

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E**  
**RECURSOS HÍDRICOS**

**MORTALIDADE POR NEOPLASIAS E  
A TELEFONIA CELULAR NO  
MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE  
MINAS GERAIS**

**Adilza Condessa Dode**

**Belo Horizonte**  
Escola de Engenharia da UFMG  
Março de 2010

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E  
RECURSOS HÍDRICOS**

**MORTALIDADE POR NEOPLASIAS E  
A TELEFONIA CELULAR NO  
MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE  
MINAS GERAIS**

Tese de doutorado apresentada e aprovada pelo Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Meio Ambiente

Linhas de pesquisa: Avaliação e Gerenciamento de Impactos e Riscos Ambientais

Orientador: Dra. Mônica Maria Diniz Leão  
Coorientador: Dra. Waleska Teixeira Caiaffa

**Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG**

Março de 2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Escola de Engenharia  
*Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos*  
Avenida Antônio Carlos, 6627 - 4º andar - 31270-901 - Belo Horizonte - BRASIL  
Telefax: 55 (31) 3409-1882 - posgrad@desa.ufmg.br  
<http://www.smarh.eng.ufmg.br>

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Mortalidade por Neoplasias e a Telefonia Celular no  
Município de Belo Horizonte - Minas Gerais

**ADILZA CONDESSA DODE**

Tese defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Senhores:

Profª MÔNICA MARIA DINIZ LEÃO

Profª WALESKA TEIXEIRA CAIAFFA

Prof. WILFRID KELLER SCHWABE

Prof. ÁLVARO AUGUSTO ALMEIDA DE SALLES

Prof. FRANCISCO DE ASSIS FERREIRA TEJO

MÉDICO DR. GUILHERME FRANCO NETTO

Profª EDNA AFONSO REIS

Aprovada pelo Colegiado do PG SMARH

Prof. Mauro da Cunha Naghettini  
Coordenador

Versão Final aprovada por

Profª. Mônica Maria Diniz Leão  
Orientadora

Belo Horizonte, 26 de março de 2010.

*Agradeço a Deus,  
pela força e coragem para  
caminhar com uma tarefa tão  
árdua!*

*Aos meus pais,  
Sebastião Araújo Quintão e  
Maria Condessa Quintão,  
pessoas que eu amo.*

*e*

*Aos meus adorados e amados  
filhos, Michael, pelas orientações  
na área de informática, e Daiana,  
pelo auxílio na esfera médica,  
Com Carinho, Amor e  
Compreensão.*

*Ao meu esposo,  
Newton de Castro Dode,  
por sua Doçura,  
Companheirismo, Empenho e  
Dedicação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço,

À Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mônica Maria Diniz Leão, por sua competência em orientar-me, no mestrado em 2003, neste longo caminho do doutorado, aliada a uma profunda amizade, apoiando-me nos momentos mais difíceis que encontrei para a realização deste trabalho;

À professora Dr<sup>a</sup> Waleska Teixeira Caiaffa, pela confiança e paciência com que me orientou neste trabalho de pesquisa, sendo um presente de Deus na minha vida.

Ao Prof. Dr. Francisco de Assis Ferreira Tejo, da UFCG - Campina Grande, pelos seus preciosos “links”, a mim enviados, sobre os possíveis efeitos dos campos eletromagnéticos, e pelo apoio na resolução das dúvidas, acrescidos de uma grande amizade;

Ao Prof. Dr. Álvaro Augusto de Almeida Salles, da UFRGS, pelos artigos científicos sobre os estudos epidemiológicos no entorno das Estações RadioBase do Sistema de Telefonia Celular, bem como sua luta pela qualidade de vida dos seres humanos;

A Antônio Carlos Reis Gomes pela sua cordial e pronta dedicação a tão difícil tarefa de transmitir seus conhecimentos de Geoprocessamento;

De forma muito especial, à nossa querida médica Dr<sup>a</sup> Márcia Salvador Géo, por sua deferência, seu carinho, seu afeto e por ter compartilhado meus anseios e minhas angústias, durante a trajetória deste doutorado;

Ao ex-secretário municipal da Saúde de Belo Horizonte, Dr. Helvécio Miranda Júnior por acreditar e incentivar esta pesquisa;

À Gerência de Saúde do Trabalhador da Secretaria Municipal da Saúde de Belo Horizonte, pelo incentivo à pesquisa, bem como a toda a equipe desse setor, em especial à médica Dr<sup>a</sup> Cláudia Albinatti, pela convivência amiga, participação e estímulo recebidos nesta tarefa;

À Engenheira Eletricista e Mestre, Vânia Araújo Condessa, pelo apoio durante a realização das medições em campo das radiações eletromagnéticas;

Ao Prof. Engenheiro de Telecomunicações e Mestre, Luciano Assírio Bossi, pela sua prestativa ajuda durante este trabalho;

Aos colegas do Centro Universitário Metodista de Minas, Izabela Hendrix;

Ao Comitê de Cidadania de Juiz de Fora, representado pela Déia Emília, por sua participação ativa em prol da saúde humana;

A todos os amigos dos Grupos de Pesquisas da professora Dr<sup>a</sup> Waleska Caiaffa, e da professora Dr<sup>a</sup> Mônica Leão, com destaque para a Dr<sup>a</sup> Graziella Lage Oliveira e a Dr<sup>a</sup> Aline Dayrell, que sempre me apoiaram nesta caminhada;

Aos meus queridos ex-alunos, Leandro, Rafael, Déborah Ferreira, Fátima Medeiros, Kênia, Naiara e meus estagiários, que muito contribuíram nesta jornada.

## RESUMO

No mundo de hoje, todos os seres humanos estão expostos aos Campos Eletromagnéticos - CEM's, gerados por uma vasta série de tecnologias com ou sem fio. A dependência, cada vez maior, da moderna tecnologia, em relação a esses campos eletromagnéticos, trouxe preocupações para a comunidade científica e para a população em geral, principalmente quando se trata dos residentes no entorno das Antenas Transmissoras do Sistema de Telefonia Celular.

Os estudos científicos recentes indicam, em escala mundial, que a exposição aos Campos Elétricos e Eletromagnéticos, na faixa não ionizante do espectro eletromagnético de baixas e altas frequências, pode interagir com o sistema biológico humano e aumentar o risco de câncer e outras doenças crônicas. Este estudo teve os seguintes objetivos:

1. Revisar o estado da arte sobre os possíveis efeitos biológicos oriundos da exposição à radiofrequência, focalizando os estudos epidemiológicos das comunidades que residem próximo às ERB's - Estações Radiobase -, do Sistema de Telefonia Celular;
2. Conhecer a distribuição espacial das ERB's, em dois momentos: 2003 e 2006, no município de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais;
3. Conhecer, no mesmo município, a distribuição, no tempo e espaço, dos óbitos por neoplasias relatadas na literatura e constantes no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) da Secretaria da Saúde da Prefeitura de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006;
4. Verificar a existência de correlação entre aglomerados de ERB's e dos casos de óbitos por neoplasia;
5. Mensurar os níveis de exposição humana aos CEM's, onde há maior número de Antenas.

Através de uma abordagem epidemiológica do tipo ecológica, foi realizada uma análise espacial descritiva das antenas do sistema de telefonia celular, assim como dos óbitos por neoplasia identificados no Município, no período de 1996 a 2006, utilizando o mapa de Kernel, para ambas as variáveis em estudo. Os resultados indicam que, até dezembro de 2003, encontravam-se instaladas 474 ERB's, e em 2006, aproximadamente 856 ERB's. Através do georreferenciamento, observou-se maior número de antenas na Regional Centro-Sul do município, em uma porcentagem de 39,60% das ERB's. Em relação aos 7.191 óbitos por neoplasias, foi encontrada uma porcentagem de 49,63% entre os residentes dentro de um raio de até 100 metros das ERBs. A taxa de mortalidade por 10.000 foi de 43,42 dentro dos 100 metros; 40,22, dentro dos 200 metros; 37,12, dentro dos 300 metros; 35,80, dentro dos 400 metros; e 34,76, dentro dos 500 metros. A taxa de mortalidade foi maior dentro de um raio de até 500 metros das ERB's. A taxa maior de incidência acumulada de 5,83 por 1000 habitantes foi encontrada na regional Centro- Sul do município e a menor taxa de 2,05, na região do Barreiro. Os valores dos Campos Eletromagnéticos encontrados estão de acordo com os padrões recomendados pela LEI FEDERAL Nº. 11.934, DE 5 DE MAIO DE 2009. Entretanto, ultrapassam-nos, quando comparados com os limites de exposição humana adotados em diversos outros países e cidades.

## ABSTRACT

Nowadays, all over the world, all human beings are exposed to Electromagnetic Fields - EMFs generated by a vast series of technologies either wire or wireless. More and more, the dependence on modern technology relating to those electromagnetic fields has worried the scientific community and the population at large, what mainly concerns the residents nearby the Transmitter Antennas of the Cellular Telephony System.

The recent scientific studies show that the exposure to the electric and electromagnetic fields on a global scale in the non-ionizing band of the low and high frequencies electromagnetic spectrum can interact with the human biological system and increase the risk of cancer and other chronic deceases. This study had the following purposes:

1. To review the state of the art of the possible biological effects generated by the exposure to radiofrequency, focusing on the communities' epidemiological studies that live near the BSs (Base Stations) of the Cellular Telephony System;
2. To know the BSs spatial distribution at two moments: 2003 and 2006, in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais State;
3. To know in the same municipality, in time and space, the distribution of the deaths by neoplasia reported in the literature and mentioned in the "Sistema de Informação de Mortalidade (SIM)" (Mortality Information System) of the Health Department of the Belo Horizonte Prefecture, from 1996 to 2006;
4. To verify the existence of correlation between bunches of BSs and the death cases by neoplasia;
5. To measure the levels of the human exposure to EMFs where there is greater number of antennas.

Through an epidemiological approach of ecological type, a descriptive spatial analysis of the Cellular Telephony System antennas was carried out as well as of the deaths by neoplasia identified in the municipality from 1996 to 2006, using the Kernel Map for both variables in study. The results show that up to December 2003 have been installed 474 BSs, and in 2006, 856 BSs. Through georeferencing, the greatest quantity of antennas has been noted as a percentage of 39.60%. Relating to the 7.191 deaths by neoplasia, a percentage of 49.63 % has been found among the residents living within an area of 100 meters from the BSs. The mortality rate per 10,000 was 43.42 within 100 m; 40.22 within 200 m; 37.12 within 300 m; 35.80 within 400 m; and 34.76 within 500 m. The mortality rate was the greatest within in area or 500 m from the BSs. The greatest accumulated incidence rate, 5.83 per 1000 inhabitants, was also found in "Centro-Sul" region, and the lowest was 2.05 in "Barreiro" region. The EMF rates found are in accordance with the patterns recommended by the Brazilian Federal Law nº. 11.934, May 5th, 2009. However, they surpass them when compared with the human exposure limits adopted by several countries and cities.

# SUMÁRIO

Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
Sumário.....	ix
Lista de Figuras.....	xiv
Lista de Tabelas.....	xviii
Lista de Siglas.....	xix
Lista de Símbolos.....	xxii

<b>1      INTRODUÇÃO.....</b>	1
1.1    Histórico.....	1
1.2    Justificativa.....	8
1.3    Organização da Tese.....	10
<b>2      OBJETIVOS.....</b>	12
2.1    Geral.....	12
2.2    Específicos.....	12
2.3    Hipótese a testar.....	12
<b>3      REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	13
3.1    Telefonia móvel celular e suas estações radiobase.....	13
3.1.1    Introdução.....	13
3.1.2   Descrição do sistema celular.....	16
3.1.3    Distribuição de células.....	16
3.1.4    Divisão de células.....	18
3.1.5    Constituição do sistema celular.....	19
3.1.6    Estação radiobase - ERB.....	20
3.1.7    Antenas.....	23
3.2.    Níveis de referência para controle da exposição humana a campos eletromagnéticos.	25

3.2.1	Introdução.....	25
3.2.2	Níveis de referência no Brasil.....	27
3.2.3	Níveis permitidos em outros países.....	31
3.3	Campos eletromagnéticos e saúde pública.....	33
3.4	Projetos internacionais relacionados aos campos eletromagnéticos.....	36
3.5	Pesquisas científicas com resultados positivos e negativos relacionados à exposição aos campos eletromagnéticos.....	45
3.6	Conclusões das principais conferências, relatórios internacionais relacionadas aos campos eletromagnéticos.....	82
3.7	Medição dos níveis de exposição dos campos eletromagnéticos.....	87
3.8	Síntese dos principais tipos de estudos epidemiológicos.....	93
3.8.1	Estudos descritivos.....	93
3.8.2	Estudos analíticos.....	94
3.8.2.1	Ensaio clínico randomizado.....	94
3.8.2.2	Estudo de coorte.....	95
3.8.2.3	Estudo de caso-controle.....	96
3.8.2.4	Estudo transversal.....	96
3.8.3	Estudos ecológicos.....	98
3.8.3.1	Delineamento, vantagens e limitações de um estudo ecológico.....	99
3.8.3.2	Variáveis de confusão.....	99
3.8.3.3	Modalidades de correlação ecológica.....	100
3.8.3.4	Comparações geográficas.....	100
3.8.3.5	Comparações de séries cronológicas.....	101
3.8.3.6	Interpretação de resultados.....	102
3.8.3.7	Estudo ecológico randomizado.....	102
3.8.3.7.1	Comparação de duas unidades ecológicas (ou comunidades) e comparação de mais de duas unidades ecológicas (ou comunidades).....	103
3.9	Princípio da Precaução.....	103
3.9.1	História do Princípio da Precaução.....	103
3.9.2	Componentes do Princípio da Precaução.....	106
3.9.3	Métodos de Precaução.....	107
3.9.4	Iniciando a Aplicação do Princípio da Precaução.....	108
3.9.5	Entendendo a Incerteza.....	109
3.9.6	Avaliação de Risco ou o Princípio da Precaução?.....	110

<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	115
4.1	Área de estudo.....	115
4.2	Apresentação do estudo.....	116
4.2.1	Estudo ecológico.....	116
4.2.1.1	Delineamento do estudo.....	117
4.2.2	Processamento de dados e mapeamento das estações radiobase - ERB's no município de Belo Horizonte, Minas Gerais.....	118
4.3	Monitoramento ambiental dos campos eletromagnéticos.....	118
4.3.1	Objetivos Gerais.....	119
4.3.2	Seleção dos equipamentos.....	120
4.3.3	Escolha dos pontos de medição.....	121
4.3.4	Características da sonda.....	122
4.3.5	Média temporal e espacial.....	122
4.3.6	Procedimentos adotados durante a medição.....	124
4.3.7	Instrumentos utilizados para monitoramento ambiental.....	124
4.3.8	Análise descritiva da distribuição dos casos de óbitos por neoplasias segundo variáveis demográficas.....	125
4.3.9	Processamento de dados e mapeamento dos óbitos, no município de Belo Horizonte, Minas Gerais.....	126
4.3.10	Conglomerado de casos no espaço.....	126
4.4	Variáveis e análise.....	126
4.4.1	Numerador.....	126
4.4.2	Distribuição dos óbitos por neoplasias no período de 1996 a 2006 no município de Belo Horizonte.....	127
4.4.3	Denominador.....	131
4.4.3.1	Metodologia para quantificação da população total, dentro de um raio de até 1.000 metros das Antenas Transmissoras do Sistema de Telefonia Celular, no município de Belo Horizonte.....	131
4.4.3.2	Análise de dados espaciais.....	131
4.5	Análise de dados.....	132

<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	133
5.1	Total de ERB's, por operadora e por regional, no município de Belo Horizonte.....	133
5.2	Mapa de Kernel – Belo Horizonte.....	139
5.3	Resultados encontrados dos valores da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, no município de Belo Horizonte .....	143
5.4	Total de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006.....	149
5.5	Total de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, por setor censitário.....	151
5.6	Total de óbitos por neoplasias <i>versus</i> distância das antenas de telefonia celular, no município de Belo Horizonte, nos setores censitários.....	162
5.7	Taxa de Mortalidade.....	164
5.8	Possível Tempo de Exposição das residências dos óbitos em relação à primeira Antena de Telefonia Celular em operação.....	167
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES .....</b>	170
6.1	Estado da arte sobre os possíveis efeitos biológicos oriundos da exposição aos campos eletromagnéticos.....	170
6.2	Situação atual da cidade de Belo Horizonte em relação às ERB's e aos óbitos por Neoplasias, no período de 1996 a 2006.....	173
6.3	Medições dos Campos Eletromagnéticos.....	175
6.4	Recomendações e Ações em relação às Tecnologias Sem Fio.....	181
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE FUTUROS TRABALHOS .....</b>	186
7.1	Número de ERB's instaladas na cidade de Belo Horizonte.....	186
7.2	Distribuição, no tempo e espaço dos óbitos por neoplasias no município de Belo Horizonte.....	186
7.3	Correlação entre aglomerados de ERB's e dos casos de óbitos por neoplasias.....	187
7.4	Valores Medidos dos Campos Eletromagnéticos - Região Centro-Sul da cidade.....	188
7.5	Trabalhos Futuros.....	188

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	189
<b>ANEXOS.....</b>	211
ANEXO I - Descrição do Processo para cálculo da menor distância entre Antena e Óbito...	211
ANEXO II - Parecer do Comitê de Ética da UFMG.....	213
ANEXO III - Parecer do Comitê de Ética da Secretaria Municipal da Saúde de Belo Horizonte.....	214
ANEXO IV- Resolução de Porto Alegre 2009.....	216
ANEXO V - Resolução de Benevento.....	220
ANEXO VI - Resolução de Catânia.....	225
ANEXO VII - Relatório de Delegação da Anatel - 14.a Plenária OMS.....	227
ANEXO VIII - Monitoramento Ambiental dos Campos Eletromagnéticos - Bairro Belvedere.....	242

# LISTA DE FIGURAS

1.1	Esquema ilustrativo da telefonia celular.....	3
3.1	Antenas de telefonia celular – Bairro Belvedere – Belo Horizonte – Minas Gerais.....	13
3.2	Espectro eletromagnético.....	14
3.3	Comunicação de celulares.....	17
3.4	Divisão de células.....	18
3.5	Divisão de uma célula em diversas outras.....	19
3.6	Componentes do sistema celular.....	20
3.7	Composição da estação radiobase.....	21
3.8	Estação radiobase – ERB.....	22
3.9	Estrutura dos equipamentos de uma ERB.....	23
3.10	Lóbulos da radiação vertical da antena.....	24
3.11	Célula HL60 – Promielociteno Humano – pré-estágio de células sanguíneas.....	39
3.12	Célula HL60 não exposta.....	39
3.13	Cometa visível após uma radiação g da célula.....	39
3.14	Estimativa de absorção das radiações eletromagnéticas dos telefones celulares, baseada em idade.....	48
3.15	Sintomas relacionados às frequências das ERB's <i>versus</i> distância.....	50
3.16	Plano esquemático de localização das antenas.....	55
3.17	Da altura do mastro h e do ângulo de tilt $\alpha$ , a distância D na qual o feixe atinge o solo é dada por $D=htan(90-\alpha)$ .....	56
3.18 a.	Experiência realizada por Giuliani <i>et al.</i> , mostrando a interação atérmica dos campos magnéticos fracos com os organismos vivos.....	78
3.18 b.	Experiência realizada por Giuliani <i>et al.</i> , mostrando a interação atérmica dos campos magnéticos fracos com os organismos vivos.....	78
3.19	Taxas de mortalidade por câncer do encéfalo, brutas e ajustadas por idade pelas populações mundial e brasileira, por 100.000 habitantes, entre 1979 e 2001 .....	79
3.20	Número de telefones móveis no Brasil até 2002.....	79
3.21	Número de telefones celulares móveis no mundo até 2007.....	80

3.22	Projeção do Diagrama de Irradiação Horizontal das ERB's – Sites BH 20 e CT 16 – Maxitel (Dode, 2003b).....	93
3.23	Fluxo dos eventos relacionando exposição e doença.....	97
4.1	O município de Belo Horizonte e as nove regionais.....	115
4.2	Amostra de resultado – medidor de campo elétrico.....	125
4.3	Amostra de resultado – analisador de espectro.....	125
4.4	Fluxograma de óbitos por neoplasias no período de 1996 a 2006.....	130
5.1	Número de ERB's, por operadora, no município de Belo Horizonte-2003 e 2006.....	133
5.2	Percentual de ERB's, por operadora, no município de Belo Horizonte-2003 e 2006.....	134
5.3	Número de ERB's, por regional, no município de Belo Horizonte-2003 e 2006.....	134
5.4	Percentual de ERB's, por regional, no município de Belo Horizonte-2003 e 2006 .....	135
5.5	Total de ERB's instaladas, no município de Belo Horizonte – até 2003.....	136
5.6	Total de ERB's instaladas, no município de Belo Horizonte – até 2006.....	137
5.7	Total de ERB's instaladas, no município de Belo Horizonte – até 2008.....	138
5.8	Mapa de Kernel – Antenas – Belo Horizonte – 2006.....	139
5.9	Mapa de Kernel – Área Central.....	140
5.10	Mapa de Kernel – Regional Leste .....	141
5.11	Mapa de Kernel – Regional Centro-Sul.....	142
5.12	Antenas localizadas na Serra do Curral – Belo Horizonte – Minas Gerais.....	143
5.13	Mapa do Belvedere, Centro-Sul – Belo Horizonte – Minas Gerais.....	144
5.14	Medição dos Campos Eletromagnéticos (V/m), Bairro Belvedere, Belo Horizonte.....	145
5.15	Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, Bairro Santa Lúcia.....	146
5.16	Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, Bairro Serra.....	146
5.17	Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, Bairro Anchieta.....	147
5.18	Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, dentro de residências, Bairro Funcionários – Belo Horizonte.....	147

