

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO EM ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

ELAINE FLAVIO RANGEL SEIXAS

BANCO DE DADOS PARA PESQUISA SOBRE EFEITOS BIOLÓGICOS CAUSADOS
PELA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA NA FAIXA DA TELEFONIA CELULAR

NITERÓI

2011

ELAINE FLAVIO RANGEL SEIXAS

BANCO DE DADOS PARA PESQUISA SOBRE EFEITOS BIOLÓGICOS CAUSADOS
PELA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA NA FAIXA DA TELEFONIA CELULAR

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de
Mestrado em Engenharia de Telecomunicações da
Universidade Federal Fluminense, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Sistemas de Comunicações
Móveis

Orientador: Prof. Mauro Soares de Assis

Niterói

2011

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de
Computação da UFF**

S462 Seixas, Elaine Flavio Rangel

Banco de dados para pesquisa sobre efeitos biológicos causados
pela radiação eletromagnética na faixa da telefonia celular / Elaine
Flavio Rangel Seixas. – Niterói, RJ : [s.n.], 2011.
186 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Telecomunicações) -
Universidade Federal Fluminense, 2011.

Orientador: Mauro Soares de Assis.

1. Sistema de comunicação móvel. 2. Radiação eletromagnética
não-ionizante. 3. Telefonia celular. 4. Banco de dados. 5. Efeito
biológico. I. Título.

CDD 621.38456

ELAINE FLAVIO RANGEL SEIXAS

BANCO DE DADOS PARA PESQUISA SOBRE EFEITOS BIOLÓGICOS CAUSADOS
PELA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA NA FAIXA DA TELEFONIA CELULAR

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de
Mestrado em Engenharia de Telecomunicações da
Universidade Federal Fluminense, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Sistemas de Comunicações
Móveis

Aprovada em Março/2011:

Prof. M. Sc. Mauro Soares de Assis
Mestrado de Engenharia de Telecomunicações UFF
(orientador)

Prof. Dra. Leni Joaquim de Matos
Mestrado de Engenharia de Telecomunicações UFF

M. Sc. Betânia Bussinger
Doutorado Engenharia Civil - UFF

Prof. Dr Orlando Longo
Doutorado Engenharia Civil - UFF

Niterói, 30 de Março de 2011

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais, Marcos e Jussara, por toda a dedicação, amor e exemplo de vida.

Ao meu marido Flávio, pela cumplicidade, amor e inestimável ajuda.

AGRADECIMENTOS

Em especial agradeço ao meu orientador, Professor Mauro Soares de Assis, pela atenção e exemplo de profissionalismo com que acompanhou a realização deste trabalho, pelas criteriosas revisões, sobretudo pelo apoio no momento em que mais precisei.

Agradecimentos especiais ao meu marido Flávio, pelo apoio incondicional, sempre presente e disponível.

Agradeço aos meus pais pelo alicerce de minha educação e formação de caráter, sempre presentes e confiantes em meu sucesso; pela amizade e respeito mútuo.

Aos meus irmãos, agradeço pelo carinho e confiança.

Aos meus amigos Betânia Bussinger, Maria Helena Zetola Seixas e Mozart Seixas, agradeço pelo grande apoio, incentivo e exemplo de vida.

Agradecimentos aos meus amigos da Embratel, da Intelig e da Universidade Federal Fluminense, que contribuíram com apoio e incentivo.

Finalmente, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho, obrigada!

RESUMO

Esta dissertação tem por objetivo apresentar a descrição de um banco de dados que reúne trabalhos publicados em revistas técnicas e científicas sobre possíveis efeitos na saúde humana da exposição eletromagnética na faixa de frequência da telefonia celular. A motivação é a crescente preocupação da sociedade, em especial a comunidade acadêmica, acerca deste tema. Este banco de dados cobre o período de 1994 a 2011 e reúne mais de 650 trabalhos científicos realizados por pesquisadores de 45 países. Os trabalhos foram classificados levando-se em conta, principalmente, o tema médico abordado, ou seja, a estrutura biológica estudada, o modelo biológico utilizado (*“in vivo”* ou *“in vitro”*), a frequência e tecnologia celular. Espera-se que este banco de dados possa constituir uma ferramenta para acelerar a pesquisa bibliográfica de trabalhos técnicos e científicos publicados na literatura internacional.

Palavras-chave: Efeitos Biológicos. Campo Eletromagnético. Radiação Não Ionizante. Sistema Móvel Celular. Comunicações Móveis. Banco de dados.

ABSTRACT

This dissertation deals with the description of a database for research on biological effects due to electromagnetic radiation in the cellular telephone frequency range. This database covers the period from 1994 to 2011 with more than 650 scientific studies conducted by researchers from 45 countries. These studies were analyzed and classified based on several criteria: the addressed medical theme, the biological structure investigated, the biological model used (“in vivo” or “in vitro”), the operation frequency and the cell phone technology. The motivation for this work was the growing concern inside both the society and the academic community on this subject. It is hoped that the database provides a tool for accelerating the search for technical and scientific papers published in the international literature.

Keywords: Biological Effects. Electromagnetic Field. Nonionizing Radiation. Mobile Phone System. Mobile Communications. Database.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Histórico	1
1.2	Motivação e Objetivo	3
1.3	Estrutura da Dissertação	4
2	EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS CELULARES.....	5
2.1	Sistemas de 1ª Geração (1G).....	6
2.2	Sistemas de 2ª Geração (2G).....	7
2.3	Sistemas de 3ª Geração (3G).....	10
2.4	Sistemas de 4ª Geração (4G).....	13
2.4.1	Sistemas WiMAX	15
2.4.2	Sistemas LTE	17
2.4.3	Comparação entre o LTE e o WiMAX	18
2.4.4	Comparação entre as Gerações dos Sistemas Celulares e Cenário Atual	20
3	LIMITAÇÃO DA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE	27
3.1	Radiação Ionizante e Não Ionizante	27
3.2	Limites de Exposição no Brasil.....	28
3.3	Limitação da Exposição às Radiações Não-ionizantes em Outros Países.....	30
4	EFEITOS BIOLÓGICOS E ESTRUTURAS DO CORPO HUMANO	36
4.1	Efeitos Biológicos	36

4.1.1	Efeitos Térmicos	37
4.1.2	Efeitos Não Térmicos.....	37
4.2	Genética e Biologia Molecular.....	38
4.2.1	Ácido Desoxirribonucleico (DNA)	38
4.2.2	Ácido Ribonucleico.....	39
4.2.3	Proteínas	40
4.2.4	Trabalhos científicos sobre DNA e Expressão de Proteínas	43
4.3	Barreira Hematoencefálica (<i>Blood Brain Barrier</i> – BBB).....	46
4.3.1	Trabalhos científicos sobre Barreira Hematoencefálica.....	47
5	BANCO DE DADOS	50
5.1	Metodologia.....	50
5.1.1	Critério de seleção dos trabalhos.....	50
5.1.2	Critério de classificação dos trabalhos	53
5.2	Estrutura do Banco de Dados e do Sistema de Busca	53
5.2.1	Banco de dados.....	53
5.2.2	Sistema de busca	57
5.3	Tratamento estatístico dos dados registrados	59
5.3.1	Número de Publicações por Ano.....	60
5.3.2	Número de publicações por país	60
5.3.3	Análise dos tipos de efeitos estudados	62
5.3.4	Análise dos tipos de estruturas biológicas estudadas	65

5.3.5	Análise dos efeitos Biológicos	68
5.3.6	Análise dos demais estudos apresentados	73
6	COMENTÁRIOS FINAIS	74
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
8	ANEXO I.....	78
9	ANEXO II	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolução das comunicações móveis	5
Figura 2. Componentes básicos de um sistema celular	6
Figura 3. Exemplo de Rede 2G.....	8
Figura 4. Exemplo de rede 2,5G	9
Figura 5. Rota evolutiva para os sistemas de 3ª geração	11
Figura 6. Elementos de uma rede UMTS/GPRS	12
Figura 7. Rota evolutiva para sistemas de 4ª geração.....	15
Figura 8. Padrão IEEE 802.16	16
Figura 9. Redes GSM/EDGE ao redor do mundo.	21
Figura 10. Redes WCDMA ao redor do mundo.	22
Figura 11. Redes HSPA ao redor do mundo.....	22
Figura 12. Status das redes LTE ao redor do mundo.....	23
Figura 13. Redes WiMAX ao redor do mundo.....	23
Figura 14. Regiões do Plano Geral de Outorgas (PGO).....	25
Figura 15 Distribuição de ERBs no Brasil	26
Figura 16. Efeito da radiação ionizante sobre o átomo	27
Figura 17. Hélice dupla de DNA	39
Figura 18. Hélice simples de RNA	39
Figura 19. Síntese de Proteínas.....	41

Figura 20. Mecanismo de expressão dos genes	42
Figura 21. Página inicial da ferramenta de busca às informações do banco de dados ..	57
Figura 22. Resultado de busca no banco de dados para palavra-chave 2011.	58
Figura 23. Detalhe das informações sobre o artigo e a classificação	59
Figura 24. Número de publicações por ano	60
Figura 25. Número de publicações por país	61
Figura 26. Número correspondente a aproximadamente 80 % do total de publicações com o número de publicações por país.....	61
Figura 27. Número de ocorrências de tipo de efeito estudado correspondendo a 80% do total de ocorrências de tipo de efeitos	64
Figura 28. Número de ocorrências de tipo de estrutura biológica estudada correspondendo a 80% do total de ocorrências	67
Figura 29. Percentual de classificação positiva e negativa de efeitos não térmicos dos estudos divulgados por país.....	70
Figura 30. Percentual de classificação positiva e negativa para efeitos não térmicos..	71
Figura 31. Percentual de classificação positiva e negativa de efeitos térmicos dos estudos divulgados por país.....	72
Figura 32. Percentual de classificação positiva e negativa para efeitos térmicos.....	72

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Definições pertinentes a um sistema celular	7
Tabela 2. Frequências de operação do GSM	9
Tabela 3. Funcionalidades nas versões do UMTS	12
Tabela 4. Comparação entre LTE e WiMAX	19
Tabela 5. Comparação entre as gerações celulares	20
Tabela 6. Relatório ANATEL tecnologias móveis em dez de 2010	24
Tabela 7. Faixas de radiofrequência do sistema celular no Brasil	29
Tabela 8. Restrições Básicas para exposição aos CEMRF	30
Tabela 9. Limites máximos da densidade de potência para limitação da exposição do público em geral.	31
Tabela 10. Limites máximos da densidade de potência para limitação da exposição do público em geral, nos diversos países	35
Tabela 11. Descrição das colunas do banco de dados	56
Tabela 12. Tipos de efeitos estudados e número de ocorrência	62
Tabela 13. Tipos de estruturas estudados e nº de ocorrência de pesquisas sobre o tipo de efeito	65
Tabela 14. Classificação de efeitos não térmicos e térmicos de estudos divulgados por país	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1G	Sistemas de 1ª Geração
2G	Sistemas de 2ª Geração
3G	Sistemas de 3ª Geração
3 GPP	<i>Third Generation Partnership Project</i>
4G	Sistemas de 4ª Geração
ADN	Ácido Desoxirribonucleico
AGNIR	<i>Advisory Group on Non-Ionizing Radiation</i>
AM	<i>Amplitude Modulation</i>
AMPS	<i>Advanced Mobile Phone System</i>
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
AQP-4	Aquaporin-4
ARPANSA	<i>Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency</i>
A-T	Adenina-Timidina
AUC	<i>Authentication Center</i>
BBB	<i>Blood Brain Barrier</i> (Barreira hematoencefálica)
BTS	<i>Base Transceiver Station</i>
BS	<i>Base Station</i>
BSC	<i>Base Station Controller</i>

BWA	<i>Broadband Wireless Access</i>
CAPES	Coordenação Aperfeiçoamento Pessoal
CCC	Central de Comutação e Controle
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
CEM	Campos Eletromagnéticos
CEMRF	Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na faixa de
RF	
CN	<i>Core Network</i>
CS	<i>Circuit Switched</i>
CW	<i>Continuous Wave</i>
DL	<i>Downlink</i>
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid</i>
EDGE	<i>Enhanced Data rates for Global Evolution</i>
EIA	<i>Electronic Industry Association</i>
EIR	<i>Equipment Identity Register</i>
EM	Estação Móvel
EMF	<i>Electromagnetic Fields</i>
E-MBMS	<i>Enhanced Multimedia Broadcast-Multicast Service</i>
ERB	Estação Rádio-Base
EPA	Agência de Proteção Ambiental
EV-DO	<i>Evolution-Data Only</i>

FCC	<i>Federal Communications Commission</i>
FDD	<i>Frequency Division Duplex</i>
FDMA	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
FM	<i>Frequency Modulation</i>
Gbps	<i>Giga bits por segundo</i>
G-C	<i>Citosina-Guanina</i>
GGSN	<i>Gateway GPRS Support Node</i>
GMCS	<i>Gateway MSC</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i>
HSCSD	<i>High Speed Circuit-Switched Data</i>
HLR	<i>Home Location Register</i>
HSC	<i>Heat-Shock Cognate</i>
HSDPA	<i>High Speed Downlink Packet Access</i>
HSP	<i>Heat Schok Protein</i>
HSPA	<i>High Speed Packet Access</i>
HSUPA	<i>High Speed Uplink Packet Access</i>
ICNIRP	<i>International Commission on Nonionizing Radiation Protection</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IEGMP	<i>Independent Expert Group on Mobile Phones</i>
IMT	<i>International Mobile Telecommunication</i>

IMTS	<i>Improved MobileTelephone System</i>
IMS	<i>IP Multimedia System</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IRPA	<i>International Radiation Portection Association</i>
ISSN	<i>International Standard Serial Number</i>
ITU	<i>Internacional Telecommunication Union</i>
Kbps	quilo <i>bits</i> por segundo
LAN	<i>Local Access Network</i>
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
LT	Limite de Tolerância
MAC	<i>Medium Access Control</i>
MHz	Mega <i>Hertz</i>
Mbps	Mega <i>bits</i> por segundo
MC-CDMA	<i>Multi carrier Code Division Mutiple Access</i>
MIMO	<i>Multiple Input Multiple Output</i>
mRNA	RNA mensageiro
MS	<i>Mobile Station</i>
MSC	<i>Mobile Switching Center</i>
M-QAM	Multi-Quadrature Amplitude Modulation
NCBI	<i>National Library of Medicine</i>
NCRP	<i>National Council on Radiation Protection and Measurements</i>

NMT	<i>Nordic Mobile Telephone</i>
NRPB	<i>National Radiological Protection Board</i>
NTT	<i>Nippon Telegraph and Telephone</i>
OFDM	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplex</i>
OFDMA	<i>Orthogonal Frequency-Division Multiple Access</i>
PDC	<i>Pacific Digital Cellular</i>
PGO	Plano Geral de Outorgas
PLMN	<i>Public Land Mobile Network</i>
PS	<i>Packet Switched</i>
PSTN	<i>Public Switched Telephone Network</i>
PUB MED	<i>Biomedical literature citations/ abstracts/ fulltext</i>
QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
QPSK	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i>
RAN	<i>Radio Access Network</i>
RF	Rádio frequência
RF-EME	<i>Radio Frequency Electromagnetic Field Exposure</i>
RNA	Ácido Ribonucléico
RNC	<i>Radio Network Controller</i>
RNI	Radiação Não Ionizante
RNS	<i>Radio Network Systems</i>

RTFC	Rede Telefônica Fixa Comutada
SAR	<i>Specific Absortion Rate</i>
SC-FDMA	<i>Single Carrier Frequency Division Multiple Access</i>
SGSN	<i>Serving GPRS Support Node</i>
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
TACS	<i>Total Access Communication System</i>
TDD	<i>Time Division Duplex</i>
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i>
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i>
TIA	<i>Telecommunication Industry Association</i>
tRNA	RNA transportador
TTM	<i>Time to Market</i>
UFF	Universidade Federal Fluminense
UIT	União Internacional de Telecomunicações
UL	<i>Uplink</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication System</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
UTRAN	<i>UMTS Terrestrial Radio Access Network</i>
UWB	<i>Ultra Wide Band</i>

VLR	<i>Visitor Location Register</i>
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
WiMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>
WMAN	<i>Wide Metropolitan Area Network</i>

1 INTRODUÇÃO

O comportamento da sociedade no final do século XX e nesta primeira década do século XXI sofreu uma modificação considerável com o advento das comunicações móveis celulares. Com um crescimento vertiginoso e imprevisível, desde a implantação dos primeiros sistemas analógicos, esta tecnologia foi incorporada de modo definitivo ao dia-a-dia de bilhões de pessoas no mundo. Entretanto, em que pese às vantagens de se dispor de um equipamento extremamente útil para resolver os problemas de comunicação em um mundo globalizado, há uma questão que ainda não foi elucidada. Existe atualmente uma crescente preocupação da humanidade acerca dos efeitos da radiação eletromagnética nos organismos biológicos, incluindo estudos sobre a relação entre comunicações móveis e a saúde humana.

Esta dissertação não pretende responder a questão acima formulada. O seu objetivo é descrever a modelagem de um banco de dados, que reúne trabalhos publicados pela comunidade científica nos últimos 17 anos, enfocando os possíveis efeitos da radiação não ionizante (RNI) na faixa de telefonia celular, levando em conta tanto os terminais (aparelhos celulares) quanto as Estações Rádio-Base (ERB). Espera-se, desta forma, contribuir para a solução do problema fornecendo uma ferramenta que possibilite a realização de uma pesquisa bibliográfica rápida e eficiente sobre diversos aspectos do tema em questão.

1.1 Histórico

Três invenções foram o marco da impressionante evolução das telecomunicações até os dias de hoje. Em 1844, Samuel Morse inventou o telégrafo. Dali a 32 anos, em 1876, Graham Bell inventou o telefone; em 1895 Marconi inventou o rádio. Cumpre acrescentar que esta invenção é disputada por outros cientistas, entretanto, não é objetivo deste texto entrar em discussões desta natureza. Neste ponto, menção deve ser feita aos cientistas que investigaram as propriedades dos campos eletromagnéticos tornando viáveis os resultados acima. Entre outros podem ser citados: Ampère, que em 1827 publicou seu trabalho de maior envergadura, *“Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l’expérience”*, onde demonstrou a existência de campos e correntes; Faraday, que em 1831 descobriu a indução eletromagnética e Maxwell, que em 1864 sintetizou, através de quatro leis, o comportamento dos campos elétrico e magnético e previu a possibilidade de

irradiação de uma onda eletromagnética, fato comprovado experimentalmente por Hertz em 1888.

Retornando a Marconi, suas experiências no final do Século XIX comprovaram a viabilidade prática de utilização das ondas eletromagnéticas em comunicações à longa distância. Em 1905, Reginaldo Fessenden realiza as primeiras transmissões em Modulação em Amplitude (AM – *Amplitude Modulation*) de voz e música, porém a qualidade das transmissões não era satisfatória. Em 1921, a Radiodifusão foi introduzida comercialmente nos EUA. Em 7 de abril de 1928, entrou no ar o primeiro sistema operacional de comunicações móveis, operado pelo Departamento de Polícia de Detroit, utilizando um sistema *simplex*. Em 1930, se deu o desenvolvimento dos primeiros transmissores móveis, com a implantação de um sistema *half-duplex* pela polícia de Bayone, New Jersey. Em 5 de novembro de 1935, Edwin H. Armstrong demonstra publicamente seu rádio baseado em modulação em frequência (FM – *Frequency Modulation*), causando espanto pela qualidade do sinal recebido. Em meados de 1940, o departamento de polícia estadual de Connecticut implementa em Hartford o primeiro sistema de comunicação móvel utilizando modulação FM. Em 1946, a *Federal Communications Commission* (FCC), dos Estados Unidos, permite que a AT&T instale o primeiro sistema de telefonia móvel na cidade de St. Louis. Pela primeira vez foi feita uma conexão entre o sistema de rádio e a rede telefônica pública. Este sistema era manual, com banda de frequência de 150 MHz.

O conceito de telefonia móvel celular foi apresentado pelos Laboratórios da Bell (*Bell Labs*) em 1947, porém, para a implementação da nova idéia, seria necessário uma nova faixa de frequência entre 800 e 900 MHz, que implicaria na ocupação de um grande número de canais alocados para a radiodifusão de televisão em UHF. A FCC não concordou com esta idéia.

O primeiro sistema móvel *Full-Duplex* foi instalado em 1956, graças a um contrato entre a RCA e o departamento de polícia da Filadélfia. Em 1956, foi implementado o serviço móvel manual em 450 MHz e, em 1964, o serviço automático em 150 MHz tornou-se realidade com a denominação de IMTS (*Improved Mobile Telephone System*). A automatização do serviço em 450 MHz foi realizada em 1969. Em 1957, a FCC autoriza a criação de novos canais de 50 kHz, na faixa de 450 MHz, para telefonia móvel. Ainda neste ano, a FCC recusa o pedido da Bell de uma faixa de 75 MHz, em torno de 800 MHz, para a implantação do sistema celular. Finalmente, em 1975 a faixa de 800 MHz para telefonia móvel celular foi outorgada pela FCC nos Estados Unidos.

Dando seqüência, são introduzidos alguns fatos relevantes na evolução das comunicações móveis celulares até a sua implantação no Brasil. A base histórica aqui apresentada, terá sua complementação na descrição das quatro gerações celulares a ser feita no próximo Capítulo.

1978 – Instalado, na cidade de Chicago (EUA), um sistema experimental com base no padrão analógico AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) desenvolvido nos Laboratórios Bell. (Bussinger, 2007)

1978 – O sistema AURORA400 é implantado experimentalmente pela AGT em algumas áreas do Canadá.

1979 – O sistema NTT800 é instalado na área metropolitana de Tóquio, pela NTT.

1982 – É introduzido na Espanha o primeiro celular europeu, o NMT450.

1983 – Entra em funcionamento o primeiro sistema de telefonia celular AMPS, da AT&T, em Chicago.

1984 – O sistema Bell é desmembrado em oito empresas menores devido a uma ação judicial antitruste. A AT&T se retira dos negócios de operadora e o sistema de Chicago passa ao controle de uma subsidiária da *Americatech*. Até o final deste mesmo ano, mais de 25 cidades passaram a ter o seu sistema de telefonia celular.

1985 – Implantado o sistema ATF2, primeiro celular Holandês.

1985 – Cobertura completa da Alemanha com o sistema C 450.

1986 – Instalado o NMT900 na Suíça.

1990 – Implantado o AMPS, pela TELERJ, no Rio de Janeiro.

1.2 Motivação e Objetivo

Esta Dissertação teve como motivação fundamental a crescente preocupação da sociedade e da comunidade acadêmica acerca dos possíveis riscos à saúde humana da exposição a campos eletromagnéticos providos pelas tecnologias celulares atuais. Neste contexto, o seu objetivo é apresentar a descrição de um banco de dados contendo trabalhos sobre o tema em questão que foram publicados em revistas técnicas e científicas selecionadas pelo critério Qualis A e Qualis B da CAPES. Um total de quase 1000 trabalhos foram

analisados e classificados. Cumpre destacar que não houve crítica a estes trabalhos, a análise realizada teve unicamente por objetivo permitir a classificação de acordo com o sistema de consulta do banco de dados.

1.3 Estrutura da Dissertação

Após esta Introdução, o Capítulo 2 comenta as principais características das quatro gerações de sistemas celulares, incluindo dados sobre os cenários mundial e brasileiro. O Capítulo 3 apresenta a limitação da exposição às radiações não-ionizantes, fazendo referência aos níveis praticados no Brasil e no mundo, além de uma abordagem dos principais aspectos legais envolvidos. Em seguida, o Capítulo 4 introduz algumas estruturas biológicas e pesquisas associadas a estas estruturas. No Capítulo 5 se descreve a estrutura do banco de dados e a análise estatística dos trabalhos nele incluídos. Finalizando, o Capítulo 6 reúne alguns comentários sobre as diretrizes adotadas no texto e destaca o desenvolvimento do banco de dados que concretizou a finalidade básica da presente Dissertação.

2 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS CELULARES

Não é objetivo desta Dissertação entrar em considerações técnicas de grande profundidade sobre as características técnicas dos sistemas celulares. Entretanto, a análise evolutiva de tais sistemas torna-se relevante quando se pretende investigar os possíveis efeitos da radiação nos organismos biológicos. Particularmente, os números apresentados no final do Capítulo são impressionantes, tendo em vista que se trata de uma tecnologia implementada há apenas 30 anos (1980).

Os primeiros sistemas celulares, denominados sistemas de primeira geração (1G), utilizavam tecnologia analógica e tinham como objetivo principal a transmissão de voz. Com o desenvolvimento da tecnologia digital, serviços de dados começaram a ser oferecidos em adição ao serviço de voz. A evolução da tecnologia dos sistemas celulares foi acompanhada pelo aumento das demandas de serviços de dados por parte dos usuários. A Figura 1 mostra uma linha do tempo com a evolução das comunicações móveis.

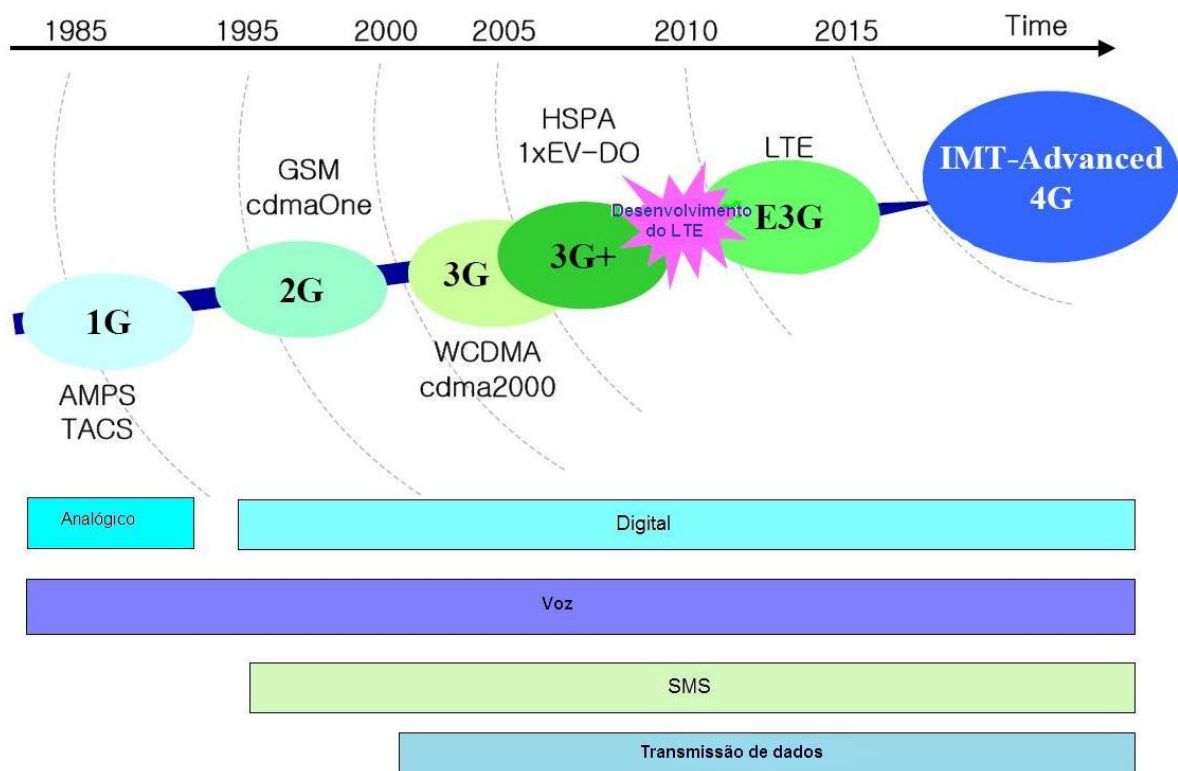


Figura 1. Evolução das comunicações móveis

2.1 Sistemas de 1ª Geração (1G)

A 1ª geração começou a operar no início dos anos 80, tornando-se amplamente difundida no início dos anos 90. O AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*), o TACS (*Total Access Communication System*) e o NMT (*Nordic Mobile Telephony*) são alguns exemplos de sistemas analógicos.

Esta geração tinha como características a transmissão analógica, o serviço de voz, a transmissão de dados a muito baixas taxas, usada apenas nos canais de controle das estações rádio base (ERB), a utilização da modulação em frequência (FM), técnicas de acesso FDMA (*Frequency Division Multiple Access*), pouca segurança da informação e alto consumo de bateria dos aparelhos, que eram fisicamente muito grandes. Devido a estas e outras limitações a 1G começou a tornar-se tecnicamente obsoleta ainda na década de 80. (Rodrigues, 2005)

Os sistemas 1G mostraram-se extremamente vulneráveis às interferências e com a facilidade de interceptação das conversações. Empregava FDMA, com 30 kHz de largura de faixa e reuso de frequência. Conforme mostrado na Figura 2, a arquitetura de rede era basicamente composta da Estação Rádio Base (ERB), Central de Comutação e Controle (CCC) e EM (Estação Móvel). (Bussinger, 2007)

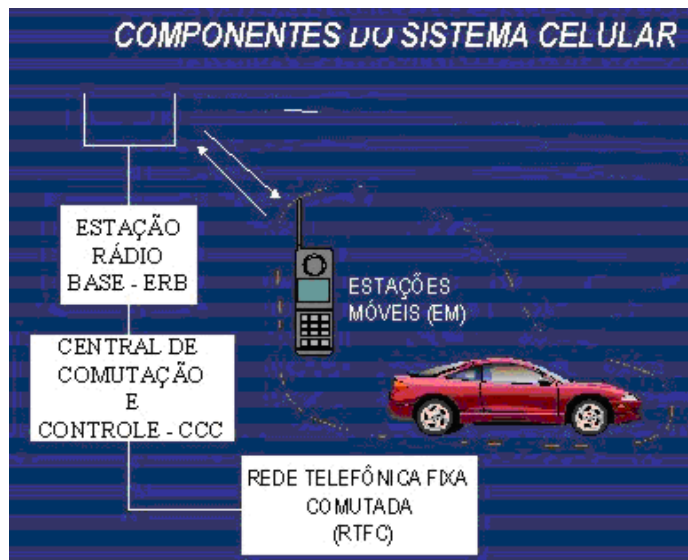


Figura 2. Componentes básicos de um sistema celular

Na Tabela 1, estão algumas definições dos componentes dos sistemas de primeira geração.

Tabela 1. Definições pertinentes a um sistema celular

Estação Móvel (EM)	Estações Rádio-Móveis (<i>Mobile Station- MS</i>) são estações do serviço celular que se movimentam aleatoriamente em uma área especificada. As EMs podem ser unidades portáteis ou instaladas em veículos.
Estação Rádio-Base (ERB)	Estações Rádio-Base (<i>Base Station - BS</i>) são estações fixas em um sistema rádio-móvel, utilizadas para estabelecer uma comunicação radioelétrica com as MS. As BS são localizadas no centro ou na borda de uma região de cobertura e consistem de canais de rádio e antenas transmissoras e receptoras montadas em uma torre.
Centro de Comutação e Controle (CCC)	O Centro de Comutação e Controle (<i>Mobile Switching Center – MSC</i>) coordena o roteamento de chamadas em uma grande área de serviço. Em um sistema celular, o CCC conecta a BS e a MS à Rede de Telefonia Pública Comutada ou, na nomenclatura inglesa, PSTN (<i>Public Switched Telephone Network</i>).

2.2 Sistemas de 2ª Geração (2G)

Em 1980, foram iniciados estudos nos Estados Unidos, Europa e Japão para desenvolver sistemas que operassem com tecnologia digital e que atendessem a critérios de melhor qualidade com maior capacidade e robustez quanto às interferências. Tais sistemas foram concluídos e implementados na década de 90, resultando na segunda geração da telefonia celular (2G).(Bussinger, 2007) Os sistemas de segunda geração permitiram maior capacidade de transmissão, mais facilidade em termos de *roaming* e sinalização (transmissão de sinais e controle) e utilização de serviços básicos de dados, como, por exemplo, SMS

(*Short Message Service*). Estes sistemas estão baseados em técnicas de acesso múltiplo TDMA (*Time Division Multiple Access*) e CDMA (*Code Division Multiple Access*).

Os principais sistemas desta geração são o GSM (*Global System for Mobile Communication*), o IS-136, também conhecido como TDMA (*Time Division Multiple Access*), e o IS-95, também conhecido como CDMAOne (*Code Division Multiple Access*), e PDC (*Pacific Digital Cellular*). Dentre estes sistemas, o GSM teve maior aceitação no mercado mundial. Os serviços de dados nestas redes eram feitos de maneira determinística com alocação de um canal de voz para atendimento da demanda, o que tornava o serviço bastante caro e pouco eficiente devido às taxas de transmissão. A Figura 3 apresenta um exemplo de rede 2G.

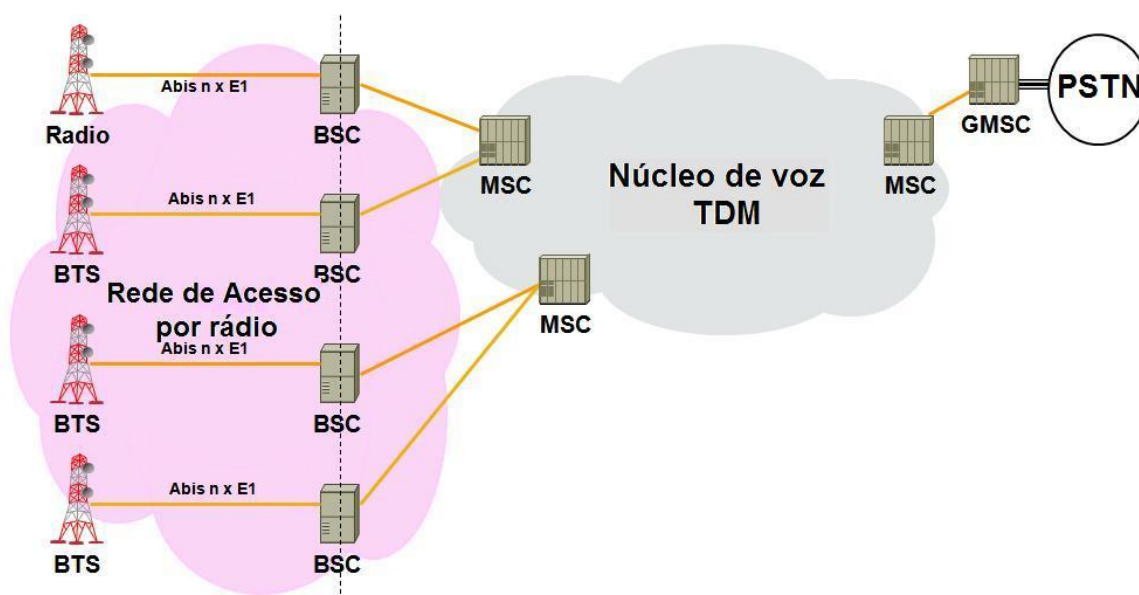


Figura 3. Exemplo de Rede 2G

Com a 2ª Geração, serviços de dados começaram a se popularizar. A demanda por transmissão de dados na rede celular cresceu significativamente, entretanto, a taxa efetiva de dados dos sistemas 2G comutados por circuito, entre 9,6 e 14,4 kbps (kilobits por segundo), era relativamente baixa para tráfego de *Internet*. Em consequência, foram desenvolvidas novas tecnologias em uma fase posterior à 2G, conhecida como 2G+ ou 2,5G, para aumentar a velocidade de comunicação de dados a valores maiores, até 70 kbps. Os principais sistemas 2,5G são baseados nas tecnologias HSCSD (*High Speed Circuit-Switched Data*) para a transmissão de dados comutados por circuito e GPRS (*General Packet Radio Service*) para transmissão de dados comutados por pacotes (Oliveira, 2005). A principal diferença entre o

2G e o 2,5G é que, neste último, houve o nascimento do núcleo de pacotes (*packet core*). O tráfego de dados passou a compartilhar canais ociosos, não sendo mais alocado de maneira determinística, mas estatisticamente. A Figura 4 apresenta um exemplo de rede 2,5G.

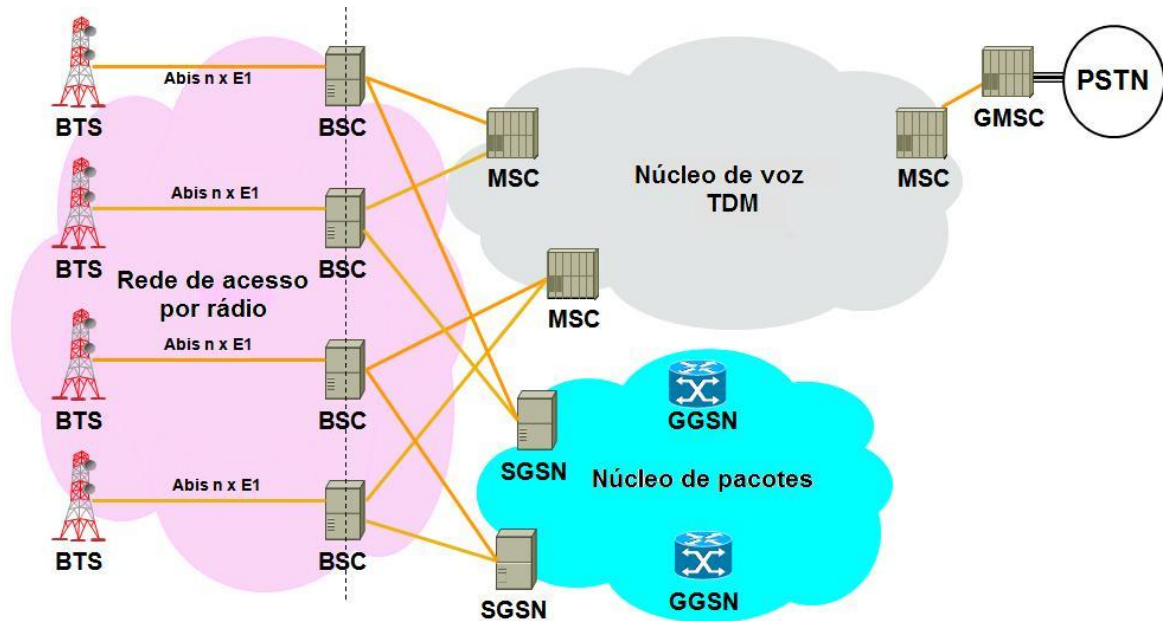


Figura 4. Exemplo de rede 2,5G

As frequências de operação do GSM estão nas faixas de 850MHz, 900MHz, 1800MHz e 1900MHz, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Frequências de operação do GSM

Tipo	Canais	Uplink [MHz]	Downlink [MHz]
GSM 850 (Americas)	128-251	824-849	869-894
GSM 900 Classical Extended	0-124, 955-1023 124 canais + 49 canais	876-915 890-915 880-915	921-960 935-960 925-960
GSM 1800	512-885	1710-1785	1805-1880
GSM 1900 (Americas)	512-810	1850-1910	1930-1990

2.3 Sistemas de 3ª Geração (3G)

No começo dos anos 90 a UIT (União Internacional de Telecomunicações) iniciou o estudo de um sistema internacional, denominado IMT-2000 (*International Mobile Telecommunication - 2000*), que seria a terceira geração dos sistemas celulares (3G). Este sistema teria como objetivo a universalização das comunicações móveis, tornando as redes interoperáveis e capazes de suportar as diferentes aplicações de multimídia. (Holma e Toskala, 2004). Este sistema deveria atender às seguintes especificações:

Transmissão em conexões de comutação de circuitos e de pacotes, com capacidade de trafegar informações baseadas no protocolo *Internet* (IP – *Internet Protocol*);

Flexibilidade de introdução de novos serviços e capacidade de realização de *roaming* global;

Handover entre sistemas: garantia de coexistência entre sistemas de 2G, 2,5G e 3G e entre os modos TDD (*Time Division Duplex*) e FDD (*Frequency Division Duplex*);

Maior eficiência espectral e utilização de apenas uma conexão para serviços com diferentes limiares de qualidade;

Oferecimento de faixa sob demanda e suporte a tráfego assimétrico de informações no enlace direto e reverso (*downlink* e *uplink*);

Suporte a diversos perfis de usuários: alta mobilidade (usuários em veículos – taxas de até 144 kbps), usuários de mobilidade média (pedestres - até 384 kbps) e em locais fixos com usuários de baixa mobilidade (taxa máxima de 2 Mbps). (Rodrigues, 2005)

Embora diversas propostas tenham sido apresentadas à UIT para o IMT 2000, duas arquiteturas de redes de terceira geração foram efetivamente implementadas, a UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) e a CDMA 2000. A UMTS, desenvolvida pelo 3GPP (*Third Generation Partnership Project*), é uma evolução das redes GSM. Utiliza acesso CDMA com 5 MHz de faixa, daí serem usualmente conhecidas por WCDMA (*Wide-band CDMA*). A CDMA-2000 baseia sua infra-estrutura no *cdmaOne*, mantendo a faixa de 1,25 MHz. Foi padronizada pelo 3GPP2 com protocolo de sinalização ANSI (*American National Standards Institute*) / TIA (*Telecommunication Industry Association*) e EIA-41 (*Electronic Industry Association*) (Bussinger, 2007). Ambas utilizam a faixa de 2 GHz para transmissão

(Holma e Toskala, 2004). A Figura 5 apresenta a rota evolutiva dos principais sistemas comerciais para a 3ª Geração. (Holma e Toskala, 2004)

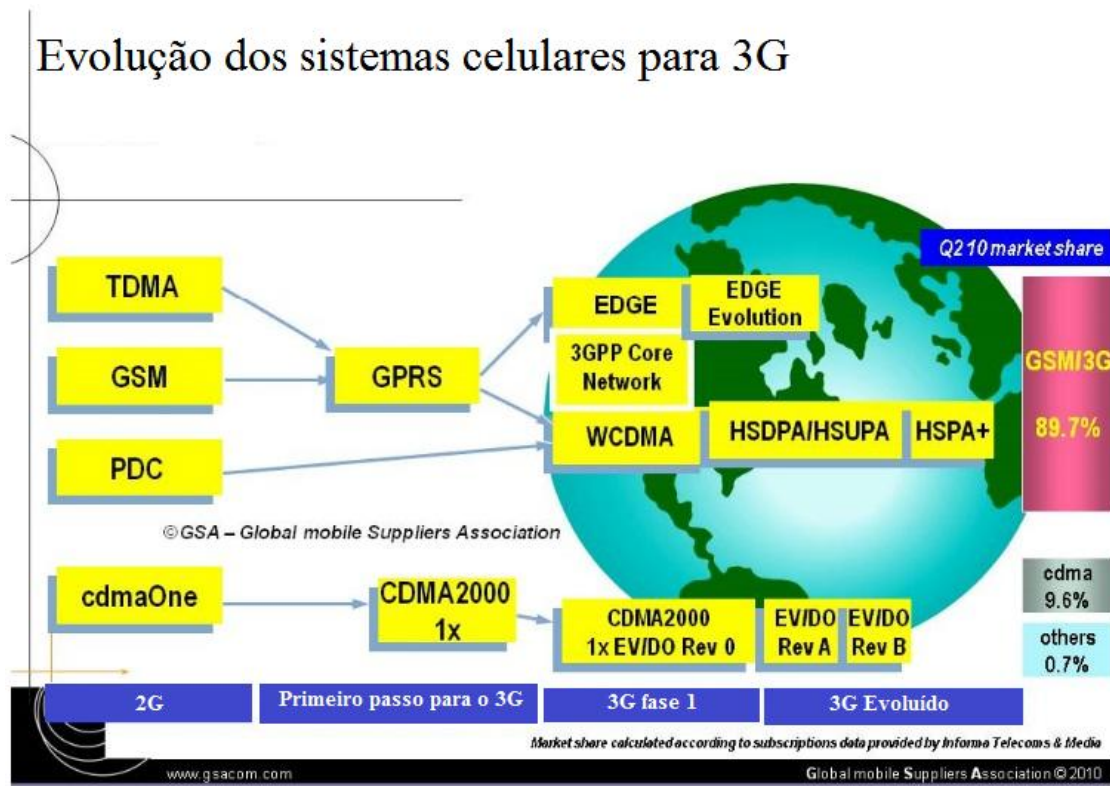


Figura 5. Rota evolutiva para os sistemas de 3ª geração

Atualmente o UMTS, que faz parte do *Release 99* do 3GPP, já possui algumas evoluções que permitem o aumento na velocidade de transmissão de dados. O HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*) foi incorporado no *Release 5* do 3GPP e permite velocidades de *downlink* maiores. No *Release 6* do 3GPP é ampliada, também, a velocidade de *uplink* através o HSPA (*High Speed Packet Access*). As frequências de operação do UMTS no Brasil estão nas faixas de 2100 MHz, 1900MHz e 850MHz. A Tabela 3 mostra as evoluções do UMTS, incluindo o HSPA+ e o LTE (*Long Term Evolution*), e faz um comparativo com algumas de suas características (Roehe, 2010).

Tabela 3. Funcionalidades nas versões do UMTS

UMTS	WCDMA	HDSPA	HSPA	HSPA+	LTE
Especificações (Releases)	Rel-99	Rel-5	Rel-6	Rel-7 e 8	Rel-8 e 9
Taxa de dados máxima (Downlink/Uplink)	384/384 (kbps)	7200/384 (kbps)	14,4/5,8 (Mbps)	42/11,5 (Mbps)	100/50 (Mbps)

A Figura 6 apresenta os elementos de uma rede UMTS/GPRS. Deve ser observado que, por uniformidade com outros textos da literatura técnica, esta figura utiliza a notação inglesa para os elementos da rede.

