
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/TELEFONE CELULAR</b>							
<b>Anos de uso</b>							
≤ 10	1,00			1,00			
>10	0,76 (0,48-1,19)			0,86 (0,57-1,29)			
<b>Duração da ligação</b>							
≤30 min/dia	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
>30 min/dia	1,67 (1,07-2,60)			1,73 (1,16-2,60)	<b>1,67</b> <b>(1,13-2,45)</b>	<b>1,73</b> <b>(1,17-2,55)</b>	<b>1,73</b> <b>(1,17-2,55)</b>
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ERB/TC</b>							
<b>Distância (m)</b>							
0-100; >200	1,00				1,00		
101-200	2,06 (1,14-3,73)				1,86 (0,99-3,50)		
<b>Distância (m)</b>							
>300	1,00					1,00	
≤300	0,90 (0,60-1,36)					0,84 (0,58-1,20)	
<b>Distância (m)</b>							
>400	1,00						1,00
≤400	1,03 (0,69-1,55)						1,03 (0,71-1,48)
<b>TONTURA</b>							
<b>MACROSSOCIAIS</b>							
<b>Sexo</b>							
Masculino	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	4,54 (2,63-7,86)	4,73 (2,72-8,23)	4,72 (2,71-8,22)	4,77 (2,73-8,33)	<b>4,82</b> <b>(2,76-8,43)</b>	<b>4,77</b> <b>(2,73-8,33)</b>	<b>4,67</b> <b>(2,67-8,18)</b>
<b>Escolaridade</b>							
Fundamental e médio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Superior e pós	0,49 (0,31-0,77)	0,46 (0,29-0,73)	0,45 (0,28-0,71)	0,46 (0,28-0,74)	<b>0,46</b> <b>(0,28-0,73)</b>	<b>0,46</b> <b>(0,28-0,73)</b>	<b>0,45</b> <b>(0,28-0,73)</b>

(continua)

**Tabela 4** (continua). Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas à lapsos de memória e tontura com exposição a RENI/ERB/TC, Odds Ratios (OR) e Intervalos de Confiança (IC 90%). Salvador/BA, 2014

Variáveis	OR (IC90%) Bruta	OR (IC 90%) Ajustada					
		Nível I <sup>1</sup>	Nível II <sup>2</sup>	Nível III <sup>3</sup>	Nível IV <sup>4</sup> ERB100-200	Nível IV <sup>4</sup> ERB300	Nível IV <sup>4</sup> ERB400
<b>TONTURA</b>							
<b>Exposição/RENI/eletroeletrônicos</b>							
<b>Forno de microondas</b>							
Não	1,00		1,00				
Sim	1,59 (0,98-2,55)		1,61 (0,98-2,64)				
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/TELEFONE CELULAR</b>							
<b>Duração da ligação</b>							
≤ 30 min/dia	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
>30 min/dia	1,83 (1,17-2,85)		1,89 (1,18-3,02)	<b>1,93</b> <b>(1,21-3,09)</b>	<b>1,89</b> <b>(1,18-3,01)</b>	<b>1,94</b> <b>(1,21-3,10)</b>	
<b>Exposição/RENI/ERB/TC</b>							
<b>Distância (m)</b>							
0-100; >200	1,00			1,00			
101-200	0,54 (0,22-1,34)			0,48 (0,19-1,23)			
<b>Distância (m)</b>							
>300	1,00				1,00		
≤300	1,04 (0,68-1,60)				1,04 (0,66-1,64)		
<b>Distância (m)</b>							
>400	1,00						1,00
≤400	1,43 (0,94-2,19)						1,46 (0,93-2,30)

I – Variáveis contextuais; 2 - variáveis selecionadas do nível I e variáveis relativas à Exposição a RENI/aparelhos eletroeletrônicos; 3 - Variáveis selecionadas dos níveis I e II e variáveis relativas a Exposição as RENI/telefone celular; 4 - Variáveis selecionadas dos níveis I, II e III e variáveis relativas a Exposição as RENI/ERB/TC; OR= Odds ratio; IC 90% = Intervalo de Confiança a 90%. RENI = Radiação eletromagnética não ionizante. TC = Telefonia celular.

**Tabela 5.** Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas à insônia e dificuldade de concentração com exposição a RENI/ERB/TC, Odds Ratios (OR) e Intervalos de Confiança (IC 90%). Salvador/BA, 2014

Variáveis	OR (IC90%) Bruta	OR (IC 90%) Ajustada					
		Nível I <sup>1</sup>	Nível II <sup>2</sup>	Nível III <sup>3</sup>	Nível IV <sup>4</sup> ERB100-200	Nível IV <sup>4</sup> ERB300	Nível IV <sup>4</sup> ERB400
<b>INSÔNIA</b>							
<b>MACROSSOCIAIS</b>							
<b>Sexo</b>							
Masculino	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	2,32 (1,44-3,71)	2,38 (1,59-3,55)		2,54 (1,69-3,82)	<b>2,36</b> <b>(1,44-3,85)</b>	<b>2,37</b> <b>(1,44-3,90)</b>	<b>2,36</b> <b>(1,44-3,87)</b>
<b>Escolaridade</b>							
Fundamental e médio	1,00	1,00			1,00		1,00
Superior e pós	0,57 (0,36-0,90)	0,55 (0,39-0,81)		0,54 (0,36-0,79)	<b>0,60</b> <b>(0,37-0,97)</b>	<b>0,60</b> <b>(0,37-0,98)</b>	<b>0,60</b> <b>(0,37-0,97)</b>
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/TELEFONE CELULAR</b>							
<b>Sinal de cobertura fraco</b>							
Não	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
Sim	2,24 (0,97-5,19)			2,84 (1,38-5,84)	<b>3,11</b> <b>(1,29-7,49)</b>	<b>2,64</b> <b>(1,11-6,28)</b>	<b>3,10</b> <b>(1,26-7,26)</b>
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ERB/TC</b>							
<b>Distância (m)</b>							
0-100; >200	1,00				1,00		
101-200	1,19 (0,63-2,24)				1,23 (0,56-2,73)		
<b>Distância (m)</b>							
>300	1,00					1,00	
≤300	0,68 (0,43-1,07)					0,73 (0,45-1,16)	
<b>Distância (m)</b>							
>400	1,00						1,00
≤400	1,15 (0,80-1,66)						1,03 (0,70-1,52)
<b>Tempo de moradia</b>							
≤10 anos	1,00				1,00	1,00	1,00
>10 anos	0,73 (0,47-1,14)				0,78 (0,50-1,24)	0,78 (0,50-1,24)	0,77 (0,53-1,14)
<b>Permanece em casa (h/dia)</b>							
8 a 16	1,00				1,00		1,00
16,1 a 24	1,68 (1,08-2,63)				1,43 (0,86-2,36)		1,42 (0,86-2,35)
<b>DIFICULDADE DE CONCENTRAÇÃO</b>							
<b>MACROSSOCIAIS</b>							
<b>Sexo</b>							
Masculino	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
Feminino	2,11 (1,40-3,19)	2,13 (1,41-3,22)		2,10 (1,28-3,44)	<b>2,09</b> <b>(1,27-3,42)</b>	<b>2,10</b> <b>(1,28-3,44)</b>	<b>2,11</b> <b>(1,40-3,21)</b>
<b>Escolaridade</b>							
Fundamental e médio	1,00	1,00					
Superior e pós	0,75 (0,51-1,11)	0,74 (0,50-1,09)					

(continua)



**Tabela 5** (Continua). Modelo de regressão logística hierarquizada das variáveis associadas à insônia e dificuldade de concentração com exposição/RENI/ERB/TC, Odds Ratios (OR) e Intervalos de Confiança (IC 90%). Salvador/Bahia, 2014

Variáveis	OR (IC90%) Bruta	OR (IC 90%) Ajustada					
		Nível I <sup>1</sup>	Nível II <sup>2</sup>	Nível III <sup>3</sup>	Nível IV <sup>4</sup> ERB100-200	Nível IV <sup>4</sup> ERB300	Nível IV <sup>4</sup> ERB400
<b>DIFICULDADE DE CONCENTRAÇÃO</b>							
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/TELEFONE CELULAR</b>							
<b>Quantidade de chips</b>							
1	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
≥ 2	1,68 (1,06-2,69)			1,66 (1,04-2,67)	<b>1,70</b> <b>(1,05-2,73)</b>	<b>1,67</b> <b>(1,04-2,67)</b>	<b>1,62</b> <b>(1,11-2,46)</b>
<b>EXPOSIÇÃO A RENI/ERB/TC</b>							
<b>Distância (m)</b>							
0-100; >200	1,00				1,00		
101-200	1,66 (0,79-3,50)				1,71 (0,80-3,65)		
<b>Distância (m)</b>							
>300	1,00					1,00	
≤300	1,00 (0,64-1,59)					0,99 (0,62-1,58)	
<b>Distância (m)</b>							
>400	1,00						1,00
≤400	0,94 (0,59-1,48)						0,89 (0,60-1,32)

1-Variáveis contextuais; 2 - variáveis selecionadas do nível I e variáveis relativas a exposição as RENI/telefone celular; 3 - variáveis selecionadas dos níveis I e III e variáveis relativas a exposição as RENI/ERB/TC; OR= Odds ratio; IC 90% = Intervalo de Confiança a 90%. RENI= Radiação eletromagnética não ionizante. TC= Telefonia celular.

#### 4. DISCUSSÃO

A tecnologia de comunicação sem fio, embora produza benefícios, à exposição à RENI/TC, tem aumentado a preocupação da comunidade científica e sociedade em geral devido a possibilidade de efeitos adversos na saúde humana.

Neste estudo, os relatos referentes a fadiga foi significativamente menor entre aqueles que residiam até 400 m da ERB/TC e aqueles que residiam no local há mais de dez anos. Abdel Rassoul et al.<sup>30</sup> sugerem uma associação entre residir próximo a ERB com distúrbios do sono (OR-3,75 IC95% 1,01-15,09). Da mesma forma, Oberfeld et al.<sup>31</sup> relataram que as pessoas que viviam perto das ERB/TC 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 RENI. Bortkiewicz et al.<sup>7</sup> relataram queixas de pessoas que vivem perto das ERB. Dor de cabeça foi declarada por 57%, das pessoas com maior frequência que viviam entre 100 e 150m de distância da ERB em comparação com as pessoas que se encontravam a distâncias maiores (p= 0,013). Cerca de um quarto dos indivíduos declarou memória prejudicada. No geral as associações foram mais descritas com relação à distância da ERB e não com a intensidade do campo elétrico. Estudo espanhol confirmou estudos preliminares, observando que a incidência da maioria dos sintomas estava relacionada aos níveis de exposição, independentemente das variáveis sociodemográficas e alguns possíveis fatores de riscos.<sup>32</sup>

Para as variáveis relativas ao uso do telefone celular, usar telefone celular por mais de 30min/dia, foi associado com cefaleia, lapsos de memória e tontura. Usar dois chips ou mais, foi associado à sonolência e dificuldade de concentração. Nunca desligar o telefone celular ao dormir, foi associado à sonolência. Usar o telefone celular com sinal de cobertura fraco foi associado com fadiga e insônia. Coureau et al.<sup>33</sup> encontraram associação estatisticamente significativa entre exposição ao uso de telefones celulares 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. Na visão de Ledoigt e Belpomme,<sup>34</sup> a resposta das células para diferentes tipos de campos eletromagnéticos pode ser induzida com baixo nível (efeito atérmico) de longa duração de exposição aos campos eletromagnética associada à exposição a tecnologias de telefonia celular. A RENI poderia desencadear a ativação de proteínas mediada por ligantes, tais como  $Ca^{2+}$ , que alteram a conformação das proteínas de ligação, assim induzindo aumento da formação de espécies reativas de oxigênio que podem alterar funções proteômicas.