5.19	Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, dentro de residências, Bairro Santo Antônio – Belo Horizonte..	148
5.20	Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, dentro de residência, Bairro Sion – Belo Horizonte.....	148
5.21	Mapa com o total de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, em relação aos CID codificados (CEM) entre 1996 a 2006.....	149
5.22	Mapa Kernel contendo o total de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, em relação aos CID codificados (CEM) entre 1996 a 2006.	150
5.23	Total de óbitos por neoplasias, por setor Censitário, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006.....	152
5.24	Amostra com o total de óbitos por Setor Censitário, na região Centro-Sul do Município de Belo Horizonte.....	153
5.25	Amostra com o total de óbitos por Setor Censitário, na região Centro-Sul do Município de Belo Horizonte.....	154
5.26	Total de óbitos por neoplasias, por ano, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006.....	155
5.27	Percentual de óbitos por neoplasias, por ano, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006 considerando a exposição em relação à data da primeira licença.....	156
5.28	Total de óbitos por neoplasias, de acordo com as regionais, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006.....	157
5.29	Número de óbitos por neoplasias, de acordo com os códigos (CID-10) da Tabela 4.1, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006.....	159
5.30	Percentual de óbitos por neoplasias, de acordo com os códigos (CID-10) da Tabela 4.1, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006.....	160
5.31	Total de óbitos por neoplasias, pela faixa etária e sexo, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006.....	161
5.32	Proporção de mortalidade por ano- sexo feminino.....	161
5.33	Proporção de mortalidade por ano- sexo masculino.....	161
5.34	Total de óbitos por neoplasias, por faixa de até 100 metros, nos setores censitários, dentro de um raio de até 1000 metros das Antenas Transmissoras do Sistema de Telefonia Celular, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006.....	163

5.35	Taxa de mortalidade por neoplasias, de acordo com a distância das ERB's, no município de Belo Horizonte (MG), entre os anos de 1996 a 2006.....	166
5.36	Taxa de mortalidade por neoplasias, de acordo com a distância das ERB's, no município de Belo Horizonte (MG), entre os anos de 1996 a 2006 – Hipótese Nula.....	167
5.37	Distribuição do número de óbitos por neoplasia <i>versus</i> duração da exposição desde a data em que a primeira antena começou a operar em cada setor censitário analisado..	168
5.38	Amostra da localização geográfica dos óbitos e das ERB's localizados no Centro da Cidade de Belo Horizonte na Região Centro-Sul.....	169
6.1	Campo Elétrico <i>versus</i> Distância.....	176
6.2	<i>Cluster</i> de antenas de comunicação, de celular e rádio, e <i>cluster</i> de câncer e pacientes doentes.	179

## LISTA DE TABELAS

1.1	Propriedades dos materiais biológicos.....	7
3.1	Faixas de frequências e suas utilizações.....	15
3.2	Níveis de referência para a exposição do público em geral.....	29
3.3	Restrições básicas até 10 GHz, ICNIRP - 1998.....	30
3.4	Níveis de referência para exposição ocupacional a campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo - ICNIRP - 1998.....	31
3.5	Padrões comparativos para níveis de exposição do público em geral a RF – 900 e 1800 MHz para as duas bandas principais de telefone móvel em diversos países.....	32
3.6	Sumário de tumores ocorrendo em Naila, em comparação com a incidência esperada no registro de câncer de Saarland.....	57
3.7	Casos de câncer na Área A.....	59
3.8	Taxas de câncer nas áreas A, B e na população total.....	60
3.9	Taxas de câncer nas áreas A, B e na cidade como um todo.....	60
4.1	Classificação das Neoplasias no Código Internacional de Doenças (CID) - 10..	127
5.1	Descrição da codificação dos óbitos e da localização geográfica.....	158
5.2	Taxa de incidência acumulada, no município de Belo Horizonte.....	158
5.3	Percentual de óbitos por faixa etária e sexo no município de Belo Horizonte....	162
5.4	Taxa de mortalidade por neoplasias, em Belo Horizonte (MG), de acordo com a distância das ERB's .....	165
6.1	Número de cânceres <i>versus</i> número de mortes.....	178

## LISTA DE SIGLAS

ACA	: Australian Communications Authority (Autoridade Australiana de Comunicações)
ALARA	: As Low as Reasonably Achievable
ALATA	: As Low as Technically Achievable
AMP	: Advanced Mobile Phone Service (Serviço Avançado de Telefone Móvel)
AMPS	: Advanced Mobile Phone Systems (Sistemas Avançados de Telefone Móvel)
ANATEL	: Agência Nacional de Telecomunicações
ANSI	: American National Standard Institute (Instituto Nacional Americano de Padronização)
BERA	: Brainstem Evoked Response Audiometry (Audiometria de Resposta Evocada do Tronco Encefálico)
CCC	: Central de Controle e Comutação
CDMA	: Code Division Multiple Access (Acesso Múltiplo por Divisão de Código)
CEM	: Campo Eletromagnético; Campos Eletromagnéticos
CEMRF	: Campo Eletromagnético de Radiofrequência
CID	: Código Internacional de Doenças
CSIRO	: Australian Commonwealth Scientific and Research Organization (Organização Australiana da Comunidade Científica e de Pesquisa)
DECT	: Digital Enhanced Cordless Telecommunications (Telecomunicações Digitais Aperfeiçoadas Sem Fio)
DNA	: Deoxyribonucleic acid (Ácido Desoxirribonucleico)
dBW	: Decibel Watt
EEG	: Eletroencefalograma
ELF	: Extremely Low Frequency (Frequência Extremamente Baixa)
EMF	: Electromagnetic Field (s) (Campo(s) Eletromagnético(s))
ERB	: Estação Radiobase; Estações Radiobase
FCC	: Federal Communication Commission (Comissão Federal de Comunicação)
GCR	: Grupo de Canais de Rádio
GHz	: Gigahertz
GSM	: Global System for Mobile Communications (Sistema Global para Comunicações Móveis)

HE	: Hipersensibilidade à Eletricidade
ICNIRP	: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Comissão Internacional contra a Radiação Não Ionizante)
IRC	: Interface Radio Central
IARC	: International Agency for Research on Cancer (Agência Internacional para Pesquisa do Câncer)
IBGE	: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos)
ICES	: International Committee on Electromagnetic Safety (Comitê Internacional sobre Segurança Eletromagnética)
IEGPM	: Independent Expert Group on Mobile Phones (Grupo Independente de Especialistas em Telefones Móveis)
INCA	: Instituto Nacional do Câncer
MHz	: Megahertz ( $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$ )
MW	: Microwaves (Microondas)
NCRP	: National Council on Radiation Protection and Measurements (Conselho Nacional sobre Proteção da Radiação e Medidas)
oJ	: Official Journal of the European Union (Jornal Oficial da União Europeia)
OMS	: Organização Mundial da Saúde
OR	: Razão de Chances
PTA	: Pure Tone Audiometry (Método Audiométrico de Puro Tom)
RF	: Radio Frequency (Radiofrequência)
RMS	: Root Mean Square (Valores Médios Quadráticos)
RNCNIRP	: Russian National Committee on Non-Ionising Radiation Protection (Comitê Nacional Russo sobre Proteção de Radiação Não Ionizante)
RNI	: Radiação(ções) Não Ionizante(s)
RTPC	: Rede de Telefonia Pública Comutada
RFIAWG	: Radiofrequency Interagency Working Group (Grupo de Trabalho de Interagências sobre Radiofrequência)
SAR	: Specific Absorption Rate (Taxa de Absorção Específica)
SIM	: Sistema de Informação Municipal
TC	: Telefone Móvel

THz	: Terahertz ( $1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$ )
TDMA	: Time Division Multiple Access (Acesso Múltiplo por Divisão em Tempo)
TM	: Terminal Móvel
UMTS	: Universal Mobile Telecommunication System (Sistema Universal de Telecomunicação Móvel)
WHO	: World Health Organization (OMS: Organização Mundial da Saúde)
W/kg	: Watts por Quilograma
WLAN	: Wireless Local Area Network (Rede Sem Fio de Área Local)
WI-FI	: Tecnologia de interconexão entre dispositivos sem fios (“Wireless Fidelity”)
WI-MAX	: Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidade Mundial para Acesso a Microondas)
$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	: Microwatts por centímetro quadrado

## LISTA DE SÍMBOLOS

A nomenclatura que foi utilizada na tese é apresentada a seguir. Utilizou-se o Sistema Internacional de Unidades em todo o trabalho.

<b>A</b>	: Vetor
$ A $	: Módulo do vetor $\vec{A}$
<b>B</b>	: Densidade de fluxo magnético, em Tesla
<b>B</b>	: Vetor densidade de fluxo magnético, em Tesla
$c$	: Velocidade da luz no vácuo
<b>D</b>	: Vetor densidade de fluxo elétrico, em C/m <sup>2</sup>
<b>D</b>	: Diretividade da antena
$d$	: Distância, em metros
<b>E</b>	: Campo elétrico (módulo),em V/m
<b>E</b>	: Vetor campo elétrico,em V/m
$f$	: Frequência, em Hertz
<b>G</b>	: Ganho da antena
<b>H</b>	: Campo magnético (módulo), em A/m
<b>H</b>	: Vetor campo magnético, em A/m
$h$	: Altura, em metros
<b>I</b>	: Corrente elétrica, em A
<b>J</b>	: Vetor Densidade de corrente, em A/m <sup>2</sup>
$k$	: Fator de eficiência
<b>L</b>	: É o comprimento máximo da antena, em m
<b>P</b>	: Potência em W
$r$	: Distância; raio, em metros
<b>S</b>	: Densidade de potência (módulo), em W/m <sup>2</sup>
<b>S</b>	: Vetor de Poynting
<b>t</b>	: Tempo, em segundos
<b>V</b>	: Tensão, em Volts
<b>Z</b>	: Impedância, em $\Omega$
$\alpha$	: ângulo de tilt, em graus
$\beta$	: Fator de fase, em rad/m

$\Delta T$	: Variação da temperatura, em $^{\circ}\text{C}$
$\Delta t$	: Duração da exposição, em segundos
$\epsilon$	: Permissividade elétrica, em F/m
$\epsilon_0$	: Permissividade elétrica do espaço livre, em F/m
$\epsilon_r$	: Permissividade relativa, adimensional
$\eta$	: Impedância intrínseca, em $\Omega$
$\lambda$	: Comprimento de onda, em m
$\mu$	: Permeabilidade magnética do meio, em H/m
$\mu_0$	: Permeabilidade magnética do espaço livre, em H/m
$\psi$	: Fluxo Elétrico, em C
$\rho_v$	: Densidade volumétrica de carga, em $\text{C}/\text{m}^3$
$\rho_t$	: Densidade do tecido, em $\text{kg}/\text{m}^3$
$\sigma$	: Condutividade do tecido, em S/m
$\Omega$	: Unidade de medida de resistência ou Impedância elétrica: ohms
$\omega$	: Frequência angular, em rad/s

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 *Histórico*

Toda a vida na terra está imersa em um verdadeiro mar de campos eletromagnéticos (CEM) naturais, de baixas frequências, desde a concepção até a morte de cada espécie. Gerados principalmente pela atividade de tempestades, nas zonas equatoriais, esses campos exibem picos no espectro de frequências extremamente baixas (ELF, frequências abaixo de 300 Hz), entre 8 Hz e 32 Hz, e são conhecidos como Ressonância de Schumann (SCHUMANN, 1957; POLK, 1982; e KÖNIG, 1974). Os campos de Schumann são de intensidades muito baixas, com magnitudes de campo elétrico da ordem de 10 mV/m (1 mV/m é a intensidade de um campo elétrico de um milésimo de volt por metro), e de campo magnético, na faixa de 1-10 nT (1 nT é a intensidade de um campo de indução magnética de um bilionésimo de Tesla).

Até recentemente, a radiação eletromagnética natural de fundo era relativamente constante, mas a situação mudou com o desenvolvimento dos modernos sistemas de potência e de telecomunicações. O ambiente está hoje fortemente impactado pelos CEM's, oriundos de rádios, TVs, repetidoras de micro-ondas, telefonia celular e muitas outras fontes similares.

Nos últimos anos, tem-se manifestado muita preocupação em relação aos riscos à saúde dos usuários de telefones celulares e das comunidades que residem nas proximidades das Estações Radiobase – ERB's, pois estes equipamentos emitem radiação de radiofrequência - RF. A Radiação Eletromagnética, ou os Campos Eletromagnéticos - CEM's, ou RF, são os termos que descrevem amplamente as exposições criadas por uma vasta série de tecnologias, com ou sem fio, que alteraram o cenário de nossas vidas em inúmeros modos benéficos. Contudo, estas tecnologias foram projetadas para maximizar a eficiência da energia e a comodidade, sem levar em conta os efeitos biológicos no ser humano.

A *World Health Organization* - WHO (2002b) considera que por ser a telefonia celular uma tecnologia muito recente e de ampla utilização, não é possível desconsiderar efeitos em longo prazo à saúde, sendo necessários estudos científicos rigorosos e uma comunicação clara com o público, devido ao grau de incerteza científica e os níveis de apreensão pública.

No mundo de hoje, são dois os tipos de campos eletromagnéticos a que estão expostos os seres humanos:

1- Campos eletromagnéticos de frequências extremamente baixas, oriundos de aparelhos elétricos e eletrônicos e de linhas de transmissão;

2- Radiação de radiofrequência, oriunda de equipamentos sem fio, como celulares e telefones sem fio, torres e antenas de celular, e torres de transmissão de rádio e televisão.

Ambos os tipos são radiações não ionizantes, pois não têm energia suficiente para tirar os elétrons de suas órbitas ao redor dos átomos e ionizá-los, e estas radiações serão objeto de discussão desta pesquisa.

A radiação do tipo eletromagnética é uma forma de radiação não ionizante que se propaga com a combinação de campos elétricos e magnéticos, viajando no vácuo ou no ar, na velocidade da luz. Os campos elétricos (E) e magnéticos (H) variam de intensidade, tanto no espaço quanto no tempo. Na região de campo distante, a radiação se comporta como uma onda plana, isto é, os campos elétricos e magnéticos são sempre perpendiculares (ortogonais) entre si. Um campo elétrico é criado por cargas elétricas, e o campo magnético resulta do fluxo de corrente e, com o aumento da corrente, a sua intensidade aumenta.

Os campos elétricos (E) e magnéticos (H):

- variam de intensidade tanto no espaço quanto no tempo;
- são sempre perpendiculares (ortogonais) entre si, na região de campo distante;
- na região de campo distante, os campos atuam como ondas planas.

Na região de campo distante, basta avaliar uma das quantidades, campo elétrico (E), campo magnético (H) ou densidade de potência (S), pois elas estão inter-relacionadas por constantes.

Já na região de campo próximo é necessário avaliar tanto o campo elétrico (E) como o campo magnético (H), separadamente, devido à complexidade da sua distribuição espacial.

A razão  $\frac{E}{H}$  é denominada de “impedância de onda Z”, e, para o espaço livre, é igual a  $377\Omega$ .

Na região de campo distante, ambos os campos variam com o inverso da distância à fonte, ou seja,  $\frac{1}{r}$ , e a densidade de potência (S) varia com o inverso do quadrado da distância à fonte, ou seja,  $\frac{1}{r^2}$ .

$$S = EH \quad S = E^2/377 \quad S = 377H^2 \quad H = E/377 \quad 1.1$$

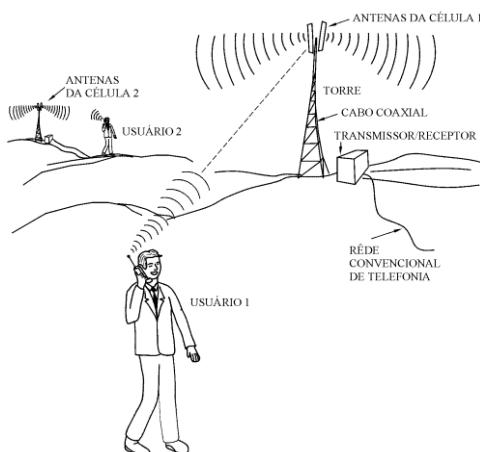
$S$  = Densidade de potência [W/m<sup>2</sup>]

$E$  = Intensidade de campo elétrico [V/m]

$H$  = Intensidade de campo magnético [A/m]

As quantidades são vetoriais, por sua natureza. As equações mostradas consideram os seus Valores Médios Quadráticos (RMS: Root-Mean-Square).

Através do telefone celular o usuário comunica-se com a Estação Radiobase (ERB) mais próxima, podendo movimentar-se livremente na região coberta pelas radiações eletromagnéticas das antenas, como mostra a Figura 1.1.



**Figura 1.1 – Esquema ilustrativo da telefonia celular (BARANAUSKAS, 2001).**

Baseada em novos estudos, há uma evidência crescente sobre os possíveis riscos à saúde, associados a estes campos eletromagnéticos, uma vez que os seres humanos são sistemas bioelétricos, tendo as funções vitais do coração e cérebro reguladas por sinais bioelétricos internos. Exposições ambientais a campos eletromagnéticos artificiais podem interagir com processos biológicos fundamentais no corpo humano, ocasionando danos à saúde. O estudo dos efeitos biológicos e dos possíveis danos à saúde humana e ao meio ambiente, associados às radiações não ionizantes, de radiofrequência e micro-ondas, é hoje uma importante área das ciências médicas e biológicas.

Recentemente, o nível de fundo dos CEM's, oriundos de fontes elétricas, tem crescido exponencialmente pela elevada popularidade das tecnologias sem fio, tais como: telefones celulares (aproximadamente cinco bilhões em 2010), telefones sem fio, Wi-Fi (comunicação sem fio, doméstica, de cerca de 2,4 GHz, até cerca de 7 metros) e redes WiMAX (comunicação sem fio, local externo, entre 3, 5 a 5,8 GHz, em torno de 10 a 50 km), caracterizando uma intensa proliferação de fontes geradoras de energia eletromagnética, nos locais passíveis de ocupação humana, nos locais de trabalho e no meio ambiente em geral.

A Comissão Internacional de Segurança Eletromagnética (ICEMS) presidiu uma conferência internacional intitulada “O Enfoque Precaucionário dos CEM's: Base Lógica, Legislação e Implementação”, sediada pela Prefeitura de Benevento, Itália, em 2006. Mais evidências têm se acumulado, sugerindo que existem efeitos adversos à saúde em decorrência de exposições ocupacionais e do público a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, nos atuais níveis de exposição. O que é necessário, porém ainda não realizado, é um exame abrangente, independente e transparente das evidências que apontam para esse tema emergente e potencial de saúde pública. Os efeitos biológicos podem manifestar-se em decorrência de exposições tanto aos campos eletromagnéticos de frequências extremamente baixas (ELF EMF – *Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields*) quanto aos de radiofrequências (RF). As evidências epidemiológicas e experimentais – *in vivo* e *in vitro* – demonstram que a exposição a CEM's de frequências extremamente baixas pode aumentar o risco de câncer em crianças e induzir outros problemas de saúde, tanto em crianças quanto em adultos. Mais ainda, existe uma evidência epidemiológica acumulada indicando um risco aumentado de tumor cerebral em decorrência do uso prolongado de telefones móveis, sendo este o primeiro CEM de RF amplamente estudado. Estudos epidemiológicos e de laboratório que mostram riscos aumentados de cânceres e outras doenças, em decorrência de exposições ocupacionais, não podem

ser ignorados. Estudos de laboratório sobre cânceres e outras doenças têm informado que a hipersensibilidade a CEM pode ser devida, em parte, à predisposição genética (ICEMS, 2006).

ADEY (1996); CARLO (1999); CHERRY (1999, 2000); PHILLIPS (1998); KUNDI & HUTTER, 2009; SAGE & CARPENTER (2009); BIOINITIATIVE REPORT (2007) citam uma grande variedade de efeitos não térmicos adversos à saúde humana, provenientes da exposição prolongada às radiações de RF e micro-ondas, com SAR (*Specific Absorption Rate*: Taxa de Absorção Específica - TAE) inferior a 4 W/kg. Destacam-se alteração do eletroencefalograma (EEG), letargia, geração de prematuros, distúrbios do sono, distúrbios comportamentais, perda de memória recente, dificuldades de concentração, doenças neurodegenerativas (tais como os males de Parkinson e Alzheimer), abortamento, má formação fetal, linfoma, leucemia e câncer, entre outros.

As evidências constantes de diversos estudos, publicados em periódicos de reconhecida reputação científica, de que os efeitos de baixas intensidades e longa duração podem ser prejudiciais à saúde do público em geral e dos trabalhadores do setor, estão conforme o declarado por pesquisadores da ICNIRP (“International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection”: Comissão Internacional de Proteção contra Radiação Não Ionizante), no seu artigo de revisão “Epidemiologia dos Efeitos à Saúde da Exposição à Radiofrequência”, no qual, ao final, recomendam novos métodos e mais estudos em longo prazo (ICNIRP, 2004).

Os limites estabelecidos pelas diretrizes da ICNIRP consideram apenas efeitos agudos e de curta duração, devidos à exposição a altas intensidades (também conhecidos como efeitos térmicos). Os efeitos térmicos, por definição, provocam elevação de temperatura de, no mínimo 1° C em todo o corpo humano ou localizadamente, a partir da energia absorvida dos campos de radiofrequência. De acordo com as diretrizes da ICNIRP, uma média de corpo inteiro de 0,4 W/kg foi escolhida como sendo a restrição que garante proteção adequada, no caso de exposição ocupacional. Um fator de segurança adicional, igual a 5, foi introduzido, para a exposição do público em geral, resultando em um limite de 0,08 W/kg para a SAR média do corpo inteiro. Portanto, não preveem proteção contra os efeitos crônicos, devidos a exposições de baixas intensidades e longa duração (também conhecidos como efeitos não térmicos).

Segundo PHILLIPS (2001), vários países como Austrália, Bélgica, Itália, Liechtenstein, Luxemburgo, Nova Zelândia, Rússia e Suíça, e as cidades de Salzburgo, na Áustria, e Toronto, no Canadá, estão com seus limites de exposição humana às radiofrequências inferiores às diretrizes baseadas na determinação de limites de exposição à RF apenas pelo aquecimento do tecido humano. O governo suíço adotou padrões de limite de exposição para população em geral das torres de telefonia de comunicação móvel na faixa da frequência em 900 MHz, de 4 V/m ou  $4,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , e, para a faixa de frequência em 1800 MHz, de 6 V/m ou  $9,5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  (ORNI 1999). No Brasil, para as mesmas frequências os limites são de 41,25 V/m ou  $435 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  para 900 MHz, e 58,33 V/m ou  $935 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  para a frequência de 1800 MHz. Esses limites baseiam-se na referência adotada pela Agência Nacional de Telecomunicações - Resolução n.º 303, de 2 de julho de 2002 – ANATEL, a qual seguiu as diretrizes sugeridas pela ICNIRP. Estes padrões foram, então, incorporados à Lei Federal N° 11.934, de 05 de maio de 2009.