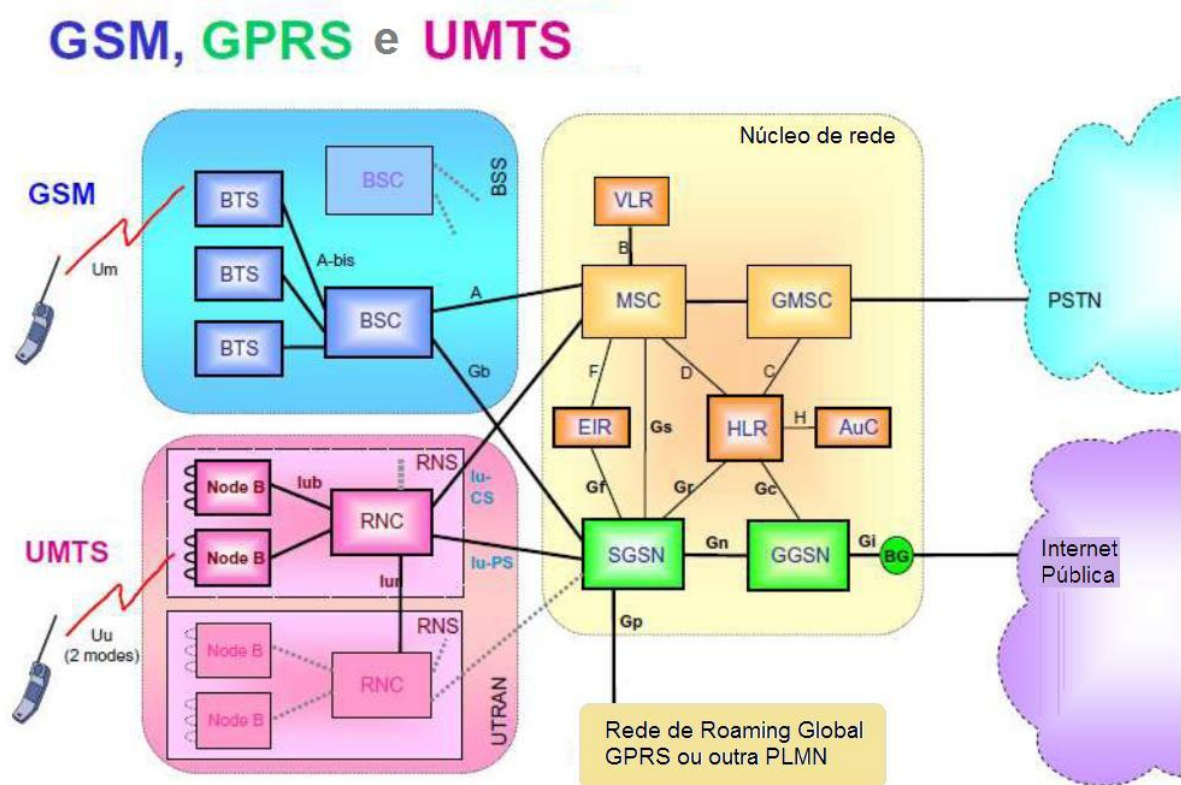


Figura 6. Elementos de uma rede UMTS/GPRS

As diversas unidades da Figura 6 estão a seguir discriminadas:

Node B – Unidade física de transmissão e recepção de rádio nas células;

RNC (*Radio Network Controller*) – elemento de rede equivalente à BSC, da arquitetura GSM, fornecendo um controle central dos elementos que compõem a RNS. O RNC é responsável pela operação e manutenção (O&M) centralizada de toda a rede RNS;

BSC (*Base Station Controller*) – Controladora de BTS (como na estrutura de rede do GSM);

BTS (*Base Transceiver Station*) – É denominada, em português, Estação Rádio-Base;

MS (*Mobile Station*) – Terminal do usuário denominada, em português, Estação móvel;

MSC/VLR (*Mobile Service Switching Centre / Visitor Location Register*) - é o comutador (MSN) e o banco de dados (VLR) que servem o MS em sua localização atual para serviços de comutação de circuito CS (*Circuited Switched*);

SGSN (*Serving GPRS Support Node*) - é tipicamente usado para serviços de comutação de pacotes PS (*Packet Switched*). A parte da rede, acessada via SGSN, é normalmente referenciada como domínio PS. Assim como o MSC, o SGSN suporta as primeiras necessidades para a manipulação das operações com o MS;

EIR (*Equipment Identity Register*) - é responsável pelo armazenamento de informações dos usuários, como o número serial (*International Mobile Equipment Identity*) de cada MS. O EIR é consultado pelo MSC para verificar se cada MS que solicita ou recebe uma ligação está em situação legal na rede;

HLR (*Home Location Register*) - é o banco de dados localizado na rede a que o usuário pertence. Ele armazena a cópia principal do perfil de serviços do usuário;

GMSC (*Gateway MSC*) - é o comutador onde a UMTS PLMN se conecta com as redes de CS externas. Todas as conexões externas CS de entrada e saída passam pelo GMSC;

GGSN (*Gateway GPRS Support Node*) - é relacionado com serviços de comutação de pacotes;

AUC (*Authentication Center*) - é responsável pela geração e armazenamento das chaves secretas, usadas para identificação e autenticação dos usuários.

2.4 Sistemas de 4ª Geração (4G)

O Setor de Radiocomunicações da UIT (UIT-R) é a entidade que está definindo a 4G, criando uma estrutura de requisitos definidos como *IMT-Advanced* (*International Mobile Telecommunications-Advanced*). Este sistema fornece acesso a uma vasta variedade de serviços de telecomunicações, incluindo serviços móveis avançados, apoiados por redes móveis e fixas, que estão cada vez mais baseadas em pacotes.(Itu-R, 2008)

Os requisitos para o *IMT-Advanced* são:

Atendimento aos requisitos de disponibilidade de serviços multimídia extensivos, baixo custo por bit transmitido;

Taxas de transmissão de dados acima de 100 Mbps, com mobilidade elevada e 1 Gbps, para baixa mobilidade, com canais de até 100 MHz;

Promover interoperabilidade e convergência das tecnologias concorrentes;

Integração com rede de serviços baseadas em IP (*All IP*);

Integração com tecnologias de acesso rádio BWA (*Broadband Wireless Access* ou acesso sem fio em faixa larga).

Em outubro de 2009 as tecnologias candidatas à 4G foram submetidas ao UIT-R, baseadas em tecnologia desenvolvidas pelo (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) e pelo 3GPP. Os principais concorrentes são o WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access* - Padrão IEEE 802.16) e o LTE (*Long Term Evolution* - tecnologia 3GPP). A Figura 7 apresenta a rota evolutiva para o *IMT-Advanced*, onde são apresentados os dois principais concorrentes. Nota-se uma vantagem do WiMAX em relação ao LTE quanto ao *Time to Market* (TTM), tempo que o produto leva desde a concepção até estar pronto para a comercialização.

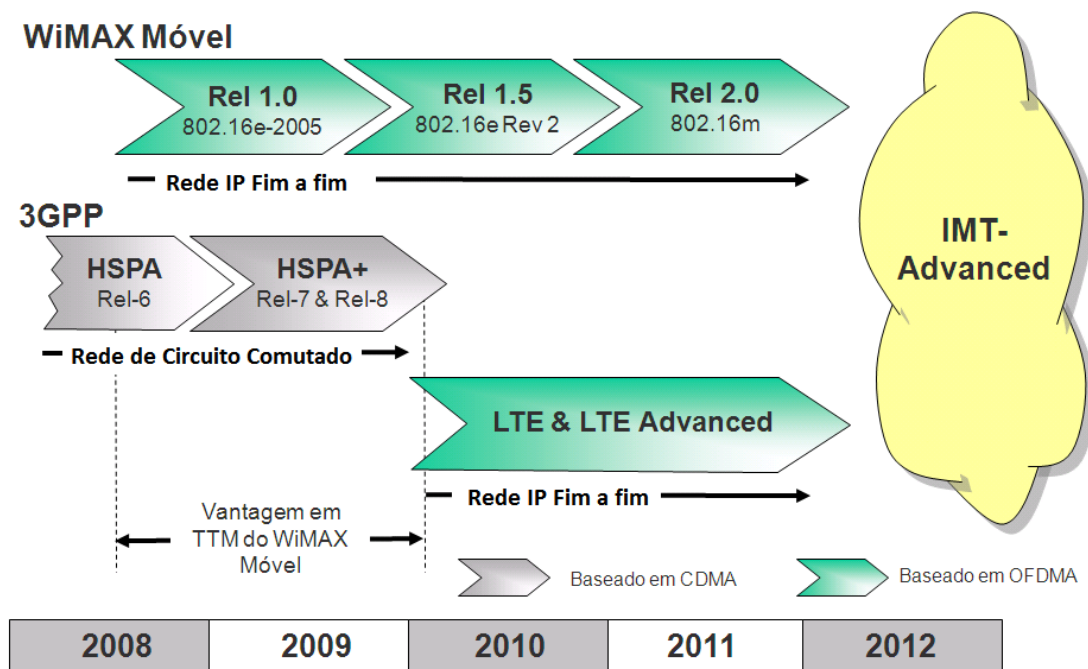


Figura 7. Rota evolutiva para sistemas de 4ª geração

2.4.1 Sistemas WiMAX

O padrão WiMAX foi definido pelo IEEE para Redes de Área Metropolitana sem fio (WMAN - *Wide Metropolitan Area Network*). Possui atualmente duas versões: Nomádico (IEEE 802.16d – Fixo) e Móvel (IEEE 802.16e). Tanto o Nomádico quanto o Móvel possuem soluções integradas para dados, voz e vídeo. A grande diferença entre o WiMAX Nomádico e o Móvel é que o primeiro é apenas portátil (não comuta – não possui *handoff* - entre ERBs em altas velocidades) e o segundo é móvel (comuta – possui *handoff* - entre ERBs em velocidades de até 100 Km/h). As faixas de frequência de operação do WiMAX são: 2,3 GHz, 2,5 GHz, 3,3 GHz, 3,5 GHz e 5 GHz. A Figura 8 mostra a evolução do padrão WiMAX (padrão IEEE 802.16).

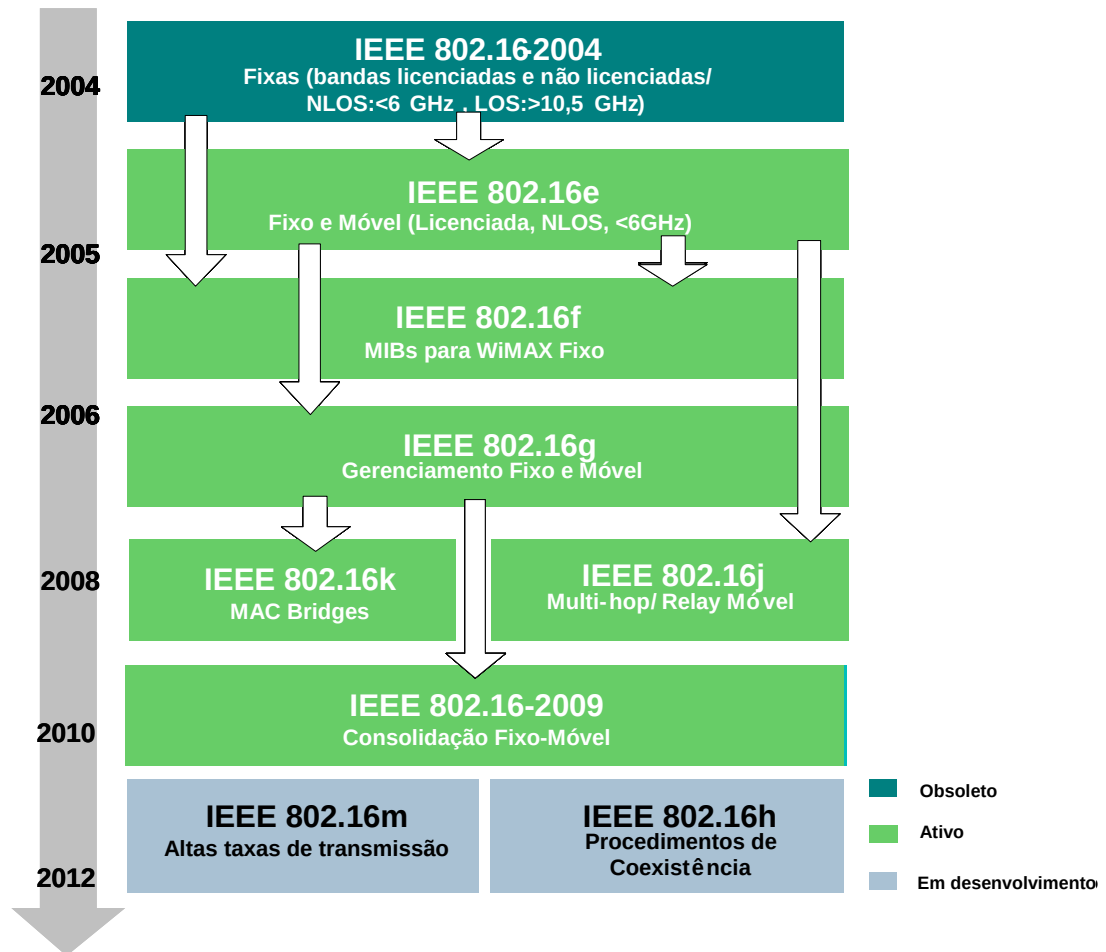


Figura 8. Padrão IEEE 802.16

A seguir, são apresentadas as principais características e requisitos do IEEE 802.16m, evolução do padrão WiMAX:

Interface aérea avançada do padrão IEEE 802.16;

Visa tornar o padrão *WirelessMAN-OFDMA* (WMAN- *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) – padrão utilizado pelo IEEE 802.16e - de acordo com os requisitos do *IMT-Advanced*;

Prover serviços existentes mais facilmente e facilitar a entrada de novos serviços (*IMS – IP Multimedia System*). Atender novos requisitos de *QoS (Quality of Service)* de acordo com *IMT-Advanced*;

Flexibilizar a topologia da rede de acesso;

Operar em frequências abaixo de 6 GHz, em faixas de 5 a 20 MHz;

Suportar os modos TDD e FDD - *full* e *half-duplex* - com intervalos/faixas diferentes para *downlink* (DL) e *uplink* (UL);

Suportar MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) e *beamforming* (técnica de processamento, geralmente usada para controlar a direção da recepção ou da transmissão de um sinal em um vetor transdutor);

Cobertura ótima até 5 km, com degradação até 30 km e funcional até 100 km;

Desempenho ótimo nas velocidades de 0-10km/h, degradado de 10-120 km/h e conexão mantida de 120-350 km/h;

Compatibilidade com o legado e redes móveis e fixas;

Mantém a arquitetura da rede de referência WiMAX;

Modulação adaptativa (QPSK, 16 QAM e 64 QAM).

2.4.2 Sistemas LTE

Trata-se de um padrão móvel de faixa larga, desenvolvido com tecnologia 3GPP, para ser adotado pelas operadoras de celular como evolução da 3ª Geração. Os principais requisitos do LTE são:

Taxa de pico de 100 Mbps DL/ 50 Mbps UL para faixa de 20 MHz;

Até 200 usuários ativos na célula (5 MHz);

Menos de 10 ms de latência no plano do usuário;

Desempenho ótimo nas velocidades de 0 a 15 km/h, alto desempenho alto entre 15 a 120 km/h e suporte até 500 km/h;

Flexibilidade de largura de canal: 1.25 ~ 20 MHz;

Melhor provisão de QoS fim-a-fim;

Apenas comutação por pacotes;

Compatibilidade com padrões anteriores;

Enhanced Multimedia Broadcast-Multicast Service (E-MBMS), serviço broadcast para TV móvel;

Operação em todas as faixas de redes celulares situadas entre 700 MHz e 2,6 GHz.

Os principais requisitos do LTE *Advanced* são:

Taxa de pico de 1 Gbps DL / 500 Mbps UL;

Eficiência espectral de pico 30 bps/Hz DL e 15 bps/Hz UL;

Menos de 5 ms de latência no plano do usuário;

Mobilidade até 350 km/h ou 500 km/h (dependendo da frequência);

Flexibilidade de espectro: 1.25 ~ 20 MHz;

Melhor provisão de QoS fim-a-fim;

Handover com redes legadas;

Operação em todas as faixas de redes celulares situadas entre 450 MHz e 4,9 GHz.

2.4.3 Comparação entre o LTE e o WiMAX

A Tabela 4 apresenta uma comparação entre o WiMAX (padrão IEEE 802.16m) e o LTE-*Advanced*. em termos de alguns requisitos.

Tabela 4. Comparação entre LTE e WiMAX

Requisitos	IEEE 802.16m	LTE-Advanced
Eficiência espectral de pico (<i>bits/Hz</i>)	15 download / 5,6 upload	30 download / 15 upload
Eficiência espectral média (<i>bits/Hz/ célula</i>)	3 download / 2,25 upload	3,7 download / 2,0 upload
Taxa de pico	1 Gbps	até 1 Gbps <i>download</i> e 500 Mbps <i>upload</i>
Mobilidade	até 120 km/h	até 350 km/h
Latência por usuário	10 ms	> 5 ms
Espectro	450-470 698-960 1710-2025 2110-2200 2300-2400 2500-2690 3400-3600	450-470 698-960 2300-2400 3400-4200 4400-4990

As principais vantagens do WiMAX são alinhamento com o conceito 4G, não requer compatibilidade com o legado comutado por circuito, e possuir altas taxas (1 Gbps). Em contrapartida, o WiMAX possui baixa mobilidade. As principais vantagens do LTE são: maior base de usuários móveis (celulares), *roaming* global consolidado, alta mobilidade (350 km/h) e herança do 3G. Não temos uma definição da tecnologia que será adotada pelo IMT-Advanced.

2.4.4 Comparação entre as Gerações dos Sistemas Celulares e Cenário Atual

A Tabela 5 resume, comparativamente, as diferentes tecnologias descritas nas Seções anteriores. (Jamil, Shaikh *et al.*, 2008; Khan, Qadeer *et al.*, 2009)

Tabela 5. Comparação entre as gerações celulares

Tecnologia	1 G	2 G	2,5 G	3 G	4 G
Início do desenvolvimento	1970	1980	1985	1990	2000
Implementação	1981	1991	1999	2002	2009
Serviços	Voz analógica	Voz digital, SMS (<i>Short message</i>)	Maior capacidade, empacotamento de dados	Maior capacidade, taxas de dados de até 2 Mbps	Maior capacidade. Totalmente orientado a IP, velocidade de centenas de <i>megabits</i>
Padrões	AMPS, TACS, NMT. etc.	TDMA, CDMA, GSM	GPRS, EDGE, etc.	WCDMA, CDMA2000	Single standard
Taxa de transmissão	1,9 kbps	14,4 kbps	384 kbps	2 Mbps	>200 Mbps
Tecnologia de acesso	FDMA	TDMA, CDMA	TDMA, CDMA	CDMA	OFDM
Núcleo da Rede	PSTN	PSTN	PSTN, Redes de pacotes	Redes de pacotes	Internet

No que diz respeito ao cenário atual, a mobilidade oferecida pela telefonia celular constituiu um fator importante para a adoção desta tecnologia. No final de 2009 havia, no mundo, um total 4,12 bilhões de assinaturas GSM, HSPA e WCDMA no mundo. Em 2010 já

chegou-se à marca de 4,7 bilhões de assinaturas. A seguir serão apresentados os *status* de algumas redes. As Figura 9 a Figura 13 mostram as redes que se encontram atualmente em operação comercial (GSM/EDGE, WCDMA, HSPA, LTE e WiMAX).

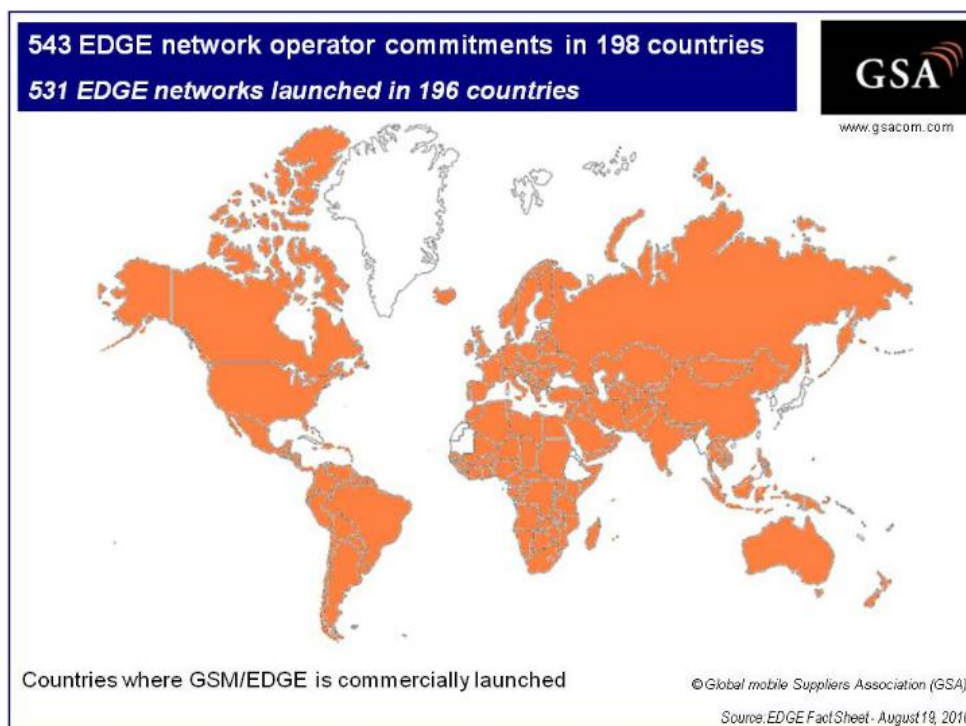


Figura 9. Redes GSM/EDGE ao redor do mundo.

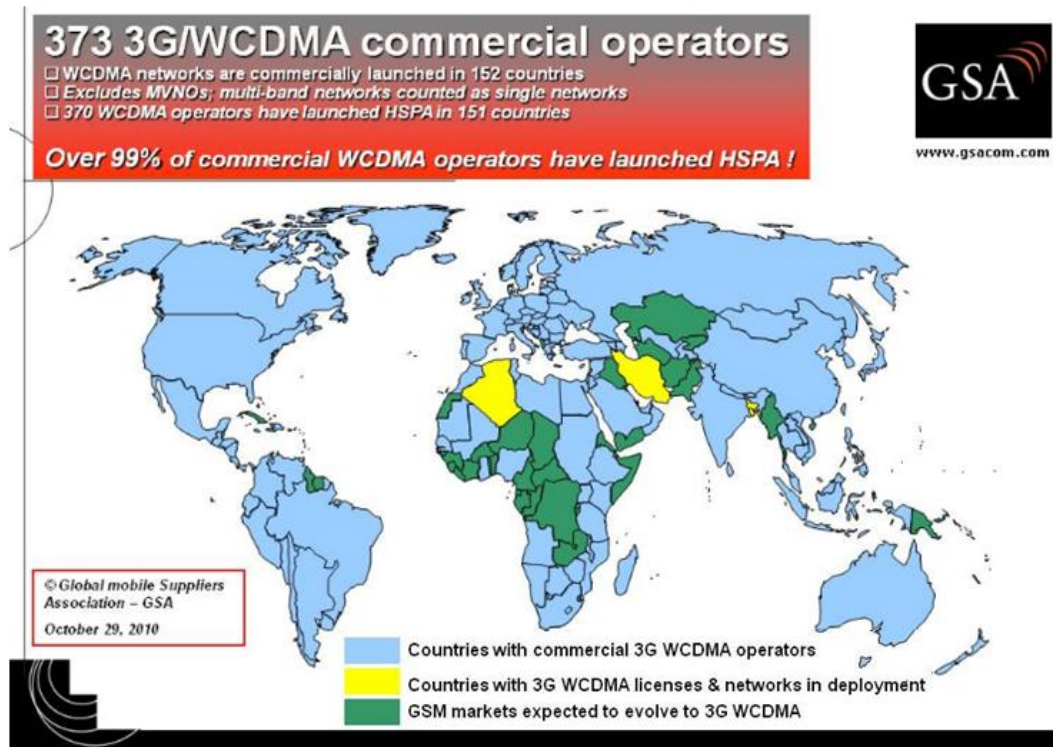


Figura 10. Redes WCDMA ao redor do mundo.

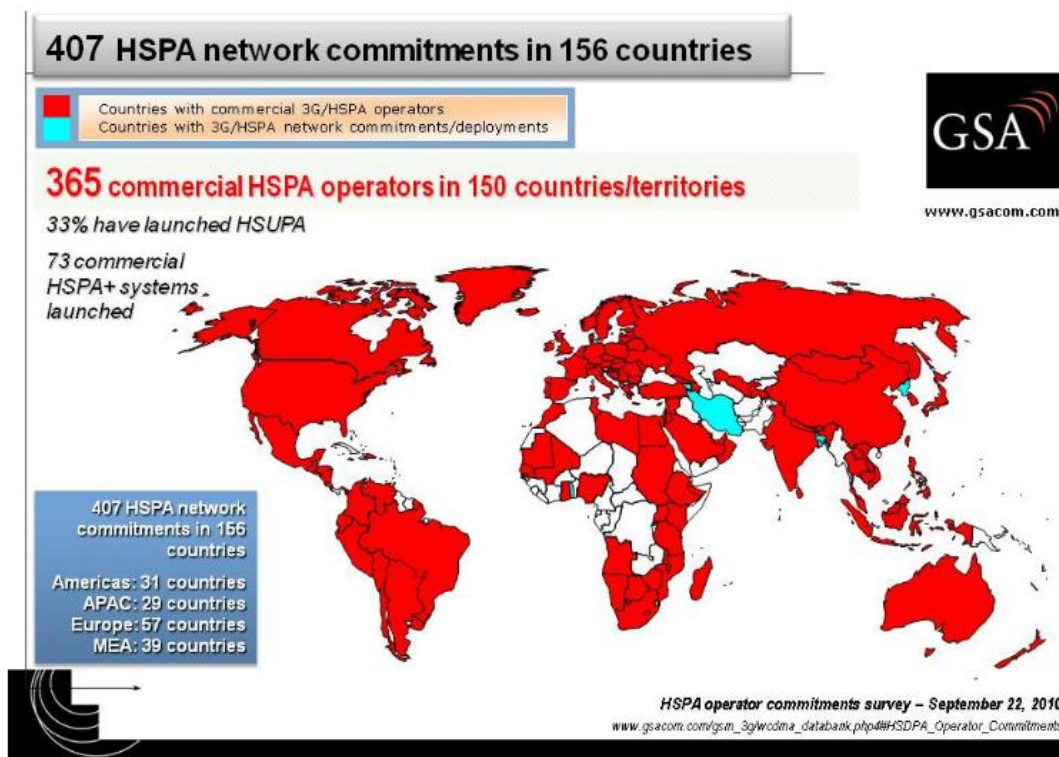


Figura 11. Redes HSPA ao redor do mundo.

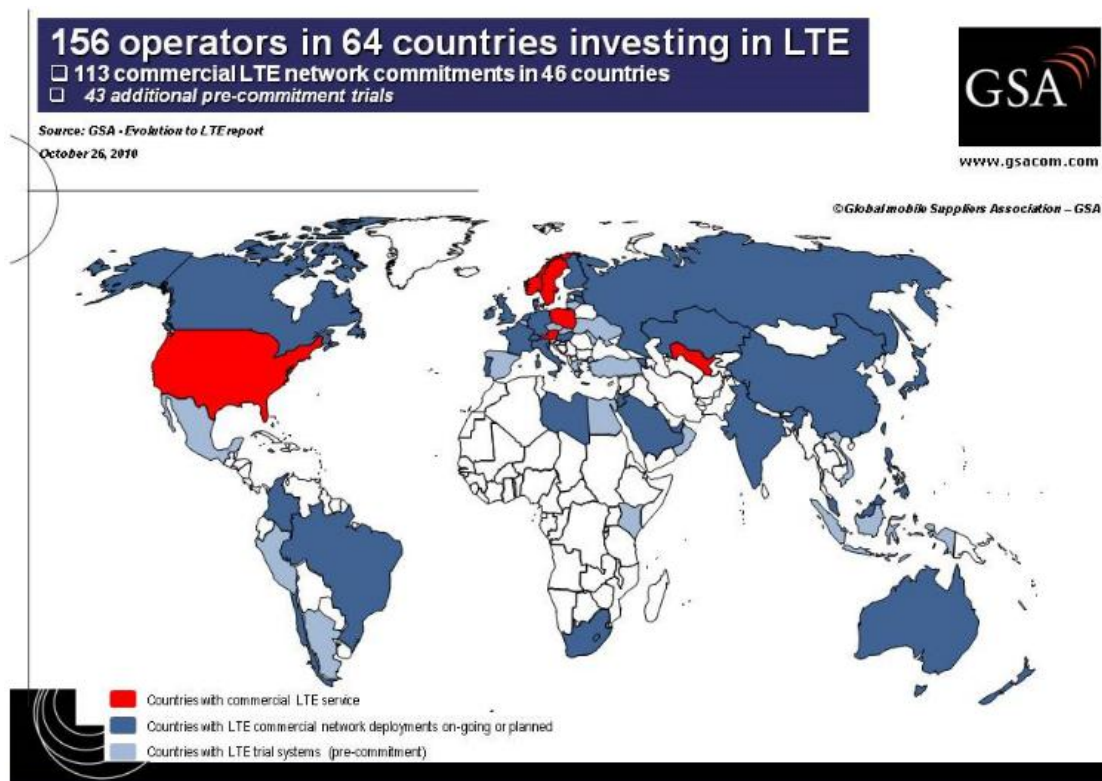


Figura 12. Status das redes LTE ao redor do mundo.



Figura 13. Redes WiMAX ao redor do mundo

O número de aparelhos celulares já ultrapassou o de telefones convencionais e a tendência é seguir crescendo. Segundo o site da ANATEL (Agência Nacional de

Telecomunicações), o número de celulares no Brasil atingiu a marca de 202,9 milhões de unidades. Este número é maior do que a população do país, de acordo com informações preliminares relativas ao Censo 2010 divulgadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A Tabela 6 apresenta dados de um relatório da ANATEL com o número de acessos móveis por região e por tecnologia, além das ERBs licenciadas por região no Brasil. As regiões do Plano Geral de Outorgas (PGO) estão divididas em concordância com o mapa da Figura 14.

Tabela 6. Relatório ANATEL tecnologias móveis em dez de 2010

					
Data/Hora: 03/02/2011 08:31					
Relatório de Acessos Móveis por Região/Tecnologia e ERBs Licenciadas					
Mês:	Dezembro				
Ano:	2010				
Acessos Móveis por Plano/Região					
Região	Pré-Pago	Pós-Pago	Total	Participação (%)	Densidade (acessos/100 hab.)
1	85.194.042	15.454.838	100.648.880	49,59	94,44
2	41.947.294	9.757.694	51.704.988	25,48	112,84
3	39.956.011	10.634.154	50.590.165	24,93	121,98
Total	167.097.347	35.846.686	202.944.033	100	104,68
Acessos Móveis por Tecnologia					
Tecnologia	Total	Participação (%)	Densidade (acessos/100 hab.)		
AMPS	0	0	0		
CDMA	4.181.936	2,06	2,16		
TDMA	25.440	0,01	0,01		
GSM	178.108.707	87,76	91,87		
WCDMA	14.613.895	7,2	7,54		
CDMA2000	0	0	0		
Terminais de Dados	6.014.055	2,96	3,1		
Total	202.944.033	100	104,68		
Estações Radiobase Licenciadas (ERB's)					
Região	Total	Participação (%)			
I	23101	46,56			
II	14370	28,96			
III	12142	24,47			
Total	49613	100			



Figura 14. Regiões do Plano Geral de Outorgas (PGO)

Concluindo, de acordo com os dados apresentados na Tabela 6, até dezembro de 2010 foram licenciadas no Brasil um total de 49613 ERBs com a distribuição geográfica ilustrada na Figura 15.

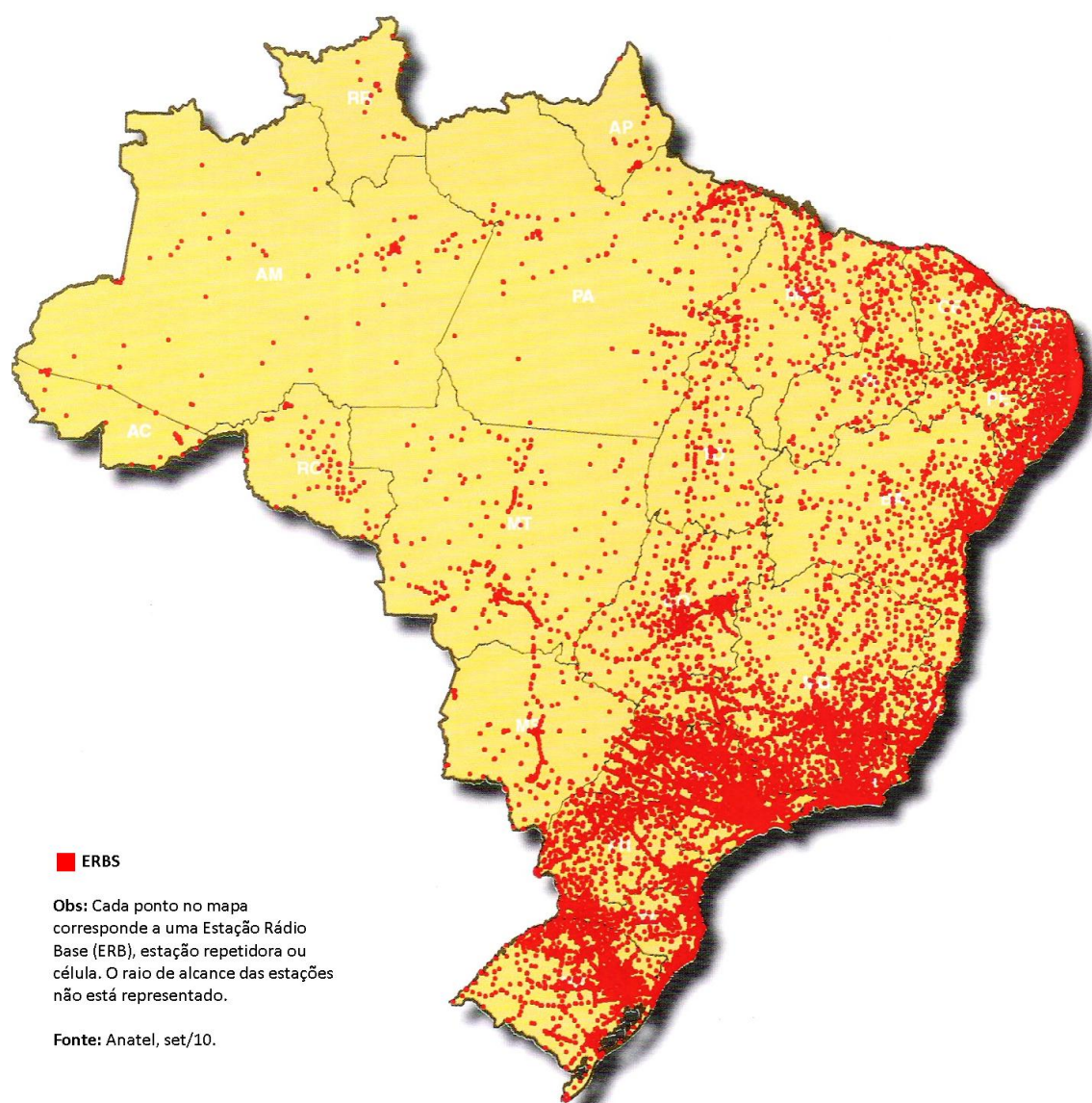


Figura 15 Distribuição de ERBs no Brasil

3 LIMITAÇÃO DA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE

Este Capítulo trata da questão relativa aos limites da exposição à radiação não ionizante adotados no Brasil e em outros países. Tais limites, em geral, estão associados a organizações internacionais responsáveis pelo estudo dos possíveis efeitos da radiação eletromagnética. Entretanto, como será visto, alguns países adotam uma regulamentação independente. A título de esclarecimento, este capítulo inclui as definições dos conceitos de radiação ionizante e radiação não ionizante.

3.1 Radiação Ionizante e Não Ionizante

A radiação pode ser definida como a propagação de energia através do espaço na forma de partículas ou ondas. Observar que existe uma diferença fundamental da radiação relativamente ao fenômeno da radiatividade, a qual pode ser definida como a propriedade de certos elementos químicos de elevado peso atômico (tório, rádio, urânio etc.) de emitir espontaneamente energia e partículas subatômicas, tais como, partículas alfa, beta, neutrinos, etc. A radiação é dita ionizante quando possui energia suficiente para “remover” um elétron da estrutura atômica do átomo. (Ferreira e Silva, 2004). No espectro de frequências, começando na faixa de raios ultravioletas (acima de 3×10^{15} Hz), as radiações ionizantes seguem com os raios-X, raios Gama e as radiações cósmicas. A Figura 16 ilustra o resultado deste tipo de radiação.

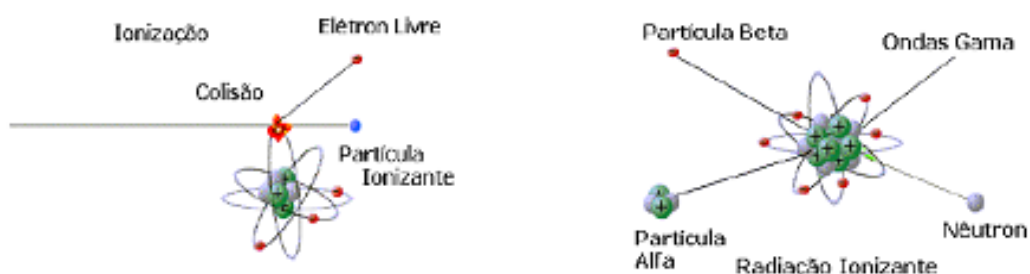


Figura 16. Efeito da radiação ionizante sobre o átomo

Tendo como maior risco biológico o câncer, as radiações ionizantes também podem causar danos ao DNA (Deoxyribonucleic acid) ou, em português, ADN - Ácido Desoxirribonucléico. Tecidos biológicos submetidos à exposição contínua de radiação ionizante podem sofrer danos irreversíveis e cumulativos.

A radiação não ionizante inclui as radiações do espectro eletromagnético que não têm energia suficiente para ionizar a matéria. Em outras palavras, a energia associada à radiação não é suficiente para “remover” elétrons dos átomos. Neste caso pode ocorrer a excitação do átomo, onde elétrons são levados a camadas mais externas da estrutura atômica do átomo, mas não são ejetados. Esta radiação cobre a faixa de frequências inferiores a 3×10^{15} Hz, incluindo os raios ultravioletas, a luz visível, o infravermelho, todo o espectro radioelétrico utilizado pelos sistemas de telecomunicações e a faixa de baixa frequência empregada para transmissão de energia elétrica.

Para que a radiação eletromagnética possa produzir algum efeito, em um tecido ou em qualquer substância, é necessário que haja transferência de energia desta radiação para o meio, e que esta energia seja absorvida. Os efeitos dessa absorção no tecido humano são de natureza térmica ou não-térmica, no que diz respeito às ondas eletromagnéticas não-ionizantes, dependendo se os efeitos são devidos à deposição de calor (efeito térmico) ou à interação direta do campo com as substâncias, sem transferência significativa de calor (efeito não-térmico). A radiação não ionizante gera efeito cumulativo, isto significa que só o período de exposição e a reação própria de cada organismo é que poderão comprovar se a radiação causa ou não efeitos biológicos. Isto porque a sensibilidade à radiação das células vivas varia de uma para outra. As células que têm mais atividade são mais sensíveis, pois a divisão celular requer que o ADN seja corretamente reproduzido para que uma nova célula possa ser gerada. (Bussinger, 2007)

3.2 Limites de Exposição no Brasil

Através da Resolução nº 303 de 2 de Julho de 2002, a ANATEL regulamenta a questão dos limites de exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos entre, 9 kHz e 300 GHz. O texto completo deste Regulamento encontra-se no Anexo I desta dissertação. Nesta Resolução foram adotados os limites de tolerância propostos pela Comissão Internacional para Proteção contra Radiações Não-Ionizantes (ICNIRP) para

avaliações quantitativas da exposição controlada e não controlada das radiações de radiofrequência (RF). Estes limites de tolerância estão baseados nas recomendações do Programa Ambiental das Nações Unidas/Organização Mundial de Saúde/Associação Internacional de Proteção a Radiações (UNEP/WHO/IRPA). Além de estabelecer limites, este Regulamento define métodos de avaliação e procedimentos a serem observados quando do licenciamento de estações de radiocomunicações.

O processo de avaliação da exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na faixa de RF (CEMRF) constitui-se, basicamente, na comparação dos valores medidos com Limites de Tolerância (LT) estabelecidos por lei. Cumpre destacar que, nesta Dissertação, o interesse está restrito à faixa de operação dos sistemas celulares. A Tabela 7 resume as faixas de operação dos sistemas celulares no Brasil.

Tabela 7. Faixas de radiofrequência do sistema celular no Brasil

	Sentido ERB -> EM	Sentido EM -> ERB
banda A	869 MHz a 891,5 MHz	824 MHz a 846,5 MHz
banda B	880 MHz a 894 MHz	835 MHz a 849 MHz
banda C	1820 MHz a 1835 MHz	1725 MHz a 1740 MHz
banda D	1805 MHz a 1820 MHz	1710 MHz a 1725 MHz
banda E	1835 MHz a 1850 MHz	1740 MHz a 1755 MHz

Os limites de exposição aos CEMRF, estabelecidos pela ANATEL, referem-se não apenas à exposição ocupacional, mas também à exposição da população em geral. A população dita ocupacionalmente exposta compreende adultos cujas atividades profissionais são realizadas em ambiente onde são conhecidas as condições de radiação e que são treinados para estar atentos ao risco potencial e tomar as precauções apropriadas. Em contraste, o público em geral consiste de pessoas de todas as idades e estados de saúde e pode incluir grupos ou indivíduos particularmente suscetíveis. Na maioria dos casos, tais indivíduos não têm consciência de sua exposição aos CEMRF. Além do que, não se pode esperar que, desconhecendo o problema, esta população tome precauções para minimizar ou evitar a exposição. É devido a estas considerações que se baseia a adoção de restrições mais rigorosas

para a exposição do público em geral, do que para a população exposta ocupacionalmente. (Anatel, 2002).

O parâmetro tomado por referência para balizar os limites de exposição é a taxa de absorção específica denominada SAR (*Specific Absorption Rate*), que corresponde à taxa de absorção de energia por tecidos do corpo, medida em *watt* por quilograma (W/kg). A SAR é a medida dosimétrica que tem sido amplamente adotada em radiofrequências superiores a cerca de 100 kHz. É importante ressaltar que todos os valores de SAR devem ter sua média temporal avaliada ao longo de qualquer período de 6 (seis) minutos. Outra observação importante é que os limites defendidos pela ANATEL são referentes apenas aos efeitos térmicos, não sendo tratada na citada Resolução os efeitos não-térmicos. A Tabela 8 apresenta as Restrições Básicas para os limites da exposição aos CEMRF, para radiofrequências entre 9 kHz e 10 GHz, em termos da taxa de absorção específica (SAR) média no corpo inteiro e da SAR localizada para cabeça e tronco e para os membros.

Tabela 8. Restrições Básicas para exposição aos CEMRF

Categoria da exposição	SAR médio de corpo inteiro (W/kg)	SAR localizada (cabeça e tronco) (W/kg)	SAR localizada (membros) (W/kg)
Ocupacional	0,4	10	20
Público em geral	0,08	2	4

3.3 Limitação da Exposição às Radiações Não-ionizantes em Outros Países

Os principais organismos de padronização, reconhecidos internacionalmente, basearam a definição de seus parâmetros técnicos para a instalação de estações rádio-base em resultados dos estudos dos efeitos biológicos das ondas de rádio. Os padrões de segurança mais difundidos e aceitos mundialmente foram desenvolvidos pelas seguintes entidades:

- *Institute of Eletrical and Eletronics Engineering – IEEE*, em conjunto com a *American National Standards Institute – ANSI*;
- *International Comission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP*;
- *National Council on Radiation Protection and Measurements – NCRP*.

Esses padrões de segurança são expressos em densidade de potência, que é medida em mW/cm^2 (*miliwatts* por centímetro quadrado), e são distintos para os casos de exposição ocupacional (dos trabalhadores) e não ocupacional (público em geral). Como a taxa de absorção de energia – SAR, parâmetro que realmente interessa quando se trata de analisar os efeitos biológicos da radiação eletromagnética, é de difícil medição rotineira, o que se mede, na prática, é a densidade de potência, medida que permite o cálculo posterior da SAR. A Tabela 9 apresenta os limites máximos da densidade de potência para limitação da exposição do público em geral, estabelecida pelos organismos de padronização citados. Nos locais onde estão instaladas várias antenas rádio-base, os limites aplicam-se ao somatório da radiação total por elas emitida.

Tabela 9. Limites máximos da densidade de potência para limitação da exposição do público em geral.

Organismo	Densidade de potência (mW / cm^2)	
	800 MHz	1800 MHz
ANSI/IEEE	0,57	1,20
ICNIRP	0,40	0,90
NCRP	0,57	1,00

Os limites da densidade de potência são mais rígidos para as frequências mais baixas, pois o corpo humano absorve mais radiação na faixa de frequência de 800 a 900 MHz do que na faixa de 1800 a 2000 MHz. Tanto a ANSI, como a ICNIRP e a NCRP, concordam que a exposição do público em geral deve ser mantida abaixo de uma SAR de 0,08 W/kg. Esse número foi obtido aplicando uma margem de segurança de 50 vezes (margem de 10 vezes, no caso de exposição ocupacional, e de mais 5 vezes, no caso de exposição do público em geral) sobre o valor 4W/kg, valor a partir do qual se observam efeitos biológicos sobre o corpo

humano. As diferenças observadas nos limites apresentados na tabela anterior devem-se, portanto, a entendimentos diversos sobre a relação entre SAR e densidade de potência.

A Organização Mundial de Saúde, com base nos resultados obtidos até o momento em estudos realizados dentro do Projeto Internacional EMF (*Electromagnetic Fields*), recomenda a adoção dos limites de exposição estabelecidos pela ICNIRP, pelo menos até que se comprove a existência de outros efeitos danosos à saúde (efeitos não térmicos), que não foram considerados na definição desses limites. A seguir, a título de ilustração, são apresentados diferentes limites de exposição à radiação não ionizantes adotados por diversos países e organizações governamentais.