A comunicação dos telefones celulares ocorre por meio de ondas eletromagnéticas. Estas ondas são constituídas de campos elétricos e magnéticos. Sabe-se que os impulsos nervosos são basicamente correntes elétricas que geram campos elétricos e magnéticos e que podem ser modificadas por campos externos.<sup>35</sup>

Neste sentido, certamente, o comportamento do usuário de telefone celular, ao utilizar por mais de 30 min/dia, usar dois chips ou mais, nunca desligar o telefone celular ao dormir e usar o telefone com sinal de cobertura fraco favorece a uma maior exposição, visto que, pode ocorrer uma maior absorção da RENI, o que torna preocupante, mesmo com resultados inconclusivos para os achados da associação, deve-se aplicar do princípio da precaução. O tempo de exposição (mais chips, nunca desligar ao dormir, usar por mais de 30 min/dia e com sinal de cobertura fraco) associado com a proximidade que ocorre quando se fala ao telefone celular, observa-se que a exposição está dirigida ao cérebro, já que existe uma tendência de se colocar o aparelho próximo ao crânio.

Na visão de Avalos<sup>35</sup> “muito ainda está por ser descoberto nesta área cheia de controvérsias, de estudos desencontrados e de interesses econômicos por parte dos fabricantes de aparelhos de telefonia celular”. Entretanto, “o que não se pode esquecer é que nossa natureza também é elétrica e, de uma ou outra forma, somos sensíveis a campos magnéticos. Infelizmente, ainda não entende-se como o corpo humano reage a este tipo de influências externas”.<sup>35</sup>

Sabe-se, no entanto, que a quantidade de energia que se recebe ao falar por seis segundos num telefone<sup>36</sup> celular é equivalente a ficar exposto a 100 m de uma ERB por 24 h, e quando se coloca um aparelho de celular muito próximo do crânio, o nível de potência que se recebe é muito maior do que quando afastado dele; por essa razão, se propõe afastar o aparelho do crânio. 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.<sup>37-39</sup>

Por estas e outras razões, 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 num nível maior de campo, e conseqüentemente, da potência do aparelho que se eleva automaticamente na tentativa de busca de outra ERB para manter a conexão. Chama-se atenção para os indivíduos usuários de telefone celular residentes no bairro de Monte Serrat, ou qualquer outro local, que se encontra com inexistência de ERB/TC, pois assim, estes indivíduos podem ficar expostos a uma maior exposição decorrente da RENI de telefones celulares.<sup>40-43</sup>

Os resultados desse estudo devem ser observados com cuidado, pois se trata de um estudo transversal, no qual não se pode assegurar cronologia de exposição e efeitos, uma vez que as informações sobre exposição e o desfecho são obtidas simultaneamente. Por exemplo, indivíduos que realizam chamadas do telefone celular por mais de 30 min/dia ficam mais esquecidos, ou o fato de já apresentarem o sintoma (lapsos de memória) faz com que realizem mais ligações por terem esquecido se já efetuaram ou não as ligações? Entretanto, esses achados são pela primeira vez descritos no Brasil a partir de inquérito domiciliar utilizando-se amostra aleatória e análise de regressão logística hierarquizada.

Neste sentido, apesar das controvérsias sobre a natureza causal dessa possível associação para os sintomas neurológicos com exposição à RENI, estes resultados devem chamar atenção, principalmente, em função do uso intensivo dos aparelhos de telefone celular, uma vez que a taxa de absorção específica em um indivíduo <sup>37</sup> exposto, por exemplo, para um campo elétrico (19,6 V/m) com a fonte de exposição a 6 cm do corpo temos SAR = 0,477 Watt/kg, a 10 cm (14,1 V/m), a SAR = 0,195 Watt/kg, isto mostra que o distanciamento (aparelho – crânio) deve ser considerado como um importante fator para se evitar risco à exposição as RENI/telefones celulares. Inclusive por ser esta fonte de radiação de maior risco, quando comparada com uma ERB/TC. <sup>44,45</sup>

## 5. CONCLUSÃO

A exposição às RENI relativa ao comportamento dos entrevistados com o uso do aparelho de telefone celular, pode estar associada a algumas queixas neurológicas, com ajuste para diversas outras variáveis potencialmente confundidoras, especialmente o sexo e idade. Diante dos resultados e considerando-se que o SNC funciona por meio de estimulação elétrica, mesmo com as controvérsias existentes sobre o tema, considera-se pertinente uma hipótese de associação entre a exposição e os sintomas à saúde.

Deste modo, recomenda-se a adoção de medidas mitigadoras para usuários de telefones celulares, principalmente para os mais jovens, no sentido de se reduzir a absorção da radiação deste tipo de exposição: indivíduos poderiam reduzir o tempo (h/dia) da ligação do telefone celular – fazer análise do que for oferecido pelas operadoras da telefonia celular, não apenas na dimensão da sustentabilidade econômica (ganho econômico devido às promoções com uso de vários chips), mas da saúde ambiental. Evitar o uso do telefone celular por crianças, e sempre que possível utilizar o telefone fixo com fio. Evitar deixar o telefone

celular próximo ao corpo, e utilizar fone de ouvido ou pop fone, e quando for possível, desligar o telefone celular quando for dormir.

### **Potencial Conflito de interesse**

Declara-se não haver conflito de interesses pertinentes a pesquisa.

### **Fontes de Financiamento**

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 Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz/Fundação Oswaldo Cruz-Bahia. 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 para a referida doutoranda.

### **REFERÊNCIAS**

1. Okuno E, Vilela MAC. Radiação ultravioleta: características e efeitos. São Paulo: Livraria da Física. Sociedade Brasileira de Física (Temas atuais de Física), 2005.
2. Carvalho RP. Microondas. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2005.
3. Okuno E, Yoshimura E. Física das radiações. São Paulo: Editora Oficina de textos, 2010.
4. Baranauskas V. O celular e seus riscos. São Paulo: Ed. do Autor, 2001. 100p.
5. Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. Symptoms experienced by people living in vicinity of mobile phone base stations: Incidences of distance and sex, *Pathol. Biol*, 2002; 50: 369-373.
6. Navarro E A, Segura J, Portolés M, Mateo C G. The Microwave Syndrome: A Preliminary Study in Spain. *Electromagnets Biology Medicine*, 2003; 22(2-3): 161-169.
7. Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szykowska A, et al. Subjective complaints of people living near mobile phone base stations in Poland. *Int Journal Occupational Medicine Environmental Health*, 2012; 25(1):31-40.
8. Hutter H, Moshammer H, Wallner P, Kundi M. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occupational and Environmental Medicine*, 2006;63(5):307-313.

9. Khalil AM, Gagaa MH, Alshamali AM. 8-Oxo-7, 8-dihydro-2'-deoxyguanosine as a biomarker of DNA damage by mobile phone radiation. *Human & Experimental Toxicology*, 2012; 31(7):734-740.
10. Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL, Malmgren L, Persson BR. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environmental Health Perspectives*, 2003;111(7):881-883.
11. Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BR, Salford LG. Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. *Pathophysiology [S.I.]*, 2009;16(2-3):103-112.
12. Lakimenko IL, Sidorik EP, Tsybulin AS. Metabolic changes in cells under electromagnetic radiation of mobile communication systems. *UkrBiokhimZh*, 2011;83(2):20-28.
13. Augner C, Hacker GW, Oberfeld G, Florian M, Hitzl W, Hutter J, Pauser G. Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A. *Biomed Environmental Science*. 2010;23(3):199-207.
14. Wolf D, Wolf R. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. *International Journal of Cancer Prevention*, V. 1, n.2. p1-19. Abr.2004.
15. Eger H, Hagen KU, Lucas B, Vogel P, Voit H. Influence of proximity to cell towers on cancer incidence. 2004; 17(4):273-326.
16. Eger H, Jahn M. Specific health symptoms and cell phone radiation in Selbitz (Bavaria, Germany) – evidence of a dose-response relationship. *Umwelt-Medizin-Gesellschaft*, 2010;23:2.
17. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, Potthoff P, Schuz J, Berg-Beckhoff G. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. *Occupational and Environmental Medicine*, 2009;66(2):118-123.
18. Meyer M, Gartig-Daugis A, Radespiel-Troger M, Cellular telephone relay stations base and cancer incidence. *Umweltmed Forsch Prax*, 2006;11: 89-97.
19. Berg-Beckhoff G, Blettner M, Kowall B, Breckenkamp J, Schlehofer B, Schmiedel S, Bornkessel C, Reis U, Potthoff P, Schuz J. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields. *Occupational and Environmental Medicine*, 2009;66(2):124-130.