A justificativa utilizada pela ICNIRP, para a não consideração dos efeitos não térmicos, transcrita da seção “Base para limitar a exposição” do seu documento original, é: “... A indução de câncer devido à exposição prolongada a CEM não foi considerada como estabelecida e, assim, estas diretrizes estão baseadas em efeitos agudos, de curta duração, sobre a saúde, tais como estimulação de músculos e nervos periféricos, choques e queimaduras pelo contato com objetos condutores e temperaturas elevadas do tecido, resultantes da absorção de energia durante a exposição a CEM ...” (“Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz”) (ICNIRP, 1998).

Seus limites de segurança para radiação de micro-ondas são baseados exclusivamente em efeitos térmicos, e são bastante elevados, pois as radiações de micro-ondas, emitidas dia e noite pelas ERB's, mesmo a muitas centenas de metros, são  $10^{13}$  de vezes maiores do que a radiação natural, emitida pelo Sol, nestas mesmas frequências. (HYLAND, 2005).

Os resultados de medições dos campos eletromagnéticos externos de radiofrequências e micro-ondas são informações fundamentais para a avaliação de riscos à saúde das pessoas expostas, sejam elas trabalhadoras ou o público em geral.

O número cada vez maior de antenas de telefonia celular instaladas nas cidades brasileiras, de forma indiscriminada, pode expor a população a perigosos índices de radiação eletromagnética.

A absorção de energia das ondas eletromagnéticas depende:

- da frequência da onda;
- da orientação do corpo em relação à onda;
- da polarização do campo elétrico da onda;
- da distância do corpo em relação à fonte que produz a onda: campo próximo e campo distante;
- do meio ambiente (quantos corpos estão presentes no mesmo local), devido à reflexão, transmissão e deformação do CEM;
- das propriedades elétricas do corpo (constante dielétrica, condutividade); ex.: músculo e cérebro, por conterem mais água, absorvem mais energia; osso e gordura, que contêm menos água, absorvem menos energia.

O tecido biológico é descrito a partir de sua permissividade relativa e de sua condutividade elétrica. A Tabela 1.1 mostra as propriedades do tecido humano nas frequências de 900 MHz e 1,9 GHz.

**Tabela 1.1 - Propriedades dos materiais biológicos (GANDHI, 1996).**

Tecidos	900 MHz		1.9 GHz		$\rho_t \left( kg / m^3 \right)$
	$\epsilon_r$	$\sigma(S / m)$	$\epsilon_r$	$\sigma(S / m)$	
Cérebro	55.0	1.23	47.0	1.42	1030
Músculo	58.5	1.21	56.0	1.76	1040
Osso	8.0	0.105	8.0	0.15	1850
Líquido	79.1	2.14	72.0	2.5	1000
Pele	34.5	0.60	32.0	0.57	1100

$\epsilon_r$  : Permissividade relativa

$\rho_t$  : Densidade do tecido, em  $\text{kg/m}^3$

$\sigma$  : Condutividade do tecido, em  $\text{S/m}$

Necessita-se de estudos, no Brasil, para identificar os possíveis efeitos biológicos produzidos pelos campos de RF, analógicos ou digitais, como é o caso das telecomunicações.

## 1.2 **Justificativa**

Para dar continuidade ao trabalho de mestrado elaborado em 2003, intitulado “Poluição Ambiental e Exposição Humana a Campos Eletromagnéticos: Estudo de Casos no Município de Belo Horizonte, com Ênfase nas Estações Radiobase de Telefonia Celular” (DODE, 2003b), foi realizado um estudo epidemiológico, tipo ecológico, na mesma cidade, para atualização do georreferenciamento das ERB’s, e para identificar os óbitos por neoplasias e correlacioná-los, no espaço e tempo, à localização das antenas do Sistema de Telefonia Celular.

O número de telefones móveis, em serviço, no mundo, em fins de 2006, era de mais de três bilhões; e, no Brasil, aproximadamente de 113 milhões. Segundo a ANATEL (2006), até outubro de 2006 existiam 33.813 ERB’s licenciadas pelo órgão e instaladas no Brasil. Até maio de 2008, 37.161 ERB’s, sendo que só no Estado de Minas Gerais já haviam sido instaladas 5.099 ERB’s até esta data. Em fins de 2009 o número de telefones celulares, no mundo, estava acima de 4 bilhões de aparelhos vendidos, e, no Brasil, em torno de 169 milhões.

Na cidade de Belo Horizonte, a expansão do sistema de telefonia celular e o acréscimo das instalações de antenas transmissoras de radiação eletromagnética começaram a partir de 1998, e as mesmas continuam sendo instaladas cada vez mais próximo da população. O número total de ERB’s, nesta capital, até dezembro de 2003, era de 474, sendo que, com o incremento do número de vendas dos aparelhos celulares, aumentou a instalação de antenas, chegando, em 2006, a um total de aproximadamente 856 ERB’s e em 2010, aproximadamente 1000 ERB’s, licenciadas.

A população do entorno das antenas recebe uma dose de radiação de RF, durante 24 horas. Tem sido um grande desafio para a comunidade científica estabelecer um limite seguro de

exposição aos CEM's para a população, já que os efeitos atérmicos estão sendo reconhecidos por vários cientistas. Não existem estudos científicos conclusivos que garantam a inexistência de riscos à saúde relacionados à exposição aos campos eletromagnéticos, na faixa não ionizante do espectro eletromagnético, como é o caso do Sistema da Telefonia Celular.

Os estudos epidemiológicos são de grande importância para o entendimento do impacto à saúde pública e ao meio ambiente, das exposições a Campos Eletromagnéticos, particularmente os gerados por novas tecnologias. Entretanto, alguns estudos epidemiológicos, relatando associação de câncer e RF, têm apresentado resultados negativos ou inconsistentes, enquanto outros mostram a incidência de casos de câncer entre indivíduos expostos à radiação de estação de telefonia celular, dentro de uma área distante de até 450 metros da antena transmissora. Assim, impõe-se a necessidade da realização de mais estudos que investiguem a ocorrência de óbitos nos grandes contingentes populacionais, expostos à RF de longa duração.

*“A Epidemiologia, especialidade da saúde coletiva, estuda a distribuição das doenças e agravos à saúde nas populações e os seus determinantes. As doenças, os agravos à saúde e seus determinantes não se distribuem ao acaso nas populações”* (CAIAFFA et al., 2003).

O papel principal da Epidemiologia é prover uma pista das mudanças que ocorrem, através dos tempos, nos problemas de saúde apresentados em uma comunidade. No entanto, o sistema de telefonia celular é relativamente novo, e o acréscimo de ERB's aumenta, a cada dia, expondo as comunidades, no entorno do empreendimento, a níveis cumulativos cada vez maiores de radiações não ionizantes.

Por se tratar de questões de Saúde Pública, foi realizado um estudo epidemiológico com delineamento ecológico, no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, estudando a saúde no contexto ambiental, em seu sentido mais amplo, visando avaliar no tempo e no espaço, os casos de óbitos por neoplasias, correlacionando-os às localizações das antenas do Sistema de Telefonia Celular.

### **1.3 Organização da Tese**

Este trabalho está organizado em sete capítulos, da seguinte forma:

No primeiro capítulo, discorre-se sobre os riscos à saúde, dos usuários dos telefones celulares e das comunidades que residem nas proximidades das ERB's, a justificativa do trabalho; e a organização da tese.

No segundo capítulo, descrevem-se os objetivos propostos.

No terceiro capítulo, realiza-se uma revisão bibliográfica, dividida em nove segmentos, para facilitar o acompanhamento do trabalho, sendo que:

- na primeira parte, para melhor esclarecimento e entendimento do estudo, é feita uma revisão de literatura sobre o funcionamento do sistema da telefonia móvel celular e suas Estações Radiobase - ERB's;

- na segunda parte, descrevem-se os níveis de referência para controle da exposição humana a campos eletromagnéticos;

- na terceira parte, discorre-se sobre campos eletromagnéticos e saúde pública;

- na quarta parte, descrevem-se os projetos internacionais relacionados aos campos eletromagnéticos e a saúde humana;

- na quinta parte, discorre-se sobre o estado da arte das pesquisas científicas, relacionadas à exposição aos campos eletromagnéticos, abordando o atual cenário mundial;

- na sexta parte, apresentam-se as conclusões das principais conferências e os relatórios internacionais relacionados aos campos eletromagnéticos e a saúde humana;

- na sétima parte, apresenta-se a medição dos níveis de exposição dos campos eletromagnéticos, em duas Estações Radiobase - ERB's, em 2003, no município de Belo Horizonte.

- na oitava parte, é feita uma revisão de alguns conceitos importantes sobre os principais estudos epidemiológicos existentes, a saber:

- estudos descritivos;

- estudos analíticos, incluindo ensaio clínico randomizado, estudo de coorte, estudo de caso – controle, e estudo transversal;
- estudos ecológicos.

- na nona parte, descreve-se o Princípio da Precaução.

No quarto capítulo, descreve-se a metodologia utilizada neste trabalho.

No quinto capítulo, descrevem-se os resultados do estudo, incluindo os resultados da avaliação quantitativa de varredura dos campos eletromagnéticos, em alguns pontos da região centro-sul, onde foi identificado maior número de ERB's, e um trabalho piloto de monitoramento dos CEM's, no Bairro Belvedere da cidade de Belo Horizonte.

No sexto capítulo, é realizada a discussão dos resultados encontrados e são feitas as recomendações.

No sétimo capítulo, apresentam-se as conclusões desta tese e sugestões para futuros trabalhos.

## **2           OBJETIVOS**

### ***2.1   Objetivo Geral***

- Verificar se há correlação entre a localização das Estações Radiobase do sistema de telefonia celular e casos de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, no período de 1996 a 2006.

### ***2.2   Objetivos Específicos***

1.      revisar o estado da arte sobre os possíveis efeitos biológicos oriundos da exposição à radiofrequência, focalizando os estudos epidemiológicos das comunidades que residem próximo às ERB's (Estações Radiobase) do Sistema de Telefonia Celular;
2.      conhecer a distribuição espacial das ERB's, em dois momentos: 2003 e 2006, no município de Belo Horizonte;
3.      conhecer, no mesmo município, a distribuição, no tempo e espaço, dos óbitos por neoplasias relatados na literatura e constantes do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) da Secretaria da Saúde da Prefeitura de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006;
4.      verificar a existência de correlação entre aglomerados de ERB's e dos casos de óbitos por neoplasia;
5.      mensurar os níveis de exposição humana aos CEM's, em local de maior concentração de antenas.

### ***2.3   Hipótese a testar***

- Existe correlação espacial dos casos de óbito por neoplasias e as localizações das Estações de Radiobase, no município de Belo Horizonte, no mesmo período de estudo.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 *Telefonia móvel celular e suas estações radiobase*

##### 3.1.1 Introdução

A telefonia celular é um sistema de radiocomunicação, envolvendo a radioescuta e a radio-transmissão entre um conjunto de antenas fixas, espalhadas pela região coberta pelo sistema, e os telefones móveis, comandados pelos usuários, que estejam dentro da área ocupada por uma célula (área geográfica iluminada por uma ERB, dentro da qual a recepção do sinal atende às especificações do sistema).

Através do telefone celular, o usuário comunica-se com a estação radiobase mais próxima e, com isso, é feito o enlace com outras ERB's ou com a rede telefônica convencional, podendo o usuário movimentar-se livremente na região coberta pelas radiações eletromagnéticas, oriundas dessas antenas. A Figura 3.1 mostra uma Estação de Radiobase, que está localizada no Bairro Belvedere, Belo Horizonte - Minas Gerais.



**Figura 3.1 – Antenas de Telefonia Celular - Bairro Belvedere - Belo Horizonte-Minas Gerais.**

A radiação eletromagnética é classificada de acordo com sua frequência (ou comprimento de onda). No início do espectro eletromagnético (Figura 3.2), encontram-se os campos gerados por corrente contínua ( $f = 0$  Hz), denominados Campos Estáticos, que não apresentam variação com o tempo.

Os demais grupos variam em função do tempo e são classificados da seguinte forma:

Campos de frequência extremamente baixa (ELF) .....  $3 \text{ Hz} < f < 3000 \text{ Hz}$

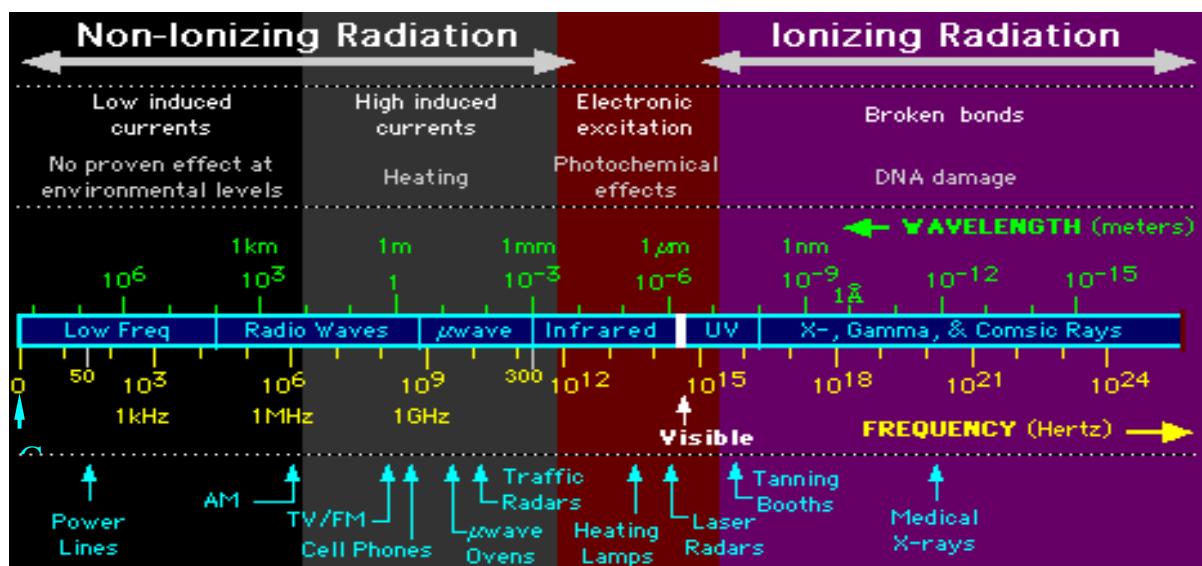
Campos de frequência muito baixa (VLF) .....  $3 \text{ kHz} < f < 30 \text{ kHz}$

Campos de frequência de rádio (RF) .....  $30 \text{ kHz} < f < 3 \text{ GHz}$

Micro-ondas (MW) .....  $0,3 \text{ GHz} < f < 300 \text{ GHz}$

Radiação infravermelha (IR) .....  $300 \text{ GHz} < f < 300.000 \text{ GHz} (= 300 \text{ THz})$

Luz visível (VL) ..... frequência na ordem de  $10^{14} \text{ Hz}$



**Figura 3.2 – Espectro Eletromagnético (DODE, 2003).**

**Tabela 3.1 - Faixas de Frequências e as suas utilizações (DODE, 2003).**

Freqüência	Nomenclatura Técnica	Designação Popular	Uso
<b>30 a 300 kHz</b>	L.F.	Ondas longas	Comunicação marinha e aeronáutica, radiodifusão em ondas longas, uso industrial.
<b>300 a 3.000 kHz</b>	M.F.	Ondas médias	Emissoras de AM - Radionavegação.
<b>0,3 a 30 MHz</b>	H.F.	Ondas curtas	Radiodifusão, serviços marítimos, radioamadores.
<b>30 a 300 MHz</b>	V.H.F.		Comunicação em VHF, estações de TV, polícia, bombeiros, controle de tráfego aéreo, medicina, radioamadores.
<b>0,3 a 3 GHz</b>	U.H.F.	Microondas	Comunicação em UHF, <b>telefonia celular</b> , estações de TV, polícia, bombeiros, controle de tráfego aéreo, medicina, aquecimento industrial.
<b>3 a 30 GHz</b>	S.H.F.	Microondas	Sistemas interurbanos e internacionais, comunicação via satélite.
<b>30 a 300 GHz</b>	E.H.F.	Microondas	Sistemas interurbanos e internacionais, comunicação via satélite.

A Tabela 3.1 mostra as faixas de frequência e as principais utilizações, incluindo o Sistema de Telefonia Celular.

No Brasil, a telefonia celular tornou-se popular, a partir dos anos 90, com o aparecimento do AMPS (Advanced Mobile Phone Service), seguido pelos sistemas celulares digitais TDMA (Time Division Multiple Access) e CDMA (Code Division Multiple Access).

As faixas de frequências em que as operadoras têm permissão da ANATEL para operar são as seguintes:

A faixa de frequência designada à Banda A (reservada para as ex-estatais de telefonia) é:

- transmissão da ERB em direção à Estação Móvel: 824 a 835, e 845 a 846,5 MHz;
- transmissão da Estação Móvel em direção à ERB: 869 a 880, e 890 a 891,5 MHz.

A faixa de frequência designada à Banda B (novas empresas particulares) é:

- transmissão da ERB em direção à Estação Móvel: 835 a 845, e 846,5 a 849 MHz;
- transmissão da Estação Móvel em direção à ERB: 880 a 890, e 891,5 a 894 MHz.

A faixa de frequência designada ao SMP (Sistema Móvel Pessoal) (sub-bandas C, D e E) é:

- transmissão da ERB em direção à Estação Móvel: 1805 a 1850 MHz;
- transmissão da Estação Móvel em direção à ERB: 1710 a 1755 MHz.

No Brasil, utiliza-se, junto ao sistema analógico AMPS, e ao digital TDMA, o Sistema CDMA, e o sistema GSM.

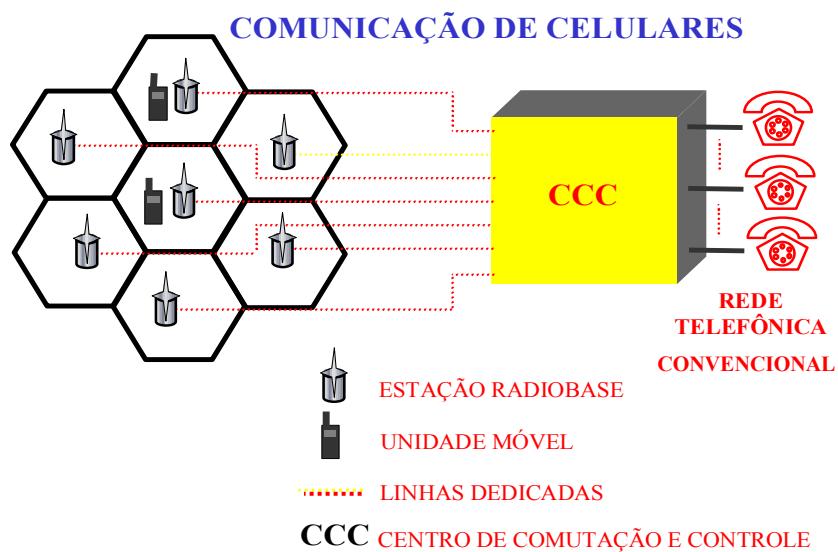
### **3.1.2 Descrição de um sistema celular**

No sistema de telefonia móvel celular, a área de cobertura é dividida em regiões chamadas “células”, de modo que a potência transmitida seja reduzida e as frequências disponíveis venham a ser reutilizadas.

O projeto de um sistema celular consiste na divisão da área a ser coberta por telefonia móvel em áreas menores, permitindo a utilização de transmissores de baixa potência e um emprego eficiente do espectro por meio do reuso da frequência (ALENCAR, 2001).

### **3.1.3 Distribuição de células**

Uma determinada região, ou área de cobertura geográfica a ser atendida pelo serviço móvel celular, é dividida em sub-regiões, que são chamadas células. Cada célula é formada por uma ERB localizada em seu centro (Figura 3.3). As ERB's formam agrupamentos com o objetivo de dividir o volume do tráfego telefônico da região. O agrupamento mais comum é composto por sete células hexagonais, sendo utilizado nos sistemas AMPS e TDMA.



**Figura 3.3 –** Comunicação de celulares. (DODE, 2003).

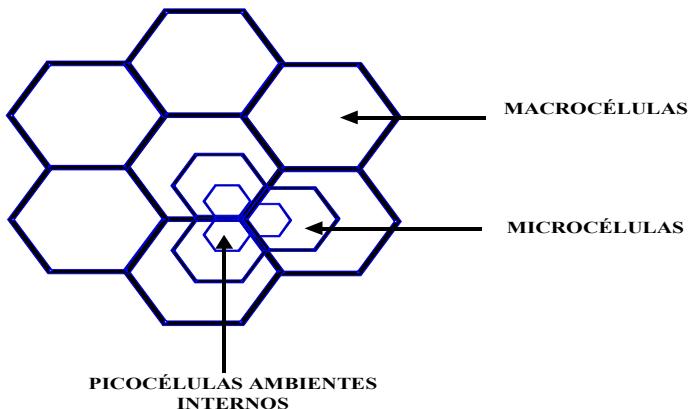
Desse modo, célula é “a área geográfica iluminada por uma Estação Radiobase dentro da qual a recepção do sinal atende às especificações do sistema”. O sistema celular divide essa área em células hexagonais de igual tamanho, de tal forma que as estações Radiobase (ERB’s) estejam localizadas no centro destas (BRASIL, 1992).

- Nas células onidirecionais, a ERB é equipada com uma antena unidirecional (no plano ortogonal à direção da antena em polarização vertical), formando, assim, uma área de cobertura circular, cujo centro é a própria ERB. Para efeito gráfico, essa célula é representada por um hexágono.
- Nas células setorizadas, a ERB é equipada com antenas diretivas, de tal forma que cada uma cubra determinada área (ALENCAR, 2001).

Também são utilizadas as nomenclaturas de Macrocelulas, Microcelulas e Picocelulas:

- macrocelulas: cobrem grandes áreas geográficas;
- microcelulas: cobrem pequenas áreas geográficas;
- picocelulas: ambientes restritos, geralmente internos.

A dimensão da célula deve adequar-se à densidade de tráfego telefônico. Quanto maior for o tráfego, menor será a célula correspondente, uma vez que o número de canais disponíveis por célula é limitado. Isto implica, por exemplo, que em áreas centrais de uma cidade, as células são menores do que aquelas das áreas suburbanas.