A *Federal Communications Commission* – FCC, agência reguladora do setor de telecomunicações nos Estados Unidos, adotava até 1996 o padrão ANSI/IEEE de 1982, que foi desenvolvido mais para definir limites de exposição ocupacional do que do público em geral. A partir de 1996, por solicitação da Agência de Proteção Ambiental – EPA, a FCC passou a adotar um novo padrão, baseado em uma combinação entre o padrão da ANSI/IEEE de 1992 e limites estabelecidos pela NCRP em 1986. Atualmente, os limites adotados pela FCC são: 0,57 mW/cm² para 800 MHz e 1,0 mW/cm² para 1800 MHz. O governo canadense adota desde 1993, nas frequências de operação dos sistemas celulares, os padrões da FCC, que se situam um pouco acima dos limites estabelecidos pela ICNIRP.

O Reino Unido que, até meados de 2000, adotava limites próprios, estabelecidos pelo NRPB - *National Radiological Protection Board* (33 mW/cm² em 800 MHz e 100 mW/cm² para 1800 MHz), passou a utilizar, recentemente, o padrão da ICNIRP, por recomendação do Grupo Independente de Especialistas em Telefonia Móvel e Saúde – IEGMP (*Independent Expert Group on Mobile Phones*), instituído pelo governo britânico para estudar os possíveis efeitos da radiação dos aparelhos celulares e das estações rádio-base (ERB) sobre a saúde humana. O Relatório *Stewart*, publicado em junho de 2000, recomendou a adoção das diretrizes do ICNIRP com base numa postura de precaução, uma vez que tais diretrizes são mais restritivas do que as adotadas anteriormente.

A recomendação do IEGMP de redução dos limites exposição, adotados na Inglaterra, foi considerada pertinente pelo *National Radiation Protection Board* – NRPB, que passou a adotar os limites da ICNIRP. Em 2003, a NRPB montou outro grupo de especialistas - *Advisory Group on Non-Ionizing Radiation* – AGNIR, que reviu as pesquisas publicadas a partir do Relatório *Stewart*. A principal conclusão do referido grupo é de que as evidências

sugerem não existir efeitos adversos sobre a saúde da exposição a radiofrequências abaixo de limites estabelecidos. Porém, devido ao fato de haver limitações nas pesquisas e de que o uso disseminado da tecnologia móvel é ainda recente, sugeriu a continuidade das pesquisas sobre o assunto, pois ainda permanece a possibilidade de que existam efeitos na saúde causados pela exposição a campos eletromagnéticos na faixa de radiofrequência, mesmo quando respeitados os limites de exposição.

As outras recomendações do IEGMP foram implementadas pelo órgão regulador de telecomunicações na Inglaterra, a *Radiocommunications Agency*, que disponibiliza sítio na *Internet*, no qual podem ser acessados os dados sobre todas as ERBs instaladas naquele país (operadora, altura de antena, frequência de operação, potência transmitida e potência autorizada e medidas realizadas nas escolas situadas próximas de estações).

As diretrizes do ICNIRP para a exposição do público em geral também foram incorporadas, desde 1999, pela União Européia. Em 2001, extenso trabalho sobre os possíveis efeitos dos campos eletromagnéticos sobre a saúde humana preparado pelo Comitê Científico sobre Toxicidade e Meio Ambiente daquela instituição não motivou nenhuma mudança nos limites adotados. Apesar dessas recomendações terem sido aprovadas por todos os membros da União Européia, alguns países ainda adotam limites de exposição próprios.

O Conselho Federal de Comunicações da Suíça editou, em 1999, o Regulamento para Proteção contra Radiação Não Ionizante. Para a comunicação móvel, os limites de exposição são muito menores que os estabelecidos pelos organismos de padronização citados ($0,0042 \text{ mW/cm}^2$ para 800 MHz e $0,0095 \text{ mW/cm}^2$ para 1800 MHz). A intenção explícita do governo suíço foi de diminuir os limites de exposição recomendados, de forma que os níveis adotados pudessem ser mais conservadores e, ao mesmo tempo, econômica e tecnicamente possíveis de serem atendidos. Os limites, segundo esse entendimento, permitiriam a instalação ou a manutenção da maioria das antenas, podendo excluir apenas aquelas montadas em edifícios, estruturas baixas ou muito próximas de residências.

O governo italiano estabeleceu, por meio de decreto, as normas de determinação dos limites máximos de exposição às radiofrequências compatíveis com a saúde humana. O padrão de segurança na faixa de operação dos celulares é de $0,1 \text{ mW/cm}^2$. Para situações nas quais a exposição exceda quatro horas por dia, o limite é reduzido para $0,01 \text{ mW/cm}^2$. Já a Grécia adota limites que correspondem a 80% dos valores estabelecidos pela ICNIRP.

Na Austrália, ao longo dos anos, houve mudanças substanciais nos limites de exposição adotados. O primeiro padrão estabelecido pelo governo australiano data de 1990. Definido pela *Standards Association of Australia*, a padronização limitava a exposição nas frequências utilizadas pelo serviço móvel celular a $0,2 \text{ mW/cm}^2$, algumas vezes menor que os padrões da ICNIRP, do ANSI/IEEE e da NCRP. A partir de 2002, a ARPANSA – *Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency* adotou um novo conjunto de padrões. Embora as normas sigam, em geral, os limites da ICNIRP, há recomendações no sentido de minimizar, quando apropriado, a exposição a radiofrequências desnecessária ou incidental, desde que esse objetivo possa ser atingido a custos razoáveis. Já a Nova Zelândia adota padronização que se alinha totalmente com a da ICNIRP desde 1999.

Na Tabela 10 são apresentados os limites de exposição aos campos eletromagnéticos, em alguns países, na faixa de telefonia celular.

Tabela 10. Limites máximos da densidade de potência para limitação da exposição do público em geral, nos diversos países.

País	Densidade de Potência (mW/cm ²)	
	800 MHz	1800 MHz
Alemanha	1,0	1,0
Austrália	0,40	0,90
Áustria	0,0001	0,0001
Brasil	0,40	0,90
Canadá	0,57	1,0
Estados Unidos (EUA)	0,57	1,0
Grécia	0,32	0,72
ICNIRP	0,40	0,90
Itália	0,01	0,01
Luxemburgo	0,01	0,01
Nova Zelândia	0,40	0,90
Polônia	0,01	0,01
Reino Unido	0,40	0,90
Rússia	1,0	1,0
Suécia	1,0	1,0
Suíça	0,0042	0,0095
Turquia	0,40	0,90

4 EFEITOS BIOLÓGICOS E ESTRUTURAS DO CORPO HUMANO

Em 1993, um cidadão dos EUA, David Reynard, apareceu em um programa de TV de grande audiência daquele país, alegando que o uso do celular havia causado ou exacerbado o câncer que matara sua esposa. Este cidadão havia processado tanto a empresa que desenvolvera o aparelho celular, quanto a empresa local de telefonia da qual ele e sua família eram assinantes. Deu-se, então, início a uma grande discussão, onde no centro dos debates aparecia uma norma do *Institute of Electrical and Electronic Engineering* (IEEE), a C95.1-1991 (Ieee, 1991), que estabelecia limiares de segurança quanto à exposição à irradiação não-ionizante. Tal norma estava, inclusive, para ser adotada pela FCC, e representava o resultado de 8 anos de trabalho de 125 engenheiros, biofísicos e pesquisadores de câncer. Devido à falta de evidência científica válida, uma Corte Federal cancelou o processo judicial de Reynard em 1995. Entretanto, o caso mostrou a falta de respostas satisfatórias para a questão. Surgiu, então, uma nova onda de pesquisas explorando os possíveis efeitos da irradiação não-ionizante dos celulares à saúde humana. (Dias e Siqueira, 2002)

Neste capítulo será apresentada a conceituação de efeito biológico, efeito térmico e efeito não térmico, conceitos de genética e biologia celular e a barreira hematoencefálica, além de exemplos de artigos internacionais com estudos sobre efeitos biológicos envolvendo estas estruturas. Cumpre ressaltar que, para que a tradução não prejudique o entendimento de cada artigo, primeiramente, os trechos selecionados são transcritos em inglês. Embora tais artigos não sejam conclusivos, servem para enfatizar a necessidade e a importância de um maior aprofundamento das pesquisas sobre o assunto.

4.1 Efeitos Biológicos

Segundo as definições encontradas no *site* da ANATEL, a expressão "efeito biológico" é muitas vezes erroneamente entendida como sinônimo de "perigo à saúde". Na realidade, "efeito biológico", para o ser humano, é apenas uma resposta a um estímulo externo, no caso, à energia das ondas eletromagnéticas. Esta resposta pode ou não representar um perigo à saúde. Já risco é uma medida do perigo associado ao efeito. Pode-se conceituar os efeitos biológicos como respostas mensuráveis a um estímulo específico, como a exposição do organismo, por longos períodos de tempo, às radiações não ionizantes das comunicações

móveis celulares, que podem gerar mudanças por estressar o organismo, apesar de o corpo humano possuir seus mecanismos regulatórios. (Bussinger, 2007). Conforme visto no capítulo anterior, os principais efeitos biológicos das ondas eletromagnéticas podem, genericamente, ser divididos em dois tipos: “efeitos térmicos” e “efeitos não térmicos”, que serão considerados a seguir. (Salles, Fernandez *et al.*, 2001)

4.1.1 Efeitos Térmicos

Os efeitos térmicos são resultantes de um aquecimento direto dos tecidos devido à absorção de parte da energia transportada pela onda eletromagnética incidente. Quando a radiação eletromagnética é absorvida, é convertida em calor. Um mecanismo compreensível do efeito da radiação eletromagnética é o aquecimento dos tecidos (efeito térmico). Os sistemas biológicos alteram suas funções como resultado da mudança de temperatura. (Lai, 1998). As normas, mundialmente difundidas para níveis de exposição a campos eletromagnéticos, consideram apenas os efeitos térmicos. As simulações da SAR são baseadas unicamente nestas normas.

A resposta térmica de um corpo depende da SAR, da cobertura do corpo, do sistema termo-regulatório, das condições fisiológicas, do meio ambiente e, no caso de irradiação incidindo apenas sobre uma parte específica do corpo, da vascularização nesta região. Sob circunstâncias normais, os vasos sanguíneos se dilatam com o aquecimento e o mesmo é removido pela corrente sanguínea. (Bussinger, 2007). É importante ressaltar que as radiações na faixa de radiofrequência usadas pelos equipamentos de telecomunicações, diferentemente do que acontece em frequências mais elevadas como, por exemplo, no infra vermelho, não são apenas absorvidas pela pele. Existe penetração em camadas mais profundas do corpo que podem causar um aumento de temperatura, não percebido pelos sensores térmicos naturais, que são localizados superficialmente. (Salles e Fernández, 2004)

4.1.2 Efeitos Não Térmicos

Os efeitos não térmicos são provocados pela interação direta do campo eletromagnético com as moléculas que formam o tecido, e não por um aumento localizado ou

distribuído de temperatura no organismo. A interação dos campos eletromagnéticos com os sistemas biológicos pode resultar em alterações destes, gerando efeitos causados diretamente pelo campo eletromagnético induzido nos tecidos. Entre os principais efeitos não térmicos descritos na literatura, citaremos os efeitos ligados aos DNA, à expressão de proteínas, ao cérebro e à barreira hematoencefálica. Neste contexto, conceitos de genética e biologia molecular serão apresentados a seguir.

4.2 Genética e Biologia Molecular

A vida é determinada pelos genomas. Cada organismo, incluindo o humano, possui um genoma, que contém todas as informações necessárias para a construção e manutenção de um organismo vivo. A informação biológica contida no genoma é codificada pelo DNA (Ácido Desoxirribonucléico), que se divide em unidades menores chamadas genes. Genes codificam proteínas que promovem uma série de reações conhecidas como expressão gênica. (Andrade, 2003)

4.2.1 Ácido Desoxirribonucléico (DNA)

O DNA encontra-se dentro de cada célula, tendo a função de manter e codificar a informação genética. O DNA é constituído por uma hélice dupla conectada uma à outra pelo pareamento químico de uma base em uma hélice com a sua parceira específica na outra. Os pares de base são compostos de nucleotídeos (adenina-timidina – A-T – e citosina-guanina – G-C), sendo complementares, o que torna a molécula de DNA hábil a manter a informação genética. A Figura 17 apresenta a hélice dupla do DNA.

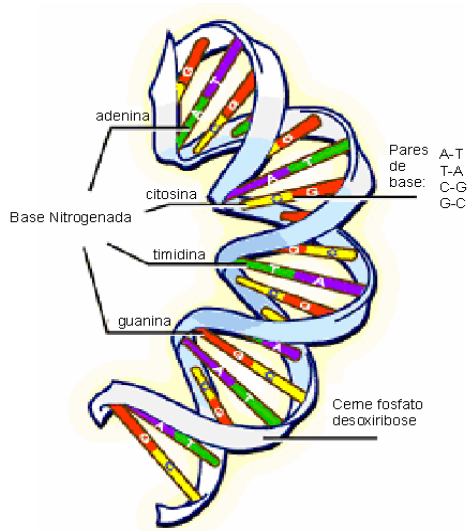


Figura 17. Hélice dupla de DNA

4.2.2 Ácido Ribonucléico

O Ácido Ribonucléico (RNA) é uma cadeia cujos nucleotídeos estão dispostos de forma similar ao DNA. A Figura 18 apresenta a representação do RNA. A base uracina substitui a timina presente no DNA, assim como o açúcar passa a ser uma ribose em vez da desoxirribose, que integra a estrutura do DNA. O RNA é, na sua maior parte, uma molécula de hélice simples, que foi copiada de uma das hélices do DNA. O RNA mensageiro (mRNA) carrega a informação codificada pelo DNA, sendo transcrito em uma proteína específica. (Andrade, 2003)

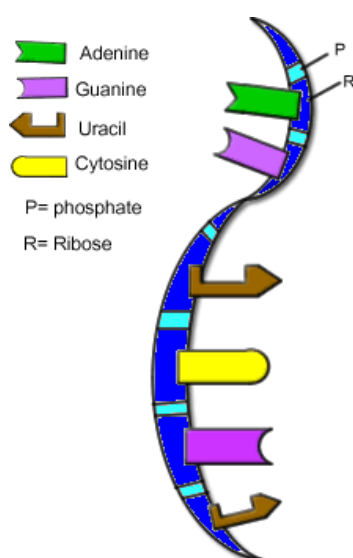


Figura 18. Hélice simples de RNA

4.2.3 Proteínas

Ainda que o DNA carregue a informação genética da célula, as proteínas executam o trabalho. (Andrade, 2003). As proteínas são macromoléculas complexas, compostas por aminoácidos, relacionadas com todas as atividades celulares, sendo o instrumento molecular que possibilita a atividade celular. (Mader, 2004; Karp, 2005)

4.2.3.1 Estrutura da Proteínas

Proteínas são longas cadeias contendo, basicamente, 20 tipos diferentes de aminoácidos (unidades fundamentais de uma molécula de proteína). Cada proteína apresenta uma sequência única de aminoácidos, que permite à molécula uma propriedade específica, ou seja, que se repetem numa sequência característica para cada uma delas. Esta sequência é conhecida como estruturas: primária, secundária, terciária e quaternária. Cada um destes níveis de organização enfatiza um aspecto de diferentes interações. O primeiro nível, estrutura primária, refere-se à sequência de aminoácidos da proteína, enquanto os outros três níveis referem-se à conformação espacial das proteínas. (Andrade, 2003; Karp, 2005)

4.2.3.2 Funções das Proteínas

Cada célula contém milhares de proteínas que executam uma infinidade de funções, incluindo as seguintes:

As proteínas como o colágeno e a queratina (que compõe cabelo e unhas) são proteínas estruturais fibrosas que dão suporte aos ligamentos, tendões e pele.

Muitos hormônios, que são os mensageiros que influenciam o metabolismo celular, são proteínas.

As proteínas actina e miosina são responsáveis pela circulação das células e pela capacidade de nossos músculos se contraírem.

Algumas proteínas transportam moléculas no sangue, por exemplo, a hemoglobina é uma proteína complexa em nosso sangue, que transporta o oxigênio.

Os anticorpos no sangue e outros fluidos corporais são proteínas que combinam com os micróbios patogênicos ou suas toxinas.

As enzimas são proteínas globulares que aceleram as reações químicas. (Mader, 2004)

4.2.3.3 Síntese de Proteínas

O RNA transportador (tRNA) participa da formação de proteínas e o mRNA é utilizado como molde para síntese ou fabricação de proteínas, conforme ilustrado na Figura 19. (Andrade, 2003)

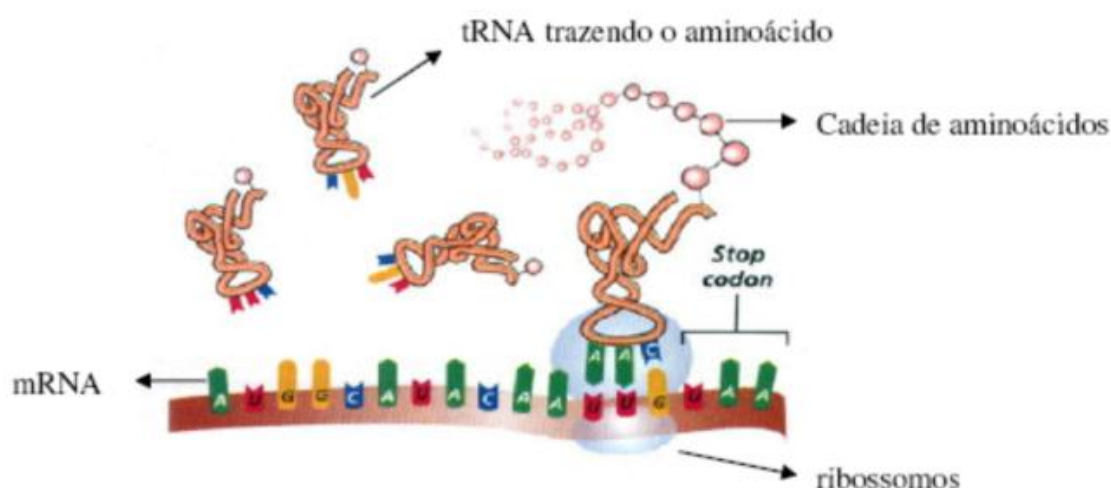


Figura 19. Síntese de Proteínas

A transferência do código do DNA para o RNA é chamada de transcrição, e acontece no núcleo da célula. Decifrar o código genético a partir do mRNA resultante é um processo mais complexo, que requer a participação dos ribossomos e a leitura de blocos de três bases do RNA, os códons, onde cada códon especifica uma aminoácido específico. Este processo é chamado tradução. A Figura 20 apresenta o mecanismo de expressão dos genes.

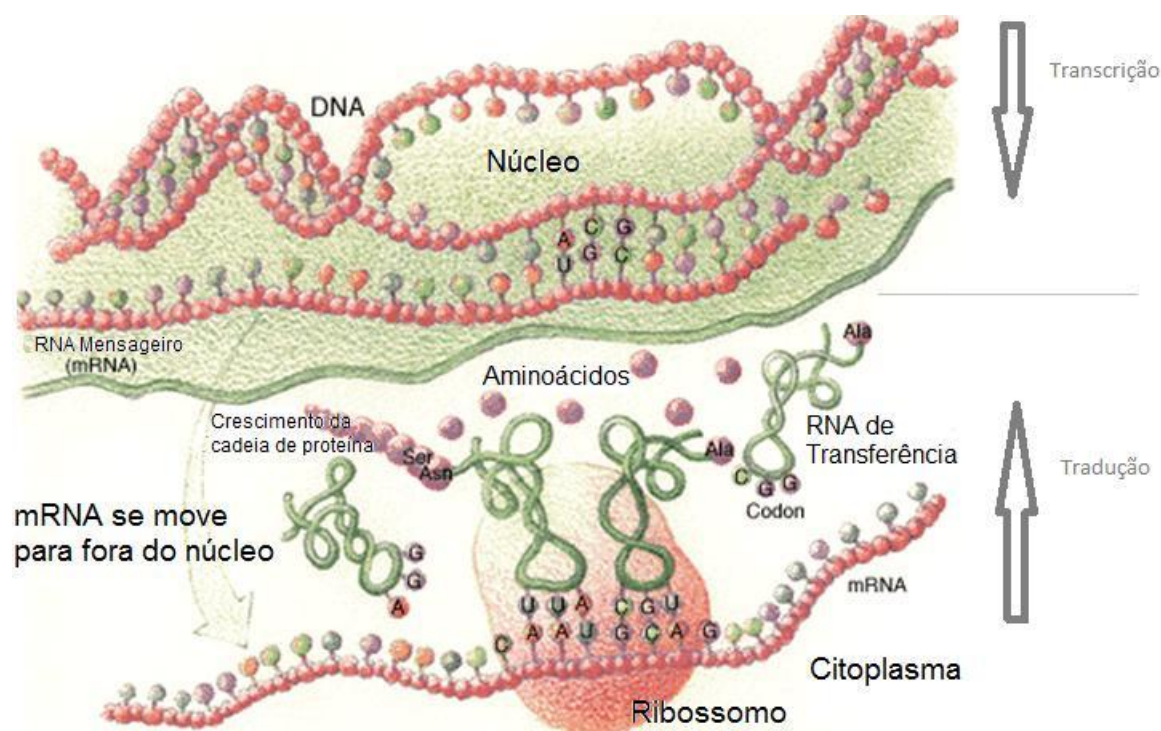


Figura 20. Mecanismo de expressão dos genes

4.2.3.4 Proteínas de Choque Térmico (*Heat Shock Protein* – HSP)

As proteínas de choque térmico têm sua síntese ampliada, quando as células são expostas a elevadas temperaturas ou estresses (Bussinger, 2007). As proteínas de choque térmico são essenciais para a sobrevivência de células confrontadas com um agente ambiental estressante. O termo proteína de choque térmico (HSP) tem sido usado para proteínas induzidas por calor. A expressão de HSP também pode ser induzida por estresse oxidativo, mecânico e por citocininas. Muitos destes agentes estressantes têm em comum a capacidade de afetarem de modo adverso a conformação correta e, conseqüentemente, a função das proteínas. As HSP podem ser agrupadas por suas massas moleculares em famílias, sendo as mais comuns: HSP110, HSP100, HSP90, HSP70, HSP60, HSP47 e HSP27.

As HSP não são induzidas apenas em situação de estresse. Há componentes desta classe de proteínas que são expressos constitutivamente (*Heat-Shock Cognate* - HSC), ou seja, células não submetidas à condição de estresse (Junior, 2005). As HSP atuam como proteínas chaperonas, que têm por finalidade, assistir às outras proteínas na obtenção de seu

dobramento apropriado, com função de gerenciar em ambiente seguro e apropriado. São como “protetoras moleculares”.

4.2.4 Trabalhos científicos sobre DNA e Expressão de Proteínas

Inúmeros trabalhos científicos têm sido publicados relatando estudos de efeitos biológicos no DNA e nas proteínas. A seguir serão apresentados alguns destes trabalhos.

No artigo: *Increased protein synthesis by cells exposed to a 1,800-MHz radio-frequency mobile phone electromagnetic field, detected by proteome profiling* (Gerner, Haudek et al., 2010), diz-se:

PURPOSE: To investigate whether or not low intensity radio frequency electromagnetic field exposure (RF-EME) associated with mobile phone use can affect human cells, we used a sensitive proteome analysis method to study changes in protein synthesis in cultured human cells. (...) CONCLUSION: Our finding of an association between metabolic activity and the observed cellular reaction to low intensity RF-EME may reconcile conflicting results of previous studies. We further postulate that the observed increased protein synthesis reflects an increased rate of protein turnover stemming from protein folding problems caused by the interference of radio-frequency electromagnetic fields with hydrogen bonds. Our observations do not directly imply a health risk. However, vis-a-vis a synopsis of reports on cells stress and DNA breaks, after short and longer exposure, on active and inactive cells, our findings may contribute to the re-evaluation of previous reports.

Tradução livre:

Aumento da síntese de proteínas pelas células expostas a campo eletromagnético de rádio-freqüência de telefone móvel de 1800 MHz, detectada através da caracterização do proteoma

OBJETIVO: Para investigar se a exposição a campos eletromagnéticos de rádio freqüência de baixa intensidade, associados ao uso de telefone celular, pode afetar células humanas, foi utilizado um método de análise do proteoma sensível para estudar mudanças na síntese protéica em culturas de células humanas. (...) CONCLUSÃO: A descoberta de uma associação entre a atividade metabólica e a reação celular a campos eletromagnéticos de rádio freqüência de baixa intensidade observada pode conciliar resultados contraditórios de estudos

anteriores. Nós ainda postulamos que o aumento da síntese de proteínas observado reflete um aumento da taxa de *turnover* de proteínas, decorrentes de problemas de dobramento de proteínas, causada pela interferência de campos electromagnéticos de rádio-frequência com ligações de hidrogênio. Nossas observações não implicam diretamente em um risco para a saúde, no entanto, através de um resumo de relatórios sobre estresses de células e quebra do DNA, após curta e longa exposição, sobre as células ativas e inativas, nossas descobertas podem contribuir para a reavaliação dos relatórios anteriores.

No artigo: *Mobile phone base station-emitted radiation does not induce phosphorylation of Hsp27* (Hirose, Sakuma *et al.*, 2007), diz-se:

An in vitro study focusing on the effects of low-level radiofrequency (RF) fields from mobile radio base stations employing the International Mobile Telecommunication 2000 (IMT-2000) cellular system was conducted to test the hypothesis that modulated RF fields act to induce phosphorylation and overexpression of heat shock protein hsp27. (...) Under the RF field exposure conditions described above, no significant differences in the expression levels of phosphorylated hsp27 at serine 82 (hsp27[pS82]) were observed between the test groups exposed to W-CDMA or CW signal and the sham-exposed negative controls, as evaluated immediately after the exposure periods by bead-based multiplex assays. Moreover, no noticeable differences in the gene expression of hsps were observed between the test groups and the negative controls by DNA Chip analysis. Our results confirm that exposure to low-level RF field up to 800 mW/kg does not induce phosphorylation of hsp27 or expression of hsp gene family.

Tradução livre:

Radiação emitida por estação rádio base de telefonia móvel não induz a fosforilação da Hsp27

Um estudo *in vitro* com foco nos efeitos da radiofrequência (RF) de baixo nível das estações rádio base móveis que empregam o sistema celular *International Mobile Telecommunication 2000* (IMT-2000), foi conduzido para testar a hipótese de que os campos de RF modulados atuam para induzir a fosforilação e superexpressão de proteínas de choque térmico hsp27. (...) Sob as condições de exposição a campos RF acima descritas, nenhuma diferença significativa nos níveis de expressão de HSP27 fosforilada na serina 82 (hsp27 [PS82]) foi observada entre os grupos de teste expostos ao sinal de W-CDMA ou de CW e o

grupo de controle negativo, como avaliado imediatamente após os períodos de exposição por meio de ensaios multiplex baseado em grânulos. Além disso, nenhuma diferença perceptível na expressão gênica das HSPs foi observada entre os grupos de teste e o grupo de controle negativo por análise de DNA. Nossos resultados confirmam que a exposição à RF de baixo nível de campo de até 800 mW / kg não induz a fosforilação da HSP27 ou expressão do gene da família de HSP.

No artigo: *HSP70 expression in human trophoblast cells exposed to different 1.8 Ghz mobile phone signals* (Franzellitti, Valbonesi *et al.*, 2008), diz-se:

The heat-shock proteins (HSPs) are important cellular stress markers and have been proposed as candidates to infer biological effects of high-frequency electromagnetic fields (EMFs). In the current study, HSP70 gene and protein expression were evaluated in cells of the human trophoblast cell line HTR-8/SVneo after prolonged exposure (4 to 24 h) to 1.8 GHz continuous-wave (CW) and different GSM signals (GSM-217Hz and GSM-Talk) to assess the possible effects of time and modulation schemes on cell responses. Inducible HSP70 protein expression was not modified by high-frequency EMFs under any condition tested. The inducible HSP70A, HSP70B and the constitutive HSC70 transcripts did not change in cells exposed to high-frequency EMFs with the different modulation schemes. Instead, levels of the inducible HSP70C transcript were significantly enhanced after 24 h exposure to GSM-217Hz signals and reduced after 4 and 16 h exposure to GSM-Talk signals. As in other cell systems, in HTR-8/SVneo cells the response to high-frequency EMFs was detected at the mRNA level after exposure to amplitude-modulated GSM signals. The present results suggest that the expression analysis for multiple transcripts, though encoding the same or similar protein products, can be highly informative and may account for subtle changes not detected at the protein level.

Tradução livre:

Expressão da HSP70 em células trofoblásticas humanas expostas a diferentes sinais de telefonia móvel de 1,8 GHz

As proteínas de choque térmico (HSPs) são importantes marcadores de estresse celular e têm sido propostos como candidatos para inferir efeitos biológicos de campos electromagnéticos (CEM) de alta frequência. No atual estudo, a expressão de gene e de proteína da HSP70 foram avaliados em células da linha celular humana de trofoblasto HTR-

8/SVneo após uma exposição prolongada (4-24 h) à onda contínua (OC) de 1,8 GHz e diferentes sinais de GSM (GSM-217 Hz e conversação-GSM) para avaliar os possíveis efeitos nos regimes de tempo e modulação na resposta das células. A expressão da proteína HSP70 induzível não foi modificada pelo CEM de alta frequência em qualquer condição testada. A HSP70A, HSP70B induzíveis e as transcrições Hsc70 constitutivas não se alteraram em células expostas ao CEM de alta frequência com os diferentes esquemas de modulação. Em vez disso, os níveis de transcrição de HSP70C induzível foram significativamente reforçadas após 24 h de exposição a sinais GSM-217 Hz e reduziu após 4 e 16 horas de exposição aos sinais de conversação GSM. Como em outros sistemas celulares, em células HTR-8/SVneo a resposta a CEM de alta frequência foi detectada no nível de mRNA após a exposição a sinais GSM amplitude-modulada. Os resultados sugerem que a análise de expressão para transcrições múltiplas, embora codificando os mesmos ou similares produtos de proteína, pode ser altamente informativa e podem ser responsáveis por mudanças sutis, não detectadas ao nível da proteína.

4.3 Barreira Hematoencefálica (*Blood Brain Barrier – BBB*)

A Barreira hematoencefálica é uma barreira transportadora e tem a função de evitar a entrada de algumas substâncias no cérebro, além de promover a saída de outras substâncias. Em outras palavras, trata-se de uma barreira hidrofóbica, formada por células endoteliais vasculares dos capilares no cérebro, com fortes junções entre as células endoteliais. Ela protege o cérebro dos mamíferos de compostos potencialmente nocivos que possam estar no sangue, mantendo, assim, um ambiente químico protegido e constante para o bom funcionamento do cérebro. (Bussinger, 2007; Nittby, Brun *et al.*, 2009)

A Barreira hematoencefálica pode ser “quebrada” por:

- Alta pressão arterial;
- Não estar totalmente formada em recém-nascidos;
- Hiperosmolaridade, se uma substância estiver presente em grandes concentrações no sangue, ela pode conseguir entrar “à força” pela Barreira hematoencefálica;
- Agentes infecciosos;

- Trauma, isquemia, inflamação e lesões cerebrais como as causadas pela esclerose múltipla;
- Exposição à radiação, na faixa de rádio frequências. (Bussinger, 2007)

4.3.1 Trabalhos científicos sobre Barreira Hematoencefálica

No artigo: *Exposure to an 890-MHz mobile phone-like signal and serum levels of S100B and transthyretin in volunteers* (Soderqvist, Carlberg *et al.*, 2009), diz-se:

Whether low-intensity non-thermal microwave radiation alters the integrity of the blood-brain barrier has been debated since the late 1970s, yet no experimental study has been carried out on humans. The aim of this study was to test, using peripheral markers, whether exposure to a mobile phone-like signal alters the integrity of the human blood-brain and blood-cerebrospinal fluid barriers. A provocation study was carried out that exposed 41 volunteers to a 30 min GSM 890 MHz signal with an average specific energy absorption rate distribution of 1.0 W/kg in the temporal area of the head as measured over any 1g of contiguous tissue. The outcome was assessed by changes in serum concentrations of two putative markers of brain barrier integrity, S100B and transthyretin. Repeated blood sampling before and after the provocation showed no statistically significant increase in the serum levels of S100B, while for transthyretin a statistically significant increase was seen in the final blood sample 60 min after the end of the provocation as compared to the prior sample taken immediately after provocation ($p=0.02$). The clinical significance of this finding, if any, is unknown. Further randomized studies with use of additional more brain specific markers are needed.

Tradução livre:

Exposição a um sinal similar ao de telefonia móvel na faixa de 890-MHz e níveis séricos de S100B e transtirretina em voluntários

Tem sido debatido, desde o final de 1970, se a radiação não-térmica de microondas de baixa intensidade altera a integridade da barreira hematoencefálica. Até o momento nenhum estudo experimental havia sido realizado em humanos. O objetivo deste estudo foi testar, por meio de marcadores periféricos, se a exposição a um sinal similar ao de telefonia móvel altera a integridade das barreiras hematoencefálica e fluido hemato-cerebrospinal de humanos. Um

estudo provocativo foi realizado expondo 41 voluntários a um sinal GSM 890 MHz por 30 minutos, com uma distribuição média de taxa de absorção específica de energia de 1,0 W / kg na região temporal da cabeça, medida em qualquer 1g de tecido contíguo. O resultado foi avaliado por mudanças nas concentrações séricas de dois marcadores putativos de integridade da barreira hematoencefálica, S100B e transtirretina. Repetidas amostras de sangue, antes e após a provocação, não mostraram aumento estatisticamente significativo nos níveis séricos de S100B. No que diz respeito à transtirretina, um aumento estatisticamente significativo foi observado na amostra de sangue ao final de 60 minutos comparativamente à amostra tomada imediatamente após a provocação ($p = 0,02$). O significado clínico desta descoberta, se houver, é desconhecido. São necessários mais estudos randomizados com a utilização adicional de marcadores de cérebro mais específicos.

No artigo: *Expression of the water channel protein, aquaporin-4, in mouse brains exposed to mobile telephone radiofrequency fields* (Finnie, Blumbergs et al., 2009), diz-se:

AIM: To determine whether exposure to mobile telephone radiofrequency (RF) fields, either acutely or long-term, produces up-regulation of the water channel protein, aquaporin-4 (AQP-4). METHODS: Using a purpose-designed exposure system at 900 MHz, mice were given a single, far-field whole body exposure at a specific absorption rate of 4 W/kg for 60 minutes or a similar exposure on 5 successive days/week for 104 weeks. Control mice were sham-exposed or freely mobile in a cage to control for any stress caused by restraint in the exposure module. A positive control group was given a clostridial toxin known to cause microvascular endothelial injury, severe vasogenic oedema and upregulation of AQP-4. Brains were perfusion fixed with 4% paraformaldehyde, coronal sections cut from six levels, and immunostained for the principal water channel protein in brain, AQP-4. RESULTS: There was no increase in AQP-4 expression in brains exposed to mobile phone microwaves compared to control (sham exposed and freely moving caged mice) brains after short or protracted exposure, while AQP-4 was substantially upregulated in the brains of mice given the clostridial toxin. CONCLUSION: Brains exposed to mobile telephone RF fields for a short (60 minutes) or long (2 years) duration did not show any immunohistochemically detectable up-regulation of the water channel protein, AQP-4, suggesting that there was no significant increase in blood-brain barrier permeability.

Tradução livre:

Expressão da proteína de canal de água, aquaporina-4, em cérebros de camundongos expostos a campos de radiofrequência de telefonia móvel

OBJETIVO: Determinar se a exposição a radiofrequência (RF) de telefonia móvel, aguda ou a longo prazo, produz sobreexpressão da proteína de canal de água, aquaporina-4 (AQP-4). **MÉTODO:** Utilizando um sistema de exposição de 900 MHz, os camundongos receberam uma única exposição de campo distante de corpo inteiro, a uma taxa de absorção específica de 4 W / kg por 60 minutos ou uma exposição semelhante em 5 dias consecutivos por semana, por 104 semanas. Um grupo de controle foi exposto de forma controlada ou movimentando-se livremente em uma gaiola para controlar qualquer estresse causado pela contenção no módulo de exposição. A um grupo de controle positivo foi dada uma toxina clostridial conhecida por causar lesão endotelial microvascular, edema vasogênico grave e sobreexpressão de AQP-4. Os cérebros foram fixados por perfusão com paraformaldeído a 4%, cortes coronais de seis níveis, e imunoistoquímica para a principal proteína de canal de água no cérebro, AQP-4. **RESULTADOS:** Não houve aumento na expressão de AQP-4 em cérebros expostos às microondas do telefone móvel quando comparados aos cérebros do grupo de controle (simuladamente expostos e camundongos movimentando-se livremente) após uma exposição curta ou prolongada, enquanto AQP-4 foi substancialmente aumentada no cérebro de ratos que receberam a toxina clostridial. **CONCLUSÃO:** Cérebros expostos a campos de RF de telefonia móvel para uma duração curta (60 minutos) ou longa (2 anos) não apresentaram sobreexpressão detectável da proteína de canal de água, AQP-4, sugerindo que não houve aumento significativo na permeabilidade da barreira hematoencefálica.

5 BANCO DE DADOS

Os Capítulos anteriores forneceram informações publicadas na literatura técnico-científica relativas aos sistemas celulares e sobre os possíveis efeitos biológicos da radiação eletromagnética. Este material serviu de base para fundamentar a justificativa da construção do banco de dados descrito neste Capítulo, o qual constitui a efetiva contribuição desta Dissertação. Este banco de dados reúne 657 trabalhos científicos, realizados por pesquisadores de 45 países e divulgados na literatura internacional entre os anos de 1994 e 2011. A sua elaboração foi desenvolvida com a finalidade de facilitar a pesquisa bibliográfica de trabalhos que tratem de efeitos biológicos da radiação não ionizante na faixa de telefonia celular. O grande diferencial relativamente à pesquisa direta como, por exemplo, nos sites de *internet* é a classificação dada, de forma ampla e imparcial, através de um critério rigoroso de escolha, aos resultados apresentados pelos pesquisadores nos trabalhos selecionados

O banco apresenta as pesquisas publicadas em portais internacionais (*internet*), com todas as informações bibliográficas do trabalho (título, autores, fonte, etc), apresentando *Abstracts* ou textos completos. As informações são disponibilizadas através de uma ferramenta desenvolvida para agrupar diferentes dados e foi elaborada uma ferramenta de busca, que permite o acesso aos dados desejados de forma rápida e eficiente.

5.1 Metodologia

Foi utilizado o modelo relacional para a construção do banco de dados, com estrutura em forma de tabela, composta por linhas e colunas, com registros associados ao conceito de efeitos biológicos, organizados de forma sistemática. Os dados do banco são acessados a partir de uma ferramenta de busca, implementada em PHP e MySQL, que permite acesso a partir de uma página de *internet*, apresentando todas as informações cadastradas referentes a cada registro do banco. Foi utilizada a língua inglesa em sua montagem, ou seja, a mesma língua em que todas as referências foram consultadas.

5.1.1 Critério de seleção dos trabalhos

Foram selecionados 657 trabalhos, dentre 962 trabalhos previamente pesquisados, divulgados em literatura internacional (revistas e jornais específicos), com escolhas aleatórias, evitando resultados tendenciosos. Os trabalhos que citavam informações referentes à telefonia celular, mas que não tratavam de efeitos biológicos de antenas ou temas relacionados a este tema principal, foram retirados do banco de dados, como, por exemplo, trabalhos que tratam do tema “uso de telefone celular e direção”. Foi priorizada a seleção das publicações pelo critério Qualis A e Qualis B, onde Qualis é uma classificação feita pela CAPES, que afere a qualidade dos artigos e de outros tipos de produção, a partir da análise da qualidade dos veículos de divulgação, ou seja, periódicos científicos. (Capes, 2010)

5.1.1.1 Seleção de atributos

As pesquisas registradas no banco de dados foram selecionadas a partir de busca no portal *Pubmed*, um portal de literatura biomédica, que reúne os trabalhos das principais revistas e jornais da área, com *Abstracts* e textos completos. Alguns artigos foram acessados a partir do portal da CAPES, permitindo acesso ao texto completo do artigo. As palavras-chave utilizadas foram escolhidas de modo a não pré-selecionar os efeitos positivos ou negativos, visando uma abordagem imparcial. As palavras-chave utilizadas foram:

“Cellular Phone and Biological Effects”

“Mobile Phone and Alzheimer”

“Mobile Phone and Apoptosis”

“Mobile Phone and Auditory System”

“Mobile Phone and Biological Effects”

“Mobile Phone and Non Ionizing Radiation”

“Mobile Phone and Brain”

“Mobile Phone and Blood Brain Barrier”

“Mobile Phone and Cancer”

“Mobile Phone and Central Nervous System”

“Mobile Phone and Cognitive Functions”

“Mobile Phone and DNA”

“Mobile Phone and Gonad”

“Mobile Phone and Head”

“Mobile Phone and Health”

“Mobile Phone and Hearing”

“Mobile Phone and Hippocampal”

“Mobile Phone and HSP”

“Mobile Phone and Leukocytes”

“Mobile Phone and Lymphocytes”

“Mobile Phone and Meningiomas”

“Mobile Phone and Neurological Effects”

“Mobile Phone and Occupational Exposure”

“Mobile Phone and Ovarian”

“Mobile Phone and Protein”

“Mobile Phone and Psychomotor Function”

“Mobile Phone and Public Health”

“Mobile Phone and SAR”

“Mobile Phone and Sensibility to Electromagnetic Field”

“Mobile Phone and Skin”

“Mobile Phone and Sperm”

“Mobile Phone and Stress”

“Mobile Phone and Thyroid”

“Mobile Phone and Tumour”

“Mobile Phone and Uterus”

“Non Ionizing Radiation and Health”

“Non Ionizing Radiation and Biological Effects”

5.1.2 Critério de classificação dos trabalhos

Os trabalhos foram classificados de forma imparcial, levando-se em conta apenas os resultados apresentados pelos autores. A classificação foi dada quanto ao tipo de efeito estudado, a estrutura ou substância biológica estudada, quanto ao tipo de organismo estudado (ratos, coelhos, *drosophila Melanogaster*, *hamster* ou porquinhos da Índia, frangos, plantas ou humanos), se foi observado efeito não térmico (sim ou não), se foi observado efeito térmico (sim ou não), quanto ao modelo biológico da pesquisa (“*in vivo*” ou “*in vitro*”), quanto ao tipo de terminal utilizado ou simulado (Estação rádio-base – *Base Station* – ou terminal móvel – *Mobile Station*), quanto à frequência empregada na pesquisa (em MHz), quanto à SAR empregada na pesquisa (em W/kg) e quanto à tecnologia empregada na pesquisa (GSM, CDMA, UMTS, AMPS, TDMA).

Os trabalhos que tratam de revisões foram classificados como *Review* e seu resultado não entrou para a estatística dos efeitos não térmicos ou térmicos, uma vez que estes trabalhos não apresentam informações a partir de medições ou simulações com o intuito de observar tais efeitos evitando, assim, uma duplicação de resultados. O mesmo conceito foi aplicado para os trabalhos que apresentam metanálises (classificados como tal), modelos, medições de níveis de rádio-frequência e sobre as normas vigentes.

Cabe ressaltar que nem todos os trabalhos continham todas as informações para a classificação. Por exemplo, em alguns trabalhos não foi possível identificar exatamente a frequência utilizada na pesquisa, tendo sido informada apenas a tecnologia. Nestes casos os campos ficaram sem preenchimento.

5.2 Estrutura do Banco de Dados e do Sistema de Busca

5.2.1 Banco de dados

O banco de dados foi desenvolvido em *Excel*, onde nas linhas foram registrados os atributos das pesquisas e nas colunas foram registradas as classificações dos atributos. Nas colunas foram colocadas:

- Todas as informações bibliográficas sobre a pesquisa, quando disponíveis, tais como: número de referência – utilizado para a ferramenta de busca, tipo de artigo, autor(es), ano, título, nome do jornal ou revista, volume, edição, páginas, data de publicação, data, *short title*, registro ISSN (*International Standard Serial Number*), número de acesso, palavras-chave, resumo (*abstract*), notas, URL (endereço do *site*) e endereço dos autores;
- Classificação da pesquisa, tais como: país, tipo de efeito estudado (função cognitiva, expressão de proteína, expressão genética, danos ao DNA, bem estar, tumores, capacidade reprodutiva, função auditiva, etc), tipo de estrutura ou substância biológica estudada (cérebro, barreira hematoencefálica, hipocampo, sistema nervoso central, DNA, sistema auditivo, pele, testículos, ovários, tecido do endométrio, tireóide, glândula parótida, células do sangue, etc), tipo de organismo estudado (ratos, coelhos, *drosophila Melanogaster*, *hamster* ou porquinhos da Índia, frangos, plantas ou humanos), efeito não térmico, efeito térmico, modelo biológico da pesquisa (“*in vivo*” ou “*in vitro*”), tipo de terminal utilizado ou simulado (Estação rádio base – *Base Station* – ou terminal móvel – *Mobile Station*), frequência (em MHz), SAR (em W/kg) e tecnologia.

Tabela 11 é apresentada a descrição de cada campo das colunas.