20. Rössli M, Frei P, Mohler E, Hug K. Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. *Bulletin of the World Health Organization*, 2010;88(12):887-896.
21. Finnie JW, Blumbergs PC, Cai Z, Manavis J. Expression of the water channel protein, aquaporin-4, in mouse brains exposed to mobile telephone radiofrequency fields. *Pathology [S.I.]*, 2009; 41(5):473-475.
22. Braune S, Wrocklage C, Raczek J, Gailus T, Lüching CH. Resting blood pressure increase during exposure to radio-frequency electromagnetic field. *Lancet*, 1998; 351: 1857-58.
23. IARC Classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans. Disponível em: [http://www.iarc.fr/en/mediacentre/pr/2011/pdfs/pr208\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/mediacentre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf).
24. Silva DF. Análise dos condicionantes para licenciamento das estações radiobase de telefonia celular no município de Salvador – BA. 2009.196p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, Bahia, 2009.
25. Greenland S. Hierarchical regression for epidemiologic analyses of multiple exposures. *Environmental Health Perspectives*, 1984; 102 (Suppl 8):33-39.
26. Fuchs SC, Victora CG, Fachel J. Modelo hierarquizado: uma proposta de modelagem aplicada à investigação de fatores de risco para diarreia grave *Revista de Saúde Pública*, 1996;30 (2): 168-178.
27. Dancey CP, Reidy J. Estatística sem matemática para psicólogos: questões de significância (página 250-251). Porto Alegre: Editora Penso Ltda, 2011.
28. Hayt W; Buck, A. Eletromagnetismo. São Paulo: Editora Mac Hill, 2008.
29. Field A. Descobrimos a estatística usando o SPSS. Porto Alegre: Editora Artmed, 2009.
30. Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M, Salem E. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotoxicology*, 2006; 28(2): 203-444.
31. Oberfeld G, Navarro AE, Portoles, Maestu C, Gomes-Perretta C. The Microwave Syndrome: Further Aspects of a Spanish Study, 2004. Disponível em: [www.mindfully.org/Technology/2004/Microwave-Syndrome-Oberfeld1may04.htm](http://www.mindfully.org/Technology/2004/Microwave-Syndrome-Oberfeld1may04.htm). Acesso em: 8 abr. 2006.
32. Gómez-Perretta C, Navarro EA, Segura J, Portolés M. Subjective symptoms related to GSM radiation from mobile phone base stations: a cross-sectional study. *Online Published: BMJ Open* 2013;3:e 003836 doi:10.1136/bmjopen-2013-00383.

33. Coreau E, Bouvier G, Lebailly P. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occupational & Environmental Medicine*, 2014;71(7):514-522.
34. Ledoigt G, Belpomme D. Cancer induction molecular pathways and HF-EMF irradiation. *Advances in Biological Chemistry*, 2013; 3:177-186.
35. Avalos DA. Detecção dos campos magnéticos pelos seres vivos. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.
36. Statens Stralskyddsinstitut. Swedish Radiation Protection Institute. Disponível em: <http://www.eu-decom.be/contacts/sweden/profile-ssi.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2013.
37. Lak A, Oraizi H. The effect of distance of human head model from EM sources on SAR. *J. Basic. Appl. Science*, 2012; 2(9):9446-9453.
38. Gandhi OP, Morgan LL, Salles AAA, Han Y, Herberman RB, Davis DL. Exposure Limits: The underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 2012;31(1): 34–51.
39. Salles A, Bulla G, Rodriguez CHF. Electromagnetic absorption in the head of adults and children due to mobile phone operation close to head. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 2006; 28:349-360.
40. Hardell L; Calberg M; Hansson KM. O uso de telefones celulares e o risco de tumor cerebral em áreas urbanas e áreas rurais. *Occupational and Environmental Medicine*, 2005;62: 390-394.
41. Hillert L, Ahlbom A, Neasham D, Feychting M, Järup L, Navin R, Elliott P. Call-related factors influencing output power from mobile phones. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 2006;16: 507–514.
42. Lönn S, Forssén U, Vacchia P, Ahlbom A, Feychting M. Output power levels from mobile phones in different geographical areas: implications for exposures assessment. *Occupational Environmental Medicine*, 2004;61:769-772.
43. Terada MAB. Propriedades Direcionais de Irradiação de Antenas Radiobase. *Revista científica periódica - Telecomunicações*, 2007;9(2):13-18.
44. Martin M, Gomes MP, Alves MA. Medidas dos espectros das radiações não ionizantes de São José dos Campos e Taubaté, SP, Brasil. *Revista Telecomunicações*, 2013; 15(1):7-10.
45. Kuster N, Kühn S. kumulative exposition des zentralen Nervensystems im Zeit und Frequenzbereich. Projeto NFP57, 2011. Disponível em: <http://www.pnr57.ch>. Acesso em: 08 jun. 2011.



## 6. DISCUSSÃO

A telefonia celular, embora apresente benefícios para o estilo atual de vida, tem gerado preocupações para comunidade científica e sociedade em geral, devido à possibilidade de ocorrência de efeitos adversos à saúde humana, decorrentes da exposição à RENI/TC. O tema em questão é de grande relevância para saúde pública, no entanto apresenta-se na literatura com resultados inconclusivos.

Segundo Machado (2006), a certeza equivale à ausência de dúvida e de imprecisão. O estado de certeza tem por objetivo garantir segurança, no entanto, a incerteza gera a insegurança, por isso, a informação incerta é um dos motivos de apelar-se para a aplicação do princípio da precaução. Isto significa que medidas podem e, algumas vezes, devem ser tomadas equitativamente, se ainda não há prova, mas, mais exatamente, suspeita de efeitos riscosos.

Neste estudo, verificou-se que os efeitos estariam mais vinculados ao uso do telefone celular em relação à ERB. Neste sentido, entende-se que as razões que deveriam ser de maior preocupação da população estão relacionadas à duração das chamadas, ao uso do aparelho com sinal de cobertura fraco e a proximidade do aparelho ao crânio, dentre outros modos inadequados de uso, levando a uma maior exposição e conseqüentemente absorção das RENI/TC, conforme indicado no estudo de Lak et al. (2012).

Com a medição do campo elétrico na área de estudo, verificou-se valores de 1,8 V/m, até 300 m da ERB/TC. Sabe-se que, um dos problemas relativos a exposição à RENI/ERB/TC tem sido a distância da fonte emissora às residências. Por exemplo, a 150 m de uma ERB valores típicos de campo elétrico (0,5 a 2 V/m), embora sejam considerados baixos, a exposição é contínua. No caso da exposição à RENI da ERB/TC, tendo em vista os baixos valores do campo elétrico e que os indivíduos estão em campo distante, bem como os resultados desta pesquisa, entende-se que os efeitos poderiam ser para os residentes até 300 m do seu entorno.

Um modo de se estimar um distanciamento protetivo entre residências de populações circunvizinhas de ERB/TC 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, segundo Salles e Fernandes (2006) demarca-se a região de proteção com a redução de

possíveis riscos da exposição decorrente da RENI/ERB/TC para saúde ao se residir/trabalhar fora desta área.

Assim como indicado no estudo de Kleef (2010), na qual a população investigada apresentou mais a referência a riscos do que a benefícios, este estudo indicou também que a idade influencia na percepção do risco associado às RENI/TC. É até compreensível que o indivíduo seja guiado pela mídia que evidencia os riscos da exposição às RENI/ERB/TC, e que não divulga pesquisas indicando possíveis riscos as RENI decorrentes do uso do telefone celular, conforme relatado por Schulz et al. (2011). Este equívoco tem levado vários indivíduos a se manifestar contra a instalação de uma ERB próxima de suas residências, e, no entanto, conseguem, por exemplo, dormir com o aparelho de telefone celular ligado debaixo/ao lado do travesseiro.

Neste estudo, demonstrou-se associação entre exposição à RENI/ERB/TC para os indivíduos residentes entre 100 e 200 m da ERB/TC com diagnóstico de ansiedade e depressão; os residentes até 300 m da ERB/TC apresentaram associação significativamente menor para sintomas depressivos ( $CES-D \geq 16$ ); e residir até 400 m da ERB 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 200 m da ERB/TC. Esses achados são similares aos descritos na literatura. Num estudo francês (SANTINI et al., 2002) foram inquiridos 530 indivíduos que moravam num raio de até 300 m da ERB/TC, sendo os sintomas mais significativos por influência da distância: irritabilidade, depressão, perda da memória, tontura, diminuição da libido (100 m); dor de cabeça, perturbação do sono, desconforto (200 m) e cansaço (300 m). Navarro et al. (2012) indicaram associação de sintomas depressivos com exposição da população a 150 m da ERB/TC. Do mesmo modo, Bortkiewicz et al., (2012), Abdel-Rassoul et al. (2006) e Hutter et al. (2006) associaram efeitos neurocomportamentais em populações circunvizinhas de ERB/TC. Entretanto, outros estudos (BRAUNE et al., 1998; MEYER et al., 2006; BLETTNER et al., 2009; BERG-BERCKHOFF et al., 2009) reportam não haver associação entre a exposição e efeitos à saúde.

Sabe-se que nas ERB/TC estão instaladas antenas cuja emissão de radiação é máxima na direção perpendicular à antena. Estas quando inclinadas em relação à torre na direção do solo, a 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 da torre as residências, também são fatores preponderantes na determinação da região de maior incidência das ondas emitidas pela ERB

devido à reflexão das ondas nos obstáculos naturais e nas construções. Deste modo, avalia-se que as residências situadas de 100 a 200 m como de maior risco, quando comparadas aquelas situadas antes (0 a 100 m) e além de 200 m da ERB/TC.

Um dos problemas relativos a exposição à RENI/ERB/TC tem sido a distância da fonte emissora às residências. Estudo realizado por Hardell et al. (2004) 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 RENI de telefones celulares é menor em áreas com curta distância de ERB/TC devido a um controle adaptativo de potência (APC). Isso está de acordo com os resultados apresentados em outros estudos, por Lönn et al. (2004) e Hillert et al. (2006) que demonstraram que o APC no telefone celular é regulado pela distância entre as ERB/TC. Assim, em áreas com uma longa distância entre ERB/TC, geralmente áreas rurais, o nível de potência de saída é superior quando comparado com áreas urbanas, com uma distância menor entre as ERB/TC.

Neste sentido, uma explicação possível para os achados desse estudo, por exemplo,  $OR > 1$ , quando foi avaliado sintomas psiquiátricos, em distâncias de 100 a 200 m, pode ser devido à exposição à RENI/ERB/TC. Para distâncias de 300 m espera-se que o risco decresça, uma vez que há uma menor exposição à RENI/ERB/TC. Esse fato justifica-se pelo controle automático de ganho ou potência irradiada dos aparelhos de telefones celulares que diminuem devido a aproximação da ERB/TC (LÖNN et al., 2004; HILLERT et al., 2006; HARDELL; CALBERG; HANSSON, 2005). O risco volta a crescer a partir dos 400 m, possivelmente, por conta da exposição à RENI dos telefones celulares que se intensifica quando estes estão mais distantes da ERB/TC (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 RENI do telefone celular, e não da ERB/TC.

Para as variáveis relativas à exposição às RENI 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 associadas a ansiedade. Usar o telefone celular com sinal de cobertura fraco foi associado ao diagnóstico de ansiedade e irritabilidade. Coureau et al., (2013) 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.

Do ponto de vista físico, comparar os resultados da exposição à RENI de ERB/TC com 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 numa maior exposição à RENI, quando se compara com a exposição a radiação de uma ERB/TC.