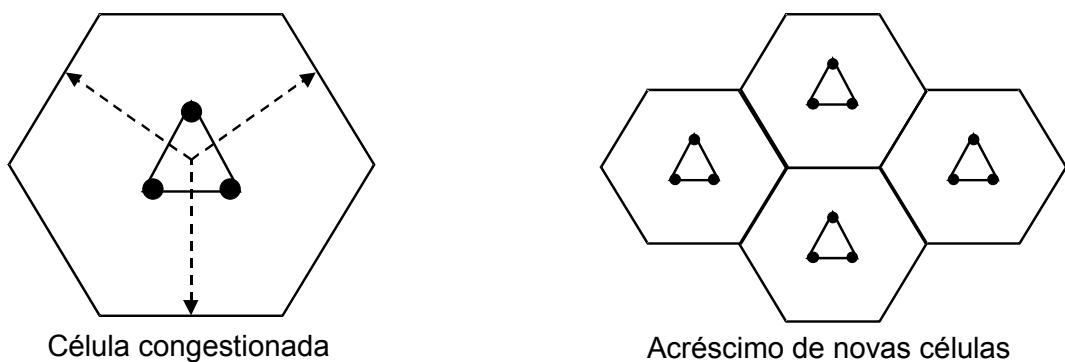
**Figura 3.4** – Divisão de Células. (NASCIMENTO, 2000).

### 3.1.4 Divisão das células

Quando cresce a demanda de tráfego dentro de uma determinada célula, a solução poderá ser por adição de novas células ou por setorização das células já existentes:

- adição de novas células: a potência dos transmissores das células existentes é diminuída, para cobrir, aproximadamente, metade da área original, e novas células são adicionadas, para cobrir as remanescentes;
- setorização das células já existentes: o conjunto de antenas onidirecionais das células é substituído por antenas direcionais de ( $60^\circ$  ou  $120^\circ$ ) e a célula é dividida em setores.

A adição de novas células (Figura 3.5) é a maneira mais flexível de expandir o sistema, sendo, portanto, a mais dispendiosa, pois, envolve a instalação de novas Estações Radiobase, torres e antenas.



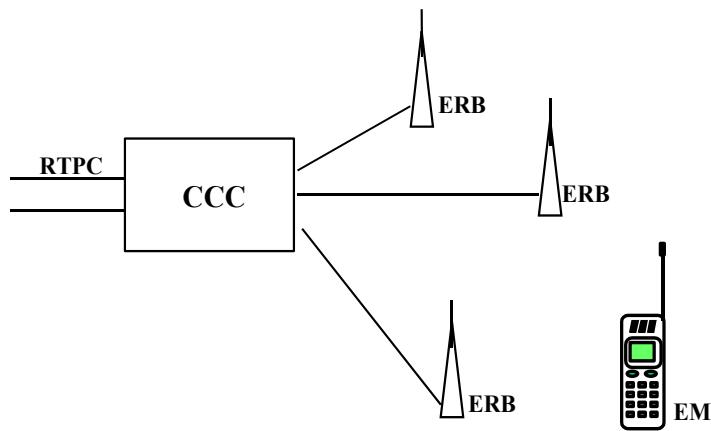
**Figura 3.5** - Divisão de uma célula em diversas outras (NASCIMENTO, 2000).

### 3.1.5 Constituição do sistema celular

Um sistema típico de celular é constituído de três elementos, além das conexões entre seus elementos. Os componentes básicos do sistema de celular são: (BRASIL, 1992)

- Centro de Comutação e Controle (CCC)
- Estação Radiobase (ERB)
- Terminal Móvel (TM)
- Rede de Telefonia Pública Comutada (RTPC)

A estação ou terminal móvel (EM ou TM) contém uma unidade de controle, um transceptor e uma antena. Transmite e recebe sinais de voz, possibilitando a conversação. Transmite e recebe sinais de controle, permitindo o estabelecimento da chamada.



**Figura 3.6 – Componentes do Sistema Celular (ALENCAR, 2001).**

### 3.1.6 Estação Radiobase - ERB

A ERB ocupa o centro de uma célula. Seu objetivo é estabelecer o radioenlace com os celulares, operando dentro de sua área de cobertura. Para isso, uma ERB dispõe das seguintes instalações e equipamentos:

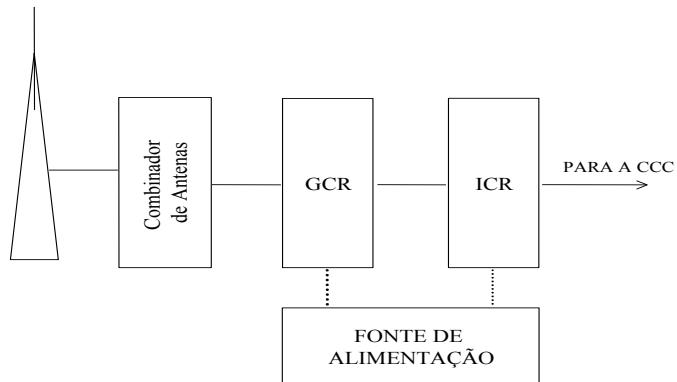
- armário, onde ficam instalados os equipamentos de transmissão, recepção e demais periféricos do sistema;
- um conjunto de antenas, instalado em torres, postes, ou qualquer estrutura de suporte, inclusive o topo ou fachada de edifícios públicos ou privados, usadas para estabelecer a comunicação com os celulares.

A ERB está conectada à central de comutação e controle celular por meio de cabos PCM (*Pulse-code modulation*), fibra óptica ou rádio digital. Por meio deles são transmitidos os canais de voz, permitindo que os celulares se comuniquem com outros telefones celulares localizados dentro da área de cobertura de uma outra ERB, ou com telefones fixos.

A Estação Radiobase compreende as seguintes unidades funcionais, ilustradas na Figura 3.7.

- grupo de canais de rádio (GCR);
- interface rádio central (ICR);

- combinador de antenas;
- antenas e fontes de alimentação.



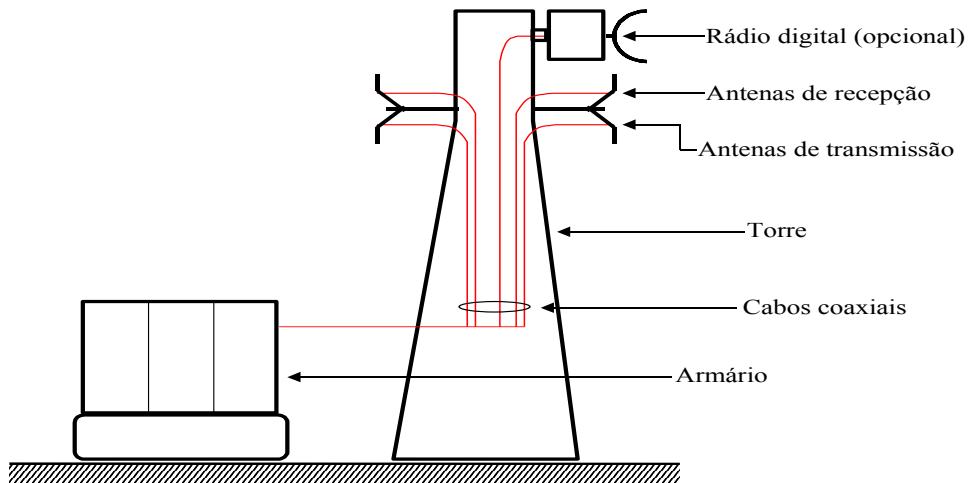
**Figura 3.7 – Composição da Estação Radiobase (ALENCAR, 2001).**

O grupo de canais de rádio compreende canais de voz e canais de controle. A Interface Rádio Central (IRC) trabalha como um adaptador dos sinais entre a CCC e a Estação Radiobase. Assim, esse equipamento recebe dados e voz das unidades de canais e envia essas informações para a CCC por meio do enlace ERB - CCC. Já na direção oposta, o equipamento recebe dados e voz da CCC, por meio dos enlaces de comunicação CCC – ERB, e os envia para a unidade de canal ou controle correspondente (ALENCAR, 2001). Além disso, a ERB:

- fornece a interface entre a central de comutação de controle e as estações móveis;
- contém uma unidade de controle, de transceptores de rádio, antenas, plantas de alimentação e terminais de dados;
- transmite e recebe sinais de controle para o estabelecimento e supervisão das chamadas;
- transmite e recebe sinais de voz e várias estações móveis dentro de sua área de cobertura.

A Central de Comutação e Controle (CCC) é a central de comutação de serviço celular, considerada o coração do sistema móvel celular. Dentre suas funções pode-se mencionar:

- é o elemento de coordenação central de toda a rede celular, pois administra todas as Estações de Radiobase, dentro de sua área de controle, ou seja, comuta e controla um aglomerado celular;
- estabelece a interface com a rede de comutação pública;
- comuta chamadas originadas ou terminadas na estação móvel. Permite que a estação móvel tenha à sua disposição os mesmos serviços e facilidades fornecidos pela rede pública aos assinantes fixos;
- dependendo do modo de transmissão (ERB - CCC), a velocidade do enlace para dados, no canal de controle, pode ser de 2,4; 4,8 ou 9,6 Kbit/s, em enlaces analógicos, ou de 64 Kbit/s, se for digital;
- cada ERB é conectada a uma CCC, via conexão do tipo quatro fios, ligados a um multiplex PCM. Usualmente, a ligação é feita por cabo óptico;
- as antenas são responsáveis pela irradiação e recebimento dos sinais pelas estações móveis. As antenas de transmissão e de recepção são independentes.

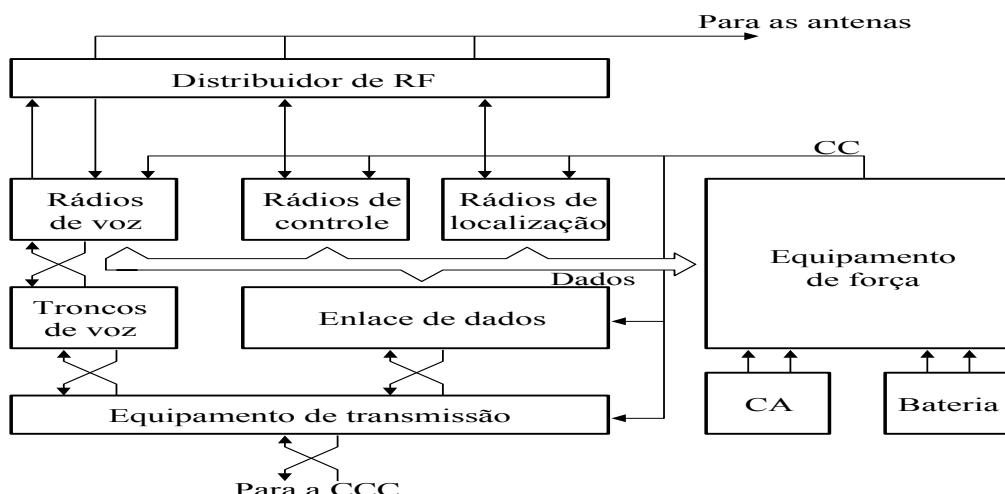


**Figura 3.8 – Estação Radiobase (ERB) (NASCIMENTO, 2000, p.242).**

Uma ERB (Figura 3.8) é composta de uma torre que é usada para colocar as antenas em uma altura elevada, para escapar das obstruções causadas por prédios próximos e garantir uma cobertura uniforme de sinal, em todas as direções.

O armário localizado na base da torre abriga, entre outros, os equipamentos de rádio, os equipamentos de força, o sistema de ar condicionado (se houver), as baterias e o distribuidor de RF.

O distribuidor de RF (Figura 3.9) proporciona uma forma eficiente de conexão entre os equipamentos de rádio e o sistema de antenas da ERB. É composto, basicamente, por *duplexer*, que são filtros passa-faixa usados para acoplar sinais na direção desejada, impedindo que atinjam indevidamente outros equipamentos. O distribuidor de RF, por exemplo, bloqueia o sinal de transmissão, impedindo que ele atinja a entrada dos receptores. Por outro lado, direciona o sinal de transmissão até as antenas transmissoras.



**Figura 3.9 – Estrutura dos equipamentos de uma ERB (NASCIMENTO, 2000).**

### 3.1.7 Antenas

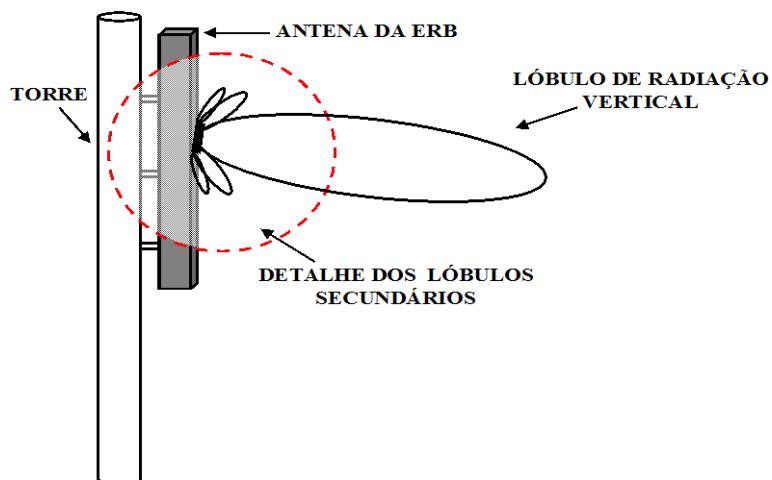
A antena é um elemento fundamental em qualquer sistema de comunicação sem fios por ondas eletromagnéticas, e funciona como interface entre os elementos do sistema que guiam a onda e o meio no qual ela se propaga. As antenas podem servir tanto para transmissão quanto

para a recepção de ondas, e suas dimensões físicas são normalmente da ordem de grandeza do comprimento de onda associado à frequência do sinal a ser transmitido ou captado.

As antenas são montadas na torre, postes ou qualquer estrutura de suporte, possuindo um pequeno ângulo de inclinação em relação à horizontal, conhecido como ângulo de “tilt”, mecânico ou elétrico. Com isso, aumenta a radiação no nível do usuário, diminuindo a interferência com as antenas das outras células.

Observando a Figura 3.10, percebemos que o lóbulo de radiação principal é na direção definida pelo ângulo de “tilt”, existindo também lóbulos secundários em outros ângulos.

Seria ideal e desejável que não houvesse absolutamente nenhuma radiação em direções indesejáveis, mas este resultado nunca é perfeitamente atingível por causa do Efeito da Difração (BLAKE, 1966). Quanto maior o número de usuários em uma rede de celular usando os seus telefones móveis, maior será a potência de saída das antenas transmissoras.



**Figura 3.10** – Lóbulos da radiação no plano vertical da antena – (DODE, 2003).

Os principais parâmetros para analisar as radiações eletromagnéticas oriundas das antenas são as suas características técnicas abaixo relacionadas:

1. frequência ou faixa de frequência de utilização
2. polarização

3. diagrama de irradiação
4. largura de feixe e lóbulos laterais
5. diretividade e ganho
6. impedância de entrada
7. largura de banda
8. *downtilt* (inclinação do feixe principal)

### **3.2 Níveis de referência para controle da exposição humana a campos eletromagnéticos**

#### **3.2.1 Introdução**

Para proteger as pessoas de exposição excessiva a campos eletromagnéticos, limites e padrões de exposição têm sido desenvolvidos em todo o mundo. Reavaliação dos limites de exposição e o desenvolvimento de novos limites têm sido feitos para os níveis de exposição à RF no meio ambiente e em relação aos efeitos biológicos. O público está cada vez mais consciente dos efeitos nocivos da energia de RF, em virtude de estudos promovidos pelo pessoal da saúde e da segurança.

É difícil ou impossível medir a taxa específica de absorção SAR no interior do corpo. Por esse motivo, foi necessário desenvolver métodos indiretos de avaliação, que permitem inferir os valores de SAR, no interior do corpo humano. Medições foram realizadas, fora do corpo, tanto da intensidade do campo elétrico, **E** (V/m), como da intensidade do campo magnético **H** (A/m) ou indução magnética, bem como da densidade de potência.

$$S = E^2/(120\pi) = E \cdot H \text{ (W/m}^2\text{).}$$
3.1

A SAR é a taxa temporal na qual a energia eletromagnética de radiofrequência é transferida para um elemento de massa de um corpo biológico. A SAR é aplicada a qualquer tecido ou órgão, e também é a métrica usada para as diretrizes de proteção de exposição aguda à RF. A SAR é importante em dosimetria, porque ela tanto fornece uma medida da taxa temporal da

absorção de energia, que pode ser manifestada como calor, quanto fornece uma medida dos campos internos, que poderiam afetar o sistema biológico de outros modos, além do que é afetado através do calor. Métodos indiretos da avaliação foram desenvolvidos pela dificuldade de se medir a densidade de corrente induzida no interior do corpo ou a SAR

A SAR é expressa em watts por quilograma (W/kg).

A SAR pode ser relacionada ao campo elétrico em um ponto (IEEE, 1999).

$$\text{SAR: } \frac{\sigma |E^2|}{\rho} \quad 3.2$$

em que:

$\sigma$  = condutividade do tecido (S/m)

$\rho$  = massa específica do tecido (Kg/m<sup>3</sup>)

$E$  = valor eficaz do campo elétrico (V/m) local, no tecido.

A SAR pode ser relacionada com o aumento da temperatura em um ponto (IEEE, 1999).

$$\text{SAR: } \frac{c\Delta T}{\Delta t} \quad 3.3$$

Em que:

$\Delta T$  = variação na temperatura (°C)

$\Delta t$  = duração da exposição em segundos

$c$  = capacidade específica de calor (aquecimento) ( J kg<sup>-1</sup> C<sup>-1</sup>) local, no tecido

Essas fórmulas consideram que essas medições foram feitas sob circunstâncias não termodinâmicas ideais, isto é: sem perda de calor por difusão térmica, sem radiação de calor, sem termorregulação (fluxo de sangue, suor, etc.).

Definição da ANSI (*American National Standard Institute – Padrão Nacional Americano*) sobre a SAR: SAR é a taxa temporal na qual a energia eletromagnética de radiofrequência é

dissipada a um elemento ou massa de um corpo biológico. Ela expressa como um fluxo de energia (potência) por unidade de massa, em unidades de W/kg.

Definição do IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers* – Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos) sobre a SAR: Derivada temporal do incremento de energia (dw) absorvida (dissipada em cm) uma massa incremental (dm) contida em um volume elementar (dv) de uma dada densidade.

Limite de exposição do FCC (*Federal Communication Commission* – Comissão Federal de Comunicação) sobre a SAR: SAR de 4 W/kg, na banda de celulares, a uma distância maior de 20 cm do corpo humano. Dispositivos operando a menos de 20 cm,  $SAR_{máx} = 1,6 \text{ W/kg}$ .

Os efeitos térmicos, por definição, provocam elevação de temperatura de, no mínimo, 1°C em todo o corpo humano, ou, localizadamente, a partir da energia absorvida dos campos de RF.

De acordo com as diretrizes da ICNIRP, uma média, de corpo inteiro, de 0,4 W/kg foi escondida como sendo a restrição que garante proteção adequada, no caso de exposição ocupacional. Um fator de segurança adicional, igual a 5, foi introduzido, para a exposição do público em geral, resultando em um limite de 0,08 W/kg para a SAR média do corpo inteiro (Tabela 3.3). Apenas para exposição aguda: altos níveis e curta duração.

### 3.2.2 Níveis de referência no Brasil

No Brasil, não existia, até 04 de maio de 2009, uma legislação ambiental e de saúde, a nível federal, sobre o tema. Por isso, vários municípios decidiram criar seus próprios limites de exposição à radiação eletromagnética.

Em 15 de julho de 1999, o Conselho Diretor da ANATEL decidiu adotar como referência provisória, para avaliação da exposição humana a campos eletromagnéticos de radiofrequência provenientes de estações transmissoras de serviços de telecomunicações, os limites propostos pela ICNIRP. De acordo com a avaliação da ICNIRP, não há nenhuma evidência de que os campos eletromagnéticos alterem a estrutura do DNA humano, considerando, para seus limites, somente os efeitos térmicos da radiação não ionizante, e desconsiderando os efeitos atérmicos, potencialmente mais danosos.

O Conselho Diretor da ANATEL deliberou, em sua reunião n.º 155, realizada em 28 de março de 2001, submeter a comentários e sugestões do público em geral - nos termos do artigo 42 da Lei n.o 9.472 de 1997 e do artigo 67 do Regulamento da Agência Nacional de Telecomunicações -, Proposta de Regulamento sobre Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos, na Faixa de Radiofrequência, na forma do Anexo à Consulta Pública n.º 285, de 30 de março de 2001. Como resultado desta consulta, a ANATEL adotou, no Anexo à Resolução n.º 303, de 2 de julho de 2002, os níveis de referência - 9 kHz a 300 GHz -, para exposição do público em geral e para exposição ocupacional a campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo (valores eficazes, não perturbados), os mesmos níveis de exposição adotados pela ICNIRP.

Conforme prevê o artigo 74 da Lei n.º 9.472, de 16 de Julho de 1997, “a concessão, permissão ou autorização de serviços de telecomunicações não isenta a prestadora do atendimento às normas de engenharia e às leis municipais, estaduais ou do Distrito Federal, relativas à construção civil e à instalação de cabos e equipamentos em logradouros públicos”.

A Lei Federal n° 11.934, publicada em 05 de maio de 2009, dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos; altera a Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965; e dá outras providências. Esta Lei Federal seguiu as diretrizes da ICNIRP.

Algumas cidades brasileiras, como Campinas (SP), Criciúma (SC), Juiz de Fora (MG), João Pessoa (PB) e Porto Alegre (RS), criaram suas próprias leis, com seus padrões de exposição humana inferiores aos recomendados pela ANATEL/ICNIRP. Em 17 de julho de 2009, a Lei Municipal de Juiz de Fora, Lei n.º 11.045-2005, foi considerada inconstitucional pela segunda instância do Tribunal da Justiça do Estado de Minas Gerais, cujo número do processo é 1.0000.08.480944-1/000. O pedido foi impetrado pela FIEMG-Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, ao passo que, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, as operadoras não conseguiram, na justiça, a sentença de inconstitucionalidade da Legislação daquele município.

As cidades de Juiz de Fora, Porto Alegre e outras adotaram o mesmo padrão da Suíça, a saber: os limites de exposição, na faixa de frequência em 900 MHz, nas torres de telefonia móvel, são de 4 V/m ou 4,2  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>, e, para a faixa de frequência em 1800 MHz, são 6 V/m ou 9,5  $\mu$ W/cm<sup>2</sup> (SUÍÇA, 1999).

A Tabela 3.2 apresenta níveis de referência, para a exposição do público em geral, até 300 GHz - ICNIRP 1998.