Tabela 11. Descrição das colunas do banco de dados

Campo	Descrição
<i>Kind of Article</i>	Tipo de Artigo: descreve o tipo de artigo cadastrado (de jornal, revista, periódico, etc)
<i>Author</i>	Autor: nome(s) do(s) autor(es)
<i>Year</i>	Ano da publicação.
<i>Title</i>	Título do artigo
<i>Journal</i>	Nome do jornal, revista, periódico, etc.
<i>Vol</i>	Volume da publicação
<i>Issue</i>	Edição
<i>Pages</i>	Número(s) da(s) página(s) da publicação
<i>Epub Date</i>	Data de submissão da publicação
<i>Date</i>	Data de publicação
<i>Short Title</i>	Título Curto
<i>ISSN (International Standard Serial Number)</i>	Número único que identifica as publicações internacionalmente
<i>Accession Number</i>	Número de registro da publicação na biblioteca consultada
<i>Keywords</i>	Palavras-chave
<i>Abstract</i>	Resumo do artigo
<i>Notes</i>	Notas sobre autor(es) e/ou revista da publicação.
<i>URL</i>	Endereço do <i>site</i> onde foi encontrada a publicação
<i>Author Address</i>	Endereço(s) do(s) autor(es)
<i>Country</i>	Nome do país da instituição onde o autor atua
<i>Non thermal effects?</i>	Para resultado informado na pesquisa sobre efeito não térmico (sim ou não)
<i>Thermal effects?</i>	Para resultado informado na pesquisa sobre efeito térmico (sim ou não)
<i>Vivo/Vitro</i>	Tipo de modelo biológico utilizado na pesquisa (" <i>in vivo</i> " ou " <i>in vitro</i> ").
<i>Base Station / Mobile Station</i>	A partir de dados da pesquisa, informa se esta foi realizada levando-se em conta a ERB ou o terminal móvel (aparelho celular)
<i>Frequency (MHz)</i>	Frequência utilizada no estudo em MHz
<i>SAR (W/kg)</i>	Taxa de absorção específica utilizada no estudo, em W/kg
<i>Technology</i>	Tipo de tecnologia móvel celular utilizada no estudo (CDMA, GSM, UMTS, LTE).
<i>Effect</i>	Tipo de efeito estudado (tumor, expressão de proteína, etc.)
<i>Structure or Substance</i>	Estrutura ou substância biológica estudada (cérebro, sistema auditivo, etc)
<i>Research Subject</i>	Tipo de organismo utilizado na pesquisa (rato, <i>drosophila</i> , coelho, humano, <i>hamster</i> , frango, plantas)
<i>Methodology</i>	Metodologia aplicada para trabalhos (<i>review</i> , medições, metanálise, etc)

5.2.2 Sistema de busca

O sistema de busca para acesso às informações do banco de dados foi implementado em PHP e MySQL, linguagens que permitem a utilização de página de *internet* para a realização da busca. A Figura 21 apresenta a página inicial, onde deverá ser colocada uma palavra-chave com a informação a ser buscada no banco.

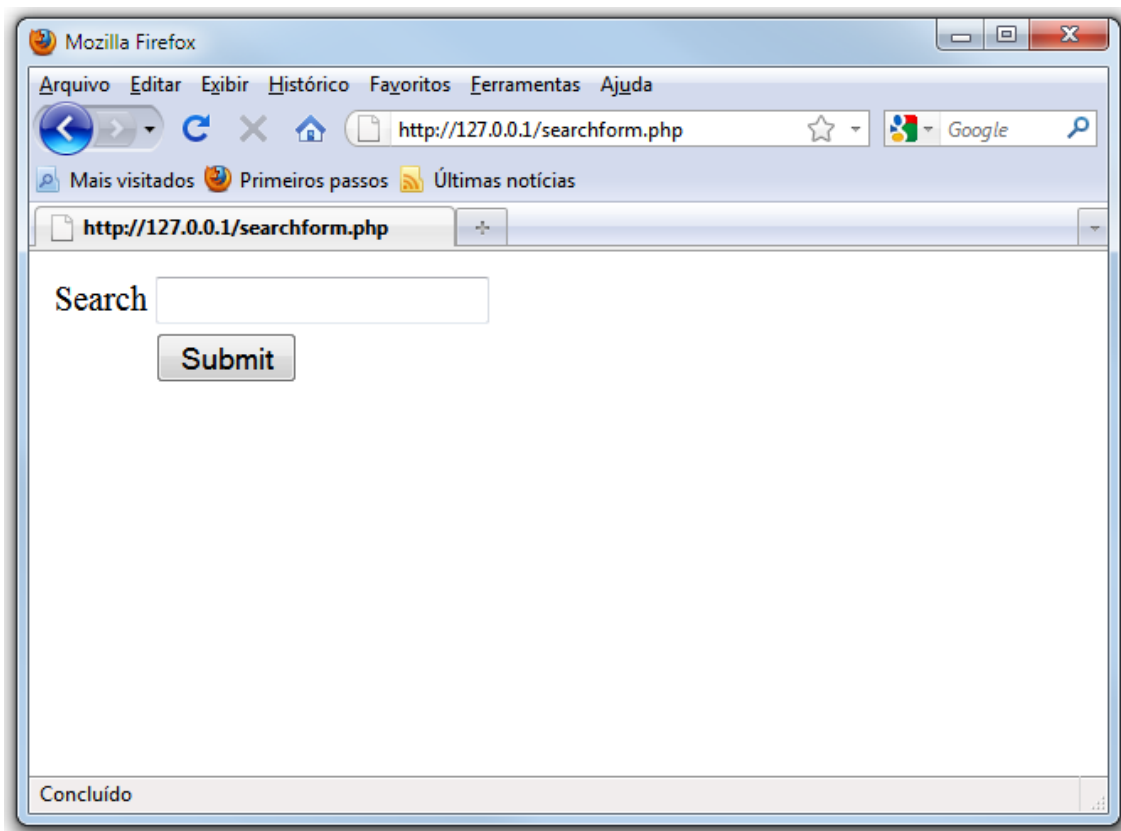


Figura 21. Página inicial da ferramenta de busca às informações do banco de dados

Após digitar a informação a ser buscada no banco de dados, outra tela é aberta com o resultado da busca. A Figura 22 ilustra a busca de trabalhos de 2011.

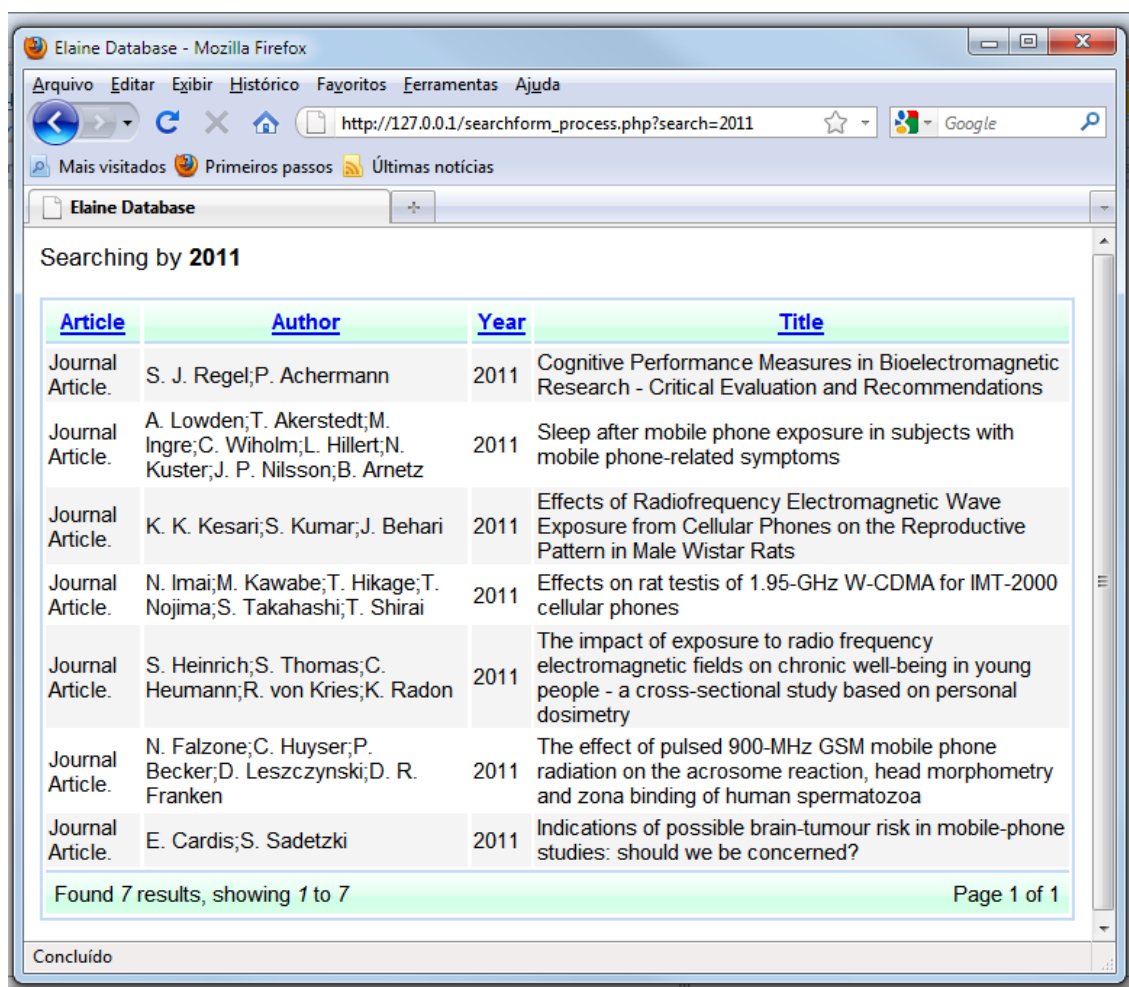


Figura 22. Resultado de busca no banco de dados para palavra-chave 2011.

Na página representada na Figura 22 é possível fazer ordenação das informações por tipo de artigo (“Article”), autor (“Author”), ano (“Year”) ou título (“Title”).

Quando se clica em qualquer um dos artigos, uma nova página é aberta com as informações detalhadas do artigo. A Figura 23 apresenta a tela com as informações bibliográficas do artigo e as classificações empregadas nesta Dissertação.

Elaine Database - Windows Internet Explorer	
Kind of Article	Journal Article.
Author	N. Imai;M. Kawabe;T. Hikage;T. Nojima;S. Takahashi;T. Shirai
Year	2011
Title	Effects on rat testis of 1.95-GHz W-CDMA for IMT-2000 cellular phones
Journal	Syst Biol Reprod Med
Vol	
Issue	
Pages	
Epub date	40549
Date	38353
Shot Title	Effects on rat testis of 1.95-GHz W-CDMA for IMT-2000 cellular phones
ISSN	1939-6376 (Electronic) 1939-6368 (Linking)
Accession number	21204746
Keywords	
Abstract	In recent years concern has arisen whether carrying a cellular phone near the reproductive organs such as the testes may cause dysfunction and particularly decrease in sperm development and production, and thus fertility in men. The present study was performed to investigate the effects of a 1.95 GHz electromagnetic field on testicular function in male Sprague-Dawley rats. Five week old animals were divided into 3 groups of 24 each and a 1.95-GHz wide-band code division multiple access (W-CDMA) signal, which is used for the freedom of mobile multimedia access (FOMA), was employed for whole body exposure for 5 hours per day, 7 days a week for 5 weeks (the period from the age of 5 to 10 weeks, corresponding to reproductive maturation in the rat). Whole-body average specific absorption rates (SAR) for individuals were designed to be 0.4 and 0.08 W/kg respectively. The control group received sham exposure. There were no differences in body weight gain or weights of the testis, epididymis, seminal vesicles, and prostate among the groups. The number of sperm in the testis and epididymis were not decreased in the electromagnetic field (EMF) exposed groups, and, in fact, the testicular sperm count was significantly increased with the 0.4 SAR. Abnormalities of sperm motility or morphology and the histological appearance of seminiferous tubules, including the stage of the spermatogenic cycle, were not observed. Thus, under the present exposure conditions, no testicular toxicity was evident.
Notes	Journal article Systems biology in reproductive medicine Syst Biol Reprod Med. 2011 Jan 5.
URL	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=21204746
Author address	Department of Experimental Pathology and Tumor Biology, Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences, Nagoya, Japan.
Country	Japan
Non thermal effect?	No
Thermal effect?	
Vivo / Vitro	Vivo
Base Station (Base Station) / Mobile Station (Mobile Station)	Mobile Station
Frequency (MHz)	1950
SAR (W/kg)	0,4 0,08
Technology	WCDMA
Effect	Alzheimer; Fertility pattern
Structure or substance	Sperm
Research subject	
Methodology	

Figura 23. Detalhe das informações sobre o artigo e a classificação

5.3 Tratamento estatístico dos dados registrados

Será apresentado, a seguir, o tratamento estatístico dos dados registrados no banco de dados, através de gráficos e tabelas, apresentando informações tais como número de publicações por ano, efeitos mais pesquisados, número de publicações por país, entre outros. Cabe ressaltar que todas as informações são referentes ao período de 1994 a 2011. O registro dos artigos publicados no ano de 2011 foi obtido até o dia 01/02/2011.

5.3.1 Número de Publicações por Ano

Observa-se uma tendência primária crescente do número de publicações no período de 2000 a 2010, conforme apresentado na Figura 24. O ano de 2009 foi o que apresentou o maior número de publicações, correspondendo a 15,22% do total de publicações.

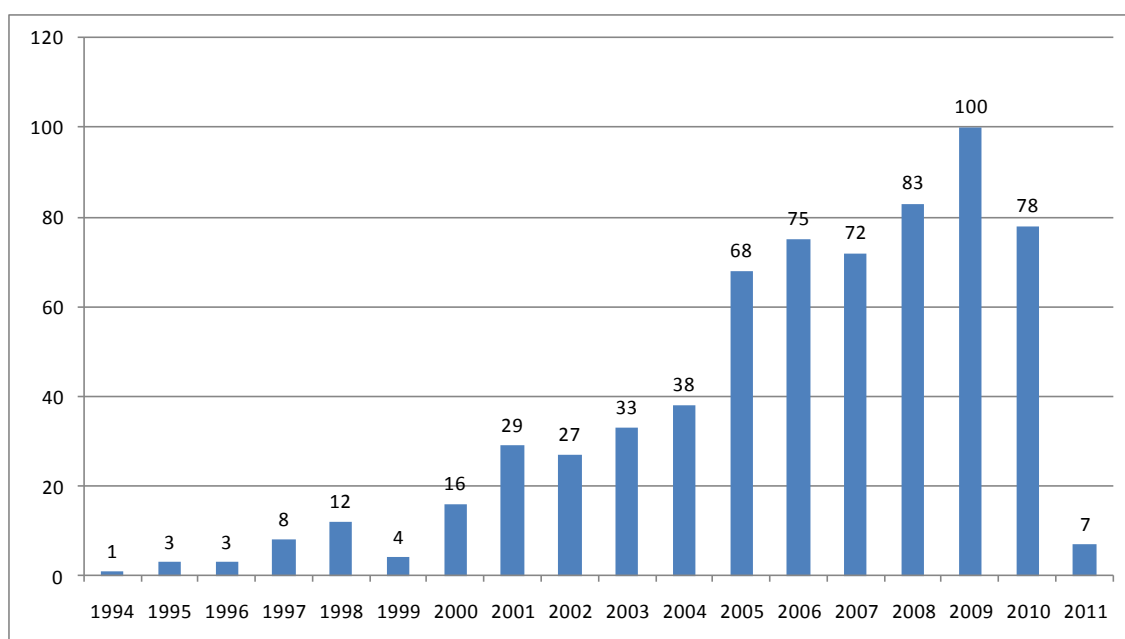


Figura 24. Número de publicações por ano

5.3.2 Número de publicações por país

Foram registradas, no banco de dados, publicações de 45 países. Na Figura 25 é apresentado o número de publicações por país, no período de 1994 a 2011.

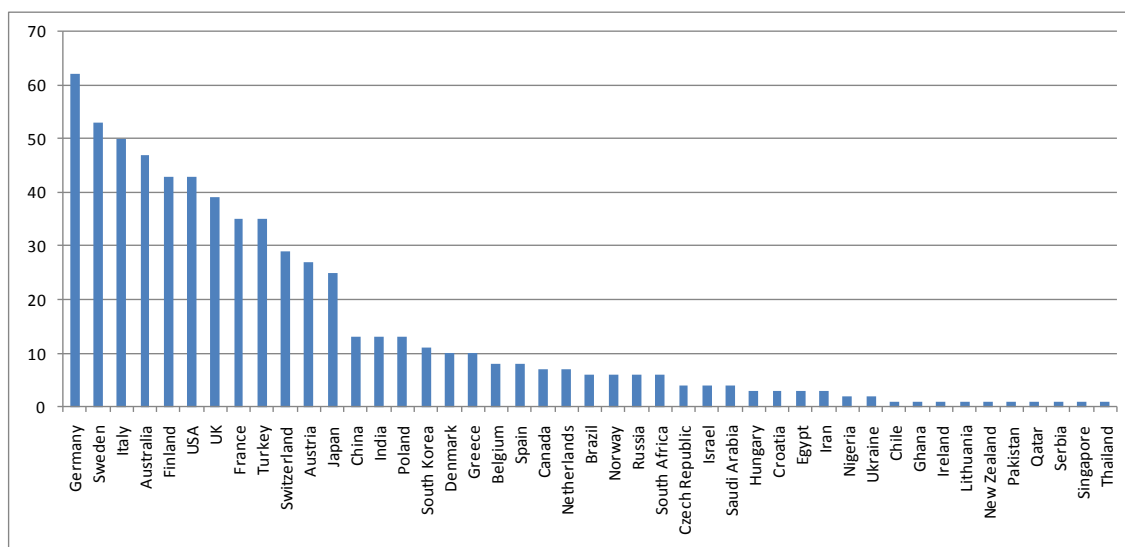


Figura 25. Número de publicações por país

Para facilitar a visualização do número de publicações por país, foram destacados os países que publicaram o correspondente a, aproximadamente, 80% do número total de publicações, conforme apresentado na Figura 26. A Alemanha foi o país que divulgou o maior número de trabalhos, de acordo com os registros do banco de dados, sendo a maior parte publicada no ano de 2009, correspondendo a 14,52% do total das publicações deste país.

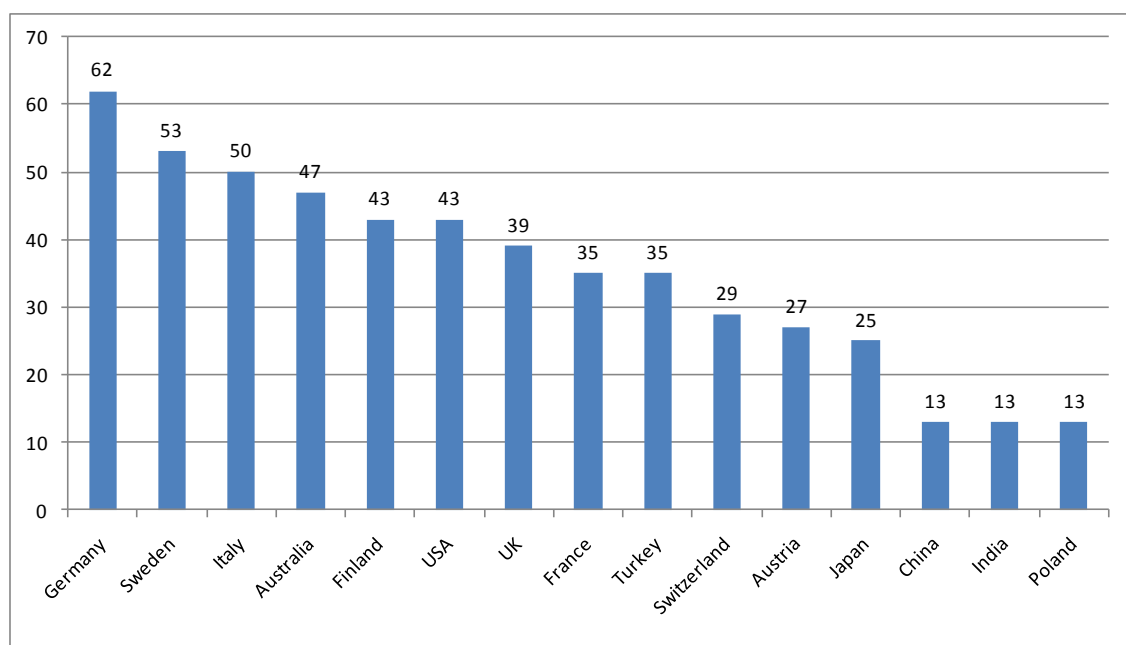


Figura 26. Número correspondente a aproximadamente 80 % do total de publicações com o número de publicações por país

5.3.3 Análise dos tipos de efeitos estudados

Das 657 publicações registradas no banco de dados, foram identificadas 485 ocorrências de tipos de efeitos pesquisados, conforme mostra a Tabela 12. Cabe ressaltar que um mesmo trabalho pode apresentar pesquisa sobre mais de um tipo de efeito classificado.

Tabela 12. Tipos de efeitos estudados e número de ocorrência

Tipo de efeito estudado	Número de ocorrências
<i>Tumour</i>	78
<i>Protein Expression</i>	49
<i>Auditory Function</i>	42
<i>Oxidative damage / Stress</i>	35
<i>Cognitive Function</i>	32
<i>EEG measure</i>	29
<i>Cells Apoptosis</i>	22
<i>Well-being</i>	22
<i>Gene Expression</i>	17
<i>Memory function</i>	16
<i>Damage</i>	12
<i>Subjective Symptoms</i>	11
<i>Gestation / Embryo health</i>	11
<i>Fertility pattern</i>	9
<i>Sleep disturbing</i>	9
<i>Reproductive Capacity</i>	7
<i>Gene Mutation</i>	6

<i>Pacemaker / Implantable Cardioverter-Defibrillators Damage</i>	6
<i>Psychological differences</i>	5
<i>Endocrine Function</i>	5
<i>Testicular function</i>	4
<i>Vestibular Function</i>	4
<i>Mitotic Index</i>	4
<i>Temperature rise</i>	4
<i>Neural Function</i>	4
<i>Behavioral problems</i>	3
<i>Microglial Activation</i>	3
<i>Physiologic Changes</i>	3
<i>Toxic Effects</i>	3
<i>Sensitivity</i>	3
<i>Lymphoma</i>	3
<i>Visual Function</i>	3
<i>Leukemia</i>	2
<i>Ornithine Decarboxylase (ODC) activity</i>	2
<i>Psychomotor Function</i>	2
<i>Thermal Burn</i>	2
<i>Dysesthesia</i>	2
<i>Alzheimer</i>	1
<i>Tinnitus</i>	1
<i>Psychological Aging</i>	1
<i>Bone Mineral Density</i>	1
<i>Psychological Stress</i>	1

<i>Protein Synthesis</i>	1
<i>Heart Rate Variability</i>	1
<i>Cardiovascular Parameters</i>	1
<i>Age-dependent Effect</i>	1
<i>Renal Impairment</i>	1
<i>Hormone Synthesis</i>	1
Total de ocorrências de tipos de efeitos	485

Como a lista de efeitos estudados registrados foi bastante extensa, será apresentado, na Figura 27, o número de ocorrência do tipo de efeito pesquisado correspondente a, aproximadamente, 80% do total de ocorrências. Verifica-se que a maior ocorrência se refere a estudos sobre o efeito tumor. Em um total de 485 ocorrências, este efeito foi investigado em 78 pesquisas.

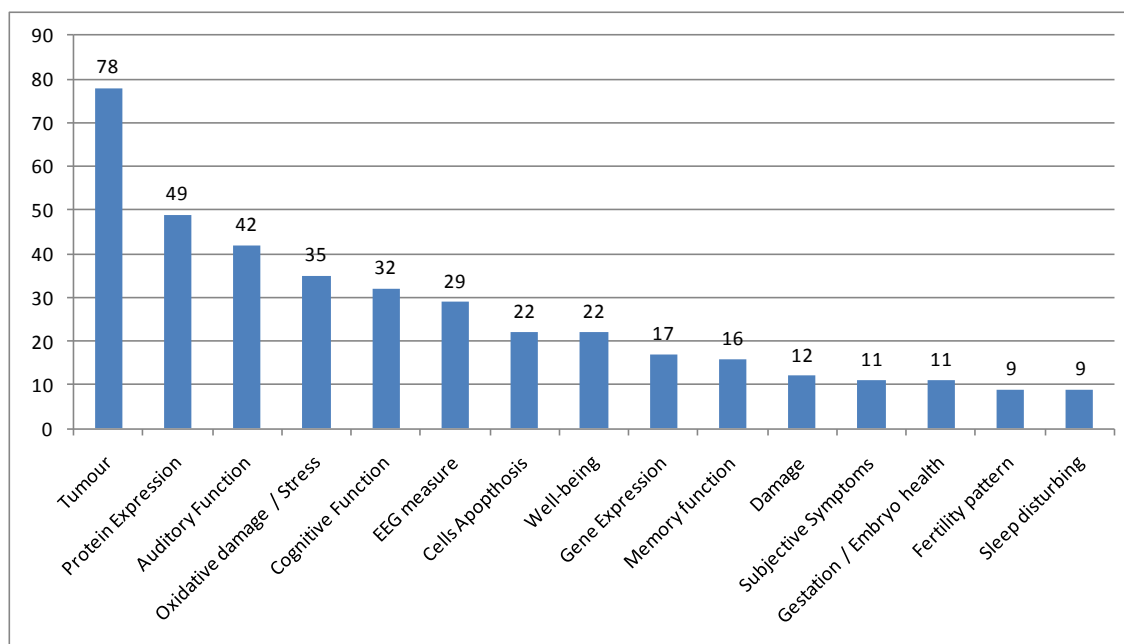


Figura 27. Número de ocorrências de tipo de efeito estudado correspondendo a 80% do total de ocorrências de tipo de efeitos

5.3.4 Análise dos tipos de estruturas biológicas estudadas

Conforme mostra a Tabela 13, no total de 657 publicações registradas no banco de dados, foram identificadas 485 ocorrências de tipos de estruturas biológicas pesquisados. Cabe ressaltar que um mesmo trabalho pode apresentar pesquisa sobre mais de um tipo de estrutura biológica.

Tabela 13. Tipos de estruturas estudados e nº de ocorrência de pesquisas sobre o tipo de efeito

Tipo de estrutura estudada	Número de ocorrências
<i>Brain</i>	152
<i>Auditory system</i>	53
<i>DNA</i>	31
<i>Lymphocytes</i>	25
<i>Central Nervous System</i>	23
<i>Visual System</i>	19
<i>Neurons</i>	18
<i>Cortical Region</i>	17
<i>Skin</i>	17
<i>Blood Brain Barrier</i>	16
<i>Sperm</i>	15
<i>Blood Cell</i>	11
<i>Hippocampus</i>	9
<i>Endothelial Cell</i>	8
<i>Fibroblasts</i>	7
<i>Auditory Hair Cell</i>	5
<i>Parotid glands</i>	5
<i>Testiculus</i>	4

<i>Cerebellum</i>	4
<i>Lens Epithelial cells</i>	4
<i>Neuroblastoma cells</i>	3
<i>Thyroid Gland</i>	3
<i>Heart</i>	3
<i>Iliac boné</i>	2
<i>Ovaries</i>	2
<i>Leukocytes</i>	2
<i>Blood-Cerebrospinal Fluid Barrier</i>	2
<i>Mammary Glands</i>	2
<i>Regional Cerebral Blood Flow</i>	1
<i>Lung</i>	1
<i>Gonads</i>	1
<i>Epidermal cell</i>	1
<i>Granulum neurons</i>	1
<i>Hyppocampal Neurons</i>	1
<i>Nerve Tissue</i>	1
<i>Glioblastoma cells</i>	1
<i>Buccal Mucosa Cells</i>	1
<i>Blood Platelets</i>	1
<i>Endometrial Tissue</i>	1
<i>Endometrium</i>	1
<i>Facial Nerves</i>	1
<i>Micronucleated exfoliated cells</i>	1
<i>Keratinocytse</i>	1

<i>Astrocytes</i>	1
<i>Pineal Gland</i>	1
<i>Ear</i>	1
<i>Anterior Pituitary Gland</i>	1
<i>Melatonin</i>	1
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1
<i>Renal Tissue</i>	1
<i>Kidney</i>	1
Total de ocorrência de tipos de estruturas	485

A Figura 28 apresenta o número de ocorrência do tipo de estrutura biológica pesquisada correspondente a, aproximadamente, 80% do total de ocorrências de tipos de estruturas biológicas estudadas nas pesquisas. O tipo de estrutura biológica com maior número de ocorrências nas pesquisas é o cérebro, com 152 citações.

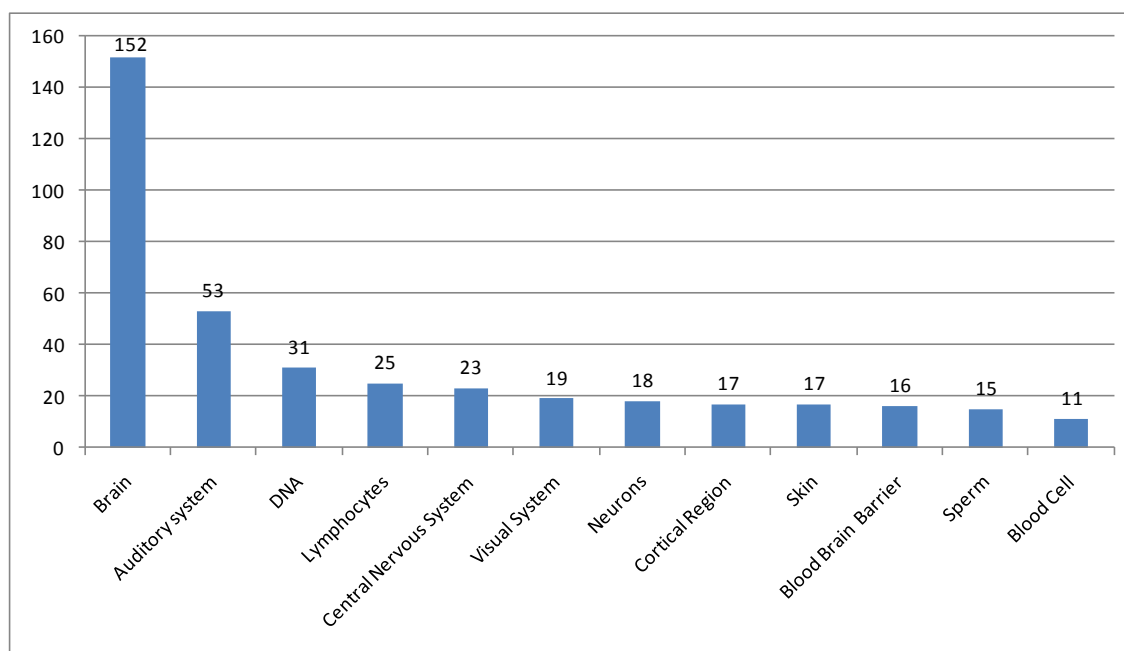


Figura 28. Número de ocorrências de tipo de estrutura biológica estudada correspondendo a 80% do total de ocorrências

O tipo de estrutura biológica com maior número de ocorrências nas pesquisas é o cérebro, que é citado em 152 pesquisas. Mais uma vez, vale recordar que uma mesma pesquisa pode apresentar estudos sobre mais de um tipo de estrutura biológica de acordo com a classificação do banco de dados.

5.3.5 Análise dos efeitos Biológicos

Do total de pesquisas apresentadas no banco de dados, 364 pesquisas reportam estudos sobre efeitos biológicos, sendo 356 ocorrências de pesquisas sobre efeitos não térmicos e 15 ocorrências de pesquisas que apresentam estudos sobre efeitos térmicos. Das 364 pesquisas com estudos sobre efeitos biológicos, 7 trabalhos reportam estudos tanto de efeitos térmicos quanto de efeitos não térmicos.

A Tabela 14 apresenta uma correspondência entre o número de resultados apresentados nas pesquisas sobre efeitos biológicos em relação aos países e se foram apresentados efeitos, sim ou não.

Tabela 14. Classificação de efeitos não térmicos e térmicos de estudos divulgados por país

	Efeitos não térmicos			Efeitos térmicos		
País	Não	Sim	Total	Não	Sim	Total
<i>Australia</i>	14	10	24		2	2
<i>Austria</i>	8	5	13			
<i>Belgium</i>	2		2			
<i>Brazil</i>	3	1	4			
<i>Canada</i>	3		3		1	1
<i>China</i>	1	6	7			
<i>Croatia</i>	1		1			
<i>Czech Republic</i>	2	1	3			
<i>Denmark</i>	2	2	4			

<i>Egypt</i>		2	2			
<i>Finland</i>	16	7	23		1	1
<i>France</i>	17	6	23			
<i>Germany</i>	21	6	27	2		2
<i>Greece</i>	2	5	7			
<i>Hungary</i>	1	1	2			
<i>India</i>	1	7	8			
<i>Iran</i>	1	1	2			
<i>Israel</i>		2	2		1	1
<i>Italy</i>	21	14	35			
<i>Japan</i>	18	3	21		1	1
<i>Lithuania</i>	1		1			
<i>Netherlands</i>	1		1			
<i>Nigeria</i>		1	1			
<i>Norway</i>	4		4	1		1
<i>Pakistan</i>		1	1			
<i>Poland</i>	1	4	5		1	1
<i>Russia</i>		4	4			
<i>Saudi Arabia</i>		4	4		1	1
<i>Serbia</i>		1	1			
<i>Singapore</i>	1		1			
<i>South Africa</i>	1	3	4			
<i>South Korea</i>	6	4	10			
<i>Spain</i>	1	2	3	1		1
<i>Sweden</i>	10	20	30			

<i>Switzerland</i>	5	3	8			
<i>Thailand</i>		1	1			
<i>Turkey</i>	10	22	32		1	1
<i>UK</i>	15	3	18		2	2
<i>Ukraine</i>		1	1			
<i>USA</i>	4	9	13			
Total	194	162	356	4	11	15

5.3.5.1 Análise dos efeitos não térmicos

A Figura 29 apresenta a representação do percentual de classificações positivas e negativas dos efeitos não térmicos dos estudos divulgados pelos países, ou seja, o percentual de pesquisas onde os autores informam se “sim”, foi identificado um efeito, ou “não”, não foi identificado um efeito, para os efeitos não térmicos estudados.

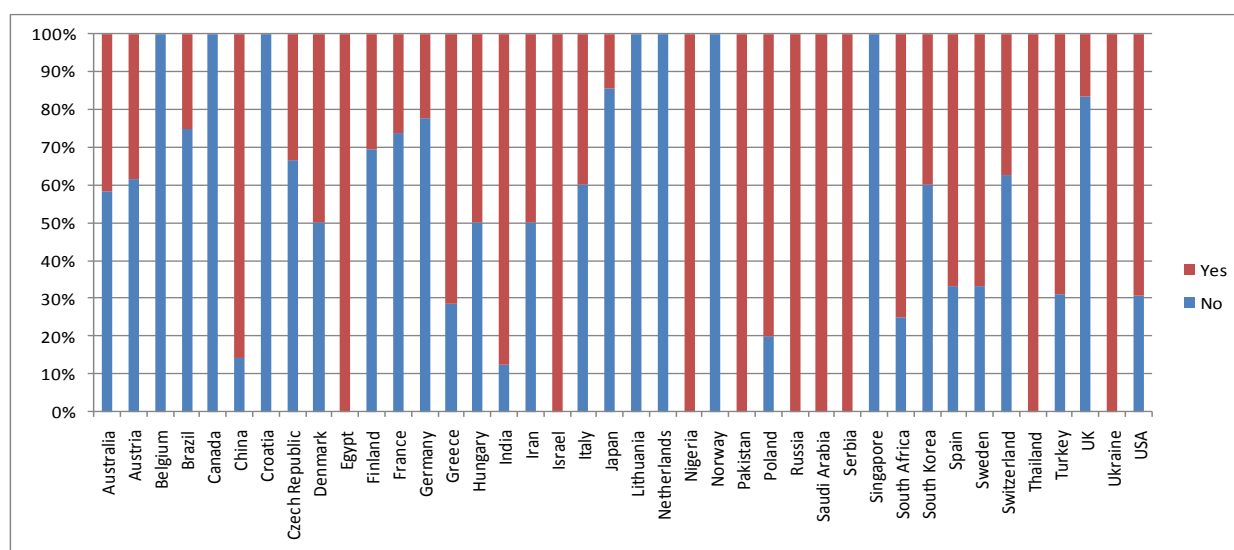


Figura 29. Percentual de classificação positiva e negativa de efeitos não térmicos dos estudos divulgados por país.

Outra visualização dos resultados é mostrado na Figura 30, onde se destaca a classificação negativa para efeitos não térmicos cadastradas no banco de dados, verificamos que a maior parte, 54% das pesquisas. O percentual de 1% é para os artigos representam 2 pesquisas que apresentam resultados positivos e negativos dependendo da SAR empregada ou do tipo de efeito estudado (no caso foram realizados estudos sobre dois tipos efeitos).

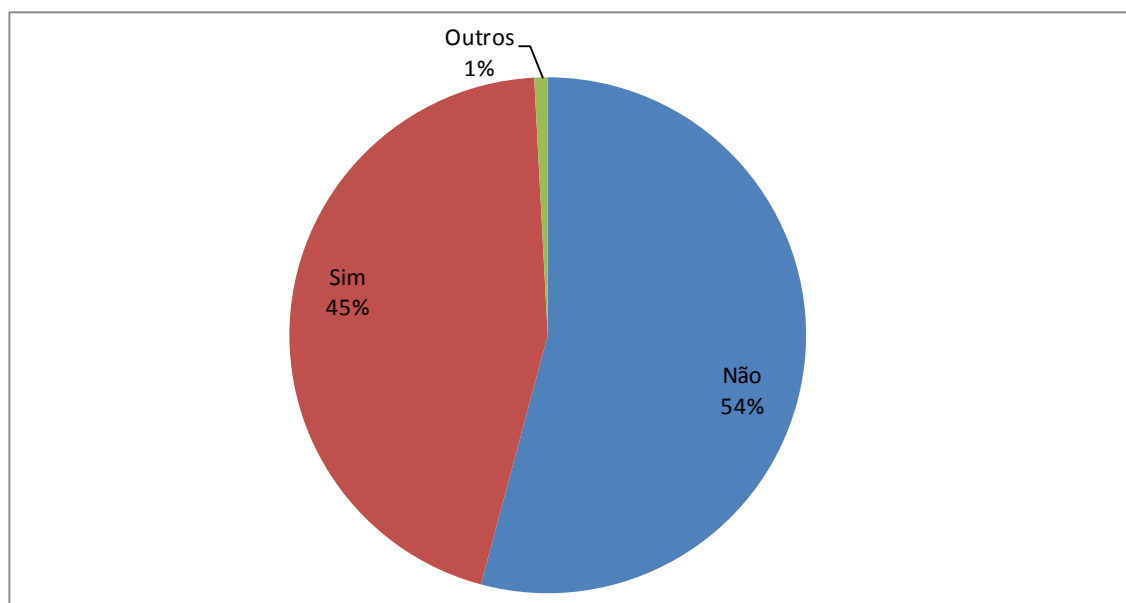


Figura 30. Percentual de classificação positiva e negativa para efeitos não térmicos

5.3.5.2 Análise dos efeitos térmicos

A representação do percentual de classificações positivas e negativas dos efeitos não térmicos dos estudos divulgados pelos países é apresentada na Figura 31.

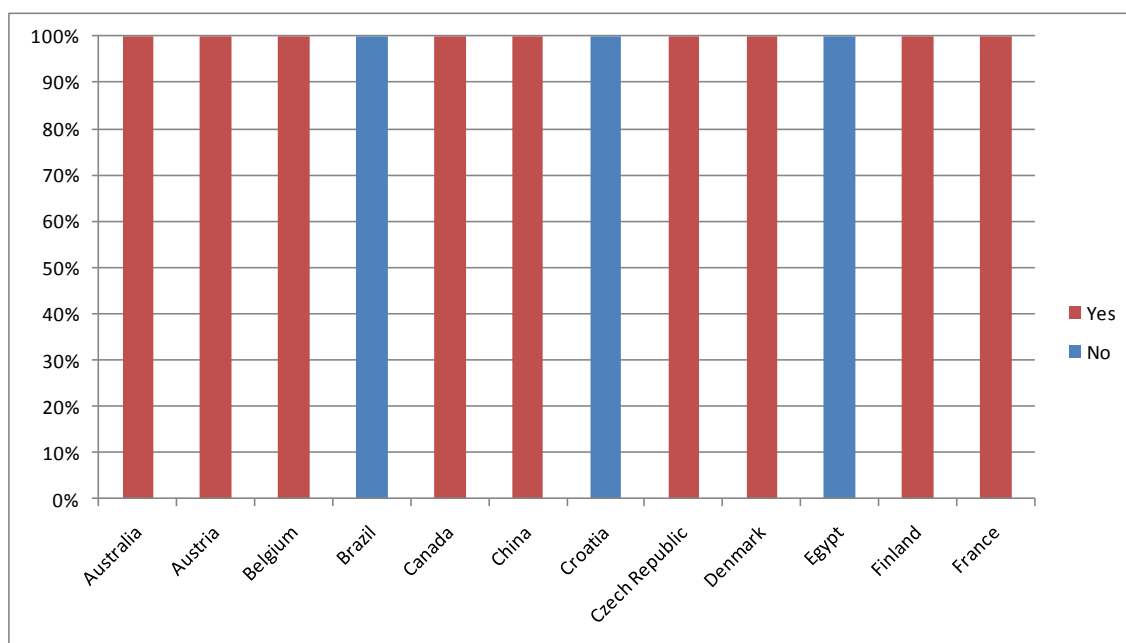


Figura 31. Percentual de classificação positiva e negativa de efeitos térmicos dos estudos divulgados por país

Em relação às pesquisas que apresentam estudos sobre efeitos térmicos cadastradas no banco de dados, verifica-se que a maior parte, 73% das pesquisas, apresentam classificação positiva para efeitos térmicos, conforme apresentado na Figura 32.

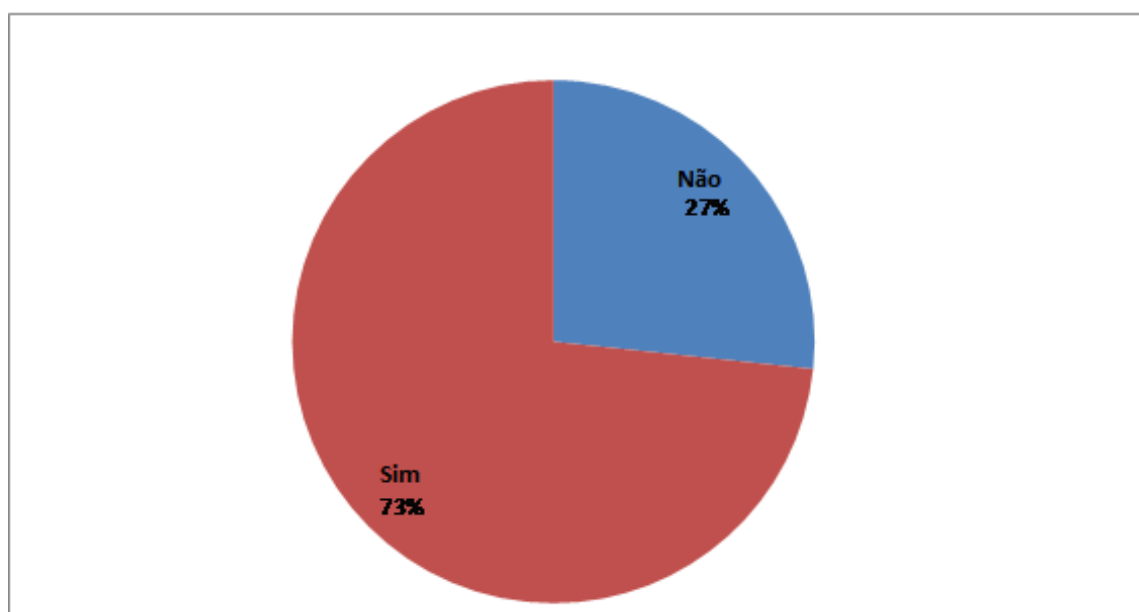


Figura 32. Percentual de classificação positiva e negativa para efeitos térmicos

5.3.6 Análise dos demais estudos apresentados

Do total de pesquisas cadastradas no banco de dados, 293 trabalhos não tratam diretamente de estudos sobre efeitos biológicos com ensaios. Conforme comentado anteriormente, estes trabalhos tratam de revisões, metanálises, medidas em rádio-frequência, modelagem de dados e ambientes e conceitos associados às normas para exposição às radiações eletromagnéticas na faixa de telefonia celular. Na classificação dos trabalhos apresentados no banco de dados, algumas das revisões receberam a classificação do tipo de efeito estudado, porém receberam apenas a classificação de *review*, não entrando para a estatística quanto a efeitos biológicos. Desta forma, foi evitada a duplicidade de informações.

6 COMENTÁRIOS FINAIS

A telefonia celular está incorporada de maneira definitiva na vida das pessoas. Conforme foi visto no Capítulo 2, as redes estão crescendo em ritmo acelerado, as aplicações multimídia dos celulares estão sendo diversificadas, tudo isto tornando as pessoas cada vez mais dependentes deste serviço. Chegou-se a um ponto onde não há mais retorno. Entretanto, em que pese os aspectos positivos associados ao uso desta tecnologia, observa-se também que, de uma forma geral, está aumentando a preocupação da sociedade com os possíveis efeitos biológicos associados à radiação eletromagnética. Neste contexto, necessário se faz que sejam intensificadas as pesquisas na comunidade científica para que se tenha, em um prazo razoável, uma resposta conclusiva sobre a existência ou não de malefícios à saúde humana. O uso do celular de uma forma consciente e segura é a meta que se pretende atingir.

Esta Dissertação não teve por objetivo discutir os possíveis efeitos biológicos. Embora se tenha tratado de diversos aspectos do problema em questão, como a discussão dos limites à exposição à radiação não ionizante e a apresentação de resultados de inúmeros trabalhos científicos sobre a influência da radiação eletromagnética no DNA, nas proteínas e na barreira hematoencefálica, o posicionamento do texto foi sempre imparcial. Entretanto, a falta de uma posição específica a favor de um lado ou outro não deve ser interpretada de forma pejorativa. Isto porque a Dissertação não se concentrou na análise do problema em si, mas na construção de um banco de dados que possa servir como ferramenta para acelerar a pesquisa bibliográfica sobre os trabalhos de pesquisa que publicados recentemente na literatura internacional.

O levantamento de dados aqui realizado envolveu quase 1000 trabalhos, entre artigos científicos, livros, normas e notícias veiculadas na mídia, muitos com abordagens parecidas, porém com conclusões bastante diversas e, muitas vezes controversas. Deste total, foram selecionados 657 trabalhos elaborados por pesquisadores de 45 países e cobrindo os anos de 1994 a 2011. Acredita-se que tenha sido uma amostragem razoável. O banco de dados é de utilização simples, com diversas entradas, permitindo que as consultas sejam feitas de forma rápida e eficiente. Espera-se que, uma vez considerado relevante, seja dada continuidade ao uso deste banco de dados aprimorando sua operação e ampliando a quantidade de trabalhos registrados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANATEL. ANEXO À RESOLUÇÃO No 303 DE 2 DE JULHO DE 2002 - REGULAMENTO SOBRE LIMITAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELÉTRICOS, MAGNÉTICOS E ELETROMAGNÉTICOS NA FAIXA DE RADIOFREQUÊNCIAS ENTRE 9 kHz e 300 GHz. In: TELECOMUNICAÇÕES, A. N. D. (Ed.)2002. p. 21.