A quantidade de energia que se recebe ao falar por seis segundos num telefone celular é equivalente a ficar exposto a 10 m de uma ERB por 24 h, 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 num nível maior de campo e conseqüentemente da potência do aparelho que se eleva automaticamente na tentativa de busca de outra ERB/TC para manter a conexão. Chama-se a atenção para estudos, por exemplo, Santini et al. (2002); Abdel-Rassoul et al., (2006); Dode et al. (2011), dentre outros que indicaram associação entre efeitos à saúde e exposição a RENI/ERB/TC considerando apenas a exposição a ERB/TC, desconsiderando a exposição a RENI decorrente do uso de telefones celulares e conseqüentemente o APC. Para Cardis et al., (2011), a quantidade e a duração da utilização do telefone celular são determinantes importantes na dose de radiação exposta ao cérebro, e o seu impacto pode ser substancialmente modificado por sistema de comunicação, banda de frequência e localização no cérebro. Por isso, é importante considerá-los na análise do risco de tumores cerebrais devido a exposição à radiação do telefone celular.

Neste sentido, apesar de ainda não haver uma explicação convincente quanto a plausibilidade biológica para os efeitos psiquiátricos com exposição à RENI, 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 150 V/m próximo a cabeça) quando comparados com os de uma ERB/TC, já que estas encontram-se distantes do corpo do indivíduo. Além disso, os resultados relativos a exposição a RENI e os sintomas depressivos (CES-D  $\geq 16$ ) reforçam os achados por ser um instrumento validado no Brasil. 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. 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.

Além disso, investigações sobre estes distanciamentos relacionado a ERB/TC e, especialmente, a exposição a RENI proveniente dos aparelhos de telefones celulares devem ser realizadas em trabalhos futuros, uma vez que os efeitos das RENI dependem das características do campo de exposição.

## CONCLUSÃO

Considerando as características físicas do funcionamento do telefone celular, especialmente por ser esta a fonte mais forte de radiação não ionizante, a forma de uso pela população, a inexistência de ERB/TC em Monte Serrat, considerando ainda, as pesquisas que apontam associação entre RENI do telefone celular e efeitos a saúde e os achados desta investigação, considera-se pertinente a hipótese de associação entre efeitos à saúde e exposição às RENI/TC. Estes efeitos estariam mais vinculados ao uso do telefone celular em relação à ERB. Neste sentido, entende-se que as razões que deveriam ser de maior preocupação da população estão relacionadas à duração das chamadas, ao uso do aparelho com sinal de cobertura fraco e a proximidade do aparelho ao crânio, dentre outros modos inadequados de uso. No caso da exposição à RENI/ERB, tendo em vista os baixos valores do campo elétrico e que os indivíduos estão em campo distante, os efeitos seriam para os residentes até 300 m do seu entorno. Na análise da percepção, observou-se uma maior referência à riscos do que à benefícios. Os indivíduos percebem que eletroeletrônicos e comunicação sem fio influenciam negativamente na qualidade de vida, que podem sofrer prejuízos com a tecnologia de comunicação sem fio, e se preocupa em morar próximo a uma ERB/TC. Verificou-se que a idade influencia na percepção do risco associado às RENI/TC.

Os resultados indicaram associação entre residir entre 100 e 200 m da ERB e efeitos psiquiátricos (diagnósticos de depressão e ansiedade) com controle de diversas outras variáveis potencialmente confundidoras, especialmente o sexo. Destaca-se a associação entre exposição às RENI, relativa ao comportamento do usuário de telefone celular (duração da ligação, sinal de cobertura fraco, nunca desligar ao dormir, colocar perto do corpo e quantidade de chips) com efeitos neuropsiquiátricos (cefaleia, sonolência, fadiga, lapsos de memória, tontura, insônia, dificuldade de concentração, irritabilidade, palpitação e ansiedade).

Neste sentido, recomenda-se a adoção de medidas precaucionárias no sentido de se reduzir a absorção da radiação deste tipo de exposição, quais sejam:

- Cuidado com o sinal fraco, pois você pode absorver mais radiação quando o utiliza nestas condições. Por isso, se propõe a instalação de uma ERB/TC no bairro do Monte Serrat, desde que seja realizado o cálculo da zona de exclusão para obtenção do raio de proteção de onde não residam/trabalhem pessoas, com base em normas protetivas.
- Redução do tempo (h/dia) das ligações do telefone celular, e incentivo educacional para o uso dos orelhões e telefones fixos com fio.

- Análise cuidadosa das ofertas das operadoras da telefonia celular para instalação de ERB, assim como para uso de aparelho de telefone celular com vários chips, não apenas na dimensão econômica (ganho econômico com aluguel do espaço para instalação da ERB/TC e das promoções com uso de vários chips), mas na dimensão da saúde.
- Adoção de medidas associadas ao uso mais racional do telefone celular (evitar o uso com sinal de cobertura fraco; não manter o aparelho próximo ao corpo; utilizar fone de ouvido ou pop fone; e desligar o telefone celular quando for dormir).
- Usar também, mensagens de texto e viva voz. Por questões de riscos à vida, evitar usar o telefone celular, principalmente, quando estiver dirigindo.
- Considerando que a absorção da radiação do telefone celular em crianças possui um maior grau de risco, entende-se ela devem evitar usar o telefone celular, e se utilizarem seja sempre com fone de ouvido, ou viva voz ou mensagens de texto.
- Evitar residir/trabalhar num raio de até 300 m de ERB/TC.

Deste modo, entende-se que apesar das controvérsias sobre a natureza causal da possível associação entre efeitos à saúde e exposição à RENI/TC, estes resultados devem orientar as autoridades no sentido da realização de ações de prevenção e informações para a tomada de decisões quanto à avaliação, gerenciamento e comunicação de risco em prol da promoção da saúde dos indivíduos.

## REFERÊNCIAS

ABDEL-RASSOUL, G. et al. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. **Neurotoxicology**, v. 28, n. 2, p. 203-444, 2006.

ANATEL/Salvador-BA. **Coordenadas geográficas de ERB do município do Salvador/BA**. E-mail: ericmdelgado@anatel.gov.br, em: 28 set. 2007.

ANATEL. **Lista de estações radiobase de telefonia celular no município do Salvador-BA**. Disponível em: <<http://sistemas.anatel.gov.br/stel/consultas/ListaEstacoesLocalidade/tela.asp>> Acesso em: 20 set. 2012.

ANATEL. **Mapa de exposição a campos eletromagnéticos**. Disponível em: <http://sistemas.anatel.gov.br/sigwebmaprni/index.azul>. Acesso em: 19 agosto 2013.

ANATEL. **Quantidade de telefones celulares no município do Salvador-BA**. Disponível em: <<http://sistemas.anatel.gov.br/stel/consultas/ListaEstacoesLocalidade/tela.asp>>. Acesso em: 20 set. 2014.

AUGNER C, et al. Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A. **Biomed Environmental Science**, v. 23, n. 3. p. 199-207, 2010.

BAHIA. Portaria n° 4.773, de 5 de outubro de 2004. **Dispõe sobre a republicação da Norma Técnica 02/03 aprovada pela Resolução n° 3.190 de 12 de setembro de 2003**. Dispõe sobre o processo de licenciamento de ERB e equipamentos de telefonia sem fio, no estado da Bahia. Salvador, BA.

BARANAUSKAS, V. **O celular e seus riscos**. São Paulo: Ed. do Autor, 2001.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BLETTNER, M. et al. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. **Occupational Environmental Medicine**, v. 66, n. 2, p. 118-123, 2009.

BERG-BECKHOFF, G. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 66, n. 2, p.24-30, 2009.



BORTKIEWICZ, A et al. The excretion of 6- hydroxymelatonin sulfate in healthy young men exposed to electromagnetic fields emitted by cellular phone -- an experimental study. **Neuro Endocrinol Lett**, v. 23, Suppl. 1, p. 88-91, 2002;.

BORTKIEWICZ, A.; PILACIK, B.; GADZICKA, E.; SZYMCZAK, W.; et al. Subjective complaints of people living near mobile phone base stations in Poland. **Int Journal Occupational Medicine Environmental Health**, v. 25, n. 1. p. 31-40, 2012.

BRAUNE, S.; WROCKLAGE, C.; RACZEK, J.; GAILUS, T.; LUCKING, C. H. Resting blood pressure increase during exposure to radio-frequency electromagnetic field. **Lancet**, 1998; 351:1857-1858.

BUSSINGER, B. **Análise comparativa dos efeitos biológicos causados por radiações não ionizantes de telefonia celular**, 2007.130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Telecomunicações)-Universidade Federal Fluminense, Niterói.

CARDIS, E. et al. Estimation of RF energy absorbed in the brain from mobile phones in the Interphone Study. **Occupational & Environmental Medicine**, v. 68, n. 9, p. 686–693, 2011.

CENSI, F.; CALCAGNINI, G.; TRIVENTI, M; MATTEI, E; BARTOLIN, P. Interference between mobile phones and pacemakers: a look inside. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanità**, v. 43, n. 3, p. 254-259, 2007.

COUREAU, E.; BOUVIER, G.; LEBAILLY, P. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. **Occupational & Environmental Medicine**, v. 71, n. 7, p. 514-522, 2014.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicólogos: questões de significância**. Porto Alegre: Penso, 2011.

DODE, A. C. et al. Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil. **The Science of the Total Environment**, v. 409, n. 19, p. 3649-3665, 2011.

DORIA, M. M.; MARINHO, F. C. **Ondas e Bits**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. (Temas atuais de Física).

EGER, H.; HAGEN, K. U.; LUCAS, B.; VOGEL, P.; VOIT, H. Influence of proximity to cell towers on cancer incidence. **Umwelt·Medizin·Gesellschaft**, v. 17, n.4, p. 326-335, 2004.

EGER, H.; JAHN, M. **Specific health symptoms and cell phone radiation in Selbitz (Bavaria, Germany): evidence of a dose-response relationship**. 2010. Disponível em: <<http://www.stayonthetruth.com/resources/EgerJahnSELBITZSTUDY2010EnglishFinalmitOriginalQuelle.pdf>>.

FINNIE, J. W.; BLUMBERGS, P. C.; CAI, Z.; MANAVIS, J. Expression of the water channel protein, aquaporin-4, in mouse brains exposed to mobile telephone radiofrequency fields. **Pathology**, v. 41, n. 5, p. 473-475, 2009.

FUCHS, S. C.; VICTORA, C. G; FACHEL, J. Modelo hierarquizado: uma proposta de modelagem aplicada à investigação de fatores de risco para diarreia grave. **Revista de Saúde Pública**, v.30, n. 2, p. 168-178, 1996.

GANDHI, O. M. P.; MORGAN, L. L.; SALLES, A. A. A.; HAN, Y.; HERBERMAN, R. B.; DAVIS, D. L. Exposure limits: the underestimation of absorbed cell phone radiation, especially in children. **Electromagnetic Biology and Medicine**, v. 31, n. 1, p. 34–51, 2012.