A Tabela 3.3, apresenta restrições básicas até 10 GHz de exposição, em local próximo à fonte - ICNIRP 1998.

A Tabela 3.4 apresenta níveis de referência, para exposição ocupacional a campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo, até 300 GHz - ICNIRP 1998.

Para a frequência de 860 MHz, o limite de exposição da população em geral é de  $4,3 \text{ W.m}^{-2}$ .

A ANSI americana (IEEE, 1999; ANSI, 1997) recomenda o mesmo limite de SAR do corpo inteiro para o público em geral, a saber: 0,08 W/Kg.

A norma da ICNIRP estabeleceu a Taxa de Absorção Específica (SAR), que indica a potência absorvida por grama de tecido, no limite máximo de 2W/kg (média num período de seis minutos, em qualquer volume de 10 g de tecido), nas faixas de frequência de operação de celulares.

**Tabela 3.2 - Níveis de Referência para a Exposição do Públco em Geral – ICNIRP.**

Faixas de frequência	Intensidade de campo E ( $\text{V.m}^{-1}$ )	Intensidade de campo H ( $\text{A.m}^{-1}$ )	Campo B ( $\mu\text{T}$ )	Densidade de potência de onda plana equivalente $S_{eq}$ ( $\text{W.m}^{-2}$ )
Até 1 Hz	-	$3,2 \times 10^{-4}$	$4 \times 10^{-4}$	-
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^{-4}/f^2$	$4 \times 10^{-4}/f^2$	-
8-25 Hz	10 000	$4 000/f$	$5 000/f$	-
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,25	-
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
<u>400-2 000 MHz</u>	<u><math>1,375f^{1/2}</math></u>	<u><math>0,0037f^{1/2}</math></u>	<u><math>0,0046f^{1/2}</math></u>	<u><math>f/200</math></u>
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

**Tabela 3.3 - Restrições básicas até 10 GHz, ICNIRP – 1998**  
 (Exposição a campos elétrico e magnético variáveis no tempo).

Características da exposição	Faixa de frequências	Densidade de corrente para cabeça e tronco (mA.m <sup>-2</sup> ) (v. eficaz)	SAR média de corpo inteiro (W.kg <sup>-1</sup> )	SAR localizada (cabeça e tronco) (W.kg <sup>-1</sup> )	SAR localizada (membros) (W.kg <sup>-1</sup> )
Ocupacional	Até 1 Hz	40	-	-	-
	1-4 Hz	40/f	-	-	-
	4 Hz -1 kHz	10	-	-	-
	1-100 kHz	f/100	-	-	-
	100 kHz -10 MHz	f/100	0,4	10	20
	10 MHz -10GHz	-	0,4	10	20
Público em geral	Até 1 Hz	8	-	-	-
	1-4 Hz	8/f	-	-	-
	4 Hz-1 kHz	2	-	-	-
	1-100 kHz	f/500	-	-	-
	100 kHz -10 MHz	f/500	0,08	2	4
	10 MHz -10GHz	-	0,08	2	4

1.  $f$  é a frequência na unidade indicada em cada faixa.
2. SAR média: SAR<sub>med</sub> é calculada em um período de 6 minutos.
3. SAR<sub>med</sub> localizada é calculada em 10g de tecido.
4. Nos pulsos de duração  $tp$ , a frequência equivalente, a ser considerada nas restrições básicas, é calculada por  $f = 1/2tp$ . Na exposição, a RF pulsada, de 300 MHz a 10 GHz, localizada na cabeça humana, deve-se limitar (ou evitar) o efeito acústico, causado pela expansão termoelástica, a partir de SA<sub>med</sub>: 10 mJ.kg<sup>-1</sup> (população ocupacional) e 2 mJ.kg<sup>-1</sup> (população em geral), calculada em 10g de tecido.

**Tabela 3.4 - Níveis de Referência para Exposição Ocupacional a Campos Elétricos e Magnéticos Variáveis no Tempo. (Valores eficazes, não perturbados) - (ICNIRP, 1998).**

Faixas de frequência	Intensidade de campo E ( $\text{V.m}^{-1}$ )	Intensidade de campo H ( $\text{A.m}^{-1}$ )	Campo B ( $\mu\text{T}$ )	Densidade de potência de onda plana equivalente $S_{eq}$ ( $\text{W.m}^{-2}$ )
Até 1 Hz	-	$1,63 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	-
1 – 8 Hz	-	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	-
8 – 25 Hz	20 000	$2 \times 10^4 / f$	$2,5 \times 10^4 / f$	-
0,025 – 0,82 kHz	20 000	$20/f$	$25/f$	-
0,82 – 65 kHz	500/f	20/f	25/f	-
0,065 – 1 MHz	610	24,4	30,7	-
1 – 10 MHz	610	1,6/f	2,0/f	-
10 – 400 MHz	610/f	1,6/f	2,0/f	-
<u>400 – 2 000</u> MHz	61	0,16	0,2	10
2 – 300 GHz	$3f^{1/2}$	$0,008 f^{1/2}$	$0,01 f^{1/2}$	$f/40$
	137	0,36	0,45	50
Notas				
1 – $f$ é a frequência como indicado na coluna “faixa de frequência”.				
2 – De 100 kHz a GHz, os valores de $S_{med}$ , $E^2$ , $H^2$ e $B^2$ representam os valores médios durante 6 minutos.				
3 – Para frequências menores que 1 Hz não existe campo elétrico de referência (o campo elétrico é efetivamente estático).				

### 3.2.3 Níveis permitidos em outros países

Observando a Tabela 3.5, verificamos que, em diversos países, os limites permissíveis adotados são inferiores aos padrões e normas internacionais recomendados.

De acordo com os padrões de exposição legais (DODE, 2003), no Estado de New South Wales, na Austrália, 1998, para a frequência de 900 MHz, o limite é de  $0,00001 \text{ W/m}^2$ , e, para frequências de 1,8 GHz, o limite é também de  $0,00001 \text{ W/m}^2$ .

O governo suíço adotou padrões atualizados de limite de exposição, para a população em geral, às linhas de transmissão de energia elétrica e às torres de transmissão de comunicação móvel, em 01/02/2000. Os limites de exposição, na faixa de frequência em 900 MHz, para torres de telefonia móvel, são de  $4 \text{ V/m}$  ou  $4,2 \mu\text{W/cm}^2$  e para a faixa de frequência em 1800 MHz é  $6 \text{ V/m}$  ou  $9,5 \mu\text{W/cm}^2$  (ORNI, 1999).

**Tabela 3.5 - Padrões Comparativos para Níveis de Exposição do Público em Geral a RF – 900 e 1800 MHz para as duas bandas principais de telefone móvel em diversos países (PHILLIPS, 2001).**

Níveis do Públíco Em Geral	Frequência MHz	Campo Elétrico V/m	Potência W/m²	Potência µW/cm²
(Níveis de investigação no Reino Unido anteriores a Junho/2000) NRPB, 1993. ICNIRP 900 a 1800 MHz (...)	400 900 1800	100 112 194	26,4 33 100	2640 3300 10000
FCC OET 65: 1997 – 01 EUA. No documento NCRP – Rep. 86	900 1800	47 61	6 10	600 1000
Código 6 de Segurança canadense (SC6) 1993	900 1800	47 61	6 10	600 1000
ICNIRP, 1998 (reconhecido pela OMS) CENELEC, 1995 (EU)	900 1800	41 58	4,5 9	450 900
Austrália, 1998 (sob revisão)	900/1800	27	2	200
Duas bases de pesquisa dos EUA	30 – 100000	19	1	100
Bélgica (Federal) (2001 AELVOET níveis)	900 1800	20,6 29,1	1,125 2,26	112,5 225
Polônia (zona ocupacional intermediária) Zona de segurança – público em geral	300 – 300000	19 6	1 0,1	100 10
Rússia, 1988	300 – 300000	5	0,1	10
Itália, Decreto 381 (1999)	30 – 300000	6	0,1	10
Comitê de saúde de Toronto – 2000, no código SC6/100 de segurança Canadense	900 1800	5 6	0,06 0,1	6 10
Ordem Suíça para ERB a partir de 1 de Fevereiro de 2000	900 1800	4 6	Não Especificado	Não Especificado
Liechtenstein (2001, NISV níveis)	900 1800	4 6	0,04 0,1	4 10
Luxemburgo (2001)	900 1800	3 6	0,1 0,1	10 10
Itália, Gênova (2000)	900 & 1800	3	0,1	10
União Europeia e Reino Unido. Regulamentos para equipamentos sujeitos a testes de níveis (domésticos e comerciais)	30 – 2000	3	Não Especificado	Não Especificado
Máximo típico em áreas públicas próximas às torres das ERB's (pode ser mais alto)	900 & 1800	2	0,01	1
Cidade de Salzburg	300 – 300000	0,62	0,001	0,1
Dr. Cherry (NZ) proposta para 2001	300 – 300000	0,28	0,0002	0,02
Exposição média nos EUA (EPA 1980) Habitante de cidade comum (FCC 1999)	Aprox. 30 – 300000	< 0,13 < 2	< 0,00005 < 0,01	< 0,005 < 1
Fundo natural de Banda Larga	300 – 3000	< 0,00003	< 0,00000001	< 0,000001
Típico comum perto de uma antena de celular manual	900 & 1800	50 – 300	2 – 50	200 – 5000

CHERRY, em 2000, depois de estudar várias publicações científicas, concluiu o relatório “Criticism of the Health Assessment in the ICNIRP Guidelines for Radiofrequency and Microwave Radiation (100 kHz – 300 GHz)”, onde critica a avaliação sobre a saúde nas diretrizes da ICNIRP para radiação de radiofrequência e de micro-ondas (100 kHz-300 GHz). Segundo o pesquisador, a abordagem termicamente baseada da ICNIRP foi provada, muitas vezes, estar errada, em termos de evidência científica e de metodologia-padrão para a saúde pública. Há evidência epidemiológica suficiente para estabelecer relação de causa e efeito entre a exposição crônica a baixo nível de EMR e muitos efeitos adversos à saúde (CHERRY, 2000). As relações dose resposta indicam um problema de câncer e reprodutivo, proximamente de  $20 \text{ nW/cm}^2$ . Portanto, a meta imediata, por enquanto, poderia ser  $20 \text{ nW/cm}^2$  para permitir à indústria um tempo para se adaptar, mas o padrão recomendado é de  $10 \text{ nW/cm}^2$  a ser adotado em 2010. Os níveis de fundo da RF/MW, nas cidades do Ocidente, já estão no âmbito de  $1 \text{ nW/cm}^2 – 5 \text{ nW/cm}^2$ , exceto perto das localizações das células e das torres de rádio e de TV. De acordo com o físico neozelandês, em todos os casos, todas as tentativas práticas deveriam se comprometer a manter as exposições tão baixas quanto possíveis, abaixo de  $10 \text{ nW/cm}^2$ . Cherry afirma que uma forma básica, fundamental, de conseguir a proteção da saúde pública é ficar longe da tecnologia “sem fio”. Uma solução possível seria as cidades maiores optarem por cabos de fibra ótica para todos os serviços de telefone, fax, rádio, TV e Internet, removendo a necessidade de locais para transmissão, a exposição mínima do público poderia ser mantida abaixo de  $10 \text{ nW/cm}^2$ . O uso de celulares deveria ser minimizado e desencorajado, e a colocação de ERB’s deveria ser longe de onde as pessoas vivem e trabalham, bem como distante de hospitais e escolas.

### **3.3 Campos eletromagnéticos e saúde pública**

Campos eletromagnéticos ocorrem na natureza e sempre estiveram presentes na Terra. Entretanto, durante o século vinte, a exposição ambiental a fontes de CEM’s criadas pelo homem aumentou consistentemente devido à demanda por energia elétrica, tecnologias sem fio, em permanente evolução tecnológica e mudanças em práticas profissionais e comportamento social. Todos estão expostos a uma mistura complexa de campos elétricos e magnéticos em muitas frequências diferentes, em qualquer lugar passível de ocupação humana.

Correntes elétricas existem, naturalmente, no corpo humano e são partes essenciais das funções corporais normais. A frequência simplesmente descreve o número de oscilações ou ciclos por segundo. As baixas frequências, os CEM's atravessam o corpo, enquanto que, em rádiofrequências, os campos são absorvidos.

Os efeitos da exposição externa do corpo humano e de suas células aos CEM's dependem principalmente de sua frequência, de sua magnitude ou intensidade e do tempo de exposição. A exposição ambiental prolongada, mesmo que não muito intensa, pode constituir uma ameaça se dela resultar fadiga. Em seres humanos, um efeito adverso à saúde resulta de um efeito biológico que cause um agravo detectável na saúde ou bem-estar dos indivíduos expostos.

Os limites de exposição recomendados nas regulamentações nacionais e internacionais precisam ser revistos, a fim de se tornarem mais restritivos, evitando impactos na saúde pública.

Controvérsias existem em relação aos possíveis efeitos biológicos da exposição humana aos campos eletromagnéticos de alta e baixa frequências. Vários estudos indicam a possibilidade de danos, pela exposição crônica, às pessoas expostas aos CEM's; alguns outros afirmam não ser ainda possível avaliar os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, em relação aos telefones celulares e às ERB's, pois precisariam de mais tempo de exposição, de dez a vinte anos, e existem também estudos negando a existência dos danos.

Alguns estudos epidemiológicos (MACK *et. al.*, 1991, BEALL *et. al.*, 1996, GUENEL *et. al.*, 1996, FEYCHTUNG *et. al.*, 1997, LEVI *et. al.*, 2006, WAKEFORD 2004, HALLBERG-JOHANSSON 2002, EGER, *et. al.*, 2004, WOLF e WOLF 2004, BENIASHVILI *et. al.*, 2005, BIOINITIATIVE REPORT 2007) apresentam alguma evidência de que as populações que vivem nas proximidades de linhas de transmissão de energia elétrica (baixa frequência) e os residentes no entorno das ERB's, alta frequência, como também os trabalhadores do setor elétrico apresentam maior probabilidade de desenvolver leucemia e câncer, respectivamente, do que populações não expostas. A OMS/IARC classifica os CEM's como prováveis carcinógenos.

As controvérsias em torno dos limites de exposição e seus possíveis agravos à saúde geraram um cenário internacional complexo e não homogêneo, do ponto vista do estabelecimento de padrões de limites de exposição humana a CEM's. Conforme observamos na Tabela 3.5, existem países que adotam limites acima daqueles preconizados pela ICNIRP; outros adotam o padrão de recomendações dessas diretrizes; e outros que julgaram ter razões suficientes para

estabelecerem limites abaixo dos recomendados pela ICNIRP, adotando o princípio da precaução; bem como, existem outros países, que não estabeleceram limites. Todas as populações do mundo estão expostas a CEM's, em maior ou menor grau e conforme avança a tecnologia, estaremos imersos, cada vez mais, nesses campos eletromagnéticos. Por isso, um pequeno efeito sobre a saúde pela exposição a CEM's poderá produzir um grande impacto na saúde pública, em função do grande contingente de expostos.

A Lei Orgânica da Saúde – Lei 8.080, de 19 de setembro de 1990, que dispõe sobre as “Condições para a Promoção, Proteção e Recuperação da Saúde, a Organização e o Funcionamento dos Serviços Correspondentes e dá outras providências”, define na Seção II, art. 16: “À direção nacional do Sistema Único da Saúde (SUS) compete (...): II. Participar na formulação e na implementação das políticas: a) de controle das agressões ao meio ambiente (...); IV. Participar da definição de normas, e mecanismos de controle, com órgãos afins, de agravo sobre o meio ambiente ou dele decorrentes, que tenham repercussão na saúde humana; V. participar da definição de normas, critérios e padrões para o controle das condições e ambientes de trabalho e coordenar a política de saúde do trabalhador; (...) VIII. Estabelecer critérios, parâmetros e métodos para o controle da qualidade sanitária de produtos, substâncias e serviços de consumo e uso humano (...) XII. Controlar e fiscalizar procedimentos, produtos e substâncias de interesse para a saúde”.

O que se observou, no século passado, em relação à redução dos limites de exposição às radiações ionizantes, ampliando os níveis de segurança, começa, agora, com a mesma trajetória para as radiações não ionizantes. Já é considerado um problema de saúde pública a inquietude da comunidade residente no entorno das ERB's, em relação aos possíveis malefícios que esta nova tecnologia possa trazer.

Os novos padrões devem ser baseados em efeitos biológicos produzidos pela recente exploração da tecnologia sem fio. Os padrões da ICNIRP não protegem a saúde das pessoas expostas aos CEM's, pois seus limites não são restritivos, o tempo de exposição é para curto período e não foram considerados os possíveis efeitos atérmicos, que já estão sendo reconhecidos pela comunidade científica.

### **3.4 Projetos internacionais relacionados aos campos eletromagnéticos**

Em resposta à crescente preocupação pública sobre possíveis efeitos adversos pela exposição humana a um número e variedade crescentes de fontes de CEM's, alguns projetos internacionais estão em andamento e outros já foram concluídos.

A Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO) coordena um projeto na área, administrado na sede da OMS em Genebra, denominado “International EMF Project-Health and Environmental Effects of Exposure to Static and Time Varying Electric and Magnetic Fields”: “Projeto Internacional de Campos Eletromagnéticos - Efeitos na Saúde e no Meio Ambiente da Exposição aos Campos Elétricos e Magnéticos Estáticos e Variáveis no Tempo”, abrangendo campos eletromagnéticos com frequências entre 0 e 300 GHz, iniciado em 1996, com término previsto para o ano de 2004, postergada para 2007 (WHO, 2006), e, recentemente para 2010.

Os principais objetivos do projeto internacional CEM da OMS são:

- fornecer uma resposta internacional coordenada, para as preocupações com possíveis efeitos à saúde pela exposição a CEM's;
- avaliar a literatura científica e gerar relatórios de status sobre esses efeitos;
- identificar hiatos no conhecimento que necessitem de mais pesquisas para permitir melhores avaliações de risco;
- encorajar os resultados das pesquisas nas monografias “Guia dos Critérios de Saúde Ambiental” da OMS (*WHO's Environmental Health Criteria Guide*), nas quais avaliações formais de risco à saúde, devido à exposição a CEM's, serão feitas;
- facilitar o desenvolvimento de padrões internacionais aceitos para a exposição a CEM's;
- fornecer informação sobre o gerenciamento de programas de proteção de CEM's para autoridades nacionais e outras, incluindo monografias sobre percepção de risco de CEM's, comunicação e gerenciamento; e
- fornecer aconselhamento a autoridades nacionais e outras sobre efeitos à saúde e ambientais de CEM's, e quaisquer medidas ou ações de proteção necessárias.

Participam as seguintes organizações internacionais:

- “International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP”: Comissão Internacional sobre Proteção de Radiação Não Ionizante.
- “International Agency for Research on Cancer – IARC”: Agência Internacional para Pesquisa sobre o Câncer.
- “International Labour Office – ILO”: Agência Internacional do Trabalho.
- “International Telecommunication Union – ITU”: União Internacional de Telecomunicação.
- “European Commission – EC”: Comissão Europeia.
- “International Electrotechnical Commission - IEC”: Comissão Eletrotécnica International.
- “United Nations Environment Programme – UNEP”: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.
- “North Atlantic Treaty Organization – NATO”: OTAN - Organização do Tratado do Atlântico Norte.

No Brasil, o representante da OMS nesse projeto é o Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde do Ministério da Saúde, Doutor Guilherme Franco Netto.

A comunidade científica mundial está ansiosa para conhecer os resultados do projeto, na expectativa de que suas conclusões possam dar respostas às preocupações crescentes da sociedade, com relação aos riscos da tecnologia de telefonia celular. Até o presente momento não foram publicadas as conclusões do aludido projeto, e não se sabe quando ocorrerá essa conclusão.

O Projeto REFLEX, financiado pela União Europeia, foi acompanhado pela OMS (Organização Mundial da Saúde) e envolveu 7 países da Europa e 12 dos melhores laboratórios nas áreas abrangidas pelo projeto. Os dados obtidos no projeto REFLEX mostraram que os CEM's-ELF têm efeitos genotóxicos sobre culturas de células primárias de fibroblastos humanos e sobre outras linhagens de células. Os resultados, divulgados em 2004, mostram efei-

tos resultantes de exposições em níveis substancialmente abaixo daqueles preconizados pela diretiva ICNIRP (UNIÃO EUROPEIA, 2004).

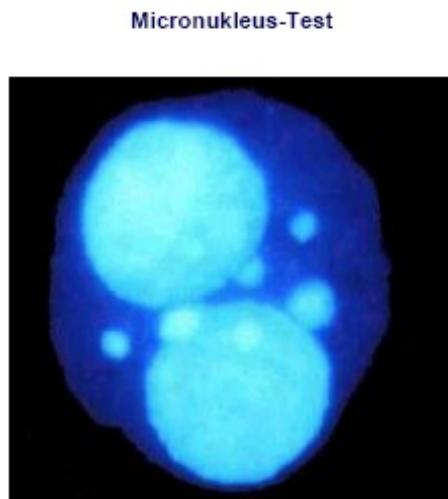
São citados:

- a) efeitos genotóxicos em culturas primárias de células de fibroblastos humanos e outras linhas de célula. O fibroblasto é a célula constituinte do tecido conjuntivo cuja função é sintetizar as fibras estruturais. Tem um citoplasma ramificado e rodeado de um núcleo elíptico contendo 1-2 nucléolos. Os fibroblastos ativos podem ser reconhecidos pela abundante ocorrência de retículo endoplasmático. Amadurece, transformando-se em um fibrócito. É responsável pela biossíntese de colágeno do tipo 1. Produz substância intercelular e origina células de outros tecidos conjuntivos, que são responsáveis pela regeneração. Os fibroblastos sintetizam as proteínas colágeno e elastina, além das glicosaminoglicanas e glicoproteínas multiadesivas que farão parte da matriz extracelular. Essas células estão também envolvidas na produção de fatores de crescimento, que controlam o crescimento e a diferenciação celular. Os fibroblastos são as células mais comuns do tecido conjuntivo e são capazes de modular sua capacidade metabólica, a qual vai refletir em sua morfologia. As células com intensa atividade de síntese são denominadas de fibroblastos, enquanto as células metabolicamente quiescentes são conhecidas como fibrócitos;
- b) efeitos genotóxicos, quando o campo era intermitente, mas não quando contínuo;
- c) quebras nas sequências do DNA em um nível significativo, até em densidade tão baixa quanto a 35 microtesla, com forte correlação entre a intensidade e a duração da exposição;
- d) os fibroblastos se alteravam mais com a maior idade das pessoas, enquanto os linfócitos não se alteravam;
- e) foram observadas aberrações cromossômicas nos fibroblastos humanos;
- f) SAR 0,3 e 2 W/kg: aumento significativo em quebras das sequências de DNA simples ou duplo, e na frequência dos micronúcleos.