ANDRADE, H. H. R. D. *Diagnóstico Genético-Molecular*. Canoas: Ed. ULBRA, 2003.

BUSSINGER, B. *Análise comparativa dos efeitos biológicos causados por radiações não ionizantes na faixa de telefonia celular*. (2007). 130 f. Dissertação (Master Science) - Mestrado em Engenharia de Telecomunicações, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2007.

CAPES. Qualis Periódicos. v. 2011. n. 11/03/2011. Brasília2010.

DIAS, M. H. C.; SIQUEIRA, G. L. Considerações sobre os efeitos à saúde humana da irradiação emitida por antenas de estações rádio-base de sistemas celulares. *Telecomunicações*. v. 52002. Cap. 41. p. 41-54.

FERREIRA, V. F.; SILVA, F. D. C. D. *Efeitos Da Interação Radiação X Matéria*. Universidade Federal Fluminense, 2004. Unpublished Work.

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* [S.I.], v. 41, n. 5, p. 473-5, 2009.

FRANZELLITTI, S.; VALBONESI, P.; CONTIN, A.; BIONDI, C.; FABBRI, E. HSP70 expression in human trophoblast cells exposed to different 1.8 Ghz mobile phone signals. *Radiat Res* [S.I.], v. 170, n. 4, p. 488-97, Oct 2008.

GERNER, C.; HAUDEK, V.; SCHANDL, U.; BAYER, E.; GUNDACKER, N.; HUTTER, H. P.; MOSGOELLER, W. Increased protein synthesis by cells exposed to a 1,800-MHz radio-frequency mobile phone electromagnetic field, detected by proteome profiling. *Int Arch Occup Environ Health* [S.I.], v. 83, n. 6, p. 691-702, Aug 2010.

HIROSE, H.; SAKUMA, N.; KAJI, N.; NAKAYAMA, K.; INOUE, K.; SEKIJIMA, M.; NOJIMA, T.; MIYAKOSHI, J. Mobile phone base station-emitted radiation does not induce phosphorylation of Hsp27. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 2, p. 99-108, Feb 2007.

HOLMA, H.; TOSKALA, A. *WCDMA for UMTS Radio Access for Third Generation Mobile Communications*. Third Edition. ed.: John Wiley & Sons, Ltd, 2004.

IEEE. C95.1-1991 - IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz. *IEEE STANDARD*. EUA1991.

ITU-R. *REPORT ITU-R M.2134 - Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s)*. ITU-R11/2010, p.1-8. 2008

JAMIL, M.; SHAIKH, S. P.; SHAHZAD, M.; AWAIS, Q. 4G: The future mobile technology. *TENCON 2008 - 2008 IEEE Region 10 Conference*2008. p. 1 - 6.

JUNIOR, L. P. D. O. *Indução da Síntese de Proteínas de Choque Térmico (HSP) Medida pelo Óxido Nítrico em Resposta ao Exercício de Resistência*. (2005). 108 f. (Doutor) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7792/000557055.pdf?sequence=1>>.

KARP, G. *Biologia Celular e Molecular: Conceitos e Experimentos*. Tradução de AL, M. D. C. E. Terceira Edição. ed.: Editora Manole, 2005.

KHAN, A. H.; QADEER, M. A.; ANSARI, J. A.; WAHEED, S. 4G as a Next Generation Wireless Network. *2009 International Conference on Future Computer and Communication*. Kuala Lumpur, Malaysia 2009.

LAI, H. Neurological Effects of Radiofrequency Electromagnetic Radiation "*Workshop on Possible Biological and Health Effects of RF Electromagnetic Fields*", *Mobile Phone and Health Symposium*. . University of Vienna, Vienna, Austria1998.

MADER, S. S. *Understanding Human Anatomy and Physiology*. Fifth Edition. ed.: The McGraw-Hill Companies, 2004.

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* [S.I.], v. 16, n. 2-3, p. 103-12, Aug 2009.

OLIVEIRA, C. H. R. D. *Análise de desempenho dos sistemas móveis celulares 2G, 2,5G e 3G*. (2005). 193 f. - Faculdade de engenharia elétrica e de computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.

RODRIGUES, E. J. B. *Um estudo do aumento da capacidade de sistemas 3G WCDM usando técnicas 3.5G de expansão do enlace reverso*. (2005). 149 f. (Msc) - Programa de pós graduação em engenharia elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2005. Disponível em:<<http://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/EduardoJB.pdf>>. Acesso: 03/02/2011.

ROEHE, E. L. *Proposta para evolução de uma rede celular para uma arquitetura IMS*. (2010). 42 f. (Especialista) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

SALLES, A. A. D.; FERNANDEZ, C.; BONADIMAN, M. Distância da Antena e Potência Absorvida na Cabeça do Usuário de Telefone Celular Portátil. *Revista da Sociedade Brasileira de Telecomunicações* [S.I.], v. 16, n. 1, p. 16-28, Junho de 2001 2001.

SALLES, A. A. D.; FERNÁNDEZ, C. R. O IMPACTO DAS RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES DA TELEFONIA MÓVEL E O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO. “*Caderno Jurídico*”, co-edição ESMP/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo [S.I.], v. 6, p. 17-46, 2004.

SODERQVIST, F.; CARLBERG, M.; HANSSON MILD, K.; HARDELL, L. Exposure to an 890-MHz mobile phone-like signal and serum levels of S100B and transthyretin in volunteers. *Toxicol Lett* [S.I.], v. 189, n. 1, p. 63-6, Aug 25 2009.

8 ANEXO I

8.1 ANEXO A - ANEXO À RESOLUÇÃO Nº 303 DE 2 DE JULHO DE 2002

REGULAMENTO SOBRE LIMITAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELÉTRICOS, MAGNÉTICOS E ELETROMAGNÉTICOS NA FAIXA DE RADIOFREQUÊNCIAS ENTRE 9 kHz e 300 GHz

TÍTULO I - DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Capítulo I - Dos Objetivos e Abrangência

Art. 1º Este regulamento tem por objetivo estabelecer limites para a exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz, associados à operação de estações transmissoras de radiocomunicação de serviços de telecomunicações, bem como definir métodos de avaliação e procedimentos a serem observados quando do licenciamento de estações de radiocomunicação, no que diz respeito a aspectos relacionados à exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos na referida faixa de radiofrequências.

Art. 2º Este regulamento se aplica a todos que utilizem estações transmissoras que exponham seres humanos a campos elétricos, magnéticos ou eletromagnéticos na faixa de radiofrequências indicada no artigo 1º.

Capítulo II - Das Definições e Abreviaturas

Art. 3º Para fins deste Regulamento aplicam-se as seguintes definições e abreviaturas:

I. Absorção específica (SA – sigla em inglês de “*Specific Absorption*”): Energia absorvida por unidade de massa de tecido biológico, expressa em joule por quilograma (J/kg). SA é a integral, no tempo, da taxa de absorção específica.

II. Campo distante (Região de): Região do espaço onde os campos elétrico e magnético possuem características aproximadamente de onda plana e as componentes de campo elétrico e magnético são perpendiculares entre si e ambas são transversais à direção de propagação. O campo distante, para os casos onde o comprimento máximo total da antena transmissora é maior que o comprimento de onda do sinal emitido, ocorre a partir da distância:

$$d = 2 L^2 / \lambda$$

onde:

d é a distância, em metros;

λ é o comprimento de onda, em metros;

L é a dimensão máxima total da antena transmissora, em metros.

III. Campo próximo (Região de): Região do espaço, geralmente nas proximidades de uma antena ou estrutura radiante, na qual os campos elétrico e magnético não possuem características de onda plana e variam significativamente ponto a ponto.

IV. CEMRF: Campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz.

V. Comprimento de onda (λ): Distância, na direção de propagação, entre dois pontos sucessivos de uma onda periódica, nos quais a oscilação apresenta a mesma fase:

$$\lambda = c / f$$

onde:

λ é o comprimento de onda, em metros;

c é a velocidade da luz (aproximadamente 300.000 km/segundo);

f é a frequência, em kHz.

VI. Densidade de corrente (J): Grandeza vetorial, cuja integral sobre a superfície onde ela está presente é igual à corrente que atravessa a superfície. A densidade média num condutor linear é igual à corrente dividida pela seção transversal do condutor. Exprime-se em ampere por metro quadrado (A/m²).

VII Densidade de fluxo magnético (B): Amplitude da grandeza vetorial que representa a força exercida sobre um condutor retilíneo normal à direção do vetor percorrido por uma corrente invariável. Exprime-se em tesla (T).

VIII. Densidade de potência (S): Em radiopropagação, é a potência expressa em watt por metro quadrado (W/m²) que atravessa uma unidade de área normal à direção de propagação.

IX. Densidade de potência da onda plana equivalente (S_{eq}): Densidade de potência de uma onda plana que possua um determinado valor de intensidade de campo elétrico ou campo magnético. Exprime-se em watt por metro quadrado (W/m²).

$$S_{eq} = \frac{E^2}{377} = H^2 \times 377$$

onde:

E é a intensidade do campo elétrico, em V/m;

H é a intensidade do campo magnético, em A/m;

377 é o valor da impedância de espaço livre, em Ohms.

X. Dosimetria: Medição ou determinação por cálculo da distribuição interna da intensidade de campo elétrico, da densidade de corrente induzida, da absorção específica ou da taxa de absorção específica, em seres humanos ou em animais expostos a campos eletromagnéticos.

XI. Energia eletromagnética: Energia armazenada num campo eletromagnético. Exprime-se em joule (J).

XII. e.i.r.p. (Potência equivalente isotropicamente radiada): Potência entregue a uma antena, multiplicada pelo ganho da antena em relação a uma antena isotrópica, numa determinada região.

XIII. e.r.p. (Potência efetiva radiada): Potência entregue a uma antena, multiplicada pelo ganho da antena em relação a um dipolo de meia onda, numa determinada direção.

XIV. Estação de telecomunicações: Conjunto de equipamentos ou aparelhos, dispositivos e demais meios necessários à realização de telecomunicação, seus acessórios e periféricos e, quando for o caso, as instalações que os abrigam e complementam, inclusive terminais portáteis.

XV. Estação transmissora: Estação de telecomunicações que emite radiofrequências.

XVI. Estações terminais portáteis: Estações transmissoras caracterizadas pela portabilidade dos equipamentos utilizados e cujas estruturas radiantes, quando em operação, ficam localizadas a menos de 20 (vinte) centímetros de distância do corpo do usuário.

XVII. Exposição: Situação em que pessoas estão expostas a CEMRF ou estão sujeitas a correntes de contato ou induzidas, associadas a CEMRF.

XVIII. Exposição contínua: Exposição a CEMRF, por períodos de tempo superiores aos utilizados para se obter a média temporal. Neste regulamento, o período de tempo considerado para cálculo da média temporal é de 6 (seis) minutos.

XIX. Exposição ocupacional ou exposição controlada: Situação em que pessoas são expostas a CEMRF em consequência de seu trabalho, desde que estejam cientes do potencial de exposição e possam exercer controle sobre sua permanência no local ou tomar medidas preventivas.

XX. Exposição pela população em geral ou exposição não controlada: Situação em que a população em geral possa ser exposta a CEMRF ou situação em que pessoas possam ser expostas em consequência de seu trabalho, porém sem estarem cientes da exposição ou sem possibilidade de adotar medidas preventivas.

XXI. Exposição transitória: Exposição a CEMRF por períodos inferiores ao utilizado para o cálculo da média temporal.

XXII. Frequência: Número de ciclos senoidais completados por uma onda eletromagnética em um segundo. Exprime-se usualmente em hertz (Hz).

XXIII. ICNIRP: Sigla em inglês da Comissão Internacional de Proteção Contra Radiações Não Ionizantes (“International Commission on Non Ionizing Radiation Protection”).

XXIV. Intensidade de campo elétrico (E): Amplitude da força exercida sobre uma carga elétrica estacionária positiva e unitária, localizada num ponto de um campo elétrico. Exprime-se em volt por metro (V/m).

XXV. Intensidade de campo magnético (H): Grandeza vetorial que, juntamente com a densidade de fluxo magnético, especifica um campo magnético em qualquer ponto do espaço. Equivale à densidade de fluxo magnético dividida pela permeabilidade do meio. Exprime-se em ampere por metro (A/m).

XXVI. Limite de exposição: Valor numérico máximo de exposição, expresso em valores de intensidade de campo elétrico ou magnético, densidade de potência da onda plana equivalente e correntes.

XXVII. Média espacial: Valor médio de um conjunto de valores de densidade de potência da onda plana equivalente, sobre as dimensões de um corpo, calculado com base em uma série de valores medidos ao longo de uma linha reta ou curva, que representa a postura do objeto exposto, ou por toda uma área plana.

XXVIII. Média temporal: Média de um conjunto de valores de densidade de potência medidos em um determinado local, num determinado período de tempo.

XXIX. Onda plana: Onda eletromagnética em que os vetores de campo elétrico e magnético localizam-se num plano perpendicular à direção de propagação da onda e a intensidade de campo magnético (multiplicada pela impedância do espaço) é igual à intensidade de campo elétrico.

XXX. Profissional habilitado: É o profissional cujas atribuições específicas constam do artigo 9º da Resolução n.º 218, de 29 de junho de 1973, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA).

XXXI. Radiocomunicação: É a telecomunicação que utiliza frequências radioelétricas não confinadas a fios, cabos ou outros meios físicos.

XXXII. Radiofrequência (RF): Freqüências de ondas eletromagnéticas, abaixo de 3000 GHz, que se propagam no espaço sem guia artificial. Neste regulamento, refere-se à faixa entre 9 kHz e 300 GHz.

XXXIII. Radiação não ionizante (RNI): Inclui todas as radiações do espectro eletromagnético, que não têm energia suficiente para ionizar a matéria. Caracterizam-se por apresentarem energia, por fóton, inferior a cerca de 12 eV (doze elétron-volt), comprimentos de onda maiores do que 100 (cem) nanômetros e freqüências inferiores a 3×10^{15} Hz.

XXXIV. Relatório de Conformidade: Documento elaborado e assinado por profissional habilitado, contendo a memória de cálculo ou os métodos empregados e os resultados das medições utilizadas, se for o caso, para demonstrar o atendimento aos limites de exposição estabelecidos.

XXXV. Restrições básicas: Restrições na exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos variáveis no tempo, baseadas diretamente em efeitos conhecidos à saúde.

XXXVI. Sonda Isotrópica: Sonda cuja resposta é independente de sua orientação em um campo eletromagnético.

XXXVII. Taxa de absorção específica (SAR – sigla em inglês de “*Specific Absorption Rate*”): Taxa de absorção de energia por tecidos do corpo, em watt por quilograma (W/kg). A SAR é a medida dosimétrica que tem sido amplamente adotada em radiofrequências superiores a cerca de 100 kHz.

XXXVIII. Telecomunicação: É a transmissão, emissão ou recepção, por fio, radioeletricidade, meios ópticos ou qualquer outro processo eletromagnético, de símbolos, caracteres, sinais, escritos, imagens, sons ou informações de qualquer natureza.

XXXIX. Valor eficaz ou RMS: Raiz quadrada da média da função quadrática de uma determinada grandeza.

TÍTULO II - DOS LIMITES DE EXPOSIÇÃO

Capítulo I - Da Aplicabilidade

Art. 4º Os limites de exposição estabelecidos neste regulamento referem-se à exposição ocupacional bem como à exposição da população em geral a CEMRF, na faixa de radiofrequências indicada no artigo 1º.

Parágrafo único. As avaliações de estações transmissoras de radiocomunicação, com vistas a demonstrar o atendimento ao estabelecido neste regulamento, devem envolver ambos os tipos de exposição.

Capítulo II - Dos Limites de Exposição

Art. 5º As Tabelas I e II apresentam, respectivamente, os limites para exposição ocupacional e da população em geral a CEMRF, na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz. Parágrafo único. Os limites de exposição indicados no caput deste artigo são estabelecidos em termos de campo elétrico, campo magnético e densidade de potência da onda plana equivalente e foram obtidos a partir das Restrições Básicas apresentadas nas Tabelas V e VI. Estes limites são equivalentes aos Níveis de Referência indicados nas diretrizes da ICNIRP e foram estabelecidos em termos de grandezas que podem ser mais facilmente medidas ou calculadas que as Restrições Básicas.

Tabela I - Limites para exposição ocupacional a CEMRF na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz (valores eficazes não perturbados)

Faixa de Radiofrequências	Intensidade de Campo, E (V / m)	Intensidade de Campo, H (A / m)	Densidade de potência da onda plana equivalente, S_{eq} (W / m ²)
9 kHz a 65 kHz	610	24,4	—
0,065 MHz a 1 MHz	610	$1,6/f$	—
1MHz a 10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	—
10 MHz a 400 MHz	61	0,16	10
400 MHz a 2000 MHz	$3 f^{1/2}$	$0,008 f^{1/2}$	$f/40$
2 GHz a 300 GHz	137	0,36	50

Tabela II - Limites para exposição da população em geral a CEMRF na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz (valores eficazes não perturbados)

Faixa de Radiofrequências	Intensidade de Campo, E (V / m)	Intensidade de Campo, H (A / m)	Densidade de potência da onda plana equivalente, S_{eq} (W / m ²)
9 kHz a 150 kHz	87	5	—
0,15 MHz a 1 MHz	87	$0,73/f$	—
1 MHz a 10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	—
10 MHz a 400 MHz	28	0,073	2
400 MHz a 2000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$f/200$
2 GHz a 300 GHz	61	0,16	10

Art. 6º Na aplicação dos valores das Tabelas I e II devem ser considerados os seguintes aspectos:

I. f é o valor da radiofrequência, cuja unidade deve ser a mesma indicada na coluna da faixa de radiofrequências.

II. Os limites de exposição estabelecidos se referem às médias espacial e temporal das grandezas indicadas.

III. Para radiofrequências entre 100 kHz e 10 GHz, o período de tempo a ser utilizado para cálculo da média temporal é de 6 (seis) minutos.

IV. Para radiofrequências acima de 10 GHz, o período de tempo a ser utilizado para cálculo da média temporal é de $68/f^{1,05}$ minutos (f em GHz).

V. Para radiofrequências abaixo de 100 kHz, o conceito de média temporal não se aplica uma vez que, para estas radiofrequências, os principais efeitos da exposição a CEMRF são os estímulos neurológicos instantâneos.

VI. Os limites dos valores de pico dos campos elétricos, para radiofrequências acima de 100 kHz, constam da Figura 1.

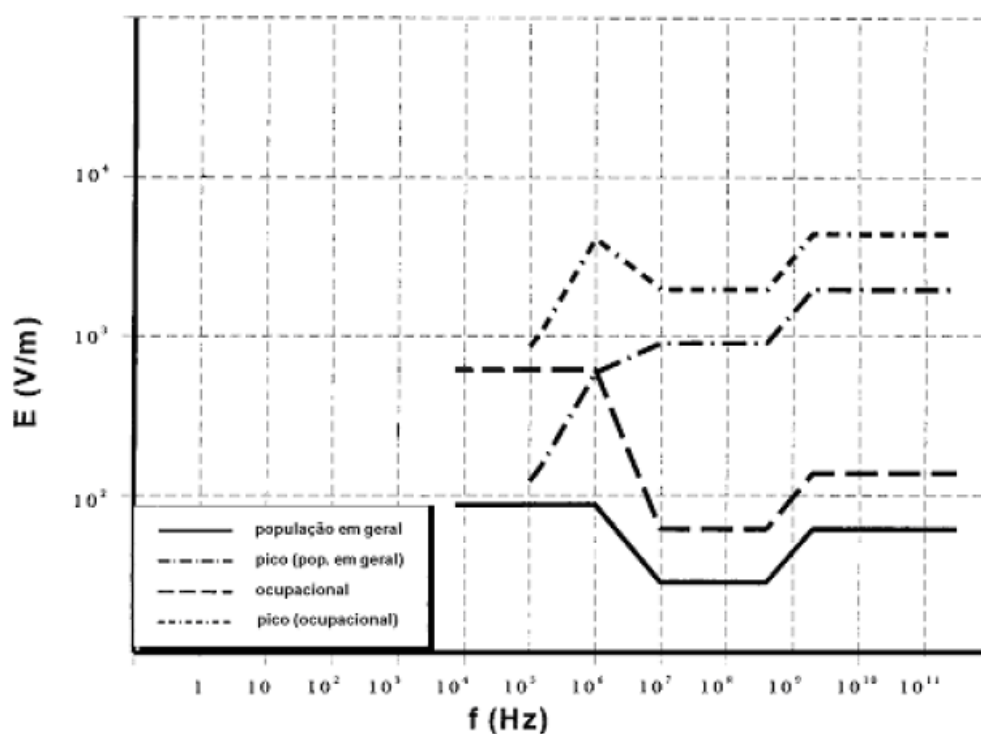


Figura 1 - Limites para exposição a campos elétricos.

VII. Para radiofrequências superiores a 10 MHz a média dos picos da densidade de potência da onda plana equivalente calculada no intervalo de duração do pulso não deve exceder a 1000 (mil) vezes as restrições de S_{eq} ou a intensidade de campo não deve exceder a 32 (trinta e duas) vezes os níveis de exposição indicados para intensidade de campo.

VIII. Valores não perturbados são aqueles medidos na ausência de indivíduos potencialmente expostos e sem a introdução de objetos absorvedores ou refletores de CEMRF durante o processo de medição.

Art. 7º A indivíduos sujeitos a exposição ocupacional que não tenham recebido treinamento, ou que não estejam cientes da sua exposição a CEMRF, aplicam-se os limites estabelecidos na Tabela II.

Art. 8º A Tabela III apresenta os limites máximos de corrente que podem ser causadas no corpo humano por contato com objetos condutores, quando submetidos a CEMRF, para radiofrequências entre 9 kHz e 110 MHz.

Art. 9º A Tabela IV apresenta os limites de correntes induzidas no corpo, para radiofrequências entre 10 MHz e 110 MHz, na ausência de contato com objetos expostos a CEMRF.

Parágrafo único. A Tabela IV também se aplica quando o único contato que ocorrer for entre os pés do indivíduo exposto e o solo ou outras superfícies.

Art. 10. A Tabela V apresenta as Restrições Básicas para limitação da exposição a CEMRF, para radiofrequências entre 9 kHz e 10 GHz, em termos de densidades de corrente para cabeça e tronco, taxa de absorção específica média no corpo inteiro, taxa de absorção específica localizada para cabeça e tronco e taxa de absorção específica localizada para os membros.

Tabela III - Limites de correntes causadas por contato com objetos condutores para radiofrequências na faixa entre 9 kHz e 110 MHz

Características de exposição	Faixa de Radiofrequências	Máxima corrente de contato (mA)
Exposição ocupacional	9 kHz a 100 kHz	$0,4f$
	100 kHz a 110 MHz	40
Exposição da população em geral	9 kHz a 100 kHz	$0,2f$
	100 kHz a 110 MHz	20
<i>f</i> é o valor da frequência, em kHz.		

Tabela IV - Limites de correntes induzidas em qualquer membro do corpo humano para radiofrequências entre 10 MHz e 110 MHz.

Características de exposição	Corrente (mA)
Exposição ocupacional	100
Exposição da população em geral	45

Tabela V - Restrições Básicas para exposição a CEMRF, na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 10 GHz.

Características de exposição	Faixa de Radiofrequências	Densidade de corrente para cabeça e tronco (mA / m ²) (RMS)	SAR média do corpo inteiro (W / kg)	SAR localizada (cabeça e tronco) (W / kg)	SAR localizada (membros) (W / kg)
Exposição Ocupacional	9 kHz a 100 kHz	$f / 100$	—	—	—
	100 kHz a 10 MHz	$f / 100$	0,4	10	20
	10 MHz a 10 GHz	—	0,4	10	20
Exposição da população em geral	9 kHz a 100 kHz	$f / 500$	—	—	—
	100 kHz a 10 MHz	$f / 500$	0,08	2	4
	10 MHz a 10 GHz	—	0,08	2	4
f é o valor da frequência, em Hz.					

Art. 11. Na aplicação da Tabela V devem ser considerados os seguintes aspectos:

I. f é o valor da radiofrequência, em hertz.

II. As densidades de corrente devem ser calculadas pela média tomada sobre uma seção transversal de 1 (um) centímetro quadrado perpendicular à direção da corrente.

III. Para radiofrequências até 100 kHz, as Restrições Básicas, em valores de pico da densidade de corrente, podem ser obtidos multiplicando-se o valor eficaz (RMS) por 2 (raiz quadrada de dois). Para emissões de sinais pulsados, com pulsos de duração t_p , a radiofrequência equivalente a ser usada nas restrições básicas deve ser calculada pela expressão $f = 1/(2t_p)$.

IV. Todos os valores de SAR devem ter sua média temporal avaliada ao longo de qualquer período de 6 (seis) minutos.

V. No cálculo do valor médio da SAR localizada deve ser utilizada uma massa de 10 (dez) gramas de tecido contíguo. O valor máximo da SAR assim obtido deve ser inferior ao valor correspondente na Tabela V.

Art. 12. A Tabela VI apresenta as Restrições Básicas para limitação da exposição a CEMRF para radiofrequências entre 10 GHz e 300 GHz, em termos de densidade de potência da onda plana equivalente.

Tabela VI - Restrições Básicas para densidade de potência, para radiofrequências entre 10 GHz e 300 GHz.

Características da exposição	Densidade de potência da onda plana equivalente (W / m ²)
Exposição ocupacional	50
Exposição da população em geral	10

Art. 13. Na aplicação da Tabela VI devem ser considerados os seguintes aspectos:

I. Os valores de densidade de potência da onda plana equivalente indicados representam valores médios calculados sobre 20 (vinte) centímetros quadrados de qualquer área exposta e num período qualquer de $68/f^{1,05}$ minutos (f é a frequência, em GHz).

II. As médias espaciais máximas dos valores de densidade de potência da onda plana equivalente, calculadas sobre 1 (um) centímetro quadrado de qualquer área exposta, não deve ser maior do que 20 (vinte) vezes os valores indicados.

Art. 14. Os limites constantes das Tabelas I a IV somente poderão ser excedidos se for comprovado, através de avaliações detalhadas das taxas de absorção específica e das densidades de corrente, que as Restrições Básicas constantes das Tabelas V e VI não foram excedidas e que, adicionalmente, não causem efeitos adversos indiretos.

Parágrafo único. Consideram-se efeitos adversos indiretos os choques ou queimaduras em pontos de contato produzidos pelo contato com objetos sujeitos a CEMRF.

TÍTULO III - DA VERIFICAÇÃO DO ATENDIMENTO AOS LIMITES

Capítulo I - Dos Procedimentos de Avaliação de Estações Transmissoras

Art. 15. A avaliação de estações transmissoras de radiocomunicação, para comprovação do estabelecido neste regulamento, deve ser efetuada pela verificação do atendimento aos limites de exposição aplicáveis, estabelecidos no Capítulo II, do Título II, utilizando os métodos e procedimentos descritos no Capítulo II deste Título, para estações terminais portáteis e os descritos nos Capítulos III, IV e V, também deste Título, para as demais.

Art. 16. A avaliação da exposição, com vistas a demonstrar o atendimento aos limites estabelecidos no Título II deste regulamento, pode ser efetuada por meio de análises teóricas, baseadas nas características da estação transmissora de radiocomunicação analisada, ou por meio de medições diretas dos CEMRF, com a estação em funcionamento.

Art. 17. A avaliação das estações transmissoras de radiocomunicação deve ser efetuada por profissional habilitado, o qual deverá elaborar e assinar Relatório de Conformidade para cada estação analisada.

Parágrafo único. A Anatel poderá exigir que a avaliação de estações seja efetuada por entidade de terceira parte. As condições para a realização da avaliação bem como os casos em que ela se aplica serão objeto de regulamentação específica.

Art. 18. O Relatório de Conformidade deve ser mantido, na estação, por seu responsável, para apresentação sempre que requisitado pela Anatel e conter, necessariamente:

I. A memória de cálculo dos campos eletromagnéticos produzidos pelas estações, utilizando-se modelos de propagação conhecidos ou os métodos empregados e resultados das medições utilizadas, quando necessárias, para demonstrar o atendimento aos limites de exposição estabelecidos.

II. Indicação clara e conclusiva de que o funcionamento da estação, nas condições de sua avaliação, atende ao estabelecido neste regulamento.

Art. 19. Em locais onde é permitido o acesso de pessoas, quando os valores de CEMRF obtidos por meio de cálculos teóricos forem iguais ou superiores a 2/3 (dois terços) dos limites de exposição estabelecidos para os campos elétricos ou magnéticos, será obrigatória a realização de medições para comprovação do atendimento.

Art. 20. Em função das características técnicas e finalidades precípuas do Serviço de Radioamador e do Serviço Rádio do Cidadão, não é obrigatório que suas estações sejam avaliadas por profissional habilitado.

§ 1º. Para atendimento ao estabelecido neste regulamento, as antenas das estações dos Serviços de Radioamador e do Serviço Rádio do Cidadão deverão atender às distâncias mínimas de locais de livre acesso da população, calculadas conforme a Tabela VII.

§ 2º. A instalação de antena a distâncias menores do que as estabelecidas no parágrafo 1º, somente será admitida mediante a avaliação da estação por profissional habilitado e elaboração do Relatório de Conformidade.

§ 3º. Na situação prevista no parágrafo 2º, o responsável pela estação deverá encaminhar, à Anatel, declaração baseada no Relatório de Conformidade, de que o seu funcionamento, nas condições de sua avaliação, não submeterá a população a CEMRF de valores superiores aos estabelecidos. No caso de operadores menores de dezoito anos, caberá aos pais ou tutores a responsabilidade pela declaração.

§ 4º. A Anatel tomará providências para que sejam incluídas questões relativas à exposição a CEMRF, nos testes de capacidade operacional e técnica de habilitação/promoção ao Serviço de Radioamador, em todas as classes.

Capítulo II - Dos Procedimentos de Avaliação de Estações Terminais Portáteis

Art. 21. A avaliação de estações terminais portáteis deverá ser efetuada pela verificação do atendimento aos limites da Taxa de Absorção Específica (SAR), estabelecidos na Tabela V.

Parágrafo único. A avaliação deverá ser efetuada em laboratório, envolvendo a medida direta da SAR em um manequim que simula a cabeça ou o corpo humano e exibe as mesmas características de absorção do tecido humano.

Art. 22. Para certificação de equipamento terminal do Serviço Móvel Especializado, do Serviço Móvel Celular e do Serviço Móvel Pessoal, deverão ser apresentados pelo fornecedor, além dos documentos obrigatórios já exigidos, Relatório de Testes e Laudo Conclusivo referentes ao atendimento aos limites da SAR estabelecidos na Tabela V.

§ 1º. Serão aceitos Relatório de Testes e o Laudo Conclusivo de laboratório de primeira, segunda ou terceira partes capacitado para a realização dos testes.

§ 2º. Até que venha a ser estabelecido um padrão em nível internacional, será admitido o uso de procedimentos de testes elaborados por entidades especializadas em estudos sobre campos eletromagnéticos, tais como o “*Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE*” e o “*European Committee for Electrotechnical Standardization – CENELEC*”.

Art. 23. Deverá ser informado, com destaque, no manual de operação ou na embalagem do produto, pelos fornecedores de equipamento terminal de Serviço Móvel Especializado, Serviço Móvel Celular e Serviço Móvel Pessoal, que o mesmo atende aos limites da Taxa de Absorção Específica referente à exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos de radiofrequências adotados pela Anatel.

Capítulo III - Dos Cálculos Teóricos

Art. 24. No cálculo teórico dos CEMRF, devem ser utilizados os valores máximos autorizados dos parâmetros de transmissão de cada estação analisada.

Art. 25. Nas regiões de campo próximo, poderão ser utilizados modelos de propagação empregados para as regiões de campo distante para demonstração do atendimento aos limites.

Art. 26. Nos casos em que seja necessária a utilização de modelos de propagação para a região de campo próximo, estes devem ser específicos ao tipo de antena empregada e devem constar do Relatório de Conformidade da estação.

Art. 27. Para efeito de avaliações teóricas de estações transmissoras de radiocomunicação operando em radiofrequências acima de 1 MHz, as Tabelas VII e VIII apresentam expressões simplificadas para o cálculo das distâncias mínimas das antenas, a partir das quais pode-se admitir que os limites de exposição a CEMRF, para as faixas de radiofrequências indicadas, são atendidos.

Parágrafo único. Para radiofrequências inferiores a 1 MHz, devem ser empregados modelos adequados para avaliação dos campos elétricos e magnéticos, especialmente na região de campo próximo.

Art. 28. As expressões contidas nas Tabelas VII e VIII foram derivadas do seguinte modelo de propagação, utilizado para a região de campo distante:

$$S = \frac{erp \times 1,64 \times 2,56}{4 \times \pi \times r^2}$$

ou

$$S = \frac{eirp \times 2,56}{4 \times \pi \times r^2}$$

onde:

S é a densidade de potência, em W/m²;

e.r.p. é a potência efetiva radiada, em watt;

e.i.r.p. é a potência equivalente isotropicamente radiada, em watt;

r é a distância da antena, em metros;

2,56 é o valor do fator de reflexão, que leva em conta a possibilidade de que campos refletidos possam se adicionar em fase ao campo incidente direto.

Art. 29. As expressões contidas nas Tabelas VII e VIII foram obtidas considerando que as estações estejam operando com o ganho das antenas na região de campo distante, conseqüentemente, as distâncias obtidas pela sua utilização são conservadoras. Para cálculos mais realistas na região de campo próximo, devem ser utilizados modelos específicos.

Art. 30. Para fins de avaliação de estações transmissoras de radiocomunicação, a utilização das expressões das Tabelas VII e VIII para demonstração do atendimento aos limites de exposição a CEMRF, tanto ocupacional quanto da população em geral, somente será aceita nos casos em que todos os locais, passíveis de serem ocupados por pessoas, estejam a distâncias maiores que as calculadas ou que o acesso aos mesmos seja restrito.

Art. 31. Nos casos em que as distâncias às áreas acessíveis sejam até 10% (dez por cento) superiores aos valores obtidos utilizando as expressões das Tabelas VII e VIII, a densidade de potência nesses locais deverá ser calculada utilizando-se as potências radiadas nas direções de interesse, observado o disposto no artigo 19.

Tabela VII - Expressões para cálculo de distâncias mínimas a antenas de estações transmissoras para atendimento aos limites de exposição para a população em geral.

Faixa de Radiofrequências	Exposição da População em Geral	
1 MHz a 10 MHz	$r = 0,10\sqrt{eirp \times f}$	$r = 0,129\sqrt{erp \times f}$
10 MHz a 400 MHz	$r = 0,319\sqrt{eirp}$	$r = 0,409\sqrt{erp}$
400 MHz a 2000 MHz	$r = 6,38\sqrt{eirp + f}$	$r = 8,16\sqrt{erp + f}$
2000 MHz a 300000 MHz	$r = 0,143\sqrt{eirp}$	$r = 0,184\sqrt{erp}$
r é distância mínima da antena, em metros; f é a frequência, em MHz; e.r.p. é a potência efetiva radiada na direção de maior ganho da antena, em watt; e.i.r.p. é a potência equivalente isotropicamente radiada na direção de maior ganho da antena, em watt.		

Tabela VIII - Expressões para cálculo de distâncias mínimas a antenas de estações transmissoras para atendimento aos limites de exposição ocupacional.

Faixa de Radiofrequências	Exposição Ocupacional	
1 MHz a 10 MHz	$r = 0,0144 \times f \times \sqrt{eirp}$	$r = 0,0184 \times f \times \sqrt{erp}$
10 MHz a 400 MHz	$r = 0,143\sqrt{eirp}$	$r = 0,184\sqrt{erp}$
400 MHz a 2000 MHz	$r = 2,92\sqrt{eirp + f}$	$r = 3,74\sqrt{erp + f}$
2000 MHz a 300000 MHz	$r = 0,0638\sqrt{eirp}$	$r = 0,0819\sqrt{erp}$
r é distância mínima da antena, em metros; f é a frequência, em MHz; e.r.p. é a potência efetiva radiada na direção de maior ganho da antena, em watt; e.i.r.p. é a potência equivalente isotropicamente radiada na direção de maior ganho da antena, em watt.		

Art. 32. Na demonstração do atendimento aos limites de exposição por meio de medições, devem ser utilizados os valores máximos autorizados dos parâmetros de transmissão de cada estação analisada.

Art. 33. Todas as medições devem ser efetuadas com equipamentos devidamente calibrados, dentro das especificações do fabricante e devem abranger toda a faixa de radiofrequências de interesse. A descrição dos equipamentos de medição, incluindo marca, modelo e número de série deve constar do Relatório de Conformidade.

Parágrafo único. Ao Relatório de Conformidade deve estar anexada cópia de certificado de calibração, emitido pelo Inmetro, laboratório credenciado ou por instituição técnica devidamente capacitada, que comprove que a calibração do instrumento se encontrava dentro de sua validade, na data das medições;

Art. 34. Na demonstração do atendimento aos limites de exposição por meio de medições, devem ser consideradas as incertezas e erros especificados pelos fabricantes dos instrumentos utilizados.

Art. 35. As medições dos CEMRF devem ser efetuadas na ausência de pessoas potencialmente expostas. Para avaliação das correntes induzidas no corpo, nos casos em que sejam necessárias, as medições devem ser efetuadas diretamente nos indivíduos expostos.

Art. 36. As medições devem ser realizadas de forma a produzir resultados que se aproximem o máximo possível da densidade de potência média nas dimensões do corpo dos indivíduos expostos. Isto deve ser feito por meio da medição dos campos ao longo de uma linha representativa da postura do indivíduo. Para uma pessoa em pé, esta é uma linha vertical do pé até a altura da cabeça. Para outras posturas, é uma linha curva seguindo a curvatura geral do eixo do corpo.

Art. 37. O método descrito no artigo 36 fornece resultados suficientes para determinação do valor médio do campo, para fins de comprovação do atendimento aos limites de exposição. Outros métodos de medidas, tais como os descritos a seguir, poderão ser utilizados, desde que devidamente documentados.

I. Método de varredura planar: consiste na realização de medições em pontos definidos sobre planos transversais à posição do corpo na condição que estaria quando exposto a CEMRF.

II. Método da varredura volumétrica: consiste na realização de medidas uniformes através de um volume no espaço que estaria ocupado pelo indivíduo, quando exposto a CEMRF.

Art. 38. Para determinação da média espacial, podem ser utilizados métodos manuais, por meio do cálculo da média de valores discretos, medidos em pontos distantes de no máximo 20 (vinte) centímetros entre si ou pela utilização de medidores especiais que realizam uma série contínua de medidas e fornecem, como resultado, o valor da média das medidas.

Art. 39. Além da média espacial, os valores de CEMRF medidos, quando utilizados para avaliação do atendimento aos limites de exposição, tanto ocupacional quanto da população em geral, para radiofrequências até 10 GHz, devem ser a média temporal em qualquer intervalo de 6 (seis) minutos.

Art. 40. Na avaliação do atendimento aos valores de pico indicados no inciso VI do artigo 6º, deve ser determinado o valor máximo do campo elétrico no local que está sendo avaliado. O valor assim obtido deve ser inferior aos limites estabelecidos na Figura 1. Este valor pode ser superior aos valores constantes das Tabelas I e II desde que o valor médio da intensidade de campo, em qualquer período de 6 (seis) minutos, seja inferior.

Art. 41. Ao se realizar medições, deve-se observar, primeiramente, o nível de pico do campo no local sob análise. Quando o nível de campo exceder 50% (cinquenta por cento) do limite de exposição, a demonstração do atendimento aos limites deverá ser determinada com base na média de, pelo menos, quatro médias espaciais de varreduras verticais.

Art. 42. Se forem efetuadas medições de faixa estreita, as componentes das polarizações ortogonais dos campos devem ser medidas separadamente, para determinação do campo total resultante. Em virtude das dimensões físicas das antenas normalmente utilizadas e da necessidade de se medir campos próximos ao solo, cuidados adicionais devem ser tomados ao se efetuar medidas de faixa estreita do nível médio do campo espacial.

Art. 43. Em alguns casos, devido a reflexões e à distribuição do campo próximo a antenas, as exposições a CEMRF não são uniformes ao longo do corpo do indivíduo exposto. O requisito de que os campos sejam avaliados em termos da média espacial é uma tentativa para compensar esta não uniformidade.

Art. 44. Mesmo exposições não uniformes podem ser avaliadas determinando-se a média espacial das densidades de potência. Entretanto, casos de exposição excessivamente

não uniforme podem ocorrer, quando apenas uma determinada parte localizada do corpo é exposta (exposição parcial do corpo).

Art. 45. Na avaliação da exposição, nos casos em que ela não é uniforme, considera-se que os limites da SAR localizada não serão excedidos se o valor de pico do campo elétrico, no local sob análise, não exceder a 25 (vinte e cinco) vezes os limites de exposição constantes das Tabelas I e II, que são valores médios no espaço e no tempo.

Art. 46. Na realização de medições, a interação entre os CEMRF incidentes e o corpo da pessoa efetuando as medições deve ser levada em consideração. Essa interação é mais acentuada na faixa de radiofrequências entre 30 MHz e 300 MHz, mas pode ocorrer em todo o espectro. Essas interações campo-corpo podem levar a indicações errôneas do campo real e exposição, que existiria sem o efeito perturbante do corpo.

Art. 47. Durante as medições para demonstrar o atendimento aos limites de exposição, áreas altamente localizadas, com campos relativamente intensos, podem ser encontradas. Estas áreas são conhecidas como “pontos quentes” e são normalmente encontradas nas imediações de objetos condutores, pelo efeito de re-radiação, ou em áreas distantes de objetos condutores, mas nas quais existe uma concentração de campos causada por reflexões ou feixes estreitos produzidos por antenas diretivas de alto ganho. Os “pontos quentes” normalmente levam a situações de exposição não uniforme, tratadas nos artigos 43, 44 e 45.

Art. 48. Para radiofrequências abaixo de 110 MHz, quando forem necessárias medições de correntes induzidas para demonstração do atendimento aos limites estabelecidos, estas devem ser efetuadas no pé ou no quadril do indivíduo exposto, sem que este toque objetos próximos.

Art. 49. Na realização de medições para demonstração de atendimento aos limites de exposição devem ser utilizadas, preferencialmente, sondas de faixa larga, cuja resposta seja independente de sua orientação em CEMRF (sondas isotrópicas), porém, quando usados apropriadamente, instrumentos de faixa estreita, utilizando antenas receptoras não isotrópicas, podem produzir resultados aceitáveis.

Art. 50. A sonda a ser utilizada em uma determinada medição deve abranger toda a faixa de radiofrequências que englobe as radiofrequências das fontes emissoras relevantes. A resposta da sonda pode ser plana para toda a faixa de radiofrequências especificada ou podem ser utilizadas sondas cuja resposta se ajuste à curva dos limites de exposição dentro da faixa de radiofrequências especificada. Estas últimas apresentam uma saída que é diretamente

proporcional à porcentagem do limite de exposição e são muito úteis na avaliação de locais onde existam campos de diversas radiofrequências.

Art. 51. Atenção especial deve ser dada à resposta do sensor da sonda a campos modulados ou com múltiplas radiofrequências. Idealmente, o detector utilizado deve ser do tipo “RMS verdadeiro” o qual fornece uma indicação precisa do nível do campo composto, independente do grau de modulação e dos vários campos que estão sendo medidos.

Art. 52. Na realização de medições, devem ser observadas as incertezas especificadas pelo fabricante para a resposta da sonda, devidas a anisotropia, sensibilidade à frequência, sensibilidade à temperatura e erros absolutos na calibração. A magnitude efetiva, ou valor RMS, dessas incertezas deve ser considerada nos resultados finais das medições.

Art. 53. Normalmente, o elemento interno de uma sonda para medição de CEMRF é sensível aos campos elétrico e magnético. Os sensores das sondas fazem uso de diodos ou termopares para detectar CEMRF e usualmente são parte de um conjunto incluindo uma antena dipolo (para campos elétricos) ou um laço (para campos magnéticos).

Art. 54. Na realização de medições, deve ser obedecida distância mínima entre a fonte de CEMRF a ser medida e a superfície mais próxima de um elemento interno da sonda, que evite a interação ou o acoplamento entre os equipamentos medidor e emissor.

Parágrafo único. Para fontes re-radiantes e outros objetos, também deve ser obedecida a distância mínima mencionada no caput.

Capítulo V - Avaliação de Locais Multi-usuários

Art. 55. Nos locais em que estejam instaladas ou que venham a ser instaladas mais de uma estação transmissora de radiocomunicação operando em radiofrequências distintas - locais multi-usuários - cada um dos usuários é responsável pela comprovação de que sua estação atende ao estabelecido neste regulamento. Entretanto, todos os usuários devem colaborar na avaliação do local como um todo. A responsabilidade de cada um dos usuários, no caso de não atendimento, será proporcional à sua contribuição na composição dos campos nos locais em que os limites foram excedidos.

§ 1º. Os responsáveis pelas estações transmissoras de radiocomunicação instaladas em locais multi-usuários devem cooperar na avaliação do local como um todo, fornecendo aos

demais as informações técnicas e análises relevantes, bem como os resultados de avaliações já efetuadas.

§ 2º. Não havendo acordo entre as partes envolvidas na avaliação de locais multi-usuários, a Anatel, por solicitação de uma das partes, coordenará o processo de avaliação e arbitrará a participação de cada parte na solução de casos de não atendimento aos limites de exposição estabelecidos.

Art. 56. Para avaliação dos efeitos causados por densidade de corrente induzida e estimulação elétrica, os níveis de campo em locais multi-usuários devem obedecer às seguintes relações:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

e

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{65\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>65\text{kHz}}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

onde:

E_i é o valor da intensidade de campo elétrico na frequência i .

$E_{L,i}$ é o limite de campo elétrico, de acordo com as Tabelas I e II.

H_j é o valor da intensidade de campo magnético na frequência j .

$H_{L,j}$ é o limite de campo magnético, de acordo com as Tabelas I e II.

“ a ” dever ser igual a 610 V/m para exposição ocupacional e a 87 V/m para exposição do público em geral.