GREENLAND, S. Hierarchical regression for epidemiologic analyses of multiple exposures. **Environmental Health Perspectives**, v. 102, Suppl. 8, p. 33-39, 1984.

HARDELL, L.; CALBERG, M.; HANSSON, K. M. O uso de telefones celulares e o risco de tumor cerebral em áreas urbanas e áreas rurais. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 62, p. 390-394, 2005.

HAYT, W.; BUCK, A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: Mac Hill, 2008.

HILLERT, L. AHLBOM, A.; NEASHAM, D.; FEYCHTING, M.; JÄRUP, L.; NAVIN, R.; ELLIOTT, P. Call-related factors influencing output power from mobile phones. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 16, p. 507–514, 2006.

HUTTER, H. P.; MOSHAMMER, H.; WALLNER, P.; KUNDI, M. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. **Occupational Environmental Medicine**, v. 63, n. 5, p. 307-311, 2006.

IARC CLASSIFIES RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS AS POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS. Disponível em: <[http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf)>. Acesso em 20 jun. 2011.

IBGE – instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (CENSO)**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?)>. Acesso em: 01 set. 2012.

KHALIL A. M.; GAGAA, M. H.; ALSHAMALI, A.M. 8-Oxo-7, 8-dihydro-2'-deoxyguanosine as a biomarker of DNA damage by mobile phone radiation. **Human & Experimental Toxicology**, v. 31, n. 7, p. 734-740, 2012.

KLEEF, V. E.; FISCHER, A. R.; KHAN, M.; FREWER, L. J. Risk and benefit perceptions of mobile phone and base station technology in Bangladesh. **Risk Analysis**, v. 30, n. 6, p.1002-1015, 2010.

KUSTER, N; KÜHN, S. **kumulative exposition des zentralen Nervensystems im Zeit und Frequenzbereich**. Projeto NFP57, 2011. Disponível em: <http://www.pnr57.ch>. Acesso em: 08 jun. 2011.

LAKIMENKO, I. L. et al. Metabolic changes in cells under electromagnetic radiation of mobile communication system. **Ukrainian Biochemical Journal**, v. 83, n. 2, p. 20-28. 2011.

LAK, A.; ORAIZI, H. The effect of distance of human head model from EM sources on SAR. **International Journal of Basic and Applied Sciences**, v.2, n. 9, p. 9446-9453, 2012.

LEDOIGT, G.; BELPOMME, D. Cancer induction molecular pathways and HF-EMF irradiation. **Advances in Biological Chemistry**, v.3, p.177-186, 2013.

LIMA, A. C. C. **Fundamentos de telecomunicações: teoria eletromagnética e telecomunicações**. Salvador: P&A, 2005.

LÖNN, S.; FORSSÉN, U.; VACCHIA, P.; AHLBOM, A.; FEYCHTING, M. Output power levels from mobile phones in different geographical areas: implications for exposures assessment. **Environmental Medicine**, v. 61, p. 769-772, 2004.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 2006.

MARTIN, I. M.; GOMES, M. P.; ALVES, M. A. Medidas dos espectros das radiações não ionizantes de São José dos Campos e Taubaté, SP, Brasil. **Revista Telecomunicações**, v. 15 n. 1, 2013.

MARCHESAN, A. M. M. As estações radiobase de telefonia celular no contexto de uma sociedade de risco. **Revista de Direito Ambiental**, ano 10, jul./set. 2005.

MEYER, M; GARTIG-DAUGS, A; RADESPIEL-TROGER, M. Cellular telephone relay stations base and cancer incidence. **Umweltmed Forsch Prax**, v. 11, p. 89-97, 2006

MINAYO, M. C. S. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2013.

NAVARRO, E. A.; SEGURA, J.; PORTOLÉS, M.; GÓMEZ-PERRETA, C. The microwave syndrome: a preliminary study in Spain. 09/08/2003. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/.../Untitled>>. Acesso em: 8 abr. 2006.

NITTBY, H.; BRUN, A; EBERHARDT, J; MALMGREN, L; PERSSON, B. R; SALFORD, L. G. Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. **Pathophysiology**, v. 16, n. 2-3, p. 103-112, 2009.

OBERFELD, G.; NAVARRO A. E.; PORTOLES, M.; MAESTU, C.; GÒMEZ-PERRETA, C. **The Microwave Syndrome**: Further aspects of a spanish study. Disponível em: <[www.mindfully.org/Technology/2004/Microwave-Syndrome-Oberfeld1may04.htm](http://www.mindfully.org/Technology/2004/Microwave-Syndrome-Oberfeld1may04.htm)>. Acesso em: 8 abr. 2006.

OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. **Física das radiações**. São Paulo: De Textos, 2010.

OKUNO, E. **Radiação**: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo: Harbra, 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Estabelecendo um diálogo sobre riscos de campos eletromagnéticos**, 2002. Disponível em: <[http://www.who.int/peh\\_emf/publications/facts/as\\_fs\\_304\\_portuguese.pdf](http://www.who.int/peh_emf/publications/facts/as_fs_304_portuguese.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2006.

PORTO, M. F. S. **Uma ecologia política dos riscos**: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007.

RIO, V. D.; OLIVEIRA, L. **Percepção Ambiental**: uma experiência Brasileira. São Paulo: Nobel, 1999.

SALLES, A. A. A.; FERNANDEZ, C. E. R. **O Impacto das radiações não ionizantes da telefonia móvel e o princípio da precaução**. In: SEMINÁRIO SOBRE ESTAÇÕES RADIOBASE NO MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2 set. 2005. Florianópolis, 2005.

SALLES, A. A. A.; FERNÁNDEZ, C. H. R. Exclusion zones close to wireless communication transmitters aiming to reduce human health risks. **Electromagnetic Biology and Medicine**, vol. 25, n. 4, p. 339-347, 2006.

SALFORD, L. G.; BRUN, A. E.; EBERHARDT, J. L.; MALGREN, L.; PERSSON, B. R. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. **Environmental Health Perspectives**, v. 111, n. 7, p. 881-883, 2003.

SANTINI, R.; SANTINI, P.; DANZE, J. M.; LE RUZ, P.; SEIGNE, M. Symptoms experienced by people in vicinity of base stations: II/Incidences of age duration of exposure, location of subjects in relation to the antennas and other electromagnetic factors. **Pathologie Biologie**, v. 51, n. 7, p. 412-415, 2002.

SCHULZ, P.; HARTUNG U, DIVIANI N; KELLER, S. Dangerous Towers, Harmless Phones? Swiss Newspaper Coverage of the Risk Associated with Non-Ionizing Radiation. **Atlantic Journal of Communication, Special Issue on Health Communication**, v. 20, n.1, p. 53-70, 2011.

SIEGRIST, M.; EARLE, T. C.; GUSTSCHER, H.; KELLER, C. Perception of Phone and Base Station Risks. **Risk Analysis**, v. 25, n. 5, p. 1253-1264, 2005.

SILVA, D. F. **Análise dos condicionantes para licenciamento das estações radiobase de telefonia celular no município de Salvador** – BA. 2009. 196p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.

STATENS STRALSKYDDSIINSTITUT. Swedish Radiation Protection Institute. Disponível em: <<http://www.eu-decom.be/contacts/sweden/profile-ssi.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

WOLF, D.; WOLF, R. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. **International Journal of Cancer Prevention**, v. 1, n.2, p. 1-19, 2004.

YACOUB, M. D.; SOUZA, R. F. **Telefonia sem fio: um problema jurídico?** Disponível em: <<http://www.cprad.com.br>>. Acesso em 19 mar. 2006.

**APÊNDICE**

## Apêndice A – Roteiro para aplicação do questionário à população do estudo

### QUESTIONÁRIO

Nº do questionário:

**Distância (m) do domicílio para:**

( ) ERB/TC \_\_\_\_\_; ( ) Transformador \_\_\_\_\_; ( ) Linha de Transmissão \_\_\_\_\_;  
( ) Linha de Alta Tensão \_\_\_\_\_; ( ) ERB de Rádio \_\_\_\_\_; ( ) ERB de TV \_\_\_\_\_.

**Data da entrevista:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ **Início:** \_\_\_\_:\_\_\_\_ **Término:** \_\_\_\_:\_\_\_\_

**Nome do entrevistado:** \_\_\_\_\_

**Endereço:** \_\_\_\_\_

**Telefone para contato:** Fixo ( ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Celular ( ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

**Há quantos anos mora no local:** \_\_\_\_\_ anos (abaixo de um ano, não entrevistar)

#### A. IDENTIFICAÇÃO DO INFORMANTE.

**A1. Idade** \_\_\_\_\_

(5) 5,1 a 10

(6) acima de 10

**A2. Data de nascimento:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**A8. Tipo de residência que você mora?**

(1) Casa

(2) Casa de vila ou condomínio

(3) Apartamento

(4) Outro (especificar) \_\_\_\_\_

**A3. Sexo:** (1) Masculino (2) Feminino

**A4. Qual a sua cor (auto - referida)**

(1) Negra

(2) Branca

(3) Parda

(4) Indígena

(5) Amarela

(6) Outra (especificar) \_\_\_\_\_

**A9. Quantos cômodos/peças existem neste domicílio?**

( ) Quartos ( ) Salas

**A10. Em qual andar você mora?**

(1) Abaixo do nível da rua

(2) Térreo

(3) 1º andar

(4) 2º andar

(5) Outro (especificar) \_\_\_\_\_

**A5. Qual a sua escolaridade?**

(1) Analfabeto

(2) Ensino fundamental incompleto

(3) Ensino fundamental completo

(4) Ensino médio incompleto

(5) Ensino médio completo

(6) Ensino superior incompleto

(7) Ensino superior completo

(8) Pós-graduação

\_\_\_\_\_ anos de estudo (se ainda estuda anotar endereço)

**A11. Este domicílio é:**

(1) Próprio

(2) Alugado

(3) Cedido

(4) Posse/ocupação

(5) Outro (especificar) \_\_\_\_\_

**A6. Qual a sua renda em salários mínimos?**

(1) 0 a 1

(2) 1,1 a 2

(3) 2,1 a 3

(4) 3,1 a 5

(5) 5,1 a 10

(6) acima de 10

**A12. Quanto tempo (horas) você fica em casa por dia?**

(1) 0 a 4

(2) 4,1 a 8

(3) 8,1 a 12

(4) 12,1 a 16

(5) 16,1 a 20

(6) 20,1 a 24

**A7. Qual a renda familiar em salários mínimos?  
(mostrar escala abaixo)**

(1) 0 a 1

(2) 1,1 a 2

(3) 2,1 a 3

(4) 3,1 a 5

**A13. Qual a sua atual ocupação? (Anotar endereço do trabalho)**

(1) Aposentado por idade

(2) Aposentado por tempo de trabalho

(3) Aposentado por doença. Qual? \_\_\_\_\_

(4) Aposentado, e continua trabalhando. Com que? \_\_\_\_\_

- (5) Estudante  
 (6) Trabalhando. Com o quê? \_\_\_\_\_  
 (7) Desempregado (a\_) \_\_\_\_\_  
 (8) Outra. Qual \_\_\_\_\_

**A14. Qual a ocupação você exerceu por mais tempo?**

\_\_\_\_\_

A14.1. Por quanto tempo? \_\_\_\_\_ anos \_\_\_\_\_ meses

**A15. Algum trabalho trouxe prejuízo para a sua saúde?**

- (1) Sim  
 (2) Não  
 (3) Não se aplica  
 Qual trabalho \_\_\_\_\_  
 Qual prejuízo? \_\_\_\_\_

**B. SAÚDE GERAL**

**B1. O SR. (A) SENTE ALGUM DOS SINTOMAS ABAIXO:**

**B1.1 Irritabilidade**

(1) Se sim, quantas vezes por semana? \_\_\_\_\_ Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos.