A Figura 3.11 mostra uma célula HL 60, Promielociteno Humano, pré-estágio de células sanguíneas em que o aumento dos micronúcleos indica um distúrbio do programa da divisão da célula, ou pequenos extranúcleos separados dos cromossomos, após uma exposição a campos

eletromagnéticos de radiofrequência. Podemos observar na Figura 3.12, uma célula normal, não exposta aos Campos eletromagnéticos (CEM's-ELF).

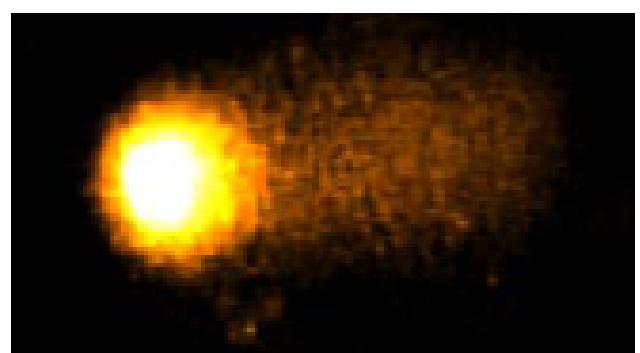
A Figura 3.13 mostra uma célula HL 60 e o dano provocado ao DNA pela exposição aos Campos eletromagnéticos de Radiofrequência: 1800 MHz; SAR 1,3 W/kg, por 24 horas.



**Figura 3.11** - Célula HL60 – Promielociteno Humano – pré-estágio de células sanguíneas.  
(UNIÃO EUROPEIA, 2004).



**Figura 3.12** - Célula HL 60 não exposta (normal).  
(UNIÃO EUROPEIA, 2004).



**Figura 3.13** - Cometa visível após uma radiação g da célula  
(UNIÃO EUROPEIA, 2004).

Os dados nem descartam nem confirmam um risco à saúde devido à exposição a CEM's, nem tampouco foi o projeto planejado com tal finalidade. Seu valor consiste em fornecer novos dados que possibilitem o estudo dos efeitos dos CEM's, de maneira mais eficiente do que no passado. Além disto, os dados do REFLEX se constituem em uma nova informação que pode ser usada na avaliação de riscos pelas entidades WHO, IARC e ICNIRP. Os efeitos genotóxicos e fenotípicos, relatados no REFLEX, claramente requerem estudos adicionais.

O Projeto IEGPM foi iniciado em 1999, como resultado das preocupações do público sobre possíveis riscos à saúde, provenientes da tecnologia de telefonia móvel. O governo britânico constituiu o *Independent Expert Group on Mobile Phones* (Grupo Independente de Especialistas em Telefonia Móvel) – IEGPM –, conduzido por Sir William Stewart, para examinar os possíveis efeitos dos telefones móveis e estações transmissoras de radiobase.

Em abril de 2000, com relação ao uso de telefones móveis pelas crianças o IEGPM afirmou:

- “Se há atualmente efeitos adversos desconhecidos sobre a saúde, provenientes do uso de telefones móveis, as crianças devem ser mais vulneráveis, devido ao seu sistema nervoso ainda em desenvolvimento, à maior absorção de energia nos tecidos da cabeça e a uma exposição mais prolongada durante a sua vida inteira. De acordo com nosso enfoque de precaução, acreditamos que o uso de telefones móveis por crianças, para ligações não essenciais, deve ser desencorajado. Recomendamos também que a indústria de telefones móveis deve abster-se de promover o uso de telefones móveis por crianças” (INDEPENDENT EXPERT GROUP ON MOBILE PHONES, 2000).

O Estudo INTERPHONE com resultados atualizados em 7 de fevereiro de 2008, está quase terminado. Esta pesquisa constitui-se de uma série de estudos caso-controle multinacional, constituída para determinar se o uso de telefone móvel aumenta o risco de câncer e, especificamente, se a radiação de radiofrequência, emitida por telefones móveis, é carcinogênica. Estudos separados foram realizados para neurinoma acústico, glioma, meningioma e tumores da glândula parótida. Estes estudos usaram um protocolo central comum e foram realizados na Alemanha, na Austrália, no Canadá, na Dinamarca, na Finlândia, na França, na Itália, em Israel, no Japão, na Noruega, na Nova Zelândia, no Reino Unido (Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte) e na Suécia. Detalhes do protocolo (regras) e dos procedimentos do estudo foram publicados (INTERPHONE STUDY, 2008).

O estudo inclui aproximadamente 2600 gliomas, 2300 meningiomas, 1100 neurinomas acústicos, 400 tumores da glândula parótida e seus respectivos controles. Este é, até agora, o maior estudo epidemiológico destes tumores. Diversos trabalhos foram submetidos ou publicados, tratando de questões de projeto do estudo, viés de participação, erro de memória e avaliação de exposição que são essenciais na interpretação de resultados do estudo.

Foram publicados resultados das análises nacionais da relação entre o uso do telefone móvel e o risco de tipos de tumor específicos, em alguns dos países participantes. Na maior parte dos estudos, a razão de chances ( $OR = "odds ratio"$ )<sup>1</sup> relacionada ao usuário que, em qualquer tempo, tenha sido usuário regular de um telefone móvel era abaixo de 1; em alguns exemplos, o índice era estatisticamente significativo, refletindo, assim, viés de participação ou outras limitações metodológicas. O Odds Ratio (OR) é uma estimativa do risco relativo. Possui a mesma interpretação, apesar de ser baseado numa fórmula diferente. A expressão “odds” não possui equivalente em português; alguns epidemiologistas referem-se ao *Odds Ratio* (OR) como “razão de chances”, “razão de produtos cruzados” ou ainda “razão de odds”. Quando o OR for menor do que 1, significa que o fator de exposição é protetor para a doença em estudo; quando for maior que 1, significa que existe associação; e, quando for igual a 1, o risco em expostos é igual ao risco em não expostos, isto é, sem associação.

Para o glioma, apesar de que os resultados, no tempo a partir do qual o início e a quantidade de uso do telefone variem, o número de usuários em longo prazo é pequeno em cada país, e os resultados são, portanto, compatíveis, de acordo com o Projeto INTERPHONE. A coleta de dados dos países nórdicos (Dinamarca, Noruega, Suécia e Finlândia) e parte do Reino Unido (Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte), mostraram um risco significativamente aumentado de glioma relacionado ao uso de telefones móveis por um período de 10 anos ou mais, no lado da cabeça onde o tumor se desenvolveu – Ipsilateralidade (LAHKOLA *et al.*, 2007). Esta descoberta pode ser ou causal ou inadequadamente observada, relacionada à memória diferenciada entre casos e controles.

No estudo japonês (TAKEBAYASHI *et al.*, 2006), esforços foram feitos para avaliar a quantidade máxima de energia de radiofrequência absorvida no local do tumor; tais análises, dado um OR de 1,55, relacionado à quarta parte mais alta do tempo de telefone cumulativo, medido pelo maxSAR, basearam-se em 15 casos expostos; o OR foi de 5,84 para pessoas com max-SAR-horas cumulativas de 10 ou mais W kg<sup>-1</sup> – hora; este resultado, baseado em poucas pessoas (7 casos e 4 controles) precisa ser investigado posteriormente.

Para meningioma e neurinoma acústico, a maioria dos estudos nacionais forneceu pouca evidência de risco aumentado. A quantidade de usuários, em longo prazo e frequentes, nos estudos individuais, foi, contudo, ainda menor do que para os gliomas, e não permite qualquer conclusão definitiva sobre a associação entre o uso de telefone móvel e o risco destes tumores. Uma análise conjunta dos dados dos países nórdicos e do Reino Unido encontrou um risco significativamente aumentado de neurinoma acústico (tumor do nervo auditivo) relacionado ao uso, por 10 anos ou mais, no lado do tumor (SCHOEMAKER *et al.*, 2005). De novo, esta descoberta pode ser ou causal ou inadequadamente observada, relacionada à memória diferenciada entre casos e controles.

Para os tumores da glândula parótida, nenhum risco aumentado foi observado, no geral, por qualquer medida de exposição observada. Em uma análise combinada de dados da Suécia e Dinamarca (LONN *et al.*, 2005), um risco aumentado não significativo de tumores benignos foi observado pelo uso ipsilateral, por 10 anos ou mais, enquanto que um risco diminuído foi visto para uso contralateral, possivelmente refletindo memória diferenciada entre casos e controles. No estudo israelense, no qual as pessoas tendiam a relatar uso substancialmente mais frequente de telefones móveis, os resultados sugerem uma possível relação entre o uso frequente de telefone móvel e o risco de tumores da glândula parótida. Investigações adicionais desta associação, com maiores períodos de latência e maior número de usuários frequentes, são necessárias para confirmar estas descobertas.

Manuscritos apresentando resultados de análises internacionais, baseadas em uma quantidade maior de usuários em longo prazo ou frequentes, estão em preparação. Análises mais detalhadas estão a caminho, focando em localização mais precisa dos tumores, usando imagens radiológicas tridimensionais, e, na análise do efeito da exposição à RF no local do tumor, usando o gradiente de RF emitida por telefones móveis. O ajustamento para erro de medição da exposição, baseado em dados oriundos dos estudos de validação, está, também, sendo conduzido, a fim de avaliar o impacto destes erros no risco.

Deve-se observar que:

1. no estudo do INTERPHONE, “usuário regular” representa aquele usuário que tenha originado ou recebido apenas uma chamada por semana.
2. de acordo com esse projeto o número de usuários em longo prazo é pequeno em cada país, e os resultados são, portanto, compatíveis.

3. até a ipsilateralidade é negada por alegada falta de memória dos usuários ou controle.
4. quando a pesquisa fornece resultado positivo, ou é alegada falta de memória, ou, como nestes casos, precisa-se de mais investigação ou estudos.

Publicado em 08 de setembro de 2007, o BioInitiative Report é o mais abrangente relatório baseado em uma pesquisa internacional, para dar uma visão geral sobre os efeitos biológicos conhecidos que ocorrem à exposição aos CEM's, de baixa intensidade. O objetivo deste relatório foi avaliar a evidência científica dos impactos na saúde oriundos das radiações eletromagnéticas, abaixo dos limites atuais de exposição para o público, e avaliar quais mudanças são necessárias nestes limites, agora, para reduzir os possíveis riscos à saúde pública, no futuro.

A equipe deste projeto é composta pelos membros a seguir:

Membros do Comitê Organizador deste relatório: Carl F. Blackman, Ph.D.; Martin Blank, PhD Associate Professor; Prof. Michael Kundi, PhD; Cindy Sage, MA, Owner.

Participantes deste relatório: David O. Carpenter, MD; Zoreh Davanipour. DVM, PhD; David Gee; Lennart Hardell, MD, PhD, Prof.; Olle Johansson, PhD, Associate Professor; Henry Lai, PhD; Kjell Hansson Mild, PhD, Prof.; Amy Sage, Research Associate; Eugene L. Sobel, PhD; Zhengping Xu, PhD; Guangdi Chen, PhD.

Revisores: James B. Burch, PhD; Nancy Evans, BS; Stanton Glanz, PhD; Denis Henshaw, PhD; Samuel Milham, MD; Louis Slesin, PhD.

O relatório da BIOINITIATIVE REPORT (2007) descreveu as consequências à saúde associadas à ELF e ou RF, incluindo leucemia em crianças, tumores cerebrais, efeitos genotóxicos (dano ao DNA e micronucleação), neurológicos e doenças neurodegenerativas, o desregulação do sistema imunológico, câncer de mama (em homens e mulheres), aborto e alguns efeitos cardiovasculares. Esses efeitos não podem ser só relacionados à ELF ou RF, porque muitas exposições sobrepostas ocorrem na vida diária, e porque a divisão da frequência é artificial, na Física, a qual tem pouco suporte nos efeitos biológicos. As duas exposições ELF e RF mostraram que causam geração de proteínas de estresse nas células, um sinal universal de distresse (perigo) em células de plantas, animais e humanas, que causam dano ao DNA e im-

pactos neurológicos em níveis bem abaixo dos padrões de segurança atuais. Concluiu que existe uma suspeita razoável, baseada em uma clara evidência de bioefeitos, em níveis ambientalmente relevantes, os quais, com exposição prolongada, pode-se supor, resultam em impactos na saúde. Em relação à ELF, deve-se estabelecer um limite de segurança mais baixo, no espaço habitado adjacente a todas as novas linhas de transmissão e naquelas em que aumentaram a densidade de potência; e, também, para todas as outras novas construções. Novos limites devem ser estabelecidos para espaços habitados por crianças e ou mulheres grávidas. Um limite precaucionário deve ser adotado para exposição de RF cumulativa ao ar livre, e para campos de RF cumulativos internos; ou dentro de residências com limites consideravelmente mais baixos do que as diretrizes existentes. As diretrizes atuais de exposição às micro-ondas oriundas de telefones celulares, para os Estados Unidos, de exposição do cérebro, são de 1,6 W/kg, e, para a Europa, é de 2 W/kg. Já que o uso de celulares está associado com um risco aumentado para tumor no cérebro, depois de 10 anos de exposição, uma nova diretriz baseada nos efeitos biológicos se faz necessária.

O BIOINITIATIVE REPORT (2007) concluiu que a evidência do risco aumentado da leucemia, com exposição crônica, é suficiente para fazer uma revisão necessária dos limites de segurança pública. Os tumores do sistema cerebral e nervoso têm alguns estudos detalhados, mas são tão diversos esses tumores que não se pode tirar nenhuma conclusão. A leucemia infantil é a doença maligna mais frequente, atingindo seu pico no grupo de idade de 2 a 5 anos. Este pico de leucemia ocorreu muito, no início do século XX, o que pode ser devido à eletrificação, e essa dedução é confirmada pela ausência deste pico nos países em desenvolvimento.

Os efeitos biológicos são cumulativos e são estimulados pelos CEM's em todo Espectro Electromagnético (BIOINITIATIVE REPORT, 2007).

### **3.5 Pesquisas científicas com resultados positivos e negativos relacionadas à exposição aos campos eletromagnéticos**

BECKER (1982) mostrou em seus estudos que a energia eletromagnética (campo elétrico, magnético e radiação eletromagnética) pode alterar o metabolismo dos sistemas nervoso; endócrino; cardiovascular; hematológico; de resposta imune; e reprodutivo. Os efeitos sobre cada tecido ou sistema dependem muito das características elétricas específicas do sinal aplicado. Os efeitos produzidos pela energia eletromagnética ambiental também dependem de vários fatores, e, por conseguinte, se manifestarão como um aumento em todas as doenças na população cronicamente exposta. Uma das primeiras ligações documentadas entre a energia eletromagnética ambiental e doença humana foi estabelecida por BECKER (1979) que relatou uma aparente associação entre a energia emanada de antenas de rádio, TV e linhas de alta tensão e a incidência de câncer no condado de Sentinel Heights, no estado de Nova Iorque. A incidência de câncer no grupo eletromagnético exposto foi duas vezes maior do que o nível esperado, baseado em dados do condado como um todo. Uma associação mais conclusiva com câncer foi relatada por Wertheimer e Leeper. Em estudos controlados separados, eles encontraram uma correlação entre exposição a campos eletromagnéticos de linhas de transmissão e aumento de incidência de câncer (WERTHEIMER *et al.*, 1979, 1981).

GRIEG *et al.* (1990), em 17 países da Europa, notaram um aumento entre 7 % a 23,4 % no índice anual de câncer, nas pessoas com mais de 75 anos, não jovens antes da existência do celular. Isso foi explicado porque melhorou a tecnologia para detecção do câncer, tomografia computadorizada e CAT Scanning - *Computerized Axial Tomography* (Tomografia Axial Computadorizada).

As funções fisiológicas do corpo humano, como as de todos os seres vivos, são eletroquímicas em sua natureza. O desequilíbrio nesse processo pode levar à doença. Um projeto, já em 1992, denominado EMFRAPID (*Electric and Magnetic Fields Research and Public Information Dissemination*), realizado durante 5 anos pelo *National Institute of Health* e organizado pelo governo americano em todos os Estados Unidos, avaliou os efeitos das REM (Radiações Eletromagnéticas) adversas, nos sistemas biológicos. Os resultados desse projeto revelaram informações significativas sobre o sistema biológico (THE NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL HEALTH SCIENCES. EMFRAPID, 1992).

Em fevereiro de 1993, o pesquisador George Carlo chefou o programa de pesquisa e inspeção da WTR, Wireless Technology Research, criado pela CTIA, Cellular Telephone Industry Association. Surpreendeu toda a indústria com um relatório na Convenção da CTIA, na Califórnia, informando que:

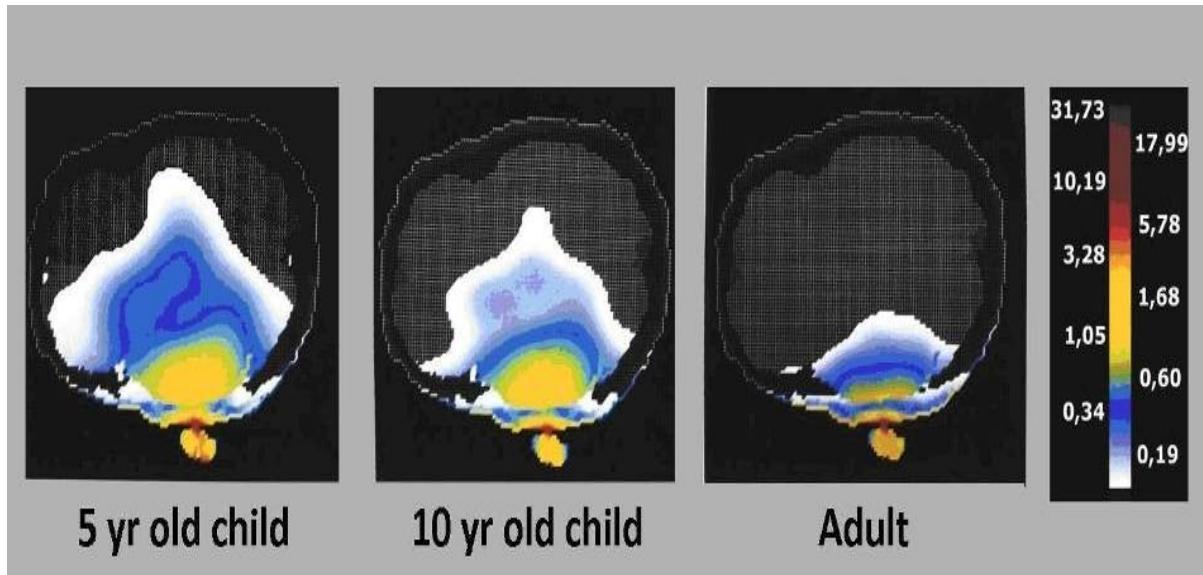
- o índice de morte de câncer cerebral, entre os usuários de "walkie-talkies", era mais alto do que o índice entre aqueles que usavam os fixos, que estavam longe da cabeça deles;
- o risco de “neuroma acústico”, um tumor benigno do nervo auditivo, que esteja bem dentro do âmbito da radiação, vindo da antena do telefone, era 50% mais alto em pessoas que informaram usar celulares, por seis anos ou mais; além disso, a relação entre a quantidade de uso do celular e este tumor pareceu seguir uma curva dose-resposta;
- o risco dos raros tumores neuroepiteliais, na parte externa do cérebro, era mais do que o dobro, um aumento de risco estatisticamente significante, em usuários de celulares, quando comparado às pessoas que não usam celulares;
- pareceu haver alguma correlação entre tumores, ocorrendo do lado direito da cabeça e o uso do telefone, no lado direito da cabeça;
- estudos de laboratório, verificando a capacidade da radiação, que sai da antena do telefone, causar danos genéticos funcionais, eram definitivamente positivas, e estavam seguindo uma curva dose-resposta.

A indústria perdeu ótima oportunidade de vir a público e esclarecer a insegurança dos aparelhos de celular, criando as ilusões de mais pesquisas futuras e dizendo que seus produtos estavam dentro dos padrões de segurança. Setores da Indústria ignoravam seus resultados científicos que mostrassesem efeitos malévolos à saúde.

Em 1993, pesquisadores coordenados por Tony Basten, diretor do Instituto Centenário de Oncologia e Biologia Celular de Sidney, Austrália, estudaram 200 camundongos, geneticamente alterados para que tivessem predisposição a desenvolver linfomas, cânceres que afetam os glóbulos brancos. Cem camundongos foram expostos, duas vezes por dia, meia hora cada vez, à radiação de micro-ondas equivalente à que é produzida por telefones celulares digitais do padrão europeu GSM. Depois de 18 meses, os camundongos expostos à radiação desenvolveram duas vezes mais cânceres que os não expostos. Cientistas do mundo todo conside-

ram a experiência australiana a que melhor, até hoje, ligou a radiação celular ao câncer. Esta pesquisa foi financiada pela Telstra, operadora de uma rede celular GSM, na Austrália. Os cientistas assinaram acordo de confidencialidade, podendo divulgar os resultados da pesquisa apenas depois que a Telstra tivesse iniciado a iniciativa, o que só ocorreu em 1997. Três meses antes da data escolhida para a divulgação da pesquisa, a Telstra distribuiu os resultados para associações de classes e para os fabricantes de redes de celulares, de forma a reunir bons argumentos que reduzissem o impacto do estudo. Muito antes dos jornalistas, as pessoas mais importantes da indústria celular em todo o mundo já conheciam o resultado e preparavam o discurso para apagar o incêndio (SALLES, 1999).