“ b ” deve ser igual a 24,4 A/m (30,7 μ T) para a exposição ocupacional e 5 A/m (6,25 μ T) para a exposição do público em geral.

Art. 57. Para avaliação dos efeitos térmicos relevantes, acima de 100 kHz, a determinação do atendimento aos limites de exposição pode ser efetuada por meio da utilização das seguintes expressões:

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

e

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1$$

onde:

E_i é o valor da intensidade de campo elétrico na frequência i .

$E_{L,i}$ é o limite de campo elétrico, de acordo com as Tabelas I e II.

H_j é o valor da intensidade de campo magnético na frequência j .

$H_{L,j}$ é o limite de campo magnético, de acordo com as Tabelas I e II.

“ c ” deve ser igual a $610/f$ V/m (f em MHz) para exposição ocupacional e $87/f_{1/2}$ V/m para exposição do público em geral.

“ d ” deve ser igual a $1,6/f$ A/m (f em MHz) para exposição ocupacional e $0,73/f$ A/m para exposição do público em geral.

Art. 58. Em locais multi-usuários, quando for necessária a avaliação das correntes induzidas nos membros e correntes de contato, respectivamente, a determinação do atendimento aos limites de exposição pode ser efetuada por meio da utilização das seguintes expressões:

$$\sum_{k=10\text{ MHz}}^{110\text{ MHz}} \left(\frac{I_k}{I_{L,k}} \right)^2 \leq 1$$

e

$$\sum_{n=1\text{ Hz}}^{110\text{ MHz}} \frac{I_n}{I_{C,n}} \leq 1$$

onde:

I_k é a componente de corrente no membro na frequência k .

$I_{L,k}$ é o limite para a corrente em qualquer membro, de acordo com a Tabela IV.

I_n é a componente de corrente de contato na frequência n .

$I_{C,n}$ é o limite para corrente de contato na frequência n , de acordo com a Tabela III.

Art. 59. Na avaliação prática dos locais multi-usuários, primeiramente devem ser efetuadas medições utilizando sondas de faixa larga, que englobem as radiofrequências das fontes emissoras relevantes, com todas as estações existentes no local em operação com sua potência máxima autorizada, para determinar a existência de áreas onde os limites de exposição sejam excedidos.

Art. 60. A determinação das contribuições individuais ao campo total, na avaliação prática, pode ser efetuada por meio de medições utilizando sondas de faixa larga que englobe as radiofrequências das fontes emissoras relevantes, com cada estação operando individualmente, ou utilizando-se instrumentos de medida de faixa estreita.

TÍTULO IV - DOS PRAZOS E SANÇÕES

Capítulo I - Dos Prazos

Art. 61. Os responsáveis pela operação de estações transmissoras de radiocomunicação que estejam licenciadas na data de publicação deste regulamento terão um prazo de 2 (dois) anos, contados a partir da data de publicação, para efetuar a avaliação de suas estações, no sentido de verificar o atendimento ao disposto neste regulamento e providenciar a elaboração do Relatório de Conformidade.

§ 1º. Ao final do primeiro ano do prazo citado no caput, contado a partir da data de publicação deste regulamento, pelo menos 50 % (cinquenta por cento) das estações transmissoras deverão estar avaliadas.

§ 2º. Mesmo antes de decorrido o prazo estabelecido no caput deste artigo, as situações a seguir acarretarão na necessidade de verificação do atendimento ao estabelecido neste regulamento:

I. Renovação ou prorrogação do prazo de validade da Licença para Funcionamento de Estação;

II. Alteração nas características técnicas da estação que implique emissão de nova licença;

III. Inclusão de nova estação em locais multi-usuários;

IV. Determinação da Anatel.

§ 3º. Nas situações previstas nos incisos de I a III do parágrafo 2º, a comprovação de atendimento será um dos requisitos para emissão da licença para funcionamento de estação. No caso previsto no inciso IV, a Anatel estipulará prazo para a apresentação do Relatório de Conformidade.

Art. 62. Caso, como resultado da avaliação, se verifique o atendimento ao disposto neste regulamento, o responsável pela estação deverá encaminhar, à Anatel, declaração baseada no Relatório de Conformidade elaborado por profissional habilitado, de que o funcionamento da estação, no local e nas condições indicadas, não submeterá trabalhadores e população em geral a CEMRF de valores superiores aos limites estabelecidos.

Art. 63. Não se verificando o atendimento ao disposto neste regulamento, o responsável pela estação deverá adotar, imediatamente, medidas provisórias para assegurar que a população não seja submetida a CEMRF de valores superiores aos estabelecidos e submeter, à consideração da Anatel, proposta de plano de trabalho e cronograma das ações corretivas que serão adotadas.

Art. 64. Para obter o licenciamento de novas estações, os responsáveis por sua operação deverão fornecer, além dos demais documentos exigidos, declaração baseada no Relatório de Conformidade resultante da avaliação das características da estação por profissional habilitado, de que o seu funcionamento, no local e nas condições indicadas, não submeterá trabalhadores e população em geral a CEMRF de valores superiores aos limites estabelecidos neste regulamento.

Parágrafo único. No caso de inclusão de nova estação em locais multi-usuários já avaliados e em conformidade com o estabelecido neste regulamento, o interessado na inclusão, além de providenciar o Relatório de Conformidade de sua estação, ficará responsável pela demonstração de que, com a inclusão pretendida, os limites de exposição ocupacional e da população em geral a CEMRF não serão excedidos.

Capítulo II - Das Sanções Administrativas

Art. 65. A inobservância do atendimento ao estabelecido neste regulamento, a qualquer título, sujeitará os infratores, nos termos do artigo 173 da Lei 9.472, de julho de 1997, às penalidades definidas em regulamentação específica.

§ 1º Os critérios e procedimentos a serem adotados na definição da sanção administrativa a ser aplicada devem ser aqueles estabelecidos na regulamentação mencionada no caput.

§ 2º. A não apresentação, quando solicitado pela Anatel, ou apresentação de Relatório de Conformidade que contenha erros, omissões ou incorreções que caracterizem o não atendimento ao estabelecido neste regulamento será considerada falta grave, passível de sanção prevista na regulamentação mencionada no caput.

TÍTULO V - DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 66. Estão isentas da necessidade da avaliação por profissional habilitado, as estações transmissoras de radiocomunicação enquadradas nos seguintes casos:

I. Estações com operação itinerante, definidas pela Agência;

II. Estações de aeronaves e embarcações;

III. Estações de radiocomunicação isentas de licença para seu funcionamento;

IV. Estações de enlaces ponto-a-ponto cuja radiofrequência de operação seja superior a 2 GHz e a potência do transmissor seja inferior a 2 (dois) watts;

V. Estações terminais para as quais o licenciamento é efetuado observando procedimento próprio estabelecido no Regulamento para Arrecadação de Receitas do Fundo de Fiscalização das Telecomunicações – FISTEL, aprovado pela Resolução nº 255, de 29 de março de 2001, excetuando-se os terminais portáteis enquadrados no Capítulo II, do Título III, deste regulamento.

§ 1º. A isenção de que trata o caput, não exime as estações transmissoras de radiocomunicações do atendimento aos limites de exposição estabelecidos.

§ 2º. A Anatel poderá determinar, a qualquer momento, que quaisquer estações, mesmo as enquadradas nos incisos acima, sejam avaliadas para demonstração do atendimento aos limites de exposição estabelecidos.

Art. 67. Quaisquer ações corretivas necessárias para garantir o atendimento ao disposto neste regulamento são de responsabilidade exclusiva dos responsáveis pela operação de estações transmissoras de radiocomunicação e fornecedores de estações terminais portáteis.

Art. 68. Uma vez comprovado o não atendimento ao disposto neste regulamento, independentemente das sanções previstas no artigo 65, a Anatel estabelecerá prazo para que o responsável pela estação tome as providências corretivas necessárias.

Parágrafo único. Enquanto as medidas corretivas não forem implementadas e elaborado Relatório de Conformidade indicando o atendimento a este regulamento, a Anatel poderá determinar que o responsável pela estação adote, imediatamente, medidas provisórias ou a interrupção do seu funcionamento, para garantir a segurança de trabalhadores e população em geral.

Art. 69. A Anatel, por iniciativa própria ou por solicitação de partes interessadas, poderá realizar medições para comprovação do atendimento aos limites de exposição estabelecidos, bem como mediar entendimentos entre responsáveis por estações transmissoras e trabalhadores ou população com relação ao disposto neste regulamento.

§ 1º. As medições a serem realizadas por iniciativa da Anatel poderão ser efetuadas por ela própria ou por entidade especializada contratada para este fim.

§ 2º. Na mediação de entendimentos entre responsáveis por estações transmissoras e trabalhadores ou população com relação ao disposto neste regulamento, a Anatel poderá exigir a realização de avaliação por entidade de terceira parte.

Art. 70. A Anatel poderá determinar a alteração dos requisitos estabelecidos neste regulamento, mesmo para estações transmissoras de radiocomunicação cuja avaliação já tenha sido efetuada, de forma a refletir os resultados de pesquisas futuras ou em andamento sobre efeitos da exposição humana a CEMRF. Em caso de alteração nos requisitos, a Anatel fixará prazo adequado para o enquadramento das estações e as medidas provisórias a serem adotadas, caso necessárias.

9 ANEXO II

9.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO BANCO DE DADOS

Neste anexo serão listadas todas as referências bibliográficas das pesquisas armazenadas no banco de dados:

AALTO, S. *et al.* Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. *J Cereb Blood Flow Metab* [S.I.], v. 26, n. 7, p. 885-90, Jul 2006.

ABDEL-RASSOUL, G. *et al.* Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotoxicology* [S.I.], v. 28, n. 2, p. 434-40, Mar 2007.

ABRAMSON, M. J. *et al.* Mobile telephone use is associated with changes in cognitive function in young adolescents. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 8, p. 678-86, Dec 2009.

ACAR, G. O. *et al.* Thermal effects of mobile phones on facial nerves and surrounding soft tissue. *Laryngoscope* [S.I.], v. 119, n. 3, p. 559-62, Mar 2009.

ADAIR, E. *et al.* COMAR technical information statement: expert reviews on potential health effects of radiofrequency electromagnetic fields and comments on the bioinitiative report. *Health Phys* [S.I.], v. 97, n. 4, p. 348-56, Oct 2009.

ADEY, W. R. *et al.* Spontaneous and nitrosourea-induced primary tumors of the central nervous system in Fischer 344 rats exposed to frequency-modulated microwave fields. *Cancer Res* [S.I.], v. 60, n. 7, p. 1857-63, Apr 1 2000.

AHAMED, V. I. *et al.* Effect of mobile phone radiation on heart rate variability. *Comput Biol Med* [S.I.], v. 38, n. 6, p. 709-12, Jun 2008.

AHLBOM, A. *et al.* Epidemiologic evidence on mobile phones and tumor risk: a review. *Epidemiology* [S.I.], v. 20, n. 5, p. 639-52, Sep 2009.

AHLBOM, A. *et al.* Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure. *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 112, n. 17, p. 1741-54, Dec 2004.

AITKEN, R. J. *et al.* Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. *Int J Androl* [S.I.], v. 28, n. 3, p. 171-9, Jun 2005.

AKSOY, U. *et al.* The effect of electromagnetic waves on the growth of *Entamoeba histolytica* and *Entamoeba dispar*. *Saudi Med J* [S.I.], v. 26, n. 9, p. 1388-90, Sep 2005.

AL-DOUSARY, S. H. Mobile phone induced sensorineural hearing loss. *Saudi Med J* [S.I.], v. 28, n. 8, p. 1283-6, Aug 2007.

AL-KHLAIWI, T.; MEO, S. A. Association of mobile phone radiation with fatigue, headache, dizziness, tension and sleep disturbance in Saudi population. *Saudi Med J* [S.I.], v. 25, n. 6, p. 732-6, Jun 2004.

ALANKO, T.; HIETANEN, M. Occupational exposure to radiofrequency fields in antenna towers. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 123, n. 4, p. 537-9, 2007.

ALEEM, M. A. Health hazards of mobile phones in children. *J Assoc Physicians India* [S.I.], v. 57, p. 604-5, Aug 2009.

ALI KAHN, A. *et al.* The anatomical distribution of cerebral gliomas in mobile phone users. *Ir Med J* [S.I.], v. 96, n. 8, p. 240-2, Sep 2003.

ALTAMURA, G. *et al.* Influence of digital and analogue cellular telephones on implanted pacemakers. *Eur Heart J* [S.I.], v. 18, n. 10, p. 1632-41, Oct 1997.

AMERNIK, K. *et al.* [Acute ear trauma caused by failure of mobile phone/cellular phone]. *Otolaryngol Pol* [S.I.], v. 61, n. 4, p. 484-6, 2007.

AMMARI, M. *et al.* Effect of a chronic GSM 900 MHz exposure on glia in the rat brain. *Biomed Pharmacother* [S.I.], v. 62, n. 4, p. 273-81, Apr-May 2008.

AMMARI, M. *et al.* GFAP expression in the rat brain following sub-chronic exposure to a 900 MHz electromagnetic field signal. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 86, n. 5, p. 367-75, May 2010.

AMMARI, M. *et al.* Effect of head-only sub-chronic and chronic exposure to 900-MHz GSM electromagnetic fields on spatial memory in rats. *Brain Inj* [S.I.], v. 22, n. 13-14, p. 1021-9, Dec 2008.

AMMARI, M. *et al.* Exposure to GSM 900 MHz electromagnetic fields affects cerebral cytochrome c oxidase activity. *Toxicology* [S.I.], v. 250, n. 1, p. 70-4, Aug 19 2008.

AMOAKO, J. K. *et al.* Measurement and analysis of radiofrequency radiations from some mobile phone base stations in Ghana. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 135, n. 4, p. 256-60, Aug 2009.

ANDERSON, V. Comparisons of peak SAR levels in concentric sphere head models of children and adults for irradiation by a dipole at 900 MHz. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 48, n. 20, p. 3263-75, Oct 21 2003.

ANDERSON, V.; JOYNER, K. H. Specific absorption rate levels measured in a phantom head exposed to radio frequency transmissions from analog hand-held mobile phones. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 16, n. 1, p. 60-9, 1995.

ANDERSON, V.; ROWLEY, J. Measurements of skin surface temperature during mobile phone use. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 2, p. 159-62, Feb 2007.

ANGELONE, L. M. *et al.* Computational electromagnetic analysis in a human head model with EEG electrodes and leads exposed to RF-field sources at 915 MHz and 1748 MHz. *Radiat Res* [S.I.], v. 174, n. 1, p. 91-100, Jul 2010.

ANGLESIO, L. *et al.* Population exposure to electromagnetic fields generated by radio base stations: evaluation of the urban background by using provisional model and instrumental measurements. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 97, n. 4, p. 355-8, 2001.

ARAI, N. *et al.* Thirty minutes mobile phone use has no short-term adverse effects on central auditory pathways. *Clin Neurophysiol* [S.I.], v. 114, n. 8, p. 1390-4, Aug 2003.

ARAN, J. M. *et al.* Effects of exposure of the ear to GSM microwaves: in vivo and in vitro experimental studies. *Int J Audiol* [S.I.], v. 43, n. 9, p. 545-54, Oct 2004.

ARNETZ, B. B. *et al.* Exploring exposure to mobile-phone electromagnetic fields and psychophysiological and self-rated symptoms. *Psychosom Med* [S.I.], v. 71, n. 1, p. 115; author reply 115-6, Jan 2009.

ARTHUR, J. S. MAPK activation by radio waves. *Biochem J* [S.I.], v. 405, n. 3, p. e5-6, Aug 1 2007.

ATAY, T. *et al.* Effect of electromagnetic field induced by radio frequency waves at 900 to 1800 MHz on bone mineral density of iliac bone wings. *J Craniofac Surg* [S.I.], v. 20, n. 5, p. 1556-60, Sep 2009.

AUGNER, C.; HACKER, G. W. Are people living next to mobile phone base stations more strained? Relationship of health concerns, self-estimated distance to base station, and psychological parameters. *Indian J Occup Environ Med* [S.I.], v. 13, n. 3, p. 141-5, Dec 2009.

AUGNER, C. *et al.* Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A. *Biomed Environ Sci* [S.I.], v. 23, n. 3, p. 199-207, Jun 2010.

AUVINEN, A. *et al.* Epidemiological risk assessment of mobile phones and cancer: where can we improve? *Eur J Cancer Prev* [S.I.], v. 15, n. 6, p. 516-23, Dec 2006.

AWEDA, M. A. *et al.* Potential health risks due to telecommunications radiofrequency radiation exposures in Lagos State Nigeria. *Nig Q J Hosp Med* [S.I.], v. 19, n. 1, p. 6-14, Jan-Mar 2009.

AYATA, A. *et al.* Oxidative stress-mediated skin damage in an experimental mobile phone model can be prevented by melatonin. *J Dermatol* [S.I.], v. 31, n. 11, p. 878-83, Nov 2004.

BAHR, A. *et al.* Exposure setups for laboratory animals and volunteer studies using body-mounted antennas. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 124, n. 1, p. 31-4, 2007.

BAHR, A. *et al.* Dosimetric assessment of an exposure system for simulating GSM and WCDMA mobile phone usage. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 27, n. 4, p. 320-7, May 2006.

BAK, M. *et al.* Effects of GSM signals during exposure to event related potentials (ERPs). *Int J Occup Med Environ Health* [S.I.], v. 23, n. 2, p. 191-9, 2010.

BAK, M. *et al.* No effects of acute exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on brainstem auditory potentials in young volunteers. *Int J Occup Med Environ Health* [S.I.], v. 16, n. 3, p. 201-8, 2003.

BALBANI, A. P.; MONTOVANI, J. C. Mobile phones: influence on auditory and vestibular systems. *Braz J Otorhinolaryngol* [S.I.], v. 74, n. 1, p. 125-31, Jan-Feb 2008.

BALCI, M. *et al.* Effects of mobile phones on oxidant/antioxidant balance in cornea and lens of rats. *Curr Eye Res* [S.I.], v. 32, n. 1, p. 21-5, Jan 2007.

BALIK, H. H. *et al.* Some ocular symptoms and sensations experienced by long term users of mobile phones. *Pathol Biol (Paris)* [S.I.], v. 53, n. 2, p. 88-91, Mar 2005.

BALIKCI, K. *et al.* A survey study on some neurological symptoms and sensations experienced by long term users of mobile phones. *Pathol Biol (Paris)* [S.I.], v. 53, n. 1, p. 30-4, Feb 2005.

BALZANO, Q.; SWICORD, M. Comments on Neurophysiological effects of mobile phone electromagnetic fields on humans: a comprehensive review. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 5, p. 410; discussion 411, Jul 2008.

BAMIOU, D. E. *et al.* Mobile telephone use effects on peripheral audiovestibular function: a case-control study. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 2, p. 108-17, Feb 2008.

BAN, E. WHO funds mobile phone-cancer study. *Nat Med* [S.I.], v. 4, n. 2, p. 140, Feb 1998.

BARBARO, V. *et al.* Do European GSM mobile cellular phones pose a potential risk to pacemaker patients? *Pacing Clin Electrophysiol* [S.I.], v. 18, n. 6, p. 1218-24, Jun 1995.

BARNETT, J. *et al.* Public responses to precautionary information from the Department of Health (UK) about possible health risks from mobile phones. *Health Policy* [S.I.], v. 82, n. 2, p. 240-50, Jul 2007.

BARTERI, M. *et al.* Structural and kinetic effects of mobile phone microwaves on acetylcholinesterase activity. *Biophys Chem* [S.I.], v. 113, n. 3, p. 245-53, Mar 1 2005.

BARTSCH, H. *et al.* Chronic exposure to a GSM-like signal (mobile phone) does not stimulate the development of DMBA-induced mammary tumors in rats: results of three consecutive studies. *Radiat Res* [S.I.], v. 157, n. 2, p. 183-90, Feb 2002.

BARTSCH, H. *et al.* Effect of chronic exposure to a GSM-like signal (mobile phone) on survival of female Sprague-Dawley rats: modulatory effects by month of birth and possibly stage of the solar cycle. *Neuro Endocrinol Lett* [S.I.], v. 31, n. 4, p. 457-73, 2010.

BARTUNEK, P. [Health risks of mobile phones]. *Cas Lek Cesk* [S.I.], v. 140, n. 14, p. 439-42, Jul 19 2001.

BAS, O. *et al.* 900 MHz electromagnetic field exposure affects qualitative and quantitative features of hippocampal pyramidal cells in the adult female rat. *Brain Res* [S.I.], v. 1265, p. 178-85, Apr 10 2009.

BAYAZIT, V. *et al.* Evaluation of carcinogenic effects of electromagnetic fields (EMF). *Bosn J Basic Med Sci* [S.I.], v. 10, n. 3, p. 245-50, Aug 2010.

BEHARI, J. Biological responses of mobile phone frequency exposure. *Indian J Exp Biol* [S.I.], v. 48, n. 10, p. 959-81, Oct 2010.

BELYAEV, I. Y.; GRIGORIEV, Y. G. Problems in assessment of risks from exposures to microwaves of mobile communication. *Radiats Biol Radioecol* [S.I.], v. 47, n. 6, p. 727-32, Nov-Dec 2007.

BELYAEV, I. Y. *et al.* 915 MHz microwaves and 50 Hz magnetic field affect chromatin conformation and 53BP1 foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 3, p. 173-84, Apr 2005.

BELYAEV, I. Y. *et al.* Exposure of rat brain to 915 MHz GSM microwaves induces changes in gene expression but not double stranded DNA breaks or effects on chromatin conformation. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 27, n. 4, p. 295-306, May 2006.

BELYAEV, I. Y. *et al.* Microwaves from UMTS/GSM mobile phones induce long-lasting inhibition of 53BP1/gamma-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 2, p. 129-41, Feb 2009.

BERG-BECKHOFF, G. *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* [S.I.], v. 66, n. 2, p. 124-30, Feb 2009.

BERGAMASCHI, A. *et al.* Are thyroid dysfunctions related to stress or microwave exposure (900 MHz)? *Int J Immunopathol Pharmacol* [S.I.], v. 17, n. 2 Suppl, p. 31-6, May-Aug 2004.

BESSET, A. *et al.* No effect on cognitive function from daily mobile phone use. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 2, p. 102-8, Feb 2005.

BILLAUEDEL, B. *et al.* Effects of exposure to DAMPS and GSM signals on ornithine decarboxylase (ODC) activity: II. SH-SY5Y human neuroblastoma cells. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 85, n. 6, p. 519-22, Jun 2009.

BILLAUEDEL, B. *et al.* Effects of exposure to DAMPS and GSM signals on ornithine decarboxylase (ODC) activity: I. L-929 mouse fibroblasts. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 85, n. 6, p. 510-8, Jun 2009.

BISCHOF, F. *et al.* [Electromagnetic fields of mobile telephone systems--thresholds, effects and risks for cochlear implant patients and healthy people]. *Laryngorhinootologie* [S.I.], v. 87, n. 11, p. 768-74, Nov 2008.

BISGAARD, N. The European experience. *J Am Acad Audiol* [S.I.], v. 12, n. 6, p. 296-300, Jun 2001.

BIT-BABIK, G. *et al.* Estimation of the SAR in the human head and body due to radiofrequency radiation exposure from handheld mobile phones with hands-free accessories. *Radiat Res* [S.I.], v. 159, n. 4, p. 550-7, Apr 2003.

BIT-BABIK, G. *et al.* Simulation of exposure and SAR estimation for adult and child heads exposed to radiofrequency energy from portable communication devices. *Radiat Res* [S.I.], v. 163, n. 5, p. 580-90, May 2005.

BITHELL, J. F. Childhood cancer and proximity to mobile phone masts. *BMJ* [S.I.], v. 340, p. c3015, 2010.

BLACK, D. R. Mobile phones. precautionary options. *Med Lav* [S.I.], v. 97, n. 2, p. 221-5, Mar-Apr 2006.

BLACKMAN, C. Cell phone radiation: Evidence from ELF and RF studies supporting more inclusive risk identification and assessment. *Pathophysiology* [S.I.], v. 16, n. 2, p. 205-216, 2009.

BLANK, M.; GOODMAN, R. Electromagnetic fields stress living cells. *Pathophysiology* [S.I.], v. 16, n. 2, p. 71–78, 30/01/2009 2009.

BLETTNER, M.; BERG, G. Are mobile phones harmful? *Acta Oncol* [S.I.], v. 39, n. 8, p. 927-30, 2000.

BLETTNER, M. *et al.* Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 66, n. 2, p. 118-23, Feb 2009.

BOELLA, F.; GIULIANI, L. Micro-cells coverage for mobile telephony: an alternative way to reduce EMF exposures. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 25, n. 4, p. 325-37, 2006.

BONNEUX, L. [Electromagnetic fields: damage to health due to the nocebo effect]. *Ned Tijdschr Geneesk* [S.I.], v. 151, n. 17, p. 953-6, Apr 28 2007.

BORTKIEWICZ, A. [A study on the biological effects of exposure mobile-phone frequency EMF]. *Med Pr* [S.I.], v. 52, n. 2, p. 101-6, 2001.

BOUTRY, C. M. *et al.* Dosimetric evaluation and comparison of different RF exposure apparatuses used in human volunteer studies. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 1, p. 11-9, Jan 2008.

BRAUNE, S. *et al.* Influence of a radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals. *Radiat Res* [S.I.], v. 158, n. 3, p. 352-6, Sep 2002.

BRECKENKAMP, J. *et al.* Applicability of an exposure model for the determination of emissions from mobile phone base stations. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 131, n. 4, p. 474-81, 2008.

BRESCIA, F. *et al.* Reactive oxygen species formation is not enhanced by exposure to UMTS 1950 MHz radiation and co-exposure to ferrous ions in Jurkat cells. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 7, p. 525-35, Oct 2009.

BRILLAUD, E. *et al.* Effect of an acute 900MHz GSM exposure on glia in the rat brain: a time-dependent study. *Toxicology* [S.I.], v. 238, n. 1, p. 23-33, Aug 16 2007.

BURKHARDT, M. *et al.* Exposure setup to test effects of wireless communications systems on the CNS. *Health Phys* [S.I.], v. 73, n. 5, p. 770-8, Nov 1997.

BUSCAGLIA, F.; GIANOLA, P. Measurement techniques for UMTS signals radiated by radio base stations. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 97, n. 4, p. 383-6, 2001.

BYRNE, D.; BURWOOD, E. The Australian experience: global system for mobile communications wireless telephones and hearing aids. *J Am Acad Audiol* [S.I.], v. 12, n. 6, p. 315-21, Jun 2001.

CAMPISI, A. *et al.* Reactive oxygen species levels and DNA fragmentation on astrocytes in primary culture after acute exposure to low intensity microwave electromagnetic field. *Neurosci Lett* [S.I.], v. 473, n. 1, p. 52-5, Mar 31 2010.

CAO, Y. *et al.* 900-MHz microwave radiation enhances gamma-ray adverse effects on SHG44 cells. *J Toxicol Environ Health A* [S.I.], v. 72, n. 11-12, p. 727-32, 2009.

CAPRI, M. *et al.* Age-dependent effects of in vitro radiofrequency exposure (mobile phone) on CD95+ T helper human lymphocytes. *Ann N Y Acad Sci* [S.I.], v. 1067, p. 493-9, May 2006.

CAPRI, M. *et al.* 1800 MHz radiofrequency (mobile phones, different Global System for Mobile communication modulations) does not affect apoptosis and heat shock protein 70 level in peripheral blood mononuclear cells from young and old donors. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 80, n. 6, p. 389-97, Jun 2004.

CAPRI, M. *et al.* In vitro exposure of human lymphocytes to 900 MHz CW and GSM modulated radiofrequency: studies of proliferation, apoptosis and mitochondrial membrane potential. *Radiat Res* [S.I.], v. 162, n. 2, p. 211-8, Aug 2004.

CARAGLIA, M. *et al.* Electromagnetic fields at mobile phone frequency induce apoptosis and inactivation of the multi-chaperone complex in human epidermoid cancer cells. *J Cell Physiol* [S.I.], v. 204, n. 2, p. 539-48, Aug 2005.

CARDIS, E. *et al.* Distribution of RF energy emitted by mobile phones in anatomical structures of the brain. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 53, n. 11, p. 2771-83, Jun 7 2008.

CARDIS, E. *et al.* The INTERPHONE study: design, epidemiological methods, and description of the study population. *Eur J Epidemiol* [S.I.], v. 22, n. 9, p. 647-64, 2007.

CARDIS, E.; SADETZKI, S. Indications of possible brain-tumour risk in mobile-phone studies: should we be concerned? *Occup Environ Med* [S.I.], Jan 24 2011.

CARRUBBA, S. *et al.* Mobile-phone pulse triggers evoked potentials. *Neurosci Lett* [S.I.], v. 469, n. 1, p. 164-8, Jan 18 2010.

CHANG, S. K. *et al.* Genotoxicity evaluation of electromagnetic fields generated by 835-MHz mobile phone frequency band. *Eur J Cancer Prev* [S.I.], v. 14, n. 2, p. 175-9, Apr 2005.

CHAPMAN, S.; WUTZKE, S. Not in our back yard: media coverage of community opposition to mobile phone towers--an application of Sandman's outrage model of risk perception. *Aust N Z J Public Health* [S.I.], v. 21, n. 6, p. 614-20, Oct 1997.

CHAUHAN, V. *et al.* Analysis of proto-oncogene and heat-shock protein gene expression in human derived cell-lines exposed in vitro to an intermittent 1.9 GHz pulse-modulated radiofrequency field. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 82, n. 5, p. 347-54, May 2006.

CHAUHAN, V. *et al.* Analysis of gene expression in two human-derived cell lines exposed in vitro to a 1.9 GHz pulse-modulated radiofrequency field. *Proteomics* [S.I.], v. 7, n. 21, p. 3896-905, Nov 2007.

CHAUVIN, S. *et al.* Occupational exposure to ambient electromagnetic fields of technical operational personnel working for a mobile telephone operator. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 136, n. 3, p. 185-95, 2009.

CHAVDOULA, E. D. *et al.* Comparison of biological effects between continuous and intermittent exposure to GSM-900-MHz mobile phone radiation: Detection of apoptotic cell-death features. *Mutat Res* [S.I.], v. 700, n. 1-2, p. 51-61, Jul 19 2010.

CHEN, Z. J.; HE, J. L. [Mutagenic, carcinogenic and teratogenic effects induced by radiofrequency electromagnetic field of mobile phone]. *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* [S.I.], v. 37, n. 1, p. 97-102, Jan 2008.

CHILADAKIS, J. A. *et al.* In-vivo testing of digital cellular telephones in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *Eur Heart J* [S.I.], v. 22, n. 15, p. 1337-42, Aug 2001.

CHRIST, A. *et al.* A numerical and experimental comparison of human head phantoms for compliance testing of mobile telephone equipment. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 2, p. 125-37, Feb 2005.

CHRIST, A. *et al.* Age-dependent tissue-specific exposure of cell phone users. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 55, n. 7, p. 1767-83, Apr 7 2010.

CHRIST, A.; KUSTER, N. Differences in RF energy absorption in the heads of adults and children. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. Suppl 7, p. S31-44, 2005.

CHRIST, A. *et al.* Characterization of the electromagnetic near-field absorption in layered biological tissue in the frequency range from 30 MHz to 6,000 MHz. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 51, n. 19, p. 4951-65, Oct 7 2006.

CINEL, C. *et al.* Effects of mobile phone electromagnetic fields on an auditory order threshold task. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 6, p. 493-6, Sep 2007.

CINEL, C. *et al.* Exposure to mobile phone electromagnetic fields and subjective symptoms: a double-blind study. *Psychosom Med* [S.I.], v. 70, n. 3, p. 345-8, Apr 2008.

COGGON, D. Health risks from mobile phone base stations. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 63, n. 5, p. 298-9, May 2006.

COLLETTI, V. *et al.* Intraoperative observation of changes in cochlear nerve action potentials during exposure to electromagnetic fields generated by mobile phones. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* [S.I.], Dec 16 2010.

COLONNA, A. [Cellular phones and cancer: current status]. *Bull Cancer* [S.I.], v. 92, n. 7, p. 637-43, Jul 2005.

COMAR. Human exposure to radio frequency and microwave radiation from portable and mobile telephones and other wireless communication devices--a COMAR technical information statement. *IEEE Eng Med Biol Mag* [S.I.], v. 20, n. 1, p. 128-31, Jan-Feb 2001.

COOKE, R. *et al.* A case-control study of risk of leukaemia in relation to mobile phone use. *Br J Cancer* [S.I.], v. 103, n. 11, p. 1729-35, Nov 23 2010.

COTGREAVE, I. A. Biological stress responses to radio frequency electromagnetic radiation: are mobile phones really so (heat) shocking? *Arch Biochem Biophys* [S.I.], v. 435, n. 1, p. 227-40, Mar 1 2005.

COX, R. A.; LUXTON, L. M. Cerebral symptoms from mobile telephones. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 57, n. 6, p. 431, Jun 2000.

CRANFIELD, C. G. *et al.* Exposure of magnetic bacteria to simulated mobile phone-type RF radiation has no impact on mortality. *IEEE Trans Nanobioscience* [S.I.], v. 2, n. 3, p. 146-9, Sep 2003.

CRANFIELD, C. G. *et al.* Effects of mobile phone type signals on calcium levels within human leukaemic T-cells (Jurkat cells). *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 77, n. 12, p. 1207-17, Dec 2001.

CROFT, R. J. *et al.* Acute mobile phone operation affects neural function in humans. *Clin Neurophysiol* [S.I.], v. 113, n. 10, p. 1623-32, Oct 2002a.

CROFT, R. J. *et al.* Can the Q Link Ally, a form of Sympathetic Resonance Technology (SRT), attenuate acute mobile phone-related changes to neural function? *J Altern Complement Med* [S.I.], v. 8, n. 4, p. 427-35, Aug 2002b.

CROFT, R. J. *et al.* Effects of 2G and 3G mobile phones on human alpha rhythms: Resting EEG in adolescents, young adults, and the elderly. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 31, n. 6, p. 434-44, Sep 2010.

CROFT, R. J. *et al.* Mobile phones and brain tumours: a review of epidemiological research. *Australas Phys Eng Sci Med* [S.I.], v. 31, n. 4, p. 255-67, Dec 2008.

CURCIO, G. *et al.* Acute mobile phones exposure affects frontal cortex hemodynamics as evidenced by functional near-infrared spectroscopy. *J Cereb Blood Flow Metab* [S.I.], v. 29, n. 5, p. 903-10, May 2009.

CURCIO, G. *et al.* Is the brain influenced by a phone call? An EEG study of resting wakefulness. *Neurosci Res* [S.I.], v. 53, n. 3, p. 265-70, Nov 2005.

CURCIO, G. *et al.* Psychomotor performance is not influenced by brief repeated exposures to mobile phones. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 3, p. 237-41, Apr 2008.

D'AMBROSIO, G. *et al.* Cytogenetic damage in human lymphocytes following GSM phase modulated microwave exposure. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 23, n. 1, p. 7-13, Jan 2002.

D'COSTA, H. *et al.* Human brain wave activity during exposure to radiofrequency field emissions from mobile phones. *Australas Phys Eng Sci Med* [S.I.], v. 26, n. 4, p. 162-7, Dec 2003.

DACKIEWICZ, A.; KRAWCZYK, A. [Protection against electromagnetic fields emitted by mobile phone facilities in Poland and the European Union countries]. *Med Pr* [S.I.], v. 54, n. 2, p. 193-5, 2003.

DANIELS, W. M. *et al.* The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behaviour of the rat. *Metab Brain Dis* [S.I.], v. 24, n. 4, p. 629-41, Dec 2009.

DANKER-HOPFE, H. *et al.* Effects of electromagnetic fields emitted by mobile phones (GSM 900 and WCDMA/UMTS) on the macrostructure of sleep. *J Sleep Res* [S.I.], Jun 16 2010.

DASDAG, S. *et al.* Effect of mobile phone exposure on apoptotic glial cells and status of oxidative stress in rat brain. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 28, n. 4, p. 342-54, 2009.

DASDAG, S. *et al.* Mobile phone exposure does not induce apoptosis on spermatogenesis in rats. *Arch Med Res* [S.I.], v. 39, n. 1, p. 40-4, Jan 2008.

DASENBROCK, C. Animal carcinogenicity studies on radiofrequency fields related to mobile phones and base stations. *Toxicol Appl Pharmacol* [S.I.], v. 207, n. 2 Suppl, p. 342-6, Sep 1 2005.

DAWE, A. S. *et al.* Continuous wave and simulated GSM exposure at 1.8 W/kg and 1.8 GHz do not induce hsp16-1 heat-shock gene expression in *Caenorhabditis elegans*. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 2, p. 92-9, Feb 2008.

DE GANNES, F. P. *et al.* Effects of head-only exposure of rats to GSM-900 on blood-brain barrier permeability and neuronal degeneration. *Radiat Res* [S.I.], v. 172, n. 3, p. 359-67, Sep 2009.

DE IULIIS, G. N. *et al.* Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. *PLoS One* [S.I.], v. 4, n. 7, p. e6446, 2009.

DE SALLES, A. A. *et al.* Electromagnetic absorption in the head of adults and children due to mobile phone operation close to the head. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 25, n. 4, p. 349-60, 2006.

DE SALLES, A. A.; FERNANDEZ, C. R. Exclusion zones close to wireless communication transmitters aiming to reduce human health risks. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 25, n. 4, p. 339-47, 2006.

DE SEZE, R. *et al.* Evaluation in humans of the effects of radiocellular telephones on the circadian patterns of melatonin secretion, a chronobiological rhythm marker. *J Pineal Res* [S.I.], v. 27, n. 4, p. 237-42, Nov 1999.

DE SEZE, R. *et al.* GSM radiocellular telephones do not disturb the secretion of antepituitary hormones in humans. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 19, n. 5, p. 271-8, 1998.

DE TOMMASO, M. *et al.* Mobile phones exposure induces changes of contingent negative variation in humans. *Neurosci Lett* [S.I.], v. 464, n. 2, p. 79-83, Oct 23 2009.

DEEPINDER, F. *et al.* Cell phones and male infertility: dissecting the relationship. *Reprod Biomed Online* [S.I.], v. 15, n. 3, p. 266-70, Sep 2007.

DEHOS, A.; WEISS, W. [In the consumers' interest: precautionary principles for protection against electromagnetic fields]. *Gesundheitswesen* [S.I.], v. 64, n. 12, p. 651-6, Dec 2002.

DELTOUR, I. *et al.* Time trends in brain tumor incidence rates in Denmark, Finland, Norway, and Sweden, 1974-2003. *J Natl Cancer Inst* [S.I.], v. 101, n. 24, p. 1721-4, Dec 16 2009.

DERIAS, E. M. *et al.* Growing concern over the safety of using mobile phones and male fertility. *Arch Androl* [S.I.], v. 52, n. 1, p. 9-14, Jan-Feb 2006.

DIEM, E. *et al.* Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutat Res* [S.I.], v. 583, n. 2, p. 178-83, Jun 6 2005.

DIMBYLOW, P. *et al.* Assessment of specific energy absorption rate (SAR) in the head from a TETRA handset. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 48, n. 23, p. 3911-26, Dec 7 2003.

DIMBYLOW, P. J.; MANN, S. M. SAR calculations in an anatomically realistic model of the head for mobile communication transceivers at 900 MHz and 1.8 GHz. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 39, n. 10, p. 1537-53, Oct 1994.

DJERIDANE, Y. *et al.* Influence of electromagnetic fields emitted by GSM-900 cellular telephones on the circadian patterns of gonadal, adrenal and pituitary hormones in men. *Radiat Res* [S.I.], v. 169, n. 3, p. 337-43, Mar 2008.

DOLAN, M.; ROWLEY, J. The precautionary principle in the context of mobile phone and base station radiofrequency exposures. *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 117, n. 9, p. 1329-32, Sep 2009.

EBERHARDT, J. L. *et al.* Blood-brain barrier permeability and nerve cell damage in rat brain 14 and 28 days after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 27, n. 3, p. 215-29, 2008.

EDELSTYN, N.; OLDERSHAW, A. The acute effects of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention. *Neuroreport* [S.I.], v. 13, n. 1, p. 119-21, Jan 21 2002.

EL-SHAL, W.; EL-SEBAIE, O. Environmental safety conditions for mobile base stations in Alexandria. *J Egypt Public Health Assoc* [S.I.], v. 75, n. 3-4, p. 335-55, 2000.

ELDER, J. A. Survival and cancer in laboratory mammals exposed to radiofrequency energy. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. Suppl 6, p. S101-6, 2003.

ELHAG, M. A. *et al.* Effects of electromagnetic field produced by mobile phones on the oxidant and antioxidant status of rats. *Pak J Biol Sci* [S.I.], v. 10, n. 23, p. 4271-4, Dec 1 2007.

ELLIOTT, P. *et al.* Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study. *BMJ* [S.I.], v. 340, p. c3077, 2010.

ELTITI, S. *et al.* Short-term exposure to mobile phone base station signals does not affect cognitive functioning or physiological measures in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields and controls. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 7, p. 556-63, Oct 2009.

ELWOOD, J. M. Epidemiological studies of radio frequency exposures and human cancer. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. Suppl 6, p. S63-73, 2003.

ESEN, F.; ESEN, H. Effect of electromagnetic fields emitted by cellular phones on the latency of evoked electrodermal activity. *Int J Neurosci* [S.I.], v. 116, n. 3, p. 321-9, Mar 2006.

ESMEKAYA, M. A. *et al.* Pulse modulated 900 MHz radiation induces hypothyroidism and apoptosis in thyroid cells: a light, electron microscopy and immunohistochemical study. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 86, n. 12, p. 1106-16, Dec 2010.

EULITZ, C. *et al.* Mobile phones modulate response patterns of human brain activity. *Neuroreport* [S.I.], v. 9, n. 14, p. 3229-32, Oct 5 1998.

FALZONE, N. *et al.* The effect of pulsed 900-MHz GSM mobile phone radiation on the acrosome reaction, head morphometry and zona binding of human spermatozoa. *Int J Androl* [S.I.], v. 34, n. 1, p. 20-6, Feb 2011.

FALZONE, N. *et al.* In vitro effect of pulsed 900 MHz GSM radiation on mitochondrial membrane potential and motility of human spermatozoa. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 4, p. 268-76, May 2008.

FALZONE, N. *et al.* Mobile phone radiation does not induce pro-apoptosis effects in human spermatozoa. *Radiat Res* [S.I.], v. 174, n. 2, p. 169-76, Aug 2010.

FAYOS-FERNANDEZ, J. *et al.* Effect of pierced metallic objects on SAR distributions at 900 MHz. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 27, n. 5, p. 337-53, Jul 2006.

FERREIRA, A. R. *et al.* Oxidative stress effects on the central nervous system of rats after acute exposure to ultra high frequency electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 27, n. 6, p. 487-93, Sep 2006.

FERREIRA, A. R. *et al.* Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring. *Life Sci* [S.I.], v. 80, n. 1, p. 43-50, Dec 3 2006.

FINDLAY, R. P.; DIMBYLOW, P. J. SAR in a child voxel phantom from exposure to wireless computer networks (Wi-Fi). *Phys Med Biol* [S.I.], v. 55, n. 15, p. N405-11, Aug 7 2010.

FINNIE, J. W. Expression of the immediate early gene, c-fos, in mouse brain after acute global system for mobile communication microwave exposure. *Pathology* [S.I.], v. 37, n. 3, p. 231-3, Jun 2005.

FINNIE, J. W. *et al.* Expression of the water channel protein, aquaporin-4, in mouse brains exposed to mobile telephone radiofrequency fields. *Pathology* [S.I.], v. 41, n. 5, p. 473-5, 2009.

FINNIE, J. W. *et al.* Effect of mobile telephony on blood-brain barrier permeability in the fetal mouse brain. *Pathology* [S.I.], v. 38, n. 1, p. 63-5, Feb 2006.

FINNIE, J. W. *et al.* Effect of long-term mobile communication microwave exposure on vascular permeability in mouse brain. *Pathology* [S.I.], v. 34, n. 4, p. 344-7, Aug 2002.

FINNIE, J. W. *et al.* Effect of global system for mobile communication (gsm)-like radiofrequency fields on vascular permeability in mouse brain. *Pathology* [S.I.], v. 33, n. 3, p. 338-40, Aug 2001.

FINNIE, J. W. *et al.* Expression of the immediate early gene, c-fos, in fetal brain after whole of gestation exposure of pregnant mice to global system for mobile communication microwaves. *Pathology* [S.I.], v. 38, n. 4, p. 333-5, Aug 2006.

FINNIE, J. W. *et al.* Microglial activation as a measure of stress in mouse brains exposed acutely (60 minutes) and long-term (2 years) to mobile telephone radiofrequency fields. *Pathology* [S.I.], v. 42, n. 2, p. 151-4, Feb 2010.

FINNIE, J. W. *et al.* Heat shock protein induction in fetal mouse brain as a measure of stress after whole of gestation exposure to mobile telephony radiofrequency fields. *Pathology* [S.I.], v. 41, n. 3, p. 276-9, 2009.

FLYCKT, V. M. *et al.* Calculation of SAR and temperature rise in a high-resolution vascularized model of the human eye and orbit when exposed to a dipole antenna at 900, 1500 and 1800 MHz. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 52, n. 10, p. 2691-701, May 21 2007.

FRAGOPOULOU, A. F. *et al.* Whole body exposure with GSM 900MHz affects spatial memory in mice. *Pathophysiology* [S.I.], v. 17, n. 3, p. 179-87, Jun 2010.

FRANKE, H. *et al.* Electromagnetic fields (GSM 1800) do not alter blood-brain barrier permeability to sucrose in models in vitro with high barrier tightness. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 7, p. 529-35, Oct 2005.

FRANKE, H. *et al.* Effects of Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) electromagnetic fields on the blood-brain barrier in vitro. *Radiat Res* [S.I.], v. 164, n. 3, p. 258-69, Sep 2005.

FRANZELLITTI, S. *et al.* HSP70 expression in human trophoblast cells exposed to different 1.8 Ghz mobile phone signals. *Radiat Res* [S.I.], v. 170, n. 4, p. 488-97, Oct 2008.

FREI, P. *et al.* Classification of personal exposure to radio frequency electromagnetic fields (RF-EMF) for epidemiological research: Evaluation of different exposure assessment methods. *Environ Int* [S.I.], Jun 8.