(2) Não

**B1.2 Dor de cabeça**

(1) Se sim, quantas vezes por semana? \_\_\_\_\_ Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos.

(2) Não

**B1.3. Sonolência**

(1) Se sim, quantas vezes por semana? \_\_\_\_\_. Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos.

(2) Não

**B1.4. Insônia**

(1) Se sim, quantas vezes por semana? Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos

(2) Não

**B1.5. Fadiga (cansaço)**

(1) Sim, Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos

(2) Não

**B1.6. Dificuldade de concentração** (costuma desviar a atenção com facilidade)

(1) Sim. Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos

(2) Não

**B1.7. Ansiedade**

(1) Sim. Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos

(2) Não

**B1.8. Lapsos de memória (esquecimento)**

(1) Sim. Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos

(2) Não

**B1.9. Diminuição do desejo sexual**

(1) Sim. Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos

(2) Não

**B1.10. Falta de apetite**

(1) Sim. Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos

(2) Não

**B1.11. Tontura**

(1) Sim. Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos

(2) Não

**B1.12. Palpitação**

(1) Sim. Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos

(2) Não

**B1.13. Dificuldade para engravidar**

(1) Sim (há quanto tempo está tentando ter filhos?).

(2) Não.

(3) Não se aplica

**B1.14. Tendência depressiva (sente-se triste, melancólico).**

(1) Sim. Há quanto tempo? ( ) dias ( ) meses ( ) anos.

(2) Não.

**B2. O(A) SR.(A) JÁ TEVE OU TEM DIAGNÓSTICO DADO POR MÉDICO DE:**

**B2.1. Infarto agudo do miocárdio**

(1) Sim. Data do diagnóstico \_\_\_\_\_ Quantos episódios? \_\_\_

(2) Não

**B2.2. Depressão**

(1) Sim

(2) Não

**B2.2.1 Ainda está com depressão?**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_

(2) Não. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_ Data da cura? \_\_\_\_\_.

(99) Não se aplica

**B2.3. Câncer**

(1) Sim. Qual a localização? \_\_\_\_\_

(2) Não

**B2.3.1. Ainda está com câncer?**



- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_ Data da cura? \_\_\_\_\_  
 (99) Não se aplica

#### **B2.4. Hipertensão**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.5. Diabetes**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.6. Problemas circulatórios nos membros inferiores (varizes)**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

Observar a ocupação

#### **B2.7. Hipertireoidismo**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.8. Hipotireoidismo**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.9. Aborto espontâneo**

- (1) Sim. Quando ocorreu? \_\_\_\_\_ Quantos? \_\_\_\_\_  
 (2) Não  
 (99) Não se aplica (entrevistado do sexo masculino)

#### **B2.10. Infertilidade (Não poder ter filhos)**

- (1) Sim. Antes era fértil (teve filho), mas não pode ter mais. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Sim. Nunca teve filhos. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (3) Não.

#### **B2.11. Asma**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.12. Úlcera gástrica ou duodenal**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.13. Gastrite**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.14. Derrame - (AVC/AVE)**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.15. Ansiedade**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.16. Catarata**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

#### **B2.17. Outro (especificar) \_\_\_\_\_**

- (1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.

### **C. HÁBITOS DE VIDA**

#### **C1. TABAGISMO**

##### **C1.1 O (a) Sr. (a) fuma?**

- (1) Sim  
 (2) Não (pular para a questão C1.6.)

##### **C1.2. Há quanto tempo fuma? \_\_\_\_\_**

- (99) Não se aplica

##### **C1.3. O (a) senhor (a) fuma quantos cigarros por dia?**

- \_\_\_\_\_  
 (99) Não se aplica

##### **C1.4. O (a) senhor (a) fuma cigarros sem filtro (ex.: cachimbo, cigarro de palha)?**

- (1) Sim. Há quanto tempo? \_\_\_\_\_ Qual?  
 Com que frequência? \_\_\_\_\_  
 (2) Não.  
 (99) Não se aplica

##### **C1.5. O senhor costuma fumar dentro de casa?**

- (1) Sim.  
 (2) Não.  
 (99) Não se aplica.

##### **C1.6. O (a) Sr. (a) já fumou?**

- (1) Sim.  
 (2) Não. (pular para a questão C2.1)

##### **C1.7. Por quanto tempo fumou? \_\_\_\_\_**

- (99) Não se aplica

##### **C1.8. Há quanto tempo deixou? \_\_\_\_\_ anos.**

- (99) Não se aplica

##### **C1.9. Fumava quantos cigarros por dia? \_\_\_\_\_**

- (99) Não se aplica

#### **C2. CONSUMO DE ÀLCOOL**

##### **C2.1. O (a) Sr. (a) consome bebida alcoólica?**

(1) sim

(2) não (pular para a questão C2.4)

**C2.2. Há quanto tempo consome?** \_\_\_\_\_ anos

(99) Não se aplica

**C2.3. Qual o tipo de bebida que consome?** (Pode marcar mais de uma)

(1) Cerveja. Quantas garrafas por semana? \_\_\_\_\_

(2) Vinho. Quantas taças por semana? \_\_\_\_\_

(3) Cachaça. Quantas doses por semana? \_\_\_\_\_

(4) Uísque. Quantas doses por semana? \_\_\_\_\_

(5) Vodca. Quantas doses por semana? \_\_\_\_\_

(6) Conhaque. Quantas doses por semana? \_\_\_\_\_

(7) Outra (qual?) \_\_\_\_\_

(99) Não se aplica. (Pular para C3)

**C2.4. O (a) Sr. (a) já consumiu bebida alcoólica?**

(1) sim

(2) não (pular para a questão C3.1)

**C2.5. Consumiu por quanto tempo?** \_\_\_\_\_

(99) Não se aplica

**C2.6. Qual o tipo de bebida você consumia?** (Pode marcar mais de uma)

(1) Cerveja. Quantas garrafas por semana? \_\_\_\_\_

(2) Vinho. Quantas taças por semana? \_\_\_\_\_

(3) Cachaça. Quantas doses por semana? \_\_\_\_\_

(4) Uísque. Quantas doses por semana? \_\_\_\_\_

(5) Vodca. Quantas doses por semana? \_\_\_\_\_

(6) Conhaque. Quantas doses por semana? \_\_\_\_\_

(7) Outra (qual?) \_\_\_\_\_

(99) Não se aplica. (pular para C3)

**C2.7. Há quanto tempo deixou de consumir?** \_\_\_\_\_

(99) Não se aplica

### **C3. HÁBITOS FÍSICOS E ALIMENTARES**

**C3.1 Faz atividades físicas ou esportes?**

(1) Sim, 2 vezes na semana

(2) Sim, 3 a 5 vezes na semana

(3) Sim, de 6 a 7 dias na semana.

(4) Não.

**C3.2 Quantas refeições costuma fazer por dia?**

(1) 1 a 2 vezes.

(2) 2,1 a 4 vezes

(3) 4,1 a 6 vezes

(4) Mais de 6 vezes.

**C3.3 Suas refeições são ricas em gordura?**

(1) Sim.

(2) Não.

(3) Não soube responder.

**C3.4. Costuma comer frutas e verduras?**

(1) Sim 1 a 2 vezes por semana.

(2) Sim, 3 a 4 vezes por semana.

(3) Sim, 5 a 6 vezes por semana.

(4) Sim, 7 vezes por semana

(5) Não

**C3.5 Quantas horas dorme por dia?**

(1) Até 4 horas.

(2) 4,1 a 6 horas

(3) 6,1 a 8 horas

(4) Mais de 8,1 horas.

## **D. EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS**

**D1. O (a) Sr. (o) fez uso de telefone celular analógico?**

(conhecido como tijolão)

(1) Sim. Por quanto tempo? \_\_\_\_\_

(2) Não

(3) Não lembro quanto tempo passava

(99) Não se aplica.

**D2. Costumava receber ligações:**

(1) De menos de 30min/dia

(2) de 31 min. a 1h/dia

(3) de mais de 1h/dia

(4) não lembro quanto tempo passava

(99) não se aplica

**D3. Costumava realizar ligações:**

(1) De menos de 30min/dia

(2) de 31 min. a 1h/dia

(3) de mais de 1h/dia

(4) não lembro quanto tempo passava

(99) não se aplica

**D4. O (a) Sr. (a) usa telefone celular (digital)?**

(1) Sim

(2) Não (ir para a questão 20)

(99) Não se aplica

**D5. Há quantos anos em média o Sr. (a) usa telefone celular?** \_\_\_\_\_

(1) Não lembro

(99) Não se aplica

**D6. O (a) senhor (a) faz uso de quantos celulares? \_\_\_\_\_**

(99) Não se aplica

**D7. O (a) senhor (a) possui quantos chips? \_\_\_\_\_**

(99) Não se aplica

**D8. Qual (is) operadora (s)?**

(1) VIVO. (2) CLARO. (3) OI. (4) TIM.

(99) Não se aplica

**D9. Durante o dia, na maior parte do tempo, onde costuma colocar seu telefone celular?**

(1) No bolso (calça, camisa, short, sutiã etc.)

(2) Na bolsa/pasta

(3) Anda com ele nas mãos

(4) Na mesa

(5) Outro lugar, qual? \_\_\_\_\_

(99) não se aplica

**D10. Você costuma desligar o aparelho celular quando vai dormir?**

(1) Nunca desliga

(2) Sempre desliga

(3) Às vezes desliga

(99) Não se aplica

**D11. Quando você vai dormir onde o aparelho (ligado) de telefone celular fica? (qual distância?)**

(1) Debaixo do travesseiro

(2) Debaixo da cama

(3) Fica fora do meu alcance

(4) Mesa de cabeceira.