GANDHI *et al.* (1996), mostram, na Figura 3.14, a estimativa de absorção das radiações eletromagnéticas em W/kg dos telefones celulares, baseada em idade para a frequência GSM 900 MHz, para adultos, crianças até 10 anos de idade e crianças até 5 anos de idade. Este trabalho, e uma série de outros estudos, foi realizado pelo Engenheiro Eletricista Dr. OM. P. Gandhi, e indica que os Campos Eletromagnéticos dos celulares são absorvidos mais profundamente dentro dos cérebros das crianças do que os adultos. O Instituto de Câncer da Universidade de Pittsburgh, Estados Unidos, recentemente uniu-se às autoridades da Inglaterra, da França, Suécia, Índia, Finlândia, Alemanha e a Agência Europeia do Meio Ambiente para advertir às crianças não usarem regularmente os celulares. O cérebro das crianças dobra nos cinco primeiros anos de vida. Quanto mais rápido as células estão crescendo maior a chance que elas possam ser danificadas e passem o dano adiante. Isso significa que o crescimento rápido e não completamente protegido, dos cérebros das crianças, pode levá-las a serem mais sensíveis à variedade das exposições tóxicas. Além disso, o Dr. Herberman, diretor do UPCI – *University of Pittsburgh Cancer Institute*, relacionou uma lista de precauções simples a serem tomadas ao se usar o celular. Esta lista está completa no site: [www.environmentalconcology.org](http://www.environmentalconcology.org) (HERBERMAN, 2009).



**Figura 3.14 –** Estimativa de absorção das radiações eletromagnéticas dos telefones celulares, baseada em idade (Frequência GSM 900 MHz). (À direita, escala de cor mostrando o Índice Específico de Absorção – SAR, em W/kg) (GANDHI *et al.*, 1996).

Vários projetos estão sendo desenvolvidos desde a década de 70, para estudar a influência desses campos na saúde das pessoas. Paralelamente à problemática dos cânceres à saúde e o bem estar, possuem também estudos que em uma primeira fase foram realizados no meio profissional ocupacional. A Europa, os Estados Unidos e Canadá afirmaram, em estudos realizados pelas Companhias Elétricas, que esses sintomas não existiam. A IARC, em alguns estudos europeus, afirmou que não havia efeitos dos CEM's, nas frequências de 50 Hz e 60 Hz, em 2002, sobre depressão, em estudo que foi realizado em laboratório e com voluntários. Os que mais se queixaram foram os usuários de telefones móveis, sendo suas queixas subjetivas, aumentadas com a maior frequência no uso dos aparelhos (fadiga, calor atrás da orelha, dores na orelha) (AL-KHAIWI *et al.*, MEO, 2004; CHIA *et al.*, 2000; HOCKING, 1998; OFTEDAL *et al.*, 2000; SANDSTROM *et al.*, 2001; SANTINI *et al.*, 2001 A; WILEN *et al.*, 2003). Esses sintomas foram relacionados à SAR (WILEN *et al.*, 2003), e explicadas hipoteticamente por uma estimulação vestibular (COX e LUXTON, 2000).

SMITH, *et al.* (1998), nos Estados Unidos, relataram um aumento de 35% de tumores primários malignos no cérebro, entre crianças, no período de 1973 a 1994, com um aumento notado em meados de 1980. Na época, acharam que houve uma melhora nos aparelhos radiológicos de detecção do câncer.

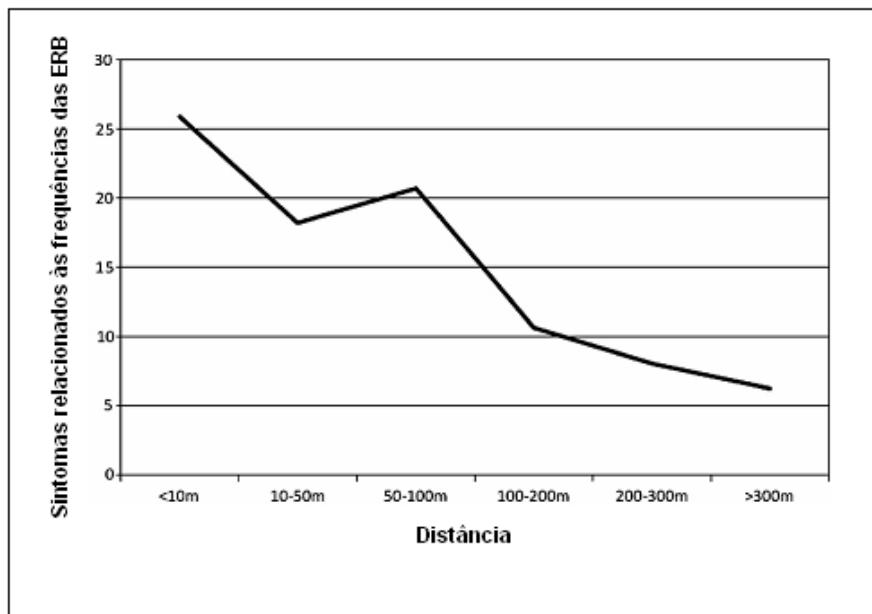
ZOOKE e SIMMENS (2001) expuseram ratos a 6 horas por dia, durante 5 dias por semana, SAR de 1,0W/kg, durante 24 meses. Concluíram não haver nenhuma evidência significativa no cérebro e nos tecidos da coluna dos ratos. Apesar de ser um estudo abrangente, foi limitado a 2 anos no máximo, e supuseram que este período equivaleria a 10 anos de exposição ao cérebro humano; além disso, há dois pontos obscuros, pois foi custeado pela Corporação Motorola, o que pode levar a preocupações éticas em relação a conflitos de interesse, e descobriram que os ratos não expostos (controle) tinham índice de tumor de 7% a 8%, enquanto que o normal é de 1% a 2%. Este estudo demonstrou uma evidente falha metodológica.

Dados de 2001, nos Estados Unidos, reportados por JUKICH (2001), em 16.000 pacientes com tumores no cérebro, no período de 1985 a 1994, revelaram o aumento de 5% ao ano, em tumores de alto grau no cérebro. A idade dos pacientes era de 20 a 64 anos. Os autores já dizem que não é só a melhora de diagnóstico que pode explicar este aumento.

Segundo MAISCH (2001), o pesquisador George Carlo foi visto como um denunciador que tem capacidade para dizer que algo ilegal estava acontecendo, principalmente no governo ou na indústria. Desde então ele foi ameaçado, atacado fisicamente, difamado e a sua casa foi misteriosamente toda queimada. Em seguida, em 2001, publicou um livro: “Cellphones: Invisible Hazards of the Wireless Age” (CARLO, SCHRAM, 2001).

Foi realizado um estudo, na França, em pessoas morando até 300 metros de uma ERB (SANTINI *et al.*, 2001b). As respostas dos moradores foram comparadas com aquelas que viviam a mais de 300 metros. Os resultados indicaram queixas maiores entre aqueles que moravam mais perto da ERB, e eram diferenciadas conforme a distância. Este estudo apresentou numerosos vieses, pois é subjetivo, e não permitiu concluir uma relação com os campos emitidos. Quando feito em laboratório (duplo cego), na frequência de 900 MHz modulado a 217 Hz, durante 30 a 60 minutos, em pessoas com boa saúde, não houve nenhuma queixa (KOIVISTO *et al.*, 2001). D'ANDREA *et al.* (2003) apresentaram os mesmos resultados quanto aos efeitos cognitivos. Os resultados obtidos não permitiram concluir a presença ou ausência de efeitos que possam ser reproduzidos em laboratórios. Os estudos com população em geral são poucos, mas a cada dia, existe maior número de pessoas se queixando da exposição a esses campos eletromagnéticos e atribuindo o que sentem a eles. Os níveis estão dentro das Recomendações Internacionais; seria necessário um diagnóstico e a etiologia dos sintomas.

Em 2002, Santini *et. al.*, realizaram uma pesquisa qualitativa, abrangendo 530 pessoas até 300 metros das ERB's. Apesar de ter sido subjetiva, existe um pico de sintomas entre 50 a 100 metros, que coincide com a distância na qual o lóbulo principal atinge o nível do solo. Este estudo foi o primeiro relacionando ERB's e pessoas, e teve várias falhas. Os participantes se apresentaram em resposta a um anúncio público e as distâncias foram ditas pelas pessoas.



**Figura 3.15 – Sintomas relacionados às frequências das ERB's versus distância.**

Um outro estudo de coortes transversais foi realizado na Alemanha, envolvendo 30.000 lares, sendo que 40% das pessoas não sabiam que moravam perto das antenas. Nenhuma medida ou cálculo foi realizado quanto à exposição aos CEM's; mas o pico das reclamações coincide com as distâncias como é mostrado na Figura 3.15.

O CBTRUS (2002) – *Central Brain Tumor Registry of the United States* (Registro Central de Tumores no Cérebro dos Estados Unidos) constata um aumento de 15% entre 1998 a 2002, comparado com o período de 1990 a 1994. Atribuíram o aumento com introdução da ressonância magnética (ESTADOS UNIDOS. Central Brain Tumor Registry of the United States (CBTRUS), 2008).

Segundo CHERRY (2002), os sinais elétricos externos podem causar interferência nos sinais de rádio e televisão, gerando estática e distorção à exposição às frequências elétricas diversas, e podem interromper o metabolismo humano e a homeostase, interferindo na fisiologia normal das frequências de energias necessárias.

De acordo com a *International Commission for Electromagnetic Safety*: Benevento – Itália, (2006), as fontes de recursos de estudo dos CEM's estão com viés na análise e interpretação da pesquisa, no sentido da rejeição da evidência das possíveis conexões com a saúde pública.

Como a sociedade reage diante dessas mensagens contraditórias e da incerteza que vêm da comunidade científica? Na dúvida, a melhor opção, e a mais cômoda, é pelo resultado que não é perturbador, existindo uma paralisia pela análise, e pelas informações contraditórias e recomendações para estudos posteriores. A legislação restritiva está adiada por anos, e mesmo por décadas.

Observou-se que, na literatura, os CEM's podem ser clastogênicos, causando a quebra do DNA (HAIDER *et al.*, 1994), mas o mecanismo pelo qual a VLF ou ELF para induzir o câncer não é claro. Muitos estudos, relacionando o CEM à leucemia aguda infantil, foram relatados (AHLBOM *et al.*, 2001; IARC, 2002).

HILLERT *et al* (2002 b) notaram a presença de situações de estresse agudo ou de eventos negativos na vida daquelas pessoas, antes da aparição dos sintomas da HE (Hipersensibilidade à Eletricidade). A origem da HE será, portanto, multifatorial; o que leva a haver pesquisas em relação aos fatores internos e externos, individuais e ambientais, numa perspectiva biopsicosocial. O sofrimento dessas pessoas, que se dizem sensíveis a esses campos, é real; elas precisam de ações de prevenção, e de intervenção precoce bem como de tratamento. As pesquisas futuras devem melhorar a definição de HE, e fornecer critérios claramente definidos e de melhor compreensão às etiologias desta síndrome. Convém igualmente realizar uma comunicação adequada do risco ligado à exposição ao CEM, reunindo as preocupações e os temores do público, a fim de prevenir a aparição ou a cristalização dos primeiros sintomas. Não se pode excluir a possibilidade de efeitos psicológicos (sobre as funções cognitivas ou humor) ou biológicos (câncer e doenças degenerativas) na exposição ao CEM.

Em Múrcia, na Espanha, outro estudo, abrangendo 145 pessoas, foi realizado por Navarro *et al.*, 2003. Somente 101 questionários foram incluídos na análise. Formaram-se 2 grupos de participantes, um, a 150 metros das ERB's, e outro, além de 150 metros. Até 150 metros, os

resultados das medições foram  $1,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , e, além de 250 m, os resultados foram de  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Essa pesquisa também mostrou que as reclamações das pessoas foram maiores onde a densidade de potência era mais elevada, dentro dos 150 metros (dores de cabeça, insônia, dificuldade de concentração, desconforto). Desta forma, manteve-se a hipótese de uma associação das micro-ondas com o bem-estar.

O Professor Salford e seus colaboradores na Universidade de Lund, na Suécia, expuseram ratos de 12 e 26 semanas de idade, durante duas horas, a radiações de micro-ondas comparáveis às de um telefone celular do padrão GSM. Foram escolhidos ratos com essas idades, porque seu desenvolvimento corresponde ao de humanos adolescentes. “A situação do cérebro em crescimento deve merecer preocupação especial,” escreveram os autores, “uma vez que os processos biológicos e de amadurecimento são particularmente vulneráveis”. Após cinquenta dias de exposição, os cérebros dos ratos foram examinados e descobriu-se que a exposição a micro-ondas estava associada à perda de albumina através da barreira hematoencefálica e que o dano neurológico crescia em proporção à duração da exposição. Embora o número de ratos do estudo fosse pequeno, os autores afirmaram que “Os resultados combinados são altamente significativos e exibem uma clara relação dose-resposta.” Eles alertaram: “Não podemos excluir a possibilidade de que, após algumas décadas de uso diário, toda uma geração de usuários possa vir a sofrer efeitos negativos, logo na meia-idade” (SALFORD *et al.*, 2003a). “Se extrapolássemos esses efeitos para os jovens usuários de celulares, os resultados seriam assustadores. Podemos antever uma redução na capacidade de proteção do cérebro, significando que aqueles que normalmente só viessem a apresentar a demência de Alzheimer em idade avançada passassem a tê-la mais cedo” (SALFORD, 2003b). O Professor Salford, então, alertou que os usuários de telefone móvel não ficassem alarmados com as descobertas, já que resultaram de uma observação em laboratório, com um pequeno número de animais e que havia a necessidade de repeti-la.

Um estudo do Instituto Nofer de Medicina Ocupacional, na cidade de Lodz, Polônia, realizado pelos autores BORTKIEWICZ *et al.* (2003), observou os efeitos biológicos e riscos à saúde dos CEM's em níveis classificados pela ICNIRP e admissíveis entre os trabalhadores expostos ocupacionalmente. Os valores de medição encontrados estavam abaixo dos padrões da ICNIRP para os trabalhadores em estação de transmissão, rádio, televisão, estação de serviço. Contudo, os trabalhadores apresentaram alteração no sistema circulatório e relação significativa na pressão do sangue. No sistema circulatório, houve uma relação, não só quanto aos va-

lores máximos, mas também quanto à dose; portanto, os padrões higiênicos para os CEM's não devem se limitar à exposição em curto prazo e em valores máximos, mas deve ser suplementada por valores relacionados à dose, isto é, verificar se é crônico (doses diárias e por toda a vida).

MASHEVICH *et al.* (2003) expuseram células brancas do ser humano a 830 MHz, por 72 horas, SAR de 1,6 a 8,8 W/kg. Detectaram uma relação dose - resposta de anormalidades celulares e genéticas, a saber: aumento linear na aneuploidia do cromossoma 17. A aneuploidia é uma mutação somática séria que leva à instabilidade genômica e ao câncer. O grau de aneuploidia aumentou com o aumento a SAR. Concluíram que, por ser um modelo experimental, o efeito genotóxico da radiação eletromagnética é obtido através de uma trajetória atérmica.

Para avaliar o uso de telefone celular e evidência de tumores cerebrais e neuromas acústicos, foi feito uma revisão (HARDELL *et. al.*, 2007), incluindo 18 estudos: 2 estudos de coorte e 16 casos de estudo controle.

Os estudos anteriores, na sua maioria, publicaram dados num período de latência muito curto, e informações limitadas sobre os usuários de longo prazo. Esta metanálise do risco para neuroma acústico, glioma, e meningioma, foi realizada para uso de TC (Telefone Celular), com período de latência de 10 anos ou mais (HARDELL *et al.*, 2007). Mais 2 estudos foram publicados sobre neuromas acústicos (KLAEBOE L *et al.*, 2007, e SCHEHOFER *et al.*, 2007); são pequenos, porém, e não incluem nenhum caso de período de latência no mínimo de 10 anos; apresentam Odds Ratio (OR) menor que 1,0, indicando sérios problemas metodológicos. O Odds Ratio é um estimador indireto do risco relativo, que é a razão de chance. A razão de chances (OR) é definida como a probabilidade de que um evento ocorra dividido pela probabilidade de que ele não ocorra.

Os resultados finais sobre neuromas acústicos são esperados nos estudos INTERPHONE, conduzido pela IARC, para o decorrer de 2008, adiado para 2010.

Uma outra pesquisa sobre a saúde foi realizada em Múrcia, na Espanha, nas vizinhanças de uma ERB funcionando a 1800 MHz, (NAVARRO *et al.*, 2003). Essa pesquisa continha itens sobre a saúde relacionados à “enfermidade das micro-ondas” ou “síndrome da radiofrequência”. A densidade de potência das micro-ondas foi medida nas residências das pessoas pesquisadas. A densidade de potência nas residências das pessoas a 150 metros de distância da ERB estava na faixa de 0,11  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , e, a uma distância de 250 metros, o valor encontrado foi de

0,01 µW/cm<sup>2</sup>. A análise estatística mostrou uma correlação significativa entre a gravidade dos sintomas declarados e a densidade de potência medida. A separação das pessoas entre dois grupos diferentes de exposição mostrou também uma gravidade declarada no grupo com a exposição mais elevada.

Diversos relatórios indicaram que os CEM's aumentam os radicais livres nas células, particularmente através da reação de FENTON (LAI H e SINGH, 2004). A reação de Fenton é um processo catalítico do ferro para converter os peróxidos de hidrogênio (um produto da respiração oxidativa dos mitocôndrios) em radical livre de hidroxila, que é um radical livre muito potente e tóxico. Qualquer exposição, incluindo exposições prolongadas à ELF e à RF de baixa intensidade, que resultem em produção aumentada de radical livre, pode ser considerada um mecanismo biológico plausível de carcinogênese.

No Brasil, na cidade de Juiz de Fora/MG, em 2003, na Escola Municipal Santa Cândida, de 1º grau, onde se localizavam Antenas de Telefonia Celular, bem na divisa da área escolar, a diretora da instituição percebeu o desaparecimento das aves, o ressecamento e extinção de plantas - até mesmo dos resistentes pés de mamona (*Ricinus communis*) localizados no entorno -, e o assustador número de neoplasias nos funcionários da escola, confirmadas por exames médicos e laboratoriais. De posse destes, após várias manifestações realizadas pelo Comitê de Cidadania daquela cidade, juntamente com o apoio da Comunidade Juiz-forana, bem como da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF e do Arcebispo Católico daquela cidade, as Torres de Telefonia Celular foram retiradas do local pela operadora.

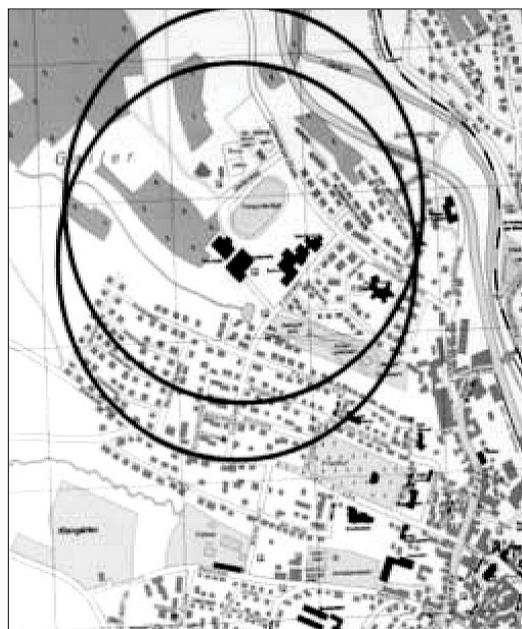
Em Naila, na Alemanha, foi desenvolvida uma pesquisa que teve como objetivo examinar se as pessoas vivendo próximo às antenas de transmissão de estação radiobase de telefonia celular estariam ou não expostas a um risco mais elevado de adoecer com tumores malignos (EGER *et al.*, 2004).

A base de dados utilizada consistiu de arquivos armazenados em computadores, contendo históricos de pacientes entre os anos de 1994 e 2004. Preservando o caráter privativo das informações, os dados pessoais de quase 1000 pacientes foram avaliados. O resultado mostra que a proporção do número de casos de câncer de desenvolvimento recente foi significativamente maior entre os pacientes que viveram, durante os dez anos pesquisados, a uma distância de até 400 metros do local da antena transmissora de celular, a qual se encontrava em operação desde 1993, comparado com o número de pacientes que viveram mais afastados. Os pri-

meiros adoeceram, em média, 8 anos mais cedo. Vale ressaltar que este estudo foi realizado sem qualquer suporte financeiro externo.

Nos anos 1999-2004, isto é, após cinco anos da entrada em operação da estação transmissora, o risco relativo de apresentar um câncer triplicou para os residentes da área nas proximidades da instalação, em comparação com os habitantes de Naila, fora daquela área.

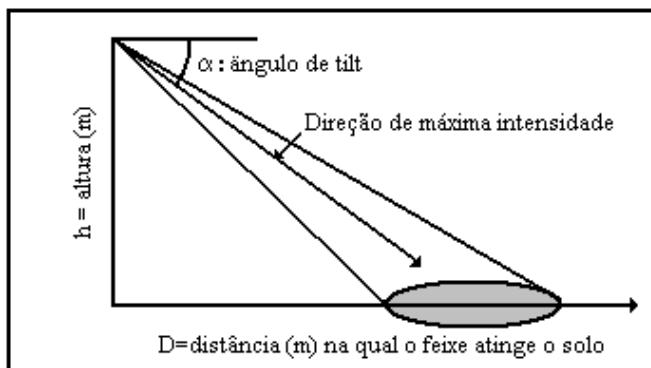
A antena transmissora, de tecnologia GSM, tem uma potência de 15 dBW por canal, cerca de 31,6 W, na faixa de frequências de 935 MHz. O tempo total de transmissão para o período do estudo foi cerca de 90.000 horas. Em dezembro de 1997 ocorreu uma instalação adicional de outra operadora.



**Figura 3.16** - Plano esquemático de localização das antenas- (EGER *et al.*, 2004).

Visando comparar resultados, foram definidas uma área ‘interna’ e uma ‘externa’. A área interna cobria os terrenos situados a menos de 400 metros da estação de telefonia celular, enquanto que a externa cobria os terrenos situados além dessa zona. A distância média das ruas examinadas, na área interna (menos de 400 metros), era de 266 metros e, na área externa (mais de 400 metros), era de 1.026 metros. A Figura 3.16 mostra a posição das estações de telefonia celular 1 e 2, circundadas por círculos de 400 metros de raio. A situação geográfica

indica que a localização das estações transmissoras está no ponto mais alto (560 metros) da zona urbana, caindo para 525 metros a uma distância de 450 metros. A partir da altura e do ângulo de *tilt* da antena transmissora, é possível calcular a distância onde o feixe de máxima intensidade atinge o solo (Figura 3.17).



**Figura 3.17** - Da altura do mastro  $h$  e do ângulo de *tilt*  $\alpha$ , a distância  $D$  na qual o feixe atinge o solo é dada por  $D=htan(90-\alpha)$ . (EGER *et al.*, 2004).