FREI, P. *et al.* A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure. *Sci Total Environ* [S.I.], v. 408, n. 1, p. 102-8, Dec 15 2009.

FRENCH, P. W. *et al.* Mobile phones, heat shock proteins and cancer. *Differentiation* [S.I.], v. 67, n. 4-5, p. 93-7, Jun 2001.

FRIEDMAN, J. *et al.* Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. *Biochem J* [S.I.], v. 405, n. 3, p. 559-68, Aug 1 2007.

FRITZE, K. *et al.* Effect of global system for mobile communication (GSM) microwave exposure on blood-brain barrier permeability in rat. *Acta Neuropathol* [S.I.], v. 94, n. 5, p. 465-70, Nov 1997.

FRITZE, K. *et al.* Effect of global system for mobile communication microwave exposure on the genomic response of the rat brain. *Neuroscience* [S.I.], v. 81, n. 3, p. 627-39, Dec 1997.

FRITZER, G. *et al.* Effects of short- and long-term pulsed radiofrequency electromagnetic fields on night sleep and cognitive functions in healthy subjects. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 4, p. 316-25, May 2007.

FRUMKIN, H. *et al.* Cellular phones and risk of brain tumors. *CA Cancer J Clin* [S.I.], v. 51, n. 2, p. 137-41, Mar-Apr 2001.

FURUBAYASHI, T. *et al.* Effects of short-term W-CDMA mobile phone base station exposure on women with or without mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 2, p. 100-113, Feb 2009.

GAESTEL, M. Biological monitoring of non-thermal effects of mobile phone radiation: recent approaches and challenges. *Biol Rev Camb Philos Soc* [S.I.], v. 85, n. 3, p. 489-500, Aug 2010.

GALEEV, A. L. [Effects of the microwave radiation from the cellular phones on humans and animals]. *Russ Fiziol Zh Im I M Sechenova* [S.I.], v. 84, n. 11, p. 1293-302, Nov 1998.

GALLONI, P. *et al.* Effects of 900 MHz electromagnetic fields exposure on cochlear cells' functionality in rats: evaluation of distortion product otoacoustic emissions. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 7, p. 536-47, Oct 2005.

GALLONI, P. *et al.* Electromagnetic fields from mobile phones do not affect the inner auditory system of Sprague-Dawley rats. *Radiat Res* [S.I.], v. 164, n. 6, p. 798-804, Dec 2005.

GARCIA CALLEJO, F. J. *et al.* [Hearing level and intensive use of mobile phones]. *Acta Otorrinolaringol Esp* [S.I.], v. 56, n. 5, p. 187-91, May 2005.

GERNER, C. *et al.* Increased protein synthesis by cells exposed to a 1,800-MHz radio-frequency mobile phone electromagnetic field, detected by proteome profiling. *Int Arch Occup Environ Health* [S.I.], v. 83, n. 6, p. 691-702, Aug 2010.

GIL, T. *et al.* Mobile phone-triggered thermal burns in the presence of supplemental oxygen. *J Burn Care Res* [S.I.], v. 28, n. 2, p. 348-50, Mar-Apr 2007.

GOLDWEIN, O.; AFRAMIAN, D. J. The influence of handheld mobile phones on human parotid gland secretion. *Oral Dis* [S.I.], v. 16, n. 2, p. 146-50, Mar 2010.

GOS, P. *et al.* No mutagenic or recombinogenic effects of mobile phone fields at 900 MHz detected in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 21, n. 7, p. 515-23, Oct 2000.

GOUSIAS, K. *et al.* Descriptive epidemiology of cerebral gliomas in northwest Greece and study of potential predisposing factors, 2005-2007. *Neuroepidemiology* [S.I.], v. 33, n. 2, p. 89-95, 2009.

GRAFSTROM, G. *et al.* Histopathological examinations of rat brains after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation. *Brain Res Bull* [S.I.], v. 77, n. 5, p. 257-63, Nov 25 2008.

GRIGOR'EV IU, G. [Mobile communication: radiobiology problems and evaluation of danger]. *Radiats Biol Radioecol* [S.I.], v. 41, n. 5, p. 500-13, Sep-Oct 2001.

GRIGOR'EV IU, G. [Biological effects of mobile phone electromagnetic field on chick embryo (risk assessment using the mortality rate)]. *Radiats Biol Radioecol* [S.I.], v. 43, n. 5, p. 541-3, Sep-Oct 2003.

GRIGOR'EV IU, G. *et al.* [Autoimmune processes after long-term low-level exposure to electromagnetic fields (the results of an experiment). Part 1. Mobile communications and changes in electromagnetic conditions for the population. Needs for additional substantiation of the existing hygienic standards]. *Radiats Biol Radioecol* [S.I.], v. 50, n. 1, p. 6-11, Jan-Feb 2010.

GUL, A. *et al.* The effects of microwave emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats. *Arch Gynecol Obstet* [S.I.], v. 280, n. 5, p. 729-33, Nov 2009.

GUNEY, M. *et al.* 900 MHz radiofrequency-induced histopathologic changes and oxidative stress in rat endometrium: protection by vitamins E and C. *Toxicol Ind Health* [S.I.], v. 23, n. 7, p. 411-20, Aug 2007.

GURISIK, E. *et al.* An in vitro study of the effects of exposure to a GSM signal in two human cell lines: monocytic U937 and neuroblastoma SK-N-SH. *Cell Biol Int* [S.I.], v. 30, n. 10, p. 793-9, Oct 2006.

HAARALA, C. *et al.* Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: a PET study. *Neuroreport* [S.I.], v. 14, n. 16, p. 2019-23, Nov 14 2003.

HAARALA, C. *et al.* Electromagnetic field emitted by 902 MHz mobile phones shows no effects on children's cognitive function. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. Suppl 7, p. S144-50, 2005.

HAARALA, C. *et al.* Effect of a 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: A replication study. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 24, n. 4, p. 283-8, May 2003.

HAARALA, C. *et al.* 902 MHz mobile phone does not affect short term memory in humans. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 25, n. 6, p. 452-6, Sep 2004.

HABASH, R. W. *et al.* Recent advances in research on radiofrequency fields and health: 2004-2007. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* [S.I.], v. 12, n. 4, p. 250-88, Apr 2009.

HAMBLIN, D. L. *et al.* EEG electrode caps can reduce SAR induced in the head by GSM900 mobile phones. *IEEE Trans Biomed Eng* [S.I.], v. 54, n. 5, p. 914-20, May 2007.

HAMBLIN, D. L. *et al.* The sensitivity of human event-related potentials and reaction time to mobile phone emitted electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 27, n. 4, p. 265-73, May 2006.

HAMBLIN, D. L.; WOOD, A. W. Effects of mobile phone emissions on human brain activity and sleep variables. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 78, n. 8, p. 659-69, Aug 2002.

HAMBLIN, D. L. *et al.* Examining the effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on human event-related potentials and performance during an auditory task. *Clin Neurophysiol* [S.I.], v. 115, n. 1, p. 171-8, Jan 2004.

HAN, Y. Y. *et al.* Cell phone use and acoustic neuroma: the need for standardized questionnaires and access to industry data. *Surg Neurol* [S.I.], v. 72, n. 3, p. 216-22; discussion 222, Sep 2009.

HANSSON MILD, K. *et al.* How to combine the use of different mobile and cordless telephones in epidemiological studies on brain tumours? *Eur J Cancer Prev* [S.I.], v. 14, n. 3, p. 285-8, Jun 2005.

HANSSON MILD, K. *et al.* Mobile telephones and cancer: is there really no evidence of an association? (review). *Int J Mol Med* [S.I.], v. 12, n. 1, p. 67-72, Jul 2003.

HANSTEEN, I. L. *et al.* Cytogenetic effects of exposure to 2.3 GHz radiofrequency radiation on human lymphocytes in vitro. *Anticancer Res* [S.I.], v. 29, n. 11, p. 4323-30, Nov 2009.

HARDELL, L.; CARLBERG, M. Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. *Int J Oncol* [S.I.], v. 35, n. 1, p. 5-17, Jul 2009.

HARDELL, L. *et al.* Epidemiological evidence for an association between use of wireless phones and tumor diseases. *Pathophysiology* [S.I.], v. 16, n. 2-3, p. 113-22, Aug 2009.

HARDELL, L. *et al.* Mobile phone use and the risk for malignant brain tumors: a case-control study on deceased cases and controls. *Neuroepidemiology* [S.I.], v. 35, n. 2, p. 109-14, Aug 2010a.

HARDELL, L. *et al.* Re-analysis of risk for glioma in relation to mobile telephone use: comparison with the results of the Interphone international case-control study. *Int J Epidemiol* [S.I.], Dec 17 2010b.

HARDELL, L. *et al.* Use of cellular and cordless telephones and risk of testicular cancer. *Int J Androl* [S.I.], v. 30, n. 2, p. 115-22, Apr 2007.

HARDELL, L. *et al.* Meta-analysis of long-term mobile phone use and the association with brain tumours. *Int J Oncol* [S.I.], v. 32, n. 5, p. 1097-103, May 2008.

HARDELL, L. *et al.* Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 64, n. 9, p. 626-32, Sep 2007.

HARDELL, L.; HANSSON MILD, K. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the interphone case-control study in five North European countries. *Br J Cancer* [S.I.], v. 94, n. 9, p. 1348-9; author reply 1352-3, May 8 2006.

HARDELL, L.; MILD, K. H. Mobile phone use and acoustic neuromas. *Epidemiology* [S.I.], v. 16, n. 3, p. 415; author reply 417-8, May 2005.

HARDELL, L. *et al.* Mobile phone use and risk of glioma in adults: results are difficult to interpret because of limitations. *BMJ* [S.I.], v. 332, n. 7548, p. 1035, Apr 29 2006.

HARDELL, L. *et al.* Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 78, n. 10, p. 931-6, Oct 2002.

HARDELL, L. *et al.* Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. *Int J Oncol* [S.I.], v. 22, n. 2, p. 399-407, Feb 2003.

HARDELL, L. *et al.* Cellular and cordless telephone use and the association with brain tumors in different age groups. *Arch Environ Health* [S.I.], v. 59, n. 3, p. 132-7, Mar 2004.

HARDELL, L. *et al.* Re: "Long-term mobile phone use and brain tumor risk". *Am J Epidemiol* [S.I.], v. 162, n. 6, p. 600-1; author reply 601, Sep 15 2005.

HARDELL, L. *et al.* Ionizing radiation, cellular telephones and the risk for brain tumours. *Eur J Cancer Prev* [S.I.], v. 10, n. 6, p. 523-9, Dec 2001.

HARDELL, L.; SAGE, C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. *Biomed Pharmacother* [S.I.], v. 62, n. 2, p. 104-9, Feb 2008.

HARDELL, L. *et al.* Exposure to wireless phone emissions and serum beta-trace protein. *Int J Mol Med* [S.I.], v. 26, n. 2, p. 301-6, Aug 2010.

HARTIKKA, H. *et al.* Mobile phone use and location of glioma: a case-case analysis. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 3, p. 176-82, Apr 2009.

HASSIG, M. *et al.* Prevalence of nuclear cataract in Swiss veal calves and its possible association with mobile telephone antenna base stations. *Schweiz Arch Tierheilkd* [S.I.], v. 151, n. 10, p. 471-8, Oct 2009.

HATA, K. *et al.* Short term exposure to 1439 MHz pulsed TDMA field does not alter melatonin synthesis in rats. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 1, p. 49-53, Jan 2005.

HEIKKINEN, P. *et al.* Effects of mobile phone radiation on UV-induced skin tumourigenesis in ornithine decarboxylase transgenic and non-transgenic mice. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 79, n. 4, p. 221-33, Apr 2003.

HEIKKINEN, P. *et al.* Effects of mobile phone radiation on X-ray-induced tumorigenesis in mice. *Radiat Res* [S.I.], v. 156, n. 6, p. 775-85, Dec 2001.

HEINRICH, S. *et al.* The impact of exposure to radio frequency electromagnetic fields on chronic well-being in young people - a cross-sectional study based on personal dosimetry. *Environ Int* [S.I.], v. 37, n. 1, p. 26-30, Jan 2011.

HEPWORTH, S. J. *et al.* Mobile phone use and risk of glioma in adults: case-control study. *BMJ* [S.I.], v. 332, n. 7546, p. 883-7, Apr 15 2006.

HERMANN, D. M.; HOSSMANN, K. A. Neurological effects of microwave exposure related to mobile communication. *J Neurol Sci* [S.I.], v. 152, n. 1, p. 1-14, Nov 6 1997.

HIETANEN, M. *et al.* Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: no causal link. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 23, n. 4, p. 264-70, May 2002.

HILLERT, L. *et al.* The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on headache and other symptoms: an experimental provocation study. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 3, p. 185-96, Apr 2008.

HINTZSCHE, H.; STOPPER, H. Micronucleus frequency in buccal mucosa cells of mobile phone users. *Toxicol Lett* [S.I.], v. 193, n. 1, p. 124-30, Mar 1 2010.

HIRATA, A. *et al.* Acute dosimetry and estimation of threshold-inducing behavioral signs of thermal stress in rabbits at 2.45-GHz microwave exposure. *IEEE Trans Biomed Eng* [S.I.], v. 57, n. 5, p. 1234-42, May 2010.

HIROSE, H. *et al.* Mobile phone base station-emitted radiation does not induce phosphorylation of Hsp27. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 2, p. 99-108, Feb 2007.

HIROSE, H. *et al.* 1950 MHz IMT-2000 field does not activate microglial cells in vitro. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 31, n. 2, p. 104-12, Feb 2010.

HIROSE, H. *et al.* Mobile phone base station radiation does not affect neoplastic transformation in BALB/3T3 cells. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 1, p. 55-64, Jan 2008.

HLADKY, A. *et al.* Acute effects of using a mobile phone on CNS functions. *Cent Eur J Public Health* [S.I.], v. 7, n. 4, p. 165-7, Nov 1999.

HOCKING, B. Preliminary report: symptoms associated with mobile phone use. *Occup Med (Lond)* [S.I.], v. 48, n. 6, p. 357-60, Sep 1998.

HOCKING, B. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma. *Br J Cancer* [S.I.], v. 94, n. 9, p. 1350; author reply 1352-3, May 8 2006.

HOCKING, B.; WESTERMAN, R. Neurological abnormalities associated with mobile phone use. *Occup Med (Lond)* [S.I.], v. 50, n. 5, p. 366-8, Jul 2000.

HOCKING, B.; WESTERMAN, R. Neurological abnormalities associated with CDMA exposure. *Occup Med (Lond)* [S.I.], v. 51, n. 6, p. 410-3, Sep 2001.

HOCKING, B.; WESTERMAN, R. Neurological effects of radiofrequency radiation. *Occup Med (Lond)* [S.I.], v. 53, n. 2, p. 123-7, Mar 2003.

HOSKOTE, S. S. *et al.* An epidemiological review of mobile telephones and cancer. *J Assoc Physicians India* [S.I.], v. 56, p. 980-4, Dec 2008.

HOSSMANN, K. A.; HERMANN, D. M. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the central nervous system. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 24, n. 1, p. 49-62, Jan 2003.

HU, J. *et al.* [Level of microwave radiation from mobile phone base stations built in residential districts]. *Wei Sheng Yan Jiu* [S.I.], v. 38, n. 6, p. 712-6, Nov 2009.

HUANG, T. Q. *et al.* Effect of radiofrequency radiation exposure on mouse skin tumorigenesis initiated by 7,12-dimethylbenz[alpha]anthracene. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 81, n. 12, p. 861-7, Dec 2005.

HUANG, T. Q. *et al.* Molecular responses of Jurkat T-cells to 1763 MHz radiofrequency radiation. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 84, n. 9, p. 734-41, Sep 2008.

HUANG, T. Q. *et al.* Characterization of biological effect of 1763 MHz radiofrequency exposure on auditory hair cells. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 84, n. 11, p. 909-15, Nov 2008.

HUBER, R. *et al.* Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. *J Sleep Res* [S.I.], v. 11, n. 4, p. 289-95, Dec 2002.

HUSS, A. *et al.* Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systematic review of experimental studies. *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 115, n. 1, p. 1-4, Jan 2007.

HUSS, A. *et al.* Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systematic review of experimental studies. *Cien Saude Colet* [S.I.], v. 13, n. 3, p. 1005-12, May-Jun 2008.

HUTTER, H. P. *et al.* Tinnitus and mobile phone use. *Occup Environ Med* [S.I.], Jun 23.

HUTTER, H. P. *et al.* Public perception of risk concerning celltowers and mobile phones. *Soz Praventivmed* [S.I.], v. 49, n. 1, p. 62-6, 2004.

HUTTER, H. P. *et al.* Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 63, n. 5, p. 307-13, May 2006.

HYLAND, G. J. Physics and biology of mobile telephony. *Lancet* [S.I.], v. 356, n. 9244, p. 1833-6, Nov 25 2000.

ILHAN, A. *et al.* Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain. *Clin Chim Acta* [S.I.], v. 340, n. 1-2, p. 153-62, Feb 2004.

IMAI, N. *et al.* Effects on rat testis of 1.95-GHz W-CDMA for IMT-2000 cellular phones. *Syst Biol Reprod Med* [S.I.], Jan 5 2011.

IMGE, E. B. *et al.* Effects of mobile phone use on brain tissue from the rat and a possible protective role of vitamin C - a preliminary study. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 86, n. 12, p. 1044-9, Dec 2010.

INOMATA-TERADA, S. *et al.* Effects of high frequency electromagnetic field (EMF) emitted by mobile phones on the human motor cortex. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 7, p. 553-61, Oct 2007.

INOUE, S. *et al.* Microwave irradiation induces neurite outgrowth in PC12m3 cells via the p38 mitogen-activated protein kinase pathway. *Neurosci Lett* [S.I.], v. 432, n. 1, p. 35-9, Feb 13 2008.

INTERPHONE, S. G. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Int J Epidemiol* [S.I.], v. 39, n. 3, p. 675-94, Jun 2010.

INYANG, I. *et al.* Predictors of mobile telephone use and exposure analysis in Australian adolescents. *J Paediatr Child Health* [S.I.], v. 46, n. 5, p. 226-33, May 2010.

INYANG, I. *et al.* Comparison of measuring instruments for radiofrequency radiation from mobile telephones in epidemiological studies: implications for exposure assessment. *J Expo Sci Environ Epidemiol* [S.I.], v. 18, n. 2, p. 134-41, Mar 2008.

INYANG, I. *et al.* Use of hardware modified phones for exposure assessment in health studies in Australia: verification of compliance with standards. *Australas Phys Eng Sci Med* [S.I.], v. 32, n. 2, p. 62-7, Jun 2009.

INYANG, I. *et al.* A new method to determine laterality of mobile telephone use in adolescents. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 67, n. 8, p. 507-12, Aug 2010.

INYANG, I. *et al.* How well do adolescents recall use of mobile telephones? Results of a validation study. *BMC Med Res Methodol* [S.I.], v. 9, p. 36, 2009.

IRLENBUSCH, L. *et al.* Influence of a 902.4 MHz GSM signal on the human visual system: investigation of the discrimination threshold. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 8, p. 648-54, Dec 2007.

IRMAK, M. K. *et al.* Effects of electromagnetic radiation from a cellular telephone on the oxidant and antioxidant levels in rabbits. *Cell Biochem Funct* [S.I.], v. 20, n. 4, p. 279-83, Dec 2002.

JANSSEN, T. *et al.* Investigation of potential effects of cellular phones on human auditory function by means of distortion product otoacoustic emissions. *J Acoust Soc Am* [S.I.], v. 117, n. 3 Pt 1, p. 1241-7, Mar 2005.

JECH, R. *et al.* Electromagnetic field of mobile phones affects visual event related potential in patients with narcolepsy. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 22, n. 7, p. 519-28, Oct 2001.

JIN, X. *et al.* [Design and control of in vitro pulse modulated microwave exposure system]. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi* [S.I.], v. 23, n. 1, p. 11-5, Feb 2006.

JOHANSEN, C. Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. *Scand J Work Environ Health* [S.I.], v. 30 Suppl 1, p. 1-30, 2004.

JOHANSEN, C. *et al.* Mobile phones and malignant melanoma of the eye. *Br J Cancer* [S.I.], v. 86, n. 3, p. 348-9, Feb 1 2002.

JOHANSSON, A. *et al.* No effect of mobile phone-like RF exposure on patients with atopic dermatitis. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 5, p. 353-62, Jul 2008.

JOHANSSON, A. *et al.* Symptoms, personality traits, and stress in people with mobile phone-related symptoms and electromagnetic hypersensitivity. *J Psychosom Res* [S.I.], v. 68, n. 1, p. 37-45, Jan 2010.

JOHNSTON, S. A.; SCHERB, H. Mobile phone use and acoustic neuromas. *Epidemiology* [S.I.], v. 16, n. 3, p. 416-7; author reply 417-8, May 2005.

JOKELA, K. *et al.* Assessment of the magnetic field exposure due to the battery current of digital mobile phones. *Health Phys* [S.I.], v. 86, n. 1, p. 56-66, Jan 2004.

JOO, E. *et al.* Metal-framed spectacles and implants and specific absorption rate among adults and children using mobile phones at 900/1800/2100 MHz. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 25, n. 2, p. 103-12, 2006.

JOSEPH, W. *et al.* In-situ measurement procedures for temporal RF electromagnetic field exposure of the general public. *Health Phys* [S.I.], v. 96, n. 5, p. 529-42, May 2009.

JOUBERT, V. *et al.* No apoptosis is induced in rat cortical neurons exposed to GSM phone fields. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 2, p. 115-21, Feb 2007.

JOUBERT, V. *et al.* Microwave exposure of neuronal cells in vitro: Study of apoptosis. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 82, n. 4, p. 267-75, Apr 2006.

JUNG, K. B. *et al.* Development and validation of reverberation-chamber type whole-body exposure system for mobile-phone frequency. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 27, n. 1, p. 73-82, 2008.

JUREWICZ, J. *et al.* Environmental factors and semen quality. *Int J Occup Med Environ Health* [S.I.], v. 22, n. 4, p. 305-29, 2009.

JUUTILAINEN, J.; DE SEZE, R. Biological effects of amplitude-modulated radiofrequency radiation. *Scand J Work Environ Health* [S.I.], v. 24, n. 4, p. 245-54, Aug 1998.

JUUTILAINEN, J. *et al.* Micronucleus frequency in erythrocytes of mice after long-term exposure to radiofrequency radiation. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 83, n. 4, p. 213-20, Apr 2007.

KAINZ, W. *et al.* Electromagnetic interference of GSM mobile phones with the implantable deep brain stimulator, ITREL-III. *Biomed Eng Online* [S.I.], v. 2, p. 11, May 7 2003.

KAINZ, W. *et al.* Dosimetric comparison of the specific anthropomorphic mannequin (SAM) to 14 anatomical head models using a novel definition for the mobile phone positioning. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 50, n. 14, p. 3423-45, Jul 21 2005.

KANG, G.; GANDHI, O. P. SARs for pocket-mounted mobile telephones at 835 and 1900 MHz. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 47, n. 23, p. 4301-13, Dec 7 2002.

KAPDI, M. *et al.* Health hazards of mobile phones: an Indian perspective. *J Assoc Physicians India* [S.I.], v. 56, p. 893-7, Nov 2008.

KAPRANA, A. E. *et al.* Studying the effects of mobile phone use on the auditory system and the central nervous system: a review of the literature and future directions. *Eur Arch Otorhinolaryngol* [S.I.], v. 265, n. 9, p. 1011-9, Sep 2008.

KARGER, C. P. Mobile phones and health: a literature overview. *Z Med Phys* [S.I.], v. 15, n. 2, p. 73-85, 2005.

KARINEN, A. *et al.* Mobile phone radiation might alter protein expression in human skin. *BMC Genomics* [S.I.], v. 9, p. 77, 2008.

KEETLEY, V. *et al.* Neuropsychological sequelae of digital mobile phone exposure in humans. *Neuropsychologia* [S.I.], v. 44, n. 10, p. 1843-8, 2006.

KELSH, M. A. *et al.* Measured radiofrequency exposure during various mobile-phone use scenarios. *J Expo Sci Environ Epidemiol* [S.I.], Jun 16 2010.

KEREKHANJANARONG, V. *et al.* The effect of mobile phone to audiologic system. *J Med Assoc Thai* [S.I.], v. 88 Suppl 4, p. S231-4, Sep 2005.

KESARI, K. K. *et al.* Effects of Radiofrequency Electromagnetic Wave Exposure from Cellular Phones on the Reproductive Pattern in Male Wistar Rats. *Appl Biochem Biotechnol* [S.I.], Jan 15 2011.

KESHVARI, J.; LANG, S. Comparison of radio frequency energy absorption in ear and eye region of children and adults at 900, 1800 and 2450 MHz. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 50, n. 18, p. 4355-69, Sep 21 2005.

KHALIL, S.; NUNEZ, D. A. Do mobile 'phones have a detrimental impact on auditory function? *J Laryngol Otol* [S.I.], v. 120, n. 10, p. 822-6, Oct 2006.

KHAN, M. M. Adverse effects of excessive mobile phone use. *Int J Occup Med Environ Health* [S.I.], v. 21, n. 4, p. 289-93, 2008.

KHURANA, V. G. *et al.* Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. *Int J Occup Environ Health* [S.I.], v. 16, n. 3, p. 263-7, Jul-Sep 2010.

KIM, J. Y. *et al.* In vitro assessment of clastogenicity of mobile-phone radiation (835 MHz) using the alkaline comet assay and chromosomal aberration test. *Environ Toxicol* [S.I.], v. 23, n. 3, p. 319-27, Jun 2008.

KIM, T. H. *et al.* Local exposure of 849 MHz and 1763 MHz radiofrequency radiation to mouse heads does not induce cell death or cell proliferation in brain. *Exp Mol Med* [S.I.], v. 40, n. 3, p. 294-303, Jun 30 2008.

KIMATA, H. Enhancement of allergic skin wheal responses by microwave radiation from mobile phones in patients with atopic eczema/dermatitis syndrome. *Int Arch Allergy Immunol* [S.I.], v. 129, n. 4, p. 348-50, Dec 2002.

KIZILAY, A. *et al.* Effects of chronic exposure of electromagnetic fields from mobile phones on hearing in rats. *Auris Nasus Larynx* [S.I.], v. 30, n. 3, p. 239-45, Aug 2003.

KLAEBOE, L. *et al.* Use of mobile phones in Norway and risk of intracranial tumours. *Eur J Cancer Prev* [S.I.], v. 16, n. 2, p. 158-64, Apr 2007.

KLEINLOGEL, H. *et al.* Effects of weak mobile phone - electromagnetic fields (GSM, UMTS) on event related potentials and cognitive functions. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 6, p. 488-97, Sep 2008a.

KLEINLOGEL, H. *et al.* Effects of weak mobile phone - electromagnetic fields (GSM, UMTS) on well-being and resting EEG. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 6, p. 479-87, Sep 2008b.

KNAVE, B. Electromagnetic fields and health outcomes. *Ann Acad Med Singapore* [S.I.], v. 30, n. 5, p. 489-93, Sep 2001.

KOIVISTO, M. *et al.* GSM phone signal does not produce subjective symptoms. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 22, n. 3, p. 212-5, Apr 2001.

KOIVISTO, M. *et al.* The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory. *Neuroreport* [S.I.], v. 11, n. 8, p. 1641-3, Jun 5 2000.

KOMPIS, M. *et al.* Electromagnetic interference of bone-anchored hearing aids by cellular phones. *Acta Otolaryngol* [S.I.], v. 120, n. 7, p. 855-9, Oct 2000.

KOPECKY, R. *et al.* Study of subgridding in SAR computation for the cochlea. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 6, p. 520-2, Sep 2005.

KORPINEN, L. H.; PAAKKONEN, R. J. Self-report of physical symptoms associated with using mobile phones and other electrical devices. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 6, p. 431-7, Sep 2009.

KOWALCZUK, C. *et al.* Absence of nonlinear responses in cells and tissues exposed to RF energy at mobile phone frequencies using a doubly resonant cavity. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 31, n. 7, p. 556-65, Oct 2010.

KOYAMA, S. *et al.* Effects of 2.45 GHz electromagnetic fields with a wide range of SARs on bacterial and HPRT gene mutations. *J Radiat Res (Tokyo)* [S.I.], v. 48, n. 1, p. 69-75, Jan 2007.

KRAMARENKO, A. V.; TAN, U. Effects of high-frequency electromagnetic fields on human EEG: a brain mapping study. *Int J Neurosci* [S.I.], v. 113, n. 7, p. 1007-19, Jul 2003.

KREWSKI, D. *et al.* Recent advances in research on radiofrequency fields and health: 2001-2003. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* [S.I.], v. 10, n. 4, p. 287-318, Jun-Jul 2007.

KRISTIANSEN, I. S. *et al.* Radiation from mobile phone systems: Is it perceived as a threat to people's health? *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 5, p. 393-401, Jul 2009.

KUCER, N. Some ocular symptoms experienced by users of mobile phones. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 27, n. 2, p. 205-9, 2008.

KUHN, S. *et al.* Assessment of the radio-frequency electromagnetic fields induced in the human body from mobile phones used with hands-free kits. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 54, n. 18, p. 5493-508, Sep 21 2009.

KUHNLEIN, A. *et al.* Personal exposure to mobile communication networks and well-being in children--a statistical analysis based on a functional approach. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 4, p. 261-9, May 2009.

KUMLIN, T. *et al.* Mobile phone radiation and the developing brain: behavioral and morphological effects in juvenile rats. *Radiat Res* [S.I.], v. 168, n. 4, p. 471-9, Oct 2007.

KUNDI, M. Mobile phone use and cancer. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 61, n. 6, p. 560-70, 487, Jun 2004.

KUNDI, M. Mobile phone use and risk of glioma in adults: conclusions are questionable. *BMJ* [S.I.], v. 332, n. 7548, p. 1035-6, Apr 29 2006.

KUNDI, M. What can be learned from the Japanese study of mobile phone use and acoustic neuroma? *Occup Environ Med* [S.I.], v. 65, n. 6, p. 428; author reply 428, Jun 2008.

KUNDI, M. The controversy about a possible relationship between mobile phone use and cancer. *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 117, n. 3, p. 316-24, Mar 2009.

KUNDI, M. The controversy about a possible relationship between mobile phone use and cancer. *Cien Saude Colet* [S.I.], v. 15, n. 5, p. 2415-30, Aug 2010a.

KUNDI, M. Mobile phone use and brain cancer: is the association biased? *Neuroepidemiology* [S.I.], v. 35, n. 2, p. 115-6, Aug 2010b.

KUNDI, M.; HUTTER, H. P. Mobile phone base stations-Effects on wellbeing and health. *Pathophysiology* [S.I.], v. 16, n. 2-3, p. 123-35, Aug 2009.

KUNDI, M. *et al.* Mobile telephones and cancer--a review of epidemiological evidence. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* [S.I.], v. 7, n. 5, p. 351-84, Sep-Oct 2004.

KUSTER, N. *et al.* Guidance for exposure design of human studies addressing health risk evaluations of mobile phones. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 25, n. 7, p. 524-9, Oct 2004.

KWON, M. S.; HAMALAINEN, H. Effects of mobile phone electromagnetic fields: Critical evaluation of behavioral and neurophysiological studies. *Bioelectromagnetics* [S.I.], Dec 22 2010.

KWON, M. S. *et al.* No effects of mobile phone use on cortical auditory change-detection in children: an ERP study. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 31, n. 3, p. 191-9, Apr 2010.

KWON, M. S. *et al.* No effects of mobile phone electromagnetic field on auditory brainstem response. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 31, n. 1, p. 48-55, Jan 2010.

KWON, M. S. *et al.* Perception of the electromagnetic field emitted by a mobile phone. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 2, p. 154-9, Feb 2008.

KWON, M. S. *et al.* Preattentive auditory information processing under exposure to the 902 MHz GSM mobile phone electromagnetic field: a mismatch negativity (MMN) study. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 3, p. 241-8, Apr 2009.

L'ABBATE, N. *et al.* [Evaluation of the levels of radiofrequency electromagnetic fields in the territory of the city of Bari in outside and inside environments]. *G Ital Med Lav Ergon* [S.I.], v. 26, n. 1, p. 19-27, Jan-Mar 2004.

LAHKOLA, A. *et al.* Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries. *Int J Cancer* [S.I.], v. 120, n. 8, p. 1769-75, Apr 15 2007.

LAHKOLA, A. *et al.* Selection bias due to differential participation in a case-control study of mobile phone use and brain tumors. *Ann Epidemiol* [S.I.], v. 15, n. 5, p. 321-5, May 2005.

LAHKOLA, A. *et al.* Meningioma and mobile phone use--a collaborative case-control study in five North European countries. *Int J Epidemiol* [S.I.], v. 37, n. 6, p. 1304-13, Dec 2008.

LAHKOLA, A. *et al.* Meta-analysis of mobile phone use and intracranial tumors. *Scand J Work Environ Health* [S.I.], v. 32, n. 3, p. 171-7, Jun 2006.

LAI, H. Interaction of microwaves and a temporally incoherent magnetic field on spatial learning in the rat. *Physiol Behav* [S.I.], v. 82, n. 5, p. 785-9, Oct 15 2004.

LAI, H.; SINGH, N. P. Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 69, n. 4, p. 513-21, Apr 1996.

LAI, H.; SINGH, N. P. Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 18, n. 6, p. 446-54, 1997.

LASZLO, A. *et al.* The heat-shock factor is not activated in mammalian cells exposed to cellular phone frequency microwaves. *Radiat Res* [S.I.], v. 164, n. 2, p. 163-72, Aug 2005.

LAVAL, L. *et al.* A new in vitro exposure device for the mobile frequency of 900 MHz. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 21, n. 4, p. 255-63, May 2000.

LEAL HERNANDEZ, M. *et al.* [Mobile telephones: playing with our health?]. *Aten Primaria* [S.I.], v. 35, n. 8, p. 415-8, May 15 2005.

LEBEDEVA, N. N. *et al.* Investigation of brain potentials in sleeping humans exposed to the electromagnetic field of mobile phones. *Crit Rev Biomed Eng* [S.I.], v. 29, n. 1, p. 125-33, 2001.

LEE, K. S. *et al.* Mobile phone electromagnetic radiation activates MAPK signaling and regulates viability in *Drosophila*. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 5, p. 371-9, Jul 2008.

LEE, T. M. *et al.* Effect on human attention of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones. *Neuroreport* [S.I.], v. 12, n. 4, p. 729-31, Mar 26 2001.

LEITGEB, N. Mobile phones: are children at higher risk? *Wien Med Wochenschr* [S.I.], v. 158, n. 1-2, p. 36-41, 2008.

LERCHL, A. Comments on "Radiofrequency electromagnetic fields (UMTS, 1,950 MHz) induce genotoxic effects in vitro in human fibroblasts but not in lymphocytes" by Schwarz et al. (Int Arch Occup Environ Health 2008; doi: 10.1007/s00420-008-0305-5). *Int Arch Occup Environ Health* [S.I.], v. 82, n. 2, p. 275-8, Jan 2009.

LERCHL, A. *et al.* Effects of mobile phone electromagnetic fields at nonthermal SAR values on melatonin and body weight of Djungarian hamsters (*Phodopus sungorus*). *J Pineal Res* [S.I.], v. 44, n. 3, p. 267-72, Apr 2008.

LERCHL, A.; WILHELM, A. F. Critical comments on DNA breakage by mobile-phone electromagnetic fields [Diem et al., *Mutat. Res.* 583 (2005) 178-183]. *Mutat Res* [S.I.], v. 697, n. 1-2, p. 60-5, Mar 29 2010.

LESZCZYNSKI, D. Mobile phone radiation and gene expression. *Radiat Res* [S.I.], v. 167, n. 1, p. 121; author reply 121-3, Jan 2007.

LESZCZYNSKI, D. *et al.* Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: molecular mechanism for cancer- and blood-brain barrier-related effects. *Differentiation* [S.I.], v. 70, n. 2-3, p. 120-9, May 2002.

LESZCZYNSKI, D. *et al.* Applicability of discovery science approach to determine biological effects of mobile phone radiation. *Proteomics* [S.I.], v. 4, n. 2, p. 426-31, Feb 2004.

LESZCZYNSKI, D.; XU, Z. Mobile phone radiation health risk controversy: the reliability and sufficiency of science behind the safety standards. *Health Res Policy Syst* [S.I.], v. 8, n. 1, p. 2, 2010.

LEVENTHAL, A. *et al.* [Cellular phones and public health]. *Harefuah* [S.I.], v. 143, n. 8, p. 614-8, 620, Aug 2004.

LIM, H. B. *et al.* Effect of 900 MHz electromagnetic fields on nonthermal induction of heat-shock proteins in human leukocytes. *Radiat Res* [S.I.], v. 163, n. 1, p. 45-52, Jan 2005.

LIPPING, T. *et al.* Using the nonlinear control of anaesthesia-induced hypersensitivity of EEG at burst suppression level to test the effects of radiofrequency radiation on brain function. *Nonlinear Biomed Phys* [S.I.], v. 3, n. 1, p. 5, 2009.

LIXIA, S. *et al.* Effects of 1.8 GHz radiofrequency field on DNA damage and expression of heat shock protein 70 in human lens epithelial cells. *Mutat Res* [S.I.], v. 602, n. 1-2, p. 135-42, Dec 1 2006.

LONN, S. *et al.* Mobile phone use and risk of parotid gland tumor. *Am J Epidemiol* [S.I.], v. 164, n. 7, p. 637-43, Oct 1 2006.

LONN, S. *et al.* Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology* [S.I.], v. 15, n. 6, p. 653-9, Nov 2004.

LONN, S. *et al.* Long-term mobile phone use and brain tumor risk. *Am J Epidemiol* [S.I.], v. 161, n. 6, p. 526-35, Mar 15 2005.

LONN, S. *et al.* Output power levels from mobile phones in different geographical areas; implications for exposure assessment. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 61, n. 9, p. 769-72, Sep 2004.

LONN, S. *et al.* Incidence trends of adult primary intracerebral tumors in four Nordic countries. *Int J Cancer* [S.I.], v. 108, n. 3, p. 450-5, Jan 20 2004.

LOPEZ-MARTIN, E. *et al.* The action of pulse-modulated GSM radiation increases regional changes in brain activity and c-Fos expression in cortical and subcortical areas in a rat model of picrotoxin-induced seizure proneness. *J Neurosci Res* [S.I.], v. 87, n. 6, p. 1484-99, May 1 2009.

LOPEZ-MARTIN, E. *et al.* GSM radiation triggers seizures and increases cerebral c-Fos positivity in rats pretreated with subconvulsive doses of picrotoxin. *Neurosci Lett* [S.I.], v. 398, n. 1-2, p. 139-44, May 1 2006.

LOPRESTO, V. *et al.* Exposure setup to study potential adverse effects at GSM 1800 and UMTS frequencies on the auditory systems of rats. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 123, n. 4, p. 473-82, 2007.

LORINI, C. *et al.* [Mobile phone use while driving in Florence health district area]. *Ann Ig* [S.I.], v. 18, n. 4, p. 349-56, Jul-Aug 2006.

LOUGHRAN, S. P. *et al.* The effect of electromagnetic fields emitted by mobile phones on human sleep. *Neuroreport* [S.I.], v. 16, n. 17, p. 1973-6, Nov 28 2005.

LOVISOLO, G. A. *et al.* Dosimetric techniques for the evaluation of the em power absorption induced by cellular phones. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 97, n. 4, p. 369-74, 2001.

LOWDEN, A. *et al.* Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 32, n. 1, p. 4-14, Jan 2011.

MABY, E. *et al.* Scalp localization of human auditory cortical activity modified by GSM electromagnetic fields. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 82, n. 7, p. 465-72, Jul 2006.

MABY, E. *et al.* Effects of GSM signals on auditory evoked responses. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 5, p. 341-50, Jul 2005.

MABY, E. *et al.* Analysis of auditory evoked potential parameters in the presence of radiofrequency fields using a support vector machines method. *Med Biol Eng Comput* [S.I.], v. 42, n. 4, p. 562-8, Jul 2004.

MAES, A. *et al.* Cytogenetic investigation of subjects professionally exposed to radiofrequency radiation. *Mutagenesis* [S.I.], v. 21, n. 2, p. 139-42, Mar 2006.

MAIER, M. *et al.* The health hazards of mobile phones. *BMJ* [S.I.], v. 320, n. 7245, p. 1288-9, May 13 2000.

MAIER, R. [Is CNS activity modified by pulsed electromagnetic fields?]. *Biomed Tech (Berl)* [S.I.], v. 46, n. 1-2, p. 18-23, Jan-Feb 2001.

MAILANKOT, M. *et al.* Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. *Clinics (Sao Paulo)* [S.I.], v. 64, n. 6, p. 561-5, 2009.

MAKKER, K. *et al.* Cell phones: modern man's nemesis? *Reprod Biomed Online* [S.I.], v. 18, n. 1, p. 148-57, Jan 2009.

MANCINELLI, F. *et al.* Non-thermal effects of electromagnetic fields at mobile phone frequency on the refolding of an intracellular protein: myoglobin. *J Cell Biochem* [S.I.], v. 93, n. 1, p. 188-96, Sep 1 2004.

MANN, K.; ROSCHKE, J. [REM suppression induced by digital mobile radio telephones]. *Wien Med Wochenschr* [S.I.], v. 146, n. 13-14, p. 285-6, 1996.

MANTI, L. *et al.* Effects of modulated microwave radiation at cellular telephone frequency (1.95 GHz) on X-ray-induced chromosome aberrations in human lymphocytes in vitro. *Radiat Res* [S.I.], v. 169, n. 5, p. 575-83, May 2008.

MARINO, A. A.; CARRUBBA, S. The effects of mobile-phone electromagnetic fields on brain electrical activity: a critical analysis of the literature. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 28, n. 3, p. 250-74, 2009.

MARKOVA, E. *et al.* Microwaves from GSM mobile telephones affect 53BP1 and gamma-H2AX foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 113, n. 9, p. 1172-7, Sep 2005.

MARTENS, L. Electromagnetic safety of children using wireless phones: a literature review. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. Suppl 7, p. S133-7, 2005.

MARTHA, C. *et al.* [Risks linked to mobile phone use and how they are portrayed in the media: examples from three daily newspapers]. *Sante Publique* [S.I.], v. 18, n. 2, p. 275-88, Jun 2006.

MARTINEZ-BURDALO, M. *et al.* Comparison of FDTD-calculated specific absorption rate in adults and children when using a mobile phone at 900 and 1800 MHz. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 49, n. 2, p. 345-54, Jan 21 2004.

MARTINEZ-BURDALO, M. *et al.* FDTD assessment of human exposure to electromagnetic fields from WiFi and bluetooth devices in some operating situations. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 2, p. 142-51, Feb 2009.

MASKEY, D. *et al.* Chronic 835-MHz radiofrequency exposure to mice hippocampus alters the distribution of calbindin and GFAP immunoreactivity. *Brain Res* [S.I.], v. 1346, p. 237-46, Jul 30 2010.

MASUDA, H. *et al.* Effect of GSM-900 and -1800 signals on the skin of hairless rats. I: 2-hour acute exposures. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 82, n. 9, p. 669-74, Sep 2006.

MCINTOSH, R. L. *et al.* Assessment of SAR and thermal changes near a cochlear implant system for mobile phone type exposures. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 1, p. 71-80, Jan 2008.

MCNAMEE, J. P.; CHAUHAN, V. Radiofrequency radiation and gene/protein expression: a review. *Radiat Res* [S.I.], v. 172, n. 3, p. 265-87, Sep 2009.

MEO, S. A.; AL-DREES, A. M. Mobile phone related-hazards and subjective hearing and vision symptoms in the Saudi population. *Int J Occup Med Environ Health* [S.I.], v. 18, n. 1, p. 53-7, 2005.

MEYER, F. J. *et al.* Human exposure assessment in the near field of GSM base-station antennas using a hybrid finite element/method of moments technique. *IEEE Trans Biomed Eng* [S.I.], v. 50, n. 2, p. 224-33, Feb 2003.

MILHAM, S. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the interphone case-control study in five north European countries [corrected]. *Br J Cancer* [S.I.], v. 94, n. 9, p. 1351; author reply 1352-3, May 8 2006.

MILHAM, S. Re: "mobile phone use and risk of parotid gland tumor". *Am J Epidemiol* [S.I.], v. 165, n. 2, p. 231; author reply 231, Jan 15 2007.

MILHAM, S. Meningioma and mobile phone use. *Int J Epidemiol* [S.I.], v. 39, n. 4, p. 1117; author reply 1119, Aug 2010.

MINELLI, T. A. *et al.* Modeling cell dynamics under mobile phone radiation. *Nonlinear Dynamics Psychol Life Sci* [S.I.], v. 11, n. 2, p. 197-218, Apr 2007.

MOISESCU, M. G. *et al.* Microscopic observation of living cells during their exposure to modulated electromagnetic fields. *Bioelectrochemistry* [S.I.], v. 74, n. 1, p. 9-15, Nov 2008.

MONNERY, P. M. *et al.* Is cochlear outer hair cell function affected by mobile telephone radiation? *Clin Otolaryngol Allied Sci* [S.I.], v. 29, n. 6, p. 747-9, Dec 2004.

MOQUET, J. *et al.* Exposure to low level GSM 935 MHZ radiofrequency fields does not induce apoptosis in proliferating or differentiated murine neuroblastoma cells. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 131, n. 3, p. 287-96, 2008.

MORA, R. *et al.* A study of the effects of cellular telephone microwave radiation on the auditory system in healthy men. *Ear Nose Throat J* [S.I.], v. 85, n. 3, p. 160, 162-3, Mar 2006.

MORGAN, L. L. Mobile phone use and risk of glioma in adults: study has many flaws. *BMJ* [S.I.], v. 332, n. 7548, p. 1035, Apr 29 2006.

MORGAN, L. L. Reader's response: meningioma and mobile phone use--a collaborative case-control study in five North European countries. *Int J Epidemiol* [S.I.], v. 39, n. 4, p. 1117-8; author reply 1119, Aug 2010.

MORRISSEY, J. J. Radio frequency exposure in mobile phone users: implications for exposure assessment in epidemiological studies. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 123, n. 4, p. 490-7, 2007.

MORTAZAVI, S. M. *et al.* Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 4, p. 326-30, May 2007.