(5) Fica em outro local. Qual? \_\_\_\_\_

(99) Não se aplica

**D12. O (a) senhor (a) geralmente**

(1) Faz mais ligações do que recebe

(2) Faz menos ligações do que recebe

(3) Igualmente

(99) Não se aplica

**D13. Qual a duração total das ligações recebidas durante um dia?**

(1) Menos de 30min/dia

(2) de 31 min. a 1h/dia

(3) mais de 1h/dia

(4) não lembro

(99) Não se aplica

**D14. Qual a duração total das ligações realizadas durante um dia?**

(1) Menos de 30min/dia

(2) de 31 min. a 1h/dia

(3) mais de 1h/dia

(4) não lembro

(99) Não se aplica

**D15. Utiliza telefone celular para ouvir música?**

(1) Sim, com fone com fio por menos de 30min/dia.

(2) Sim, com fone com fio por mais de 30min/dia.

(3) Sim, com fone sem fio, por menos de 30min/dia.

(4) Sim, com fone sem fio, por mais de 30min/dia.

(5) Sim, sem fone de ouvido.

(6) Não

(99) Não se aplica

**D16. O (a) Sr. (a) deixou de utilizar o telefone celular, por algum período?**

(1) Sim, por quanto tempo? \_\_\_\_\_

(2) Não

(3) Não lembro

(99) Não se aplica

**D17. Já fez uso de telefone celular no meio rural (indicar o local)?**

(1) Sim, menos de um mês

(2) Sim, mais de um mês e menos de um ano

(3) Sim, mais de um ano

(4) Não

(5) Não lembro

(99) Não se aplica

**D18. Já ocorreu de está fazendo uma ligação do celular e o sinal de comunicação ficar fraco?**

(1) Sim, e continuou falando mesmo com dificuldade.

(2) Sim, e desligou o celular.

(3) Sim, e saiu do lugar para encontrar sinal de cobertura.

(2) Não

(99) Não se aplica

**D19. Já ocorreu de está recebendo uma ligação do celular e o sinal de comunicação ficar fraco?**

(1) Sim, e continuou falando mesmo com dificuldade.

(2) Sim, e desligou o telefone celular.

(3) Sim, e saiu do lugar para encontrar sinal de cobertura.

(99) Não se aplica

**D20. Utiliza telefone fixo sem fio?**

(1) Sim. Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

(2) Não

(99) Não se aplica

**D21. Coloca aparelhos eletrônicos na cabeceira da cama?**

(1) Sim, quais? \_\_\_\_\_

(2) Não

(99) Não se aplica

**D22. O(a) Sr.(a) dorme com algum destes aparelhos eletroeletrônicos ligado no quarto? (pergunte se possui os equipamentos e marque nas opções)**

D22.1. Televisão (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.2. Rádio relógio (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.3. Telefone fixo sem fio (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.4. Telefone celular (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.5. Smartphone (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.6. Tablet/ipad (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.7. Ipod/MP3/MP4 (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.8. Notebook (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.9. Computador com placa de comunicação (wireless, wifi, bluetooth) (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.10. Vídeo game c/ controle s/ fio (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.11. Impressora s/ fio (1) Sim (2) Não

Qtde: \_\_\_\_\_

D22.12. Outro (especificar) \_\_\_\_\_

**D23. Utiliza roteador em casa?**

(1) Sim, em que local \_\_\_\_\_

(2) Não

**D24. O (a) Sr.(a) faz uso destes equipamentos?**

D24.1. Forno de micro-ondas

(1) Sim, menos de 10min por dia.

(2) Sim, mais de 10min por dia

(3) Não

D24.2 Barbeador elétrico

(1) Sim, uma vez por semana.

(2) Sim, duas a três vezes por semana.

(3) Sim, diariamente

(4) Não

(99) Não se aplica

D24.3 Secador de cabelo (anotar marca/modelo)

(1) Sim, uma vez por semana.

(2) Sim, duas vezes por semana.

(3) Sim, diariamente

(4) Não

(99) Não se aplica

D24.4 Forno de indução

(1) Sim, menos de 10min por dia.

(2) Sim, mais de 10min por dia.

(3) Não

**D25. O(a) Sr.(a) morou (solicite o nome da rua/cidade) próximo (até 300 m) de equipamentos/instalações de antenas de telefonia celular?**

Nome da rua \_\_\_\_\_

(1) Sim, menos de um ano

(2) Sim, entre 1 e 5 anos

(3) Sim, mais de 5 anos

(4) Não

(5) Não lembro

**D26. Quando morava próximo a antena, quanto tempo permanecia em casa? \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ min.**

(1) Não lembro

(99) não se aplica

**D27. O (a) Sr.(a) trabalha (solicite nome da rua/cidade) próximo a equipamentos/instalações de antenas de telefonia celular?**

Nome da rua \_\_\_\_\_

(1) Sim, há quanto tempo trabalha? \_\_\_\_\_

(2) Não

(3) Não sabe

**D28. O (a) Sr.(a) trabalhou (solicite nome da rua/cidade) próximo a equipamentos/instalações de antenas de telefonia celular? Nome da rua \_\_\_\_\_**

(1) Sim. Trabalhou quanto tempo? \_\_\_\_\_

(2) Não

(3) Não sabe

(99) Não se aplica

**D29. O (a) Sr.(a) trabalhou (solicite nome da rua/cidade) próximo a equipamentos/instalações de antenas de:**

D29.1 Televisão (1) Sim. Quanto tempo? \_\_\_\_\_(2) Não  
(3) Não sabe

D29.2 Rádio FM (1) Sim. Quanto tempo? \_\_\_\_\_(2) Não  
(3) Não sabe

**D30. O (a) Sr. (a) morou próximo a equipamentos/instalações de antenas de: (mostrar fotos destas estações, anotar)**

D30.1 Televisão (1) Sim. Quanto tempo? \_\_\_\_\_(2) Não

D30.2 Rádio FM (1) Sim. Quanto tempo? \_\_\_\_\_(2) Não

**D31. O (a) Sr.(a) trabalhou (solicite nome da rua/cidade) próximo (transformador a poucos metros da janela, porta; 30m do poste) a:**

D31.1 Linhas de alta tensão (1)Sim. Quanto tempo?  
\_\_\_\_\_ (2) Não (3) Não sabe

D31.2 Linhas de transmissão (1)Sim. Quanto tempo?  
\_\_\_\_\_ (2) Não (3) Não sabe

D31.3 Transformador (1) Sim. Quanto tempo? \_\_\_\_\_  
(2) Não (3) Não sabe

**D32. O (a) Sr. (a) morou(solicite nome da rua/cidade) próximo (transformador a poucos metros da janela, porta; 30m do poste) a:**

D32.1 Linhas de alta tensão (1)Sim. Quanto tempo?  
\_\_\_\_\_ (2) Não (3) Não sei

D32.2 Linhas de transmissão (1)Sim. Quanto tempo?  
\_\_\_\_\_ (2) Não (3) Não sei

D32.3 Transformador (1) Sim. Quanto tempo? \_\_\_\_\_  
(2) Não (3) Não sei

## E. CARACTERÍSTICAS DOS DEMAIS MORADORES DO DOMICÍLIO

**E1. Quantas pessoas moram com você neste domicílio?**

Nº de moradores menores de dezoito anos \_\_\_\_\_

Nº de moradores maiores de dezoito anos \_\_\_\_\_

Nome	E2. Sexo	E3. Idade	E4. Relação com o entrevistado	E5. Quanto tempo mora na casa
1.	(1) M(2) F			
2.	(1) M(2) F			
3.	(1) M(2) F			
4.	(1) M(2) F			
5.	(1) M(2) F			
6.	(1) M(2) F			
7.	(1) M(2) F			
8.	(1) M(2) F			
9.	(1) M(2) F			
10.	(1) M(2) F			

Utilizar este código para verificar a relação com o entrevistado

1. pai
2. mãe
3. filho(a)
4. irmão(ã)
5. avô(ó)
6. companheiro(a)
7. tio(a)
8. primo(a)
9. cunhado(a)
10. sobrinho
11. outro (especificar) \_\_\_\_\_

**E6. ALGUÉM QUE MORA NA CASA JÁ TEVE OU TEM DIAGNÓSTICO DADO POR MÉDICO DE:**

**E6.1. Infarto agudo do miocárdio**

(1) Sim. Data do diagnóstico \_\_\_\_\_

Quantos episódios? \_\_\_\_\_ Número do nome: \_\_\_\_\_

(4) Não

**E6.2. Depressão**

(1) Sim

(2) Não

**E6.2.1 Ainda está com depressão?**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ Nº do nome \_\_\_\_\_

(2) Não. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_ Data da cura?  
\_\_\_\_\_ Nº do nome \_\_\_\_\_

(99) Não se aplica

**E6.3. Câncer**

(1) Sim. Qual a localização? \_\_\_\_\_

(2) Não

**E6.3.1. Ainda está com câncer?**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ Nº do nome \_\_\_\_\_

(2) Não. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ Data da cura?  
\_\_\_\_\_ Nº do nome \_\_\_\_\_

(99) Não se aplica

**E6.4. Hipertensão**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ Nº do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E6.5. Diabetes**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ Nº do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E6.6. Má formação congênita (nasceu com algum problema)**

(1) Sim. N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não

(3) Não se aplica (Quem nasceu antes da instalação da ERB)

**E6.7. Problemas circulatórios nos membros inferiores (varizes)**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

Observar a ocupação

**E6.8. Hipertireoidismo**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E6.9. Hipotireoidismo**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E6.10. Aborto espontâneo**

(1) Sim. Quando ocorreu? \_\_\_\_\_ Quantos? \_\_\_\_\_  
N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não

(99) Não se aplica (entrevistado do sexo masculino)

**E6.11. Infertilidade (Não poder ter filhos)**

(1) Sim. Antes era fértil (teve filho), mas não pode ter mais. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Sim. Nunca teve filhos. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_

N° do nome \_\_\_\_\_

(3) Não.

**E6.12. Baixo peso ao nascer (refere-se ao informante)**

(1) Sim. N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não

**E6.13. Prematuridade (nasceu com menos de 9 meses)**

(1) Sim. N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não

**E6.14. Asma**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E6.15. Úlcera gástrica ou duodenal**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E6.16. Gastrite**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_

(2) Não.

**E6.17. Derrame - (AVC/AVE)**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E6.18. Ansiedade**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E6.19. Catarata**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E6.20. Outro diagnóstico (especificar) \_\_\_\_\_**

(1) Sim. Data do diagnóstico? \_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não.

**E7. Alguém que mora com você faz uso de aparelho de telefone celular? (Usar numeração correspondente ao nome)**

(1) Sim.

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_ N° do nome \_\_\_\_\_

(2) Não

N° do nome \_\_\_\_\_

N° do nome \_\_\_\_\_

N° do nome \_\_\_\_\_

N° do nome \_\_\_\_\_

**F. PERCEPÇÃO DE RISCO**

**F1. De um modo geral, em comparação com pessoas da sua idade, como o (a) Sr. (a) considera o seu próprio estado de saúde?**

- (1) Ruim
- (2) Bom
- (3) Ótimo
- (4) excelente

**F2. O (a) Sr. (a) acredita que os aparelhos eletroeletrônico e comunicação sem fio podem influenciar em sua qualidade de vida?**

- (1) Sim, influência benéfica.
- (2) Sim, influência maléfica.
- (3) Não
- (99) Não se aplica

**F3. O (a) Sr. (a) acredita que pode sofrer algum prejuízo com a tecnologia de comunicação sem fio?**

- (1) Sim.
- (2) Não
- (3) Não sei

**F4. O (a) Sr. (a) acha que a comunidade é beneficiada com a implantação de ERB no bairro?**

- (1) Sim
- (2) Não
- (3) Não sei

**F5. O (a) Sr. (a) possui alguma informação sobre este assunto?**

- (1) Se sim, qual o meio e comunicação:
  - ( ) Jornal
  - ( ) TV
  - ( ) Rádio
  - ( ) Internet
  - ( ) Livros, revistas
  - ( ) Outro. Qual? \_\_\_\_\_
- (2) Não

**F6. O Sr. (a) considera que deve ser consultado antes de instalarem uma ERB próximo a sua residência?**

- (1) Sim
- (2) Não
- (3) Não sei

**F7. O fato de morar próximo a uma ERB lhe preocupa?**

- (1) Sim. Justifique:
- (2) Não
- (99) Não se aplica.

**F8. O (a) Sr(a) tem conhecimento de que para realizar/receber chamadas do celular é necessário a instalação de ERB (antenas)?**

- (1) Sim
- (2) Não.

**ANEXOS**



### ANEXO A- Aplicação do CAGE

C ut down = diminuir	(1) sim (2) não	Alguma vez você sentiu que deveria diminuir a quantidade de bebida?
Annoyed = aborrecer	(1) sim (2) não	As pessoas o aborrecem porque criticam o seu modo de beber?
Guilt = culpa	(1) sim (2) não	Você se sente culpado pela maneira como bebe?
E ye opening = ao despertar	(1) sim (2) não	Você costuma beber de manhã para diminuir o nervosismo ou a ressaca?

(99 – não se aplica para quem NÃO BEBE)



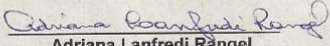
### ANEXO B – Aplicação do CES-D

#### CENTER FOR EPIDEMIOLOGIC STUDIES - DEPRESSION SCALE (CES-D)

Abaixo há uma lista de sentimentos e comportamentos, por favor, assinale a frequência com que ocorreram na última semana.

Sentimentos e comportamentos	Raramente ou nunca (menos que 1 dia)	Poucas vezes (1-2 dias)	Às vezes (3-4 dias)	Quase sempre ou sempre (5-7 dias)
1. Eu me chateei por coisas que normalmente não me chateavam				
2. Não tive vontade de comer; estava sem apetite.				
3. Sinto que não consigo me livrar da tristeza com a ajuda da minha família ou dos meus amigos				
4. Eu me senti tão bem quanto as outras pessoas.				
5. Eu tive problemas para manter a concentração (prestar atenção) no que estava fazendo.				
6. Eu me senti deprimido.				
7. Sinto que tudo que eu fiz foi muito custoso.				
8. Eu me senti com esperança em relação ao futuro.				
9. Eu pensei que minha vida tem sido um fracasso.				
10. Eu me senti com medo.				
11. Meu sono esteve agitado.				
12. Eu estive feliz.				
13. Eu conversei menos que o normal				
14. Eu me senti sozinho.				
15. As pessoas não foram amigáveis.				
16. Eu me diverti.				
17. Eu tive crises de choro.				
18. Eu me senti triste.				
19. Eu senti que as pessoas não gostam de mim.				
20. Eu me senti desanimado.				

## ANEXO C – Parecer do Comitê de Ética

 Ministério da Saúde <b>FIOCRUZ</b> Fundação Oswaldo Cruz Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz	 Comitê de Ética em Pesquisas Pesquisa Ética CEP FIOCRUZ-BA
<b>Comitê de Ética em Pesquisa – CPqGM/FIOCRUZ</b>	
<b>PARECER FINAL Nº 245/2011</b>	
<b>Protocolo: 358/ 2011</b>	
<b>Projeto de Pesquisa:</b> “Exposição a radiações eletromagnéticas não-ionizantes decorrentes das estações radiobase de telefonia celular e efeitos à saúde em Salvador-BA”.	
<b>Pesquisador(a) Responsável:</b> Sra. Denize Francisca da Silva.	
<b>Instituição ou Departamento:</b> Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz – FIOCRUZ	
<b>Considerações:</b>	
Após análise ética do projeto e realização dos esclarecimentos solicitados ao pesquisador responsável, o CEP considera que o projeto atende aos princípios éticos de autonomia, beneficência, não maleficência, equidade e justiça.	
Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisas do Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz da Fundação Oswaldo Cruz (CEP-CPqGM/FIOCRUZ), conforme atribuições conferidas pela CONEP/CNS/MS (Carta Doc.32-04/97), com base na Resolução 196/96 e suas complementares, julga <b>aprovado</b> com <b>recomendações</b> , o projeto supracitado.	
O CEP/CPqGM-FIOCRUZ especifica, abaixo, as recomendações, o período de vigência, bem como, determina as datas para o envio dos relatórios parciais e final, referentes ao desenvolvimento do protocolo de pesquisa aprovado.	
<b>Recomendações:</b> 1- Esclarecer a forma de divulgação dos resultados. 2- O TCLE deve ser lido, preenchido e assinado antes da implementação do projeto.	
<b>Vigência:</b> 10/11/2011 a 31/12/2013	
<b>Relatório Parcial:</b> 10/11/2012	
<b>Relatório final:</b> 31/01/2014	
<i>The present study, entitled “Exposição a radiações eletromagnéticas não-ionizantes decorrentes das estações radiobase de telefonia celular e efeitos à saúde em Salvador-BA” has been approved by the Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz– FIOCRUZ (IORG00002090 / IRB000026120) in November 10<sup>th</sup> 2011 meeting. The protocol and procedures presented in the project are in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human subject (institutional) and with the Helsinki Declaration of 1964, as revised in 2008. In the present version, this project is licensed and valid until December 10<sup>th</sup> 2013.</i>	
Salvador, 10 de Novembro de 2011.  <b>Adriana Lanfredi Rangel</b> Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa CPqGM/FIOCRUZ IORG-0002090 / IRB-0002612	
<hr/> Rua Waldemar Falcão, nº 121, Candeal, Salvador, Bahia, CEP 40.296-710, Brasil. Tel: (51) (71) 2470-2005 e-mail: cep@bahia.fiocruz.br	

**ANEXO D - Termo de consentimento livre e esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****EXPOSIÇÃO A RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS DECORRENTE DAS ESTAÇÕES RADIOBASE DE TELEFONIA CELULAR E EFEITOS À SAÚDE EM SALVADOR-BA****Introdução:**

Você está sendo convidado, como voluntário, a participar da pesquisa intitulada como “exposição a radiações eletromagnéticas decorrentes das estações radiobase de telefonia celular e efeitos à saúde em Salvador-BA”. Antes de participar deste estudo, é necessário compreender os seus propósitos e riscos e benefícios existentes para que você possa tomar uma decisão informada.

**Finalidade:**

A finalidade deste estudo é investigar a associação entre exposição a radiações eletromagnéticas não ionizantes decorrentes da aglomeração das estações radiobase de telefonia celular e efeitos na saúde da população de Salvador-BA para avaliar seus fatores de risco associados.

**Procedimentos:**

A fim de participar do estudo, você deve responder um questionário contendo questões sobre condições de moradia, renda, educação, saúde, história familiar e interrogatório sistemático como: usuário de telefone celular, tabagismo, saúde, alcoolismo, dentre outros.

Informamos que nas mediações de sua residência (área externa), será realizada a leitura do nível de radiação eletromagnética decorrente de Estações Radiobase de Telefonia Celular, e logo após a defesa da Tese, o Sr. (a) será informado (a) por meio de carta, sobre as condições de exposição às radiações não ionizantes decorrente das ERB de Telefonia Celular.

A sua participação é voluntária e você pode deixar de responder a qualquer pergunta sem prejuízo para o mesmo. Inclusive poderá desistir de participar durante a entrevista ou após em quaisquer das etapas após a assinatura desse termo de consentimento, informando a sua desistência à responsável pelo estudo, sem prejuízo para o mesmo. Se quiser participar, o Sr. (a) deverá assinar este formulário em duas vias e manter uma cópia com o Sr.(a).

**Possíveis Benefícios:**

O estudo não trará nenhum benefício direto para você, no entanto os resultados desta pesquisa vão ajudar os pesquisadores a conhecer os possíveis riscos a exposição às RENE

decorrente de ERB de Telefonia Celular e auxiliar órgãos responsáveis pelo planejamento de políticas de saúde.

**Custos:** Não haverá quaisquer custos adicionais para você por sua participação no estudo.

**Confidencialidade:**

As informações obtidas a seu respeito serão confidenciais e estarão disponíveis apenas aos coordenadores do estudo, a quem caberá o armazenamento seguro dos dados. Nós lhe asseguramos que toda informação que o Sr. (a) nos fornecer, permanecerá estritamente confidencial. O nome do Sr. (a) e endereço não aparecerão em nenhuma parte do relatório ou publicação desta pesquisa, de forma que o Sr.(a) não poderá ser identificado(a).

**Contato em caso de dúvidas:**

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas pelo telefone (71) 3245-8562 - Marco Rêgo; 3176-2275 - Maria da Conceição Almeida e 9191-9034 - Denize Silva.

**Declaração Voluntária de Entendimento e Anuência:**

Eu li ou me foram explicadas as informações sobre este termo de consentimento informado. Tive a oportunidade de fazer perguntas e receber respostas para todas elas, e recebi uma cópia deste termo de consentimento. Sou livre para sair deste estudo a qualquer momento.

Sim, aceito participar do estudo.

Não, não aceito participar deste estudo.

\_\_\_\_\_

Nome do participante

\_\_\_\_\_

Data

\_\_\_\_\_

Assinatura/digital do participante ou representante

\_\_\_\_\_

Data

\_\_\_\_\_

Assinatura do Pesquisador

\_\_\_\_\_