MOTRESCU, V. C.; VON RIENEN, U. Simulation of electromagnetic fields in the human body using Finite Integration Technique (FIT). *Biomed Tech (Berl)* [S.I.], v. 47 Suppl 1 Pt 1, p. 282-4, 2002.

MOULDER, J. E. *et al.* Mobile phones, mobile phone base stations and cancer: a review. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 81, n. 3, p. 189-203, Mar 2005.

MOUSAVY, S. J. *et al.* Effects of mobile phone radiofrequency on the structure and function of the normal human hemoglobin. *Int J Biol Macromol* [S.I.], v. 44, n. 3, p. 278-85, Apr 1 2009.

MUNSHI, A.; JALALI, R. Cellular phones and their hazards: the current evidence. *Natl Med J India* [S.I.], v. 15, n. 5, p. 275-7, Sep-Oct 2002.

MUSCAT, J. E. *et al.* Mobile telephones and rates of brain cancer. *Neuroepidemiology* [S.I.], v. 27, n. 1, p. 55-6, 2006.

MYUNG, S. K. *et al.* Mobile phone use and risk of tumors: a meta-analysis. *J Clin Oncol* [S.I.], v. 27, n. 33, p. 5565-72, Nov 20 2009.

NAKAMURA, H. *et al.* Nonthermal effects of mobile-phone frequency microwaves on uteroplacental functions in pregnant rats. *Reprod Toxicol* [S.I.], v. 17, n. 3, p. 321-6, May-Jun 2003.

NAM, K. C. *et al.* Hypersensitivity to RF fields emitted from CDMA cellular phones: a provocation study. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 8, p. 641-50, Dec 2009.

NARAYANAN, S. N. *et al.* Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats. *Ups J Med Sci* [S.I.], v. 115, n. 2, p. 91-6, May 2010.

NEUBAUER, G. *et al.* Feasibility of future epidemiological studies on possible health effects of mobile phone base stations. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 3, p. 224-30, Apr 2007.

NITTBY, H. *et al.* Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. *Pathophysiology* [S.I.], v. 16, n. 2-3, p. 103-12, Aug 2009.

NITTBY, H. *et al.* Cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 3, p. 219-32, Apr 2008.

NORDSTROM, C. H. Comments on "cognitive impairment in rats after long-term exposure to GSM-900 mobile phone radiation" by Nittby *et al.* (Bioelectromagnetics 29:219-232, 2008). *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 6, p. 508; author reply 509, Sep 2009.

NOWAK, B. *et al.* Is there a risk for interaction between mobile phones and single lead VDD pacemakers? *Pacing Clin Electrophysiol* [S.I.], v. 19, n. 10, p. 1447-50, Oct 1996.

NOWAK, D.; RADON, K. [Electromagnetic pollution (electrosmog)--potential hazards of our electromagnetic future]. *MMW Fortschr Med* [S.I.], v. 146, n. 9, p. 38-40, Feb 26 2004.

NTZOUNI, M. P. *et al.* Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation. *Pathophysiology* [S.I.], Nov 25 2010.

NYLUND, R. *et al.* Analysis of proteome response to the mobile phone radiation in two types of human primary endothelial cells. *Proteome Sci* [S.I.], v. 8, p. 52, 2010.

NYLUND, R.; LESZCZYNSKI, D. Proteomics analysis of human endothelial cell line EA.hy926 after exposure to GSM 900 radiation. *Proteomics* [S.I.], v. 4, n. 5, p. 1359-65, May 2004.

NYLUND, R.; LESZCZYNSKI, D.. Mobile phone radiation causes changes in gene and protein expression in human endothelial cell lines and the response seems to be genome- and proteome-dependent. *Proteomics* [S.I.], v. 6, n. 17, p. 4769-80, Sep 2006.

O'CONNOR, R. P. *et al.* Exposure to GSM RF fields does not affect calcium homeostasis in human endothelial cells, rat pheocromocytoma cells or rat hippocampal neurons. *PLoS One* [S.I.], v. 5, n. 7, p. e11828, 2010.

OFTEDAL, G. *et al.* Mobile phone headache: a double blind, sham-controlled provocation study. *Cephalalgia* [S.I.], v. 27, n. 5, p. 447-55, May 2007.

OGAWA, K. *et al.* Effects of gestational exposure to 1.95-GHz W-CDMA signals for IMT-2000 cellular phones: Lack of embryotoxicity and teratogenicity in rats. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 3, p. 205-12, Apr 2009.

OKTAY, M. F.; DASDAG, S. Effects of intensive and moderate cellular phone use on hearing function. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 25, n. 1, p. 13-21, 2006.

OLIVER, J. P. *et al.* Testing the effectiveness of small radiation shields for mobile phones. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 24, n. 1, p. 66-9, Jan 2003.

ORAL, B. *et al.* Endometrial apoptosis induced by a 900-MHz mobile phone: preventive effects of vitamins E and C. *Adv Ther* [S.I.], v. 23, n. 6, p. 957-73, Nov-Dec 2006.

OTITOLOJU, A. A. *et al.* Preliminary study on the induction of sperm head abnormalities in mice, *Mus musculus*, exposed to radiofrequency radiations from global system for mobile communication base stations. *Bull Environ Contam Toxicol* [S.I.], v. 84, n. 1, p. 51-4, Jan 2010.

OTTO, M.; VON MUHLEND AHL, K. E. Electromagnetic fields (EMF): do they play a role in children's environmental health (CEH)? *Int J Hyg Environ Health* [S.I.], v. 210, n. 5, p. 635-44, Oct 2007.

OWEN, R. D. Possible health risks of radiofrequency exposure from mobile telephones. *Epidemiology* [S.I.], v. 11, n. 2, p. 99-100, Mar 2000.

OYSU, C. *et al.* Effects of the acute exposure to the electromagnetic field of mobile phones on human auditory brainstem responses. *Eur Arch Otorhinolaryngol* [S.I.], v. 262, n. 10, p. 839-43, Oct 2005.

OZGUNER, F. *et al.* Mobile phone-induced myocardial oxidative stress: protection by a novel antioxidant agent caffeic acid phenethyl ester. *Toxicol Ind Health* [S.I.], v. 21, n. 9, p. 223-30, Oct 2005.

OZGUNER, F. *et al.* Prevention of mobile phone induced skin tissue changes by melatonin in rat: an experimental study. *Toxicol Ind Health* [S.I.], v. 20, n. 6-10, p. 133-9, Sep 2004.

OZGUNER, F. *et al.* Protective effects of melatonin and caffeic acid phenethyl ester against retinal oxidative stress in long-term use of mobile phone: a comparative study. *Mol Cell Biochem* [S.I.], v. 282, n. 1-2, p. 83-8, Jan 2006.

OZGUNER, F. *et al.* Comparative analysis of the protective effects of melatonin and caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on mobile phone-induced renal impairment in rat. *Mol Cell Biochem* [S.I.], v. 276, n. 1-2, p. 31-7, Aug 2005.

OZGUNER, F. *et al.* A novel antioxidant agent caffeic acid phenethyl ester prevents long-term mobile phone exposure-induced renal impairment in rat. Prognostic value of malondialdehyde, N-acetyl-beta-D-glucosaminidase and nitric oxide determination. *Mol Cell Biochem* [S.I.], v. 277, n. 1-2, p. 73-80, Sep 2005.

OZGUR, E. *et al.* Mobile phone radiation-induced free radical damage in the liver is inhibited by the antioxidants N-acetyl cysteine and epigallocatechin-gallate. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 86, n. 11, p. 935-45, Nov 2010.

OZTURAN, O. *et al.* Effects of the electromagnetic field of mobile telephones on hearing. *Acta Otolaryngol* [S.I.], v. 122, n. 3, p. 289-93, Apr 2002.

PACINI, S. *et al.* Exposure to global system for mobile communication (GSM) cellular phone radiofrequency alters gene expression, proliferation, and morphology of human skin fibroblasts. *Oncol Res* [S.I.], v. 13, n. 1, p. 19-24, 2002.

PAGLIALONGA, A. *et al.* Effects of mobile phone exposure on time frequency fine structure of transiently evoked otoacoustic emissions. *J Acoust Soc Am* [S.I.], v. 122, n. 4, p. 2174-82, Oct 2007.

PANAGOPOULOS, D. J. *et al.* Bioeffects of mobile telephony radiation in relation to its intensity or distance from the antenna. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 86, n. 5, p. 345-57, May 2010.

PANAGOPOULOS, D. J. *et al.* Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile telephony radiation. *Mutat Res* [S.I.], v. 626, n. 1-2, p. 69-78, Jan 10 2007.

PANDA, N. K. *et al.* Audiologic disturbances in long-term mobile phone users. *J Otolaryngol Head Neck Surg* [S.I.], v. 39, n. 1, p. 5-11, Feb 1 2010.

PAPAGEORGIOU, C. C. *et al.* Gender related differences on the EEG during a simulated mobile phone signal. *Neuroreport* [S.I.], v. 15, n. 16, p. 2557-60, Nov 15 2004.

PAPARINI, A. *et al.* No evidence of major transcriptional changes in the brain of mice exposed to 1800 MHz GSM signal. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 4, p. 312-23, May 2008.

PARAZZINI, M. *et al.* Influence on the mechanisms of generation of distortion product otoacoustic emissions of mobile phone exposure. *Hear Res* [S.I.], v. 208, n. 1-2, p. 68-78, Oct 2005.

PARAZZINI, M. *et al.* Effects of GSM cellular phones on human hearing: the European project "GUARD". *Radiat Res* [S.I.], v. 168, n. 5, p. 608-13, Nov 2007.

PARAZZINI, M. *et al.* Absence of short-term effects of UMTS exposure on the human auditory system. *Radiat Res* [S.I.], v. 173, n. 1, p. 91-7, Jan 2010.

PARAZZINI, M. *et al.* Effects of UMTS cellular phones on human hearing: results of the European project EMFnEAR. *Radiat Res* [S.I.], v. 172, n. 2, p. 244-51, Aug 2009.

PAREDI, P. *et al.* Local vasodilator response to mobile phones. *Laryngoscope* [S.I.], v. 111, n. 1, p. 159-62, Jan 2001.

PARKER, D. R. *et al.* Feasibility, cost, and cost-effectiveness of a telephone-based motivational intervention for underserved pregnant smokers. *Nicotine Tob Res* [S.I.], v. 9, n. 10, p. 1043-51, Oct 2007.

PAVICIC, I. [Impact of radiofrequency/microwave radiation on cell and cytoskeleton structure]. *Arh Hig Rada Toksikol* [S.I.], v. 55, n. 4, p. 321-8, Nov 2004.

PERENTOS, N. *et al.* The effect of GSM-like ELF radiation on the alpha band of the human resting EEG. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* [S.I.], v. 2008, p. 5680-3, 2008.

PLATANO, D. *et al.* Acute exposure to low-level CW and GSM-modulated 900 MHz radiofrequency does not affect Ba²⁺ currents through voltage-gated calcium channels in rat cortical neurons. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 8, p. 599-607, Dec 2007.

PREECE, A. W. *et al.* Effect of 902 MHz mobile phone transmission on cognitive function in children. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. Suppl 7, p. S138-43, 2005.

PREECE, A. W. *et al.* Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 75, n. 4, p. 447-56, Apr 1999.

QUTOB, S. S. *et al.* Microarray gene expression profiling of a human glioblastoma cell line exposed in vitro to a 1.9 GHz pulse-modulated radiofrequency field. *Radiat Res* [S.I.], v. 165, n. 6, p. 636-44, Jun 2006.

RADON, K. *et al.* Personal dosimetry of exposure to mobile telephone base stations? An epidemiologic feasibility study comparing the Maschek dosimeter prototype and the Antennessa SP-090 system. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 27, n. 1, p. 77-81, Jan 2006.

RAGBETLI, M. C. *et al.* The effect of mobile phone on the number of Purkinje cells: a stereological study. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 86, n. 7, p. 548-54, Jul 2010.

RAGBETLI, M. C. *et al.* Effect of prenatal exposure to mobile phone on pyramidal cell numbers in the mouse hippocampus: a stereological study. *Int J Neurosci* [S.I.], v. 119, n. 7, p. 1031-41, 2009.

REGEL, S. J.; ACHERMANN, P. Cognitive Performance Measures in Bioelectromagnetic Research - Critical Evaluation and Recommendations. *Environ Health* [S.I.], v. 10, n. 1, p. 10, Jan 25 2011.

REISER, H. *et al.* The influence of electromagnetic fields on human brain activity. *Eur J Med Res* [S.I.], v. 1, n. 1, p. 27-32, Oct 16 1995.

REMONDINI, D. *et al.* Gene expression changes in human cells after exposure to mobile phone microwaves. *Proteomics* [S.I.], v. 6, n. 17, p. 4745-54, Sep 2006.

REPACHOLI, M. H. Radiofrequency field exposure and cancer: what do the laboratory studies suggest? *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 105 Suppl 6, p. 1565-8, Dec 1997.

REPACHOLI, M. H. Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 19, n. 1, p. 1-19, 1998.

REPACHOLI, M. H. Health risks from the use of mobile phones. *Toxicol Lett* [S.I.], v. 120, n. 1-3, p. 323-31, Mar 31 2001.

REYHANI, S. M.; LUDWIG, S. A. An implanted spherical head model exposed to electromagnetic fields at a mobile communication frequency. *IEEE Trans Biomed Eng* [S.I.], v. 53, n. 10, p. 2092-101, Oct 2006.

RIBEIRO, E. P. *et al.* Effects of subchronic exposure to radio frequency from a conventional cellular telephone on testicular function in adult rats. *J Urol* [S.I.], v. 177, n. 1, p. 395-9, Jan 2007.

ROOSLI, M. Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: a systematic review. *Environ Res* [S.I.], v. 107, n. 2, p. 277-87, Jun 2008.

ROOSLI, M. *et al.* [Radio and microwave frequency radiation and health--an analysis of the literature]. *Gesundheitswesen* [S.I.], v. 65, n. 6, p. 378-92, Jun 2003.

ROTHMAN, K. J. Health effects of mobile telephones. *Epidemiology* [S.I.], v. 20, n. 5, p. 653-5, Sep 2009.

ROUX, D. *et al.* Human keratinocytes in culture exhibit no response when exposed to short duration, low amplitude, high frequency (900 MHz) electromagnetic fields in a reverberation chamber. *Bioelectromagnetics* [S.I.], Dec 22 2010.

ROWLEY, J. T.; MILLIGAN, M. J. Studies of mobile phone use and brain tumor risk are independent of industry influence. *J Clin Oncol* [S.I.], v. 28, n. 7, p. e122; author reply e124-5, Mar 1 2010.

RUBIN, G. J. *et al.* Psychological factors associated with self-reported sensitivity to mobile phones. *J Psychosom Res* [S.I.], v. 64, n. 1, p. 1-9; discussion 11-2, Jan 2008.

RUDIGER, H. W. Answer to comments by A. Lerchl on "Radiofrequency electromagnetic fields (UMTS, 1,950 MHz) induce genotoxic effects in vitro in human fibroblasts but not in lymphocytes" published by C. Schwarz *et al.* 2008. *Int Arch Occup Environ Health* [S.I.], v. 82, n. 2, p. 279-83, Jan 2009.

RUSSO, R. *et al.* Does acute exposure to mobile phones affect human attention? *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 27, n. 3, p. 215-20, Apr 2006.

SAFAIE, A. *et al.* Introducing a model for communicable diseases surveillance: cell phone surveillance (CPS). *Eur J Epidemiol* [S.I.], v. 21, n. 8, p. 627-32, 2006.

SALAHALDIN, A. H.; BENER, A. Long-term and frequent cellular phone use and risk of acoustic neuroma. *Int Tinnitus J* [S.I.], v. 12, n. 2, p. 145-8, 2006.

SALAMA, N. *et al.* Effects of exposure to a mobile phone on testicular function and structure in adult rabbit. *Int J Androl* [S.I.], v. 33, n. 1, p. 88-94, Feb 2010.

SALAMA, N. *et al.* The mobile phone decreases fructose but not citrate in rabbit semen: a longitudinal study. *Syst Biol Reprod Med* [S.I.], v. 55, n. 5-6, p. 181-7, Dec 2009.

SALFORD, L. G. *et al.* Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 111, n. 7, p. 881-3; discussion A408, Jun 2003.

SAMKANGE-ZEEB, F. *et al.* Comparison of studies on mobile phone use and risk of tumors. *J Clin Oncol* [S.I.], v. 28, n. 7, p. e123; author reply e124-5, Mar 1 2010.

SANCHEZ, S. *et al.* In vitro study of the stress response of human skin cells to GSM-1800 mobile phone signals compared to UVB radiation and heat shock. *Radiat Res* [S.I.], v. 167, n. 5, p. 572-80, May 2007.

SANCHEZ, S. *et al.* Effect of GSM-900 and -1800 signals on the skin of hairless rats. II: 12-week chronic exposures. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 82, n. 9, p. 675-80, Sep 2006.

SANCHEZ, S. *et al.* Human skin cell stress response to GSM-900 mobile phone signals. In vitro study on isolated primary cells and reconstructed epidermis. *FEBS J* [S.I.], v. 273, n. 24, p. 5491-507, Dec 2006.

SANTINI, R. *et al.* [Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex]. *Pathol Biol (Paris)* [S.I.], v. 50, n. 6, p. 369-73, Jul 2002.

SARACCI, R.; SAMET, J. Commentary: Call me on my mobile phone...or better not?--a look at the INTERPHONE study results. *Int J Epidemiol* [S.I.], v. 39, n. 3, p. 695-8, Jun 2010.

SCARFI, M. R. *et al.* Exposure to radiofrequency radiation (900 MHz, GSM signal) does not affect micronucleus frequency and cell proliferation in human peripheral blood lymphocytes: an interlaboratory study. *Radiat Res* [S.I.], v. 165, n. 6, p. 655-63, Jun 2006.

SCHLEHOFER, B. *et al.* Environmental risk factors for sporadic acoustic neuroma (Interphone Study Group, Germany). *Eur J Cancer* [S.I.], v. 43, n. 11, p. 1741-7, Jul 2007.

SCHMID, G. *et al.* No influence on selected parameters of human visual perception of 1970 MHz UMTS-like exposure. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 4, p. 243-50, May 2005.

SCHMID, G. *et al.* High-resolution numerical model of the middle and inner ear for a detailed analysis of radio frequency absorption. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 52, n. 7, p. 1771-81, Apr 7 2007.

SCHMID, G. *et al.* The dielectric properties of human pineal gland tissue and RF absorption due to wireless communication devices in the frequency range 400-1850 MHz. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 52, n. 17, p. 5457-68, Sep 7 2007.

SCHOEMAKER, M. J. *et al.* Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries. *Br J Cancer* [S.I.], v. 93, n. 7, p. 842-8, Oct 3 2005.

SCHONBORN, F. *et al.* Differences in energy absorption between heads of adults and children in the near field of sources. *Health Phys* [S.I.], v. 74, n. 2, p. 160-8, Feb 1998.

SCHONBORN, F. *et al.* Basis for optimization of in vitro exposure apparatus for health hazard evaluations of mobile communications. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 22, n. 8, p. 547-59, Dec 2001.

SCHONBORN, F. *et al.* Dosimetric analysis of the carousel setup for the exposure of rats at 1.62 GHz. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 25, n. 1, p. 16-26, Jan 2004.

SCHRADER, T. *et al.* Spindle disturbances in human-hamster hybrid (AL) cells induced by mobile communication frequency range signals. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 8, p. 626-39, Dec 2008.

SCHREIER, N. *et al.* The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Soz Präventivmed* [S.I.], v. 51, n. 4, p. 202-9, 2006.

SCHROTTNER, J.; LEITGEB, N. Sensitivity to electricity--temporal changes in Austria. *BMC Public Health* [S.I.], v. 8, p. 310, 2008.

SCHUZ, J. Mobile phone use and exposures in children. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. Suppl 7, p. S45-50, 2005.

SCHUZ, J. Lost in laterality: interpreting "preferred side of the head during mobile phone use and risk of brain tumour" associations. *Scand J Public Health* [S.I.], v. 37, n. 6, p. 664-7, Aug 2009.

SCHUZ, J.; AHLBOM, A. Exposure to electromagnetic fields and the risk of childhood leukaemia: a review. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 132, n. 2, p. 202-11, 2008.

SCHUZ, J. *et al.* An international prospective cohort study of mobile phone users and health (Cosmos): Design considerations and enrolment. *Cancer Epidemiol* [S.I.], Aug 30 2010.

SCHUZ, J. *et al.* Electromagnetic fields and epidemiology: an overview inspired by the fourth course at the International School of Bioelectromagnetics. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 7, p. 511-24, Oct 2009.

SCHUZ, J.; MANN, S. A discussion of potential exposure metrics for use in epidemiological studies on human exposure to radiowaves from mobile phone base stations. *J Expo Anal Environ Epidemiol* [S.I.], v. 10, n. 6 Pt 1, p. 600-5, Nov-Dec 2000.

SCHUZ, J. *et al.* [Mobile phone use as a risk factor for affection of the central nerve system--secondary publication]. *Ugeskr Laeger* [S.I.], v. 171, n. 45, p. 3268-71, Nov 2 2009a.

SCHUZ, J. *et al.* Risks for central nervous system diseases among mobile phone subscribers: a Danish retrospective cohort study. *PLoS One* [S.I.], v. 4, n. 2, p. e4389, 2009b.

SCHWARZ, C. *et al.* Radiofrequency electromagnetic fields (UMTS, 1,950 MHz) induce genotoxic effects in vitro in human fibroblasts but not in lymphocytes. *Int Arch Occup Environ Health* [S.I.], v. 81, n. 6, p. 755-67, May 2008.

SEITZ, H. *et al.* Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication--a literature review published between 2000 and 2004. *Sci Total Environ* [S.I.], v. 349, n. 1-3, p. 45-55, Oct 15 2005.

SHARMA, V. P. *et al.* Mobile phone radiation inhibits *Vigna radiata* (mung bean) root growth by inducing oxidative stress. *Sci Total Environ* [S.I.], v. 407, n. 21, p. 5543-7, Oct 15 2009.

SHEN, Y. H. *et al.* [Effects of mobile-phone microwave on dimethylbenz (a) anthracene induced mammary carcinoma development in rats]. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi* [S.I.], v. 40, n. 3, p. 164-7, May 2006.

SHIRAI, T. *et al.* Lack of promoting effects of chronic exposure to 1.95-GHz W-CDMA signals for IMT-2000 cellular system on development of N-ethylnitrosourea-induced central nervous system tumors in F344 rats. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 7, p. 562-72, Oct 2007.

SIBELLA, F. *et al.* Assessment of SAR in the tissues near a cochlear implant exposed to radiofrequency electromagnetic fields. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 54, n. 8, p. N135-41, Apr 21 2009.

SIEGRIST, M. *et al.* Perception of mobile phone and base station risks. *Risk Anal* [S.I.], v. 25, n. 5, p. 1253-64, Oct 2005.

SIENKIEWICZ, Z. J. *et al.* Low-level exposure to pulsed 900 MHz microwave radiation does not cause deficits in the performance of a spatial learning task in mice. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 21, n. 3, p. 151-8, Apr 2000.

SIEVERT, U. *et al.* [Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phone on auditory and vestibular labyrinth]. *Laryngorhinootologie* [S.I.], v. 86, n. 4, p. 264-70, Apr 2007.

SIEVERT, U. *et al.* Can mobile phone emissions affect auditory functions of cochlea or brain stem? *Otolaryngol Head Neck Surg* [S.I.], v. 132, n. 3, p. 451-5, Mar 2005.

SILVI, A. M. *et al.* Assessment of the temporal trend of the exposure of people to electromagnetic fields produced by base stations for mobile telephones. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 97, n. 4, p. 387-90, 2001.

SINCZUK-WALCZAK, H. *et al.* [Effects of electromagnetic fields generated by mobile phones on the nervous system]. *Med Pr* [S.I.], v. 55, n. 5, p. 435-8, 2004.

SIRAV, B.; SEYHAN, N. Radio frequency radiation (RFR) from TV and radio transmitters at a pilot region in Turkey. *Radiat Prot Dosimetry* [S.I.], v. 136, n. 2, p. 114-7, 2009.

SKOPEC, M. Hearing aid electromagnetic interference from digital wireless telephones. *IEEE Trans Rehabil Eng* [S.I.], v. 6, n. 2, p. 235-9, Jun 1998.

SODERQVIST, F. *et al.* Exposure to an 890-MHz mobile phone-like signal and serum levels of S100B and transthyretin in volunteers. *Toxicol Lett* [S.I.], v. 189, n. 1, p. 63-6, Aug 25 2009.

SODERQVIST, F. *et al.* Mobile and cordless telephones, serum transthyretin and the blood-cerebrospinal fluid barrier: a cross-sectional study. *Environ Health* [S.I.], v. 8, p. 19, 2009a.

SODERQVIST, F. *et al.* Use of wireless telephones and serum S100B levels: a descriptive cross-sectional study among healthy Swedish adults aged 18-65 years. *Sci Total Environ* [S.I.], v. 407, n. 2, p. 798-805, Jan 1 2009b.

SODERQVIST, F. *et al.* Ownership and use of wireless telephones: a population-based study of Swedish children aged 7-14 years. *BMC Public Health* [S.I.], v. 7, p. 105, 2007.

SODERQVIST, F. *et al.* Radiofrequency fields, transthyretin, and Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis* [S.I.], v. 20, n. 2, p. 599-606, 2010.

SOKOLOVIC, D. *et al.* Melatonin reduces oxidative stress induced by chronic exposure of microwave radiation from mobile phones in rat brain. *J Radiat Res (Tokyo)* [S.I.], v. 49, n. 6, p. 579-86, Nov 2008.

SOMMER, A. M. *et al.* Lymphoma development in mice chronically exposed to UMTS-modulated radiofrequency electromagnetic fields. *Radiat Res* [S.I.], v. 168, n. 1, p. 72-80, Jul 2007.

SOMMER, A. M. *et al.* No effects of GSM-modulated 900 MHz electromagnetic fields on survival rate and spontaneous development of lymphoma in female AKR/J mice. *BMC Cancer* [S.I.], v. 4, p. 77, Nov 11 2004.

SORELLE, R. Mobile telephone study underway. *Circulation* [S.I.], v. 101, n. 4, p. E62, Feb 1 2000.

STAM, R. Electromagnetic fields and the blood-brain barrier. *Brain Res Rev* [S.I.], v. 65, n. 1, p. 80-97, Oct 5 2010.

STANG, A. *et al.* Mobile phone use and acoustic neuromas. *Epidemiology* [S.I.], v. 16, n. 3, p. 414-5; author reply 417-8, May 2005.

STANG, A. *et al.* Arbitrary results of a meta-analysis on cancer risks among mobile phone users. *J Clin Oncol* [S.I.], v. 28, n. 7, p. e121, Mar 1 2010.

STANG, A. *et al.* Mobile phone use and risk of uveal melanoma: results of the risk factors for uveal melanoma case-control study. *J Natl Cancer Inst* [S.I.], v. 101, n. 2, p. 120-3, Jan 21 2009.

STEFANICS, G. *et al.* Short GSM mobile phone exposure does not alter human auditory brainstem response. *BMC Public Health* [S.I.], v. 7, p. 325, 2007.

STEFANICS, G. *et al.* Effects of twenty-minute 3G mobile phone irradiation on event related potential components and early gamma synchronization in auditory oddball paradigm. *Neuroscience* [S.I.], v. 157, n. 2, p. 453-62, Nov 19 2008.

STOPCZYK, D. *et al.* [Effect of electromagnetic field produced by mobile phones on the activity of superoxide dismutase (SOD-1)--in vitro researches]. *Ann Acad Med Stetin* [S.I.], v. 51 Suppl 1, p. 125-8, 2005.

STOPCZYK, D. *et al.* [Effect of electromagnetic field produced by mobile phones on the activity of superoxide dismutase (SOD-1) and the level of malonyldialdehyde (MDA)--in vitro study]. *Med Pr* [S.I.], v. 53, n. 4, p. 311-4, 2002.

STOVNER, L. J. *et al.* Nocebo as headache trigger: evidence from a sham-controlled provocation study with RF fields. *Acta Neurol Scand Suppl* [S.I.], v. 188, p. 67-71, 2008.

STRAUME, A. *et al.* Skin temperature increase caused by a mobile phone: a methodological infrared camera study. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 6, p. 510-9, Sep 2005.

STRONATI, L. *et al.* 935 MHz cellular phone radiation. An in vitro study of genotoxicity in human lymphocytes. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 82, n. 5, p. 339-46, May 2006.

STUCHLY, M. A. Biomedical concerns in wireless communications. *Crit Rev Biomed Eng* [S.I.], v. 26, n. 1-2, p. 117-51, 1998.

SUN, L. X. *et al.* [DNA damage and repair induced by acute exposure of microwave from mobile phone on cultured human lens epithelial cells]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* [S.I.], v. 42, n. 12, p. 1084-8, Dec 2006.

SUSA, M.; PAVICIC, I. [Effects of radiofrequency electromagnetic fields on mammalian spermatogenesis]. *Arh Hig Rada Toksikol* [S.I.], v. 58, n. 4, p. 449-59, Dec 2007.

SUVOROV, G. A. *et al.* [Biologic effects and hygienic regulation of electromagnetic fields caused by mobile communication devices]. *Med Tr Prom Ekol* [S.I.], n. 9, p. 10-8, 2002.

SZMIGIELSKI, S.; SOBICZEWSKA, E. [Risk of neoplastic diseases in conditions of exposure to radio- and microwave fields--epidemiologic investigations]. *Med Pr* [S.I.], v. 60, n. 5, p. 389-98, 2009.

SZYJKOWSKA, A. *et al.* [Subjective symptoms related to mobile phone use--a pilot study]. *Pol Merkur Lekarski* [S.I.], v. 19, n. 112, p. 529-32, Oct 2005.

TAHVANAINEN, K. *et al.* Effects of cellular phone use on ear canal temperature measured by NTC thermistors. *Clin Physiol Funct Imaging* [S.I.], v. 27, n. 3, p. 162-72, May 2007.

TAKAHASHI, S. *et al.* Lack of adverse effects of whole-body exposure to a mobile telecommunication electromagnetic field on the rat fetus. *Radiat Res* [S.I.], v. 173, n. 3, p. 362-72, Mar 2010.

TAKEBAYASHI, T. *et al.* Mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 63, n. 12, p. 802-7, Dec 2006.

TAKEBAYASHI, T. *et al.* Mobile phone use, exposure to radiofrequency electromagnetic field, and brain tumour: a case-control study. *Br J Cancer* [S.I.], v. 98, n. 3, p. 652-9, Feb 12 2008.

TANDOGAN, I. *et al.* [Do mobile telephones have adverse effects on the functions of implantable cardioverter defibrillators?]. *Anadolu Kardiyol Derg* [S.I.], v. 2, n. 1, p. 45-8, AXVII, Mar 2002.

TARONE, R. E.; INSKIP, P. D. Mobile phone use and acoustic neuromas. *Epidemiology* [S.I.], v. 16, n. 3, p. 414; author reply 417-8, May 2005.

TERAO, Y. *et al.* Effects of thirty-minute mobile phone exposure on saccades. *Clin Neurophysiol* [S.I.], v. 118, n. 7, p. 1545-56, Jul 2007.

THOMAS, B. N. *et al.* Mobile phone use and acoustic neuromas. *Epidemiology* [S.I.], v. 16, n. 3, p. 415-6; author reply 417-8, May 2005.

THOMAS, S. *et al.* Use of mobile phones and changes in cognitive function in adolescents. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 67, n. 12, p. 861-6, Dec 2010.

THOMAS, S. *et al.* Exposure to radio-frequency electromagnetic fields and behavioural problems in Bavarian children and adolescents. *Eur J Epidemiol* [S.I.], v. 25, n. 2, p. 135-41, Feb.

THOMAS, S. *et al.* Personal exposure to mobile phone frequencies and well-being in adults: a cross-sectional study based on dosimetry. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 6, p. 463-70, Sep 2008.

THOMAS, S. *et al.* Exposure to mobile telecommunication networks assessed using personal dosimetry and well-being in children and adolescents: the German MobilEe-study. *Environ Health* [S.I.], v. 7, p. 54, 2008.

THORLIN, T. *et al.* Exposure of cultured astroglial and microglial brain cells to 900 MHz microwave radiation. *Radiat Res* [S.I.], v. 166, n. 2, p. 409-21, Aug 2006.

TICE, R. R. *et al.* Genotoxicity of radiofrequency signals. I. Investigation of DNA damage and micronuclei induction in cultured human blood cells. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 23, n. 2, p. 113-26, Feb 2002.

TILLMANN, T. *et al.* Carcinogenicity study of GSM and DCS wireless communication signals in B6C3F1 mice. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 3, p. 173-87, Apr 2007.

TILLMANN, T. *et al.* Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 86, n. 7, p. 529-41, Jul 2010.

TIWARI, R. *et al.* Combinative exposure effect of radio frequency signals from CDMA mobile phones and aphidicolin on DNA integrity. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 27, n. 4, p. 418-25, 2008.

TOIVONEN, T. *et al.* Setup and dosimetry for exposing anaesthetised pigs in vivo to 900 MHz GSM mobile phone fields. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 5, p. 363-70, Jul 2008.

TOIVONEN, T. *et al.* Specific absorption rate and electric field measurements in the near field of six mobile phone base station antennas. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 4, p. 307-12, May 2009.

TOKOLA, K. *et al.* Reducing overestimation in reported mobile phone use associated with epidemiological studies. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 7, p. 559-63, Oct 2008.

TOMITSCH, J. *et al.* Survey of electromagnetic field exposure in bedrooms of residences in lower Austria. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 31, n. 3, p. 200-8, Apr 2010.

TOROPAINEN, A. Human exposure by mobile phones in enclosed areas. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 24, n. 1, p. 63-5, Jan 2003.

TROSIC, I.; PAVICIC, I. Disturbance of cell proliferation in response to mobile phone frequency radiation. *Arh Hig Rada Toksikol* [S.I.], v. 60, n. 1, p. 109-15, Mar 2009.

TUFFS, A. Mobile phones do not pose health risk, German survey shows. *BMJ* [S.I.], v. 336, n. 7659, p. 1461, Jun 28 2008a.

TUFFS, A. University calls for mobile phone research to be withdrawn after technician admits faking data. *BMJ* [S.I.], v. 336, n. 7656, p. 1270, Jun 7 2008b.

TUSCHL, H. *et al.* In vitro effects of GSM modulated radiofrequency fields on human immune cells. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 27, n. 3, p. 188-96, Apr 2006.

ULOZIENE, I. *et al.* Assessment of potential effects of the electromagnetic fields of mobile phones on hearing. *BMC Public Health* [S.I.], v. 5, p. 39, Apr 19 2005.

UNTERLECHNER, M. *et al.* No effect of an UMTS mobile phone-like electromagnetic field of 1.97 GHz on human attention and reaction time. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 2, p. 145-53, Feb 2008.

URBAN, P. *et al.* Does acute exposure to the electromagnetic field emitted by a mobile phone influence visual evoked potentials? A pilot study. *Cent Eur J Public Health* [S.I.], v. 6, n. 4, p. 288-90, Nov 1998.

VALBERG, P. A. *et al.* Workgroup report: base stations and wireless networks-radiofrequency (RF) exposures and health consequences. *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 115, n. 3, p. 416-24, Mar 2007.

VALENTINI, E. *et al.* Neurophysiological effects of mobile phone electromagnetic fields on humans: a comprehensive review. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 28, n. 6, p. 415-32, Sep 2007.

VAN DE KAMER, J. B.; LAGENDIJK, J. J. Computation of high-resolution SAR distributions in a head due to a radiating dipole antenna representing a hand-held mobile phone. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 47, n. 10, p. 1827-35, May 21 2002.

VAN LEEUWEN, G. M. *et al.* Calculation of change in brain temperatures due to exposure to a mobile phone. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 44, n. 10, p. 2367-79, Oct 1999.

VAN RONGEN, E. *et al.* Effects of radiofrequency electromagnetic fields on the human nervous system. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* [S.I.], v. 12, n. 8, p. 572-97, Oct 2009.

VAN RONGEN, E. *et al.* Mobile phones and children: is precaution warranted? *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 25, n. 2, p. 142-4, Feb 2004.

VAN WYK, M. J. *et al.* Antenna modeling considerations for accurate SAR calculations in human phantoms in close proximity to GSM cellular base station antennas. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 26, n. 6, p. 502-9, Sep 2005.

VANDERSTRAETEN, J. [GSM fields and health: an updated literature review]. *Rev Med Brux* [S.I.], v. 30, n. 4, p. 416-24, Sep 2009.

VANDERSTRAETEN, J.; VERSCHAEVE, L. Gene and protein expression following exposure to radiofrequency fields from mobile phones. *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 116, n. 9, p. 1131-5, Sep 2008.

VECCHIO, F. *et al.* Mobile phone emission modulates inter-hemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms in elderly compared to young subjects. *Clin Neurophysiol* [S.I.], v. 121, n. 2, p. 163-71, Feb 2010.

VECCHIO, F. *et al.* Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms. *Eur J Neurosci* [S.I.], v. 25, n. 6, p. 1908-13, Mar 2007.

VERSCHAEVE, L. Genetic damage in subjects exposed to radiofrequency radiation. *Mutat Res* [S.I.], v. 681, n. 2-3, p. 259-70, Mar-Jun 2009.

VERSCHAEVE, L. *et al.* Investigation of co-genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields in vivo. *Radiat Res* [S.I.], v. 165, n. 5, p. 598-607, May 2006.

VERSCHAEVE, L.; MAES, A. Genetic, carcinogenic and teratogenic effects of radiofrequency fields. *Mutat Res* [S.I.], v. 410, n. 2, p. 141-65, Apr 1998.

VIGNAL, R. *et al.* [Effects of mobile phones and radar radiofrequencies on the eye]. *Pathol Biol (Paris)* [S.I.], v. 57, n. 6, p. 503-8, Sep 2009.

VIRTANEN, H. *et al.* Interaction of mobile phones with superficial passive metallic implants. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 50, n. 11, p. 2689-700, Jun 7 2005.

VON KLITZING, L. Time-slot modulated electromagnetic fields of wireless communication systems: is there a health risk for man? *Indian J Exp Biol* [S.I.], v. 41, n. 5, p. 511-3, May 2003.

VRIJHEID, M. *et al.* Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones. *J Expo Sci Environ Epidemiol* [S.I.], v. 19, n. 4, p. 369-81, May 2009.

VRIJHEID, M. *et al.* Validation of short term recall of mobile phone use for the Interphone study. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 63, n. 4, p. 237-43, Apr 2006.

VRIJHEID, M. *et al.* Determinants of mobile phone output power in a multinational study: implications for exposure assessment. *Occup Environ Med* [S.I.], v. 66, n. 10, p. 664-71, Oct 2009.

VRIJHEID, M. *et al.* Quantifying the impact of selection bias caused by nonparticipation in a case-control study of mobile phone use. *Ann Epidemiol* [S.I.], v. 19, n. 1, p. 33-41, Jan 2009.

WADE, T. K.; TROY, J. C. Mobile phones as a new memory aid: a preliminary investigation using case studies. *Brain Inj* [S.I.], v. 15, n. 4, p. 305-20, Apr 2001.

WAINWRIGHT, P. Thermal effects of radiation from cellular telephones. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 45, n. 8, p. 2363-72, Aug 2000.

WAKE, K. *et al.* The estimation of 3D SAR distributions in the human head from mobile phone compliance testing data for epidemiological studies. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 54, n. 19, p. 5695-706, Oct 7 2009.

WANG, Y.; CAO, Z. J. [Radiation from mobile phone and the health]. *Wei Sheng Yan Jiu* [S.I.], v. 35, n. 4, p. 520-3, Jul 2006.

WATANABE, R. *et al.* SAR evaluations of mobile phone close to a pacemaker implanted in human body. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* [S.I.], v. 1, p. 3839-42, 2010.

WDOWIAK, A. *et al.* Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. *Ann Agric Environ Med* [S.I.], v. 14, n. 1, p. 169-72, 2007.

WEISBROT, D. *et al.* Effects of mobile phone radiation on reproduction and development in *Drosophila melanogaster*. *J Cell Biochem* [S.I.], v. 89, n. 1, p. 48-55, May 1 2003.

WESTERMAN, R.; HOCKING, B. Diseases of modern living: neurological changes associated with mobile phones and radiofrequency radiation in humans. *Neurosci Lett* [S.I.], v. 361, n. 1-3, p. 13-6, May 6 2004.

WESTERMARK, A.; WISTEN, A. Miniplate osteosynthesis and cellular phone create disturbance of infraorbital nerve. *J Craniofac Surg* [S.I.], v. 12, n. 5, p. 475-8, Sep 2001.

WHITTOW, W. G. *et al.* On the effects of straight metallic jewellery on the specific absorption rates resulting from face-illuminating radio communication devices at popular cellular frequencies. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 53, n. 5, p. 1167-82, Mar 7 2008.

WIEDEMANN, P. M. *et al.* Influence of information about specific absorption rate (SAR) upon customers' purchase decisions and safety evaluation of mobile phones. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 2, p. 133-44, Feb 2008.

WIEDEMANN, P. M. *et al.* [SAR values of mobile phones. Safety evaluation and risk perception]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* [S.I.], v. 49, n. 2, p. 211-6, Feb 2006.

WIHOLM, C. *et al.* Mobile phone exposure and spatial memory. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 30, n. 1, p. 59-65, Jan 2009.

WILEN, J. *et al.* Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 27, n. 3, p. 204-14, Apr 2006.

WILEN, J. *et al.* Subjective symptoms among mobile phone users--a consequence of absorption of radiofrequency fields? *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 24, n. 3, p. 152-9, Apr 2003.

WOLF, R.; WOLF, D. INCREASED INCIDENCE OF CANCER NEAR A CELL-PHONE TRANSMITTER STATION. *International Journal of Cancer Prevention* [S.I.], v. 1, n. 2, p. 19, April 2004.

WOOD, A. W. *et al.* The use of a 'phantom scalp' to assess the possible direct pickup of mobile phone handset emissions by electroencephalogram electrode leads. *Med Biol Eng Comput* [S.I.], v. 41, n. 4, p. 470-2, Jul 2003.

WOOD, A. W. *et al.* Does evening exposure to mobile phone radiation affect subsequent melatonin production? *Int J Radiat Biol* [S.I.], v. 82, n. 2, p. 69-76, Feb 2006.

WU, W. *et al.* [Blocking 1800 MHz mobile phone radiation-induced reactive oxygen species production and DNA damage in lens epithelial cells by noise magnetic fields]. *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* [S.I.], v. 37, n. 1, p. 34-8, Jan 2008.

YADAV, A. S.; SHARMA, M. K. Increased frequency of micronucleated exfoliated cells among humans exposed in vivo to mobile telephone radiations. *Mutat Res* [S.I.], v. 650, n. 2, p. 175-80, Feb 29 2008.

YAKYMENKO, I.; SIDORIK, E. Risks of carcinogenesis from electromagnetic radiation of mobile telephony devices. *Exp Oncol* [S.I.], v. 32, n. 2, p. 54-60, Jul 2010.

YANG, L. *et al.* A simulation for effects of RF electromagnetic radiation from a mobile handset on eyes model using the finite-difference time-domain method. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* [S.I.], v. 2007, p. 5294-7, 2007.

YILMAZ, F. *et al.* Whole-body exposure of radiation emitted from 900 MHz mobile phones does not seem to affect the levels of anti-apoptotic bcl-2 protein. *Electromagn Biol Med* [S.I.], v. 27, n. 1, p. 65-72, 2008.

YUASA, K. *et al.* Effects of thirty minutes mobile phone use on the human sensory cortex. *Clin Neurophysiol* [S.I.], v. 117, n. 4, p. 900-5, Apr 2006.

ZAMORANO, M.; TORRES-SILVA, H. FDTD chiral brain tissue model for specific absorption rate determination under radiation from mobile phones at 900 and 1800 MHz. *Phys Med Biol* [S.I.], v. 51, n. 7, p. 1661-72, Apr 7 2006.

ZAREEN, N. *et al.* Derangement of chick embryo retinal differentiation caused by radiofrequency electromagnetic fields. *Congenit Anom (Kyoto)* [S.I.], v. 49, n. 1, p. 15-9, Mar 2009.

ZENI, O. *et al.* Lack of genotoxic effects (micronucleus induction) in human lymphocytes exposed in vitro to 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res* [S.I.], v. 160, n. 2, p. 152-8, Aug 2003.

ZENI, O. *et al.* Formation of reactive oxygen species in L929 cells after exposure to 900 MHz RF radiation with and without co-exposure to 3-chloro-4-(dichloromethyl)-5-hydroxy-2(5H)-furanone. *Radiat Res* [S.I.], v. 167, n. 3, p. 306-11, Mar 2007.

ZENI, O. *et al.* Evaluation of genotoxic effects in human leukocytes after in vitro exposure to 1950 MHz UMTS radiofrequency field. *Bioelectromagnetics* [S.I.], v. 29, n. 3, p. 177-84, Apr 2008.

ZHAO, R. *et al.* Studying gene expression profile of rat neuron exposed to 1800MHz radiofrequency electromagnetic fields with cDNA microassay. *Toxicology* [S.I.], v. 235, n. 3, p. 167-75, Jun 25 2007.

ZHAO, T. Y. *et al.* Exposure to cell phone radiation up-regulates apoptosis genes in primary cultures of neurons and astrocytes. *Neurosci Lett* [S.I.], v. 412, n. 1, p. 34-8, Jan 22 2007.

ZHOU, Z. D. *et al.* [Surface markers and functions of human dendritic cells exposed to mobile phone 1800 MHz electromagnetic fields]. *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* [S.I.], v. 37, n. 1, p. 29-33, Jan 2008.

ZINELIS, S. A. Short-term exposure to mobile phone base station signals. *Environ Health Perspect* [S.I.], v. 116, n. 2, p. A62; author reply A64-5, Feb 2008.

ZMYSLONY, M. *et al.* [Assessment of electromagnetic fields intensity emitted by cellular phone base stations in surrounding flats--a preliminary study]. *Med Pr* [S.I.], v. 57, n. 5, p. 415-8, 2006.

ZUR NIEDEN, A. *et al.* Physicians appeals on the dangers of mobile communication--what is the evidence? Assessment of public health data. *Int J Hyg Environ Health* [S.I.], v. 212, n. 6, p. 576-87, Nov 2009.