Os valores mais elevados de radiação foram encontrados nas áreas do feixe principal onde ele atinge o solo, em combinação com a reflexão local associada; desse ponto em diante, a intensidade de radiação decresce com o quadrado da distância desde o ponto de alimentação da antena transmissora.

Em Naila, o feixe principal atinge o solo a uma distância horizontal de 350 m, correspondente a uma altura de mastro de 36,80 m e ângulo de *tilt* de 6º. Na zona interna, emissões adicionais são causadas pelos lobos secundários da antena transmissora; isto significa, em termos comparativos, que, a partir de simples cálculos matemáticos, a zona externa tem um nível de radiação significativamente mais reduzido.

Os resultados de simulações computacionais e medições realizadas pela agência de proteção ambiental da Bavária indicaram que a intensidade de radiação era cerca de 100 vezes maior na zona interna do que na externa. Medições de todas as estações transmissoras mostraram que a intensidade de radiação, na zona interna das estações transmissoras de telefonia celular em Naila, era superior ao que outras medições constataram nos estudos prévios de campos eletromagnéticos de rádio, televisão ou radar (EGER *et al.*, 2004).

A Tabela 3.6 mostra os tipos de tumores que se desenvolveram com relação aos casos da área interna, a menos de 400 metros da antena.

**Tabela 3.6** - Sumário de tumores ocorrendo em Naila, em comparação com a incidência esperada no registro de câncer de Saarland. (EGER *et al.*, 2004).

<b>Tipo de tumor (órgão)</b>	<b>No. de tumores encontrados</b>	<b>Total esperado</b>	<b>Incidência por 1000</b>	<b>Razão interna: externa</b>
Mama	8	5,6	112	5:3
Ovário	1	1,1	23	0:1
Próstata	5	4,6	101	2:3
Pâncreas	m 3 f 2	0,6 0,9	14 18	2:1 1:1
Intestino	m 4 f 0	3,7 4,0	81 81	2:2 0:0
melanoma (pele)	m 1 f 0	0,6 0,7	13 14	1:0 0:0
Pulmão	m 3 f 0	3,6 1,2	79 24	2:1 0:0
Rim	m 2 f 1	1,0 0,7	22 15	1:1 1:0
Estômago	m 1 f 1	1,2 1,1	27 23	0:1 0:1
Bexiga	m 1 f 0	2,0 0,8	44 16	0:1 0:0
Sangue	m 0	0,6	14	0:0
m = masculino	f 1	0,7	15	1:0
f = feminino				

O estudo considerou apenas aquelas pessoas que tinham vivido permanentemente no mesmo endereço durante todo o período estudado e, portanto, tinham a mesma duração de exposição, quer estivessem na área interna ou na externa.

O resultado do estudo mostra que a proporção de desenvolvimento de novos casos de câncer era significativamente maior ( $p \leq 0,05$ ) entre os pacientes que tinham vivido, nos últimos dez anos, a 400 metros ou menos da estação transmissora de telefonia celular, em operação desde 1993, em comparação com outras pessoas que tinham vivido mais afastadas. Comparados com os pacientes que viviam mais afastados, os pacientes da área interna desenvolveram câncer 8,5 anos mais cedo. Isto significa que o risco dobrado de câncer verificado na área interna

não pode ser explicado por uma diferença de idades médias entre os dois grupos. Assim, não se pode descartar a possibilidade de que a antena transmissora acelere as manifestações clínicas da doença e o desenvolvimento geral de câncer.

Portanto, após cinco anos, entre 1999 e 2004, ou mais, da entrada em operação da antena transmissora, o risco relativo de desenvolver câncer triplicou para os residentes da zona interna, com relação aos da zona externa ( $p>0,01$ ). A divisão em um grupo a 400 metros ou menos da antena e outro fora deste limite, foi claramente definida no início do estudo. Do ponto de vista físico, as pessoas vivendo próximas às antenas de telefonia celular eram expostas a intensidades de radiação mais elevadas.

O resultado do estudo retrospectivo em Naila mostra que o risco de novos casos de câncer foi de três vezes maior entre os pacientes que tinham vivido durante os dez últimos anos (1994-2004) a uma distância inferior a 400 metros da antena transmissora da estação de telefonia celular, em comparação com os que tinham vivido a distâncias maiores.

Os resultados apresentados constituem um primeiro sinal epidemiológico concreto de uma conexão espacial e temporal entre exposição à radiação de uma estação de telefonia GSM e o desenvolvimento de câncer.

Outra pesquisa epidemiológica de grande relevância foi desenvolvida na cidade de Netanya, em Israel, em 2004. Foi encontrado um aumento de 4,15 na incidência de câncer para os moradores vivendo numa zona de até 350 metros das ERB's, em comparação com os que viviam fora dessa área. Nessa pesquisa foi realizada uma avaliação epidemiológica visando determinar se a incidência de casos de câncer entre indivíduos expostos à radiação de uma estação de telefonia celular é diferente da esperada em Israel, especificamente em Netanya, ou quando comparados com pessoas que viviam em áreas próximas. Os participantes ( $n=622$ ) são indivíduos que moraram, de 3 a 7 anos, nas imediações de uma estação transmissora de telefonia celular e que eram pacientes de uma clínica de saúde. A exposição começou 1 ano antes do início do estudo, quando a estação entrou em operação. Um segundo contingente de indivíduos ( $n=1222$ ), que recebia cuidados médicos em uma clínica localizada nas proximidades da estação, apresentando características ambientais, ocupacionais e de local de trabalho muito semelhantes às do primeiro contingente, foi usado como grupo de controle. Na área de exposição (área A), oito casos de diferentes tipos de câncer foram diagnosticados em um período

de apenas um ano. Esta taxa foi comparada tanto com a taxa de 31 casos por 1000 por ano na população em geral, contra a de 2/1222 registrada na clínica próxima da área B.

As taxas relativas de câncer entre as mulheres expostas foram, respectivamente, de 10,5 para a área A; 0,6 para a área B; e 1 para toda a cidade de Netanya. A incidência de câncer em mulheres, na área A, era, assim, significativamente mais elevada ( $p<0,0001$ ), quando comparada com aquela da área B e da cidade como um todo. Uma comparação do risco relativo revelou que havia um número de casos 4,15 vezes maior na área A do que na população como um todo. O estudo indica uma associação entre aumento da incidência de câncer e residir próximo a uma estação transmissora de telefonia celular (WOLF e WOLF, 2004). É importante salientar que o nível médio de exposição encontrado foi de apenas  $0,53 \mu\text{w}/\text{cm}^2$ , para 850 MHz, nível substancialmente abaixo do ICNIRP.

A seguir são mostrados os resultados da pesquisa observando os casos de câncer na área A, Tabela 3.7, e as taxas de câncer nas áreas A, B e na população total, Tabelas 3.8 e 3.9.

**Tabela 3.7 - Casos de câncer na área A – (WOLF e WOLF, 2004).**

<b>Idade</b>	<b>Sexo</b>	<b>Fumantes</b>	<b>Tipo de Câncer</b>	<b>Densidade de potência <math>\mu\text{w}/\text{cm}^2</math></b>
52	f	Não	Ca de ovário estágio 1	$0,3\mu\text{w}/\text{cm}^2$
42	f	Não	Ca de mama <i>in situ</i>	$0,4\mu\text{w}/\text{cm}^2$
54	f	Não	Ca de mama	$0,5\mu\text{w}/\text{cm}^2$
67	f	Sim	Ca de mama	$0,4\mu\text{w}/\text{cm}^2$
24	f	Não	Hodgkin	$0,5\mu\text{w}/\text{cm}^2$
61	f	Não	Ca de pulmão	$0,3\mu\text{w}/\text{cm}^2$
37	f	Não	Osteoma osteoide	$0,4\mu\text{w}/\text{cm}^2$
78	m	Não	Hipernefroma	$0,3\mu\text{w}/\text{cm}^2$

**Tabela 3.8** - Taxas de câncer nas áreas A, B e na população total.

Nº de casos de câncer	Tamanho da população	Taxa anual por 10.000	Intervalo de confiança (95%)		Risco relativo	
			Limite inferior	Limite superior		
Área A	8	622	129	40,1	217,2	4,15
Área B	2	1222	16	-6,3	39,0	0,53
Pop. total	31	10.000	31	20,1	41,9	1,00

**Tabela 3.9** - Taxas de câncer nas áreas A, B e na cidade como um todo.

	Masculino		Feminino	
	Taxa	Taxa relativa	Taxa	Taxa relativa
Área A	33	1,4	262	10,5
Área B	17	0,7	16	0,6
Toda a cidade	24	1	25	1

Um estudo de caso controle - 678 casos e 3553 controles -, publicado em 2005, sobre neurofibroma acústico, em quatro países nórdicos (Suécia, Dinamarca, Noruega e Finlândia), como também no Reino Unido (Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte), concluiu que não há nenhuma associação entre celulares e o desenvolvimento de neuroma acústico, mas relatou uma descoberta preocupante: “o risco de um tumor no mesmo lado da cabeça que a pessoa diz que usa o celular, por 10 anos ou mais, quase duas vezes de risco aumentado”. Igualmente, verificou que não há risco substancial de neuroma acústico, na primeira década depois do início do uso de celular. Contudo, um aumento no risco, depois do uso em longo prazo, ou de um longo período de tempo, não poderá ser descartado, segundo SCHOEMAKER *et al.*, 2005.

Os cientistas LEE e JOHNSON (2005), utilizando o método: SAGE (“Serial Analysis of Gene Expression”: Análise Serial da Expressão do Gene), relataram que os campos pulsantes nas células humanas HL-60, após 2 horas de exposição, alteraram a expressão de 221 genes, os quais aumentaram para 759, após 6 horas de exposição. Notou-se apoptose relacionada aos genes e alterações de ciclo. Não foi verificado aumento de calor por choque entre os genes. Esses resultados indicam que os campos RF, mesmo na frequência de 2,45 GHz podem alterar a expressão do gene em cultura de células humanas, mediante um mecanismo atérmico.

Uma revisão de literatura, publicada por SEITZ *et al.* (2005), revela que os estudos, até o presente momento, sobre a hipersensibilidade eletromagnética (EHS) e queixas de saúde subjetiva, associada com os CEM's de comunicação de telefone móvel, ainda não apresentam uma evidência válida relacionando os CEM's à hipersensibilidade aos mesmos, devido ao curto período de exposição e aos poucos estudos existentes. Contudo, os autores afirmam que a quantidade limitada e a qualidade da pesquisa, nesta área, não permitem excluir os efeitos em longo prazo à saúde, definitivamente.

CRASSOM (2005) realizou uma revisão de literatura sobre a Hipersensibilidade à Eletricidade (HE), em 2003. As maiorias dos estudos são da Escandinávia, não existindo uma relação causal (causa e efeito). A origem da hipersensibilidade à eletricidade parece ser multifatorial e requer um enfoque multidisciplinar de fatores ambientais, biológicos, psicológicos e psicosociais. O aumento dos CEM's, nos últimos decênios, modificou-se profundamente pela utilização da eletricidade nos países industrializados. Além das fontes naturais, terrestres e cósmicas, somaram-se as fontes artificiais causadas por numerosos progressos técnicos, que fazem o uso da eletricidade.

Crianças que residem dentro de uma distância de 200 metros das linhas de alta tensão têm um aumento de risco relativo de leucemia em 69%, enquanto que aquelas nascidas entre 260 metros têm 23%. (DRAPER *et al.*, 2005).

DIEM *et al.* (2005) retratam um estudo mais fisiológico e realista. Foram utilizadas culturas de células de fibroblastos humanos e células granulosas de rato exposto a CEM's intermitentes e contínuos, na frequência de 1800 MHz, SAR 1,2 ou 2 W/kg, tempo de exposição por horas. Descobriu-se que induzia quebra das cadeias simples e duplas do DNA, com esses efeitos sendo observados depois de 16 horas de exposição em ambos os tipos de células e diferentes modulações de celular. A exposição intermitente mostrou efeito mais forte, o que leva a sugerir que o dano ao DNA estava baseado em efeitos atérmicos.

Segundo BENIASHVILI *et al.* (2005), no estudo sobre CEM's dentro das residências e câncer de mama em mulheres idosas, realizado no Departamento de Patologia, Centro Médico Edith Wolfson, Hoolon, em Israel, detectou-se o seguinte:

De 1978 a 1990, e de 1991 a 2003: 1.290 casos – 26 anos – 200 mil biópsias. Os CEM's tiveram influência significativa nos tumores mamários epiteliais. A relação entre o índice de

CEM's de baixa frequência em casa e incidências de tumores mamários foi estudada em registros de 1.290 casos clínicos de mulheres com 60 anos ou mais, em 2 grupos:

- grupo I – 1978 a 1990 (raramente usava aparelhos que geram CEM's);
- grupo II – 1991 a 2003 (usava constantemente computador, mais de 3 horas por dia, celulares, televisão, ar condicionado e outros eletrodomésticos que geram CEM's).

Foram feitas 200 mil biópsias em amostras de cirurgia. Tumores mamários foram encontrados em 2.824 mulheres (1,4%), sendo que 45,6% em mulheres mais idosas. A maioria dos tumores observados – 1.254 (97,2%) -, era neoplasmas (tumores) epiteliais. No grupo I, 585 tumores mamários foram encontrados nas mulheres idosas; no grupo II, 705 mulheres. Como conclusão, os autores observaram uma influência, significativa estatisticamente, dos CEM's, na formação de todos os tumores mamários epiteliais observados (grupo II). Esta influência é evidente para carcinomas (ductal) evasivos que foram as formas mais comuns de câncer nas idosas.

Uma revisão sobre Telefones Móveis, ERB's e Câncer foi realizada por MOULDER *et al.* (2005), nos Estados Unidos. Concluíram que a relação causal entre câncer e a energia RF é fraca e inconvincente. Eles solicitaram que se adicionassem mais pesquisas nesta área.

No trabalho realizado por MARTINEZ-BURDALO *et al.* (2005), os procedimentos para avaliação de segurança nas proximidades de antenas de ERB's em 3 diferentes frequências: 900, 1800, 2170 MHz, foram analisados. Verificaram que os valores encontrados em campo estão abaixo dos valores da ICNIRP, quando realizaram medições da ERB de celular nas faixas citadas anteriormente. Os CEM's medidos estavam abaixo da norma e o SAR também, de acordo com as normas da União Europeia. Foi usado um modelo humano de alta resolução, e, em frente a cada antena de ERB, estavam os piores casos. Mostrou-se que para a distância antena-corpo, na região próxima à antena, mesmo os valores médios de campo estando abaixo da referência, eles não poderiam garantir, em certas frequências, o ajustamento das normas..

No Japão, DEJI e NISHIZAWA (2005) documentaram que os CEM's emitidos por celulares causam leituras incorretas de dose nos EPD (Electronic Pocket Dosimeters). Utilizaram 5 celulares e realizaram medições por 50 segundos. Os celulares eram transmitidos na frequência de 1,5 GHz e máximo de potência de 0,8 W. Usaram sonda isotrópica com antenas dipolo triaxial. Houve uma expansão na distribuição dos CEM's, ao redor da antena do celular e uma

intensidade do campo elétrico de  $36,5 \pm 0,3$  V m $^{-1}$ . O telefone celular gerou leituras incorretas nos dosímetros em 4 dos 5 EPD. Cada celular variava diferentemente  $9,2$  v/m $^2$  a  $37,6$  v/m $^2$  na amperagem de  $0,03$  A m $^{-1}$  a mais de  $0,51$  A m $^{-1}$ .

PORTOLÉS, em 2006, realizou, também, medições em várias praças da cidade de Valência, na Espanha. Encontrou níveis de até 8 microwatts/cm $^2$ . Ele verificou que, mesmo estando os índices de radiação abaixo dos elevados padrões da ICNIRP (450 microwatts/cm $^2$ ), estavam eles próximos ao padrão da Itália (10 microwatts/cm $^2$ ); acima dos da China (6,6 microwatts/cm $^2$ ), da Suíça (4,2 microwatts/cm $^2$ ) e de Paris (1 microwatt/cm $^2$ ); mas 80 vezes superando o da cidade de Salzburgo, Áustria (0,1 microwatt/cm $^2$ ). Mostrou-se preocupado, pois os índices encontrados estavam dentro dos padrões da ICNIRP, mas superiores aos limites de exposição humana adotados em outros países, como os citados acima.

Uma pesquisa foi financiada pela indústria de Telefonia Celular na Dinamarca. Esta pesquisa sobre o uso de celular, assim como do telefone sem fio, e o risco de câncer, atualizando um estudo de coorte feito na Dinamarca, a nível nacional, concluiu que não havia nenhuma relação daqueles aparelhos com tumores cerebrais (SCHUZ *et al.*, 2006). Apresenta, contudo, viés, pois um coparticipante negou os resultados e a metodologia foi falha no estudo epidemiológico, segundo CARLO G. L (2006). Segundo REA (1992), alguns médicos observaram que pacientes que usam produtos tóxicos químicos acumulados são mais susceptíveis às radiações eletromagnéticas.

No estudo de KABUTO *et al.* (2006), a pesquisa de caso-controle, baseada na população, mostra uma relação de campos magnéticos e leucemia infantil, no Japão. Foram avaliados os campos magnéticos nas camas das crianças e verificou-se que a alta exposição aos campos eletromagnéticos está associada a risco significativamente maior de leucemia infantil.

JOHANSSON (2006), na Suécia, e outros notaram que as radiações eletromagnéticas têm o potencial de induzir várias anormalidades dermatológicas e é um determinante no desenvolvimento maligno, um câncer, cada vez mais prevalente, o que era incomum até 50 anos atrás (HALLBERG e JOHANSSON, 2002; HALLBERG e JOHANSSON, 2004).

As autoridades suecas foram oficialmente notificadas que as REM adversas são um problema, e elas classificaram a hipersensibilidade elétrica como uma deficiência funcional. Apesar de haver alguma literatura contrária (FEYCHTING & FORSEN, 2006) a IARC sugeriu que a exposição aos CEM's seja possivelmente carcinogênica (IARC, 2002).

Em uma série de estudos epidemiológicos recentes, HARDELL & HANSSON MILD (2006a) mostraram que o uso do celular ou telefonia sem fio, em longo prazo, é também um fator de risco para tumores do cérebro, enquanto que diversos estudos anteriores foram negativos.

Este resultado foi contraditado por uma análise de coorte dinamarquesa atualizada, não mostrando nenhuma relação entre o uso de celular e o risco de câncer (SCHUZ *et al.*, 2006). Contudo, este último estudo é possivelmente limitado, porque não houve nenhuma consideração sobre o efeito dose, isto é a procura por uma correlação entre a duração da exposição e o risco de câncer.

Conforme CARLO (2006), na área da exposição de CEM's adversos e de telefones celulares, por exemplo, foi mencionado que os resultados dos estudos independentes foram consideravelmente diferentes dos estudos patrocinados pela indústria. Segundo HARDELL *et al.* (2007), pesquisadores ligados à indústria, editores e equipes de revistas suprimem publicações de resultados adversos ao interesse da indústria.

HUSS e ROOSLI (2006) verificaram que não foram incorporados aos programas de educação na área médica o estudo da Medicina Ambiental e a relação entre exposição humana e seus efeitos adversos à saúde. Ao mesmo tempo, contudo, cada vez mais notícias de preocupações, tais como disfunção reprodutiva em professores que trabalham próximo a linhas de transmissão e sequelas neurológicas em pessoas residindo próximo às Torres de Telefonia Celular, trouxeram ao conhecimento público que a contaminação eletromagnética é uma questão emergente de saúde ambiental. Como resultado, os médicos de primeiro atendimento são crescentemente questionados sobre os riscos à saúde relacionados aos CEM's. Cabe à comunidade médica considerar uma resposta que tenha credibilidade a esta questão recorrente.

NELSON *et al.* (2006) realizaram estudo sobre a incidência do neuroma acústico, no Reino Unido, de 1979 a 2001. Eles notaram que o uso do celular começou naquele país em 1985, com grande aumento de usuários de 1998 em diante. Quando compararam os tumores verificados em 1997 com os de 1979 perceberam que houve um aumento de 3 vezes, e, no ano de 2000, 2,5 vezes. Os autores acharam ainda que seria o aperfeiçoamento dos diagnósticos, mas como os tumores sólidos têm uma longa latência, em torno de 10 anos, declararam eles que, em 2001, estavam no primeiro estágio para relacionarem o uso de celular com os efeitos sobre a saúde.

RUBIN *et al.* (2006), realizaram um estudo duplo cego randomizado, isto é, um estudo realizado em seres humanos onde nem o examinado (objeto de estudo), nem o examinador sabe o que está sendo utilizado como variável em um dado momento. Em um universo de 120 pessoas, verificou-se que, dentre elas, 60 apresentavam dor de cabeça, usando, por 20 minutos, o celular GSM, e as outras 60 não expostas, a 50 minutos, GSM, 900 MHz, em uma condição falsa, sem nenhum sinal presente. Não se encontrou nenhuma evidência de algum efeito.

FERRERI *et al.* (2006) usaram uma tecnologia de estimulação magnética transcraniana. Testaram excitabilidade de cada hemisfério cerebral após exposição real ou falsa a CEM gerado pelo GSM. Estudo duplo-cego, com 15 voluntários. Descobriram que a curva de excitabilidade intracortical modificou-se significativamente no sentido da hiperexcitabilidade, o que significa uma atividade celular cortical aumentada durante a exposição real. Neste caso, a exposição foi de 45 minutos. Não encontraram nenhuma variação de temperatura no tímpano, mas verificaram a excitabilidade, o que é consistente com a habilidade dos CEM's, dos GSM, de interferir com aeronaves e equipamentos elétricos de unidade de terapia intensiva a longa distância. Postularam também que a exposição repetitiva e o intervalo de longo prazo podem aumentar o estresse oxidativo celular.

REMONDINI *et al.* (2006) realizaram estudos sobre vários tipos de células humanas expostas a 900 e 1800 MHz, por 44 horas, SAR de 1 a 2,5W/kg, exposições contínuas e alternadas e falsas. Encontraram, em certos tipos de células, genes regulados para baixo ou para cima, isto é, sua expressão aumentou ou diminuiu na sua função metabólica. Posteriormente, EROGUL *et al.* (2006) demonstraram que motilidade do esperma humano fica significativamente modificada após 5 minutos de exposição à radiação de celular na faixa de 900 MHz.

SCHUZ *et al.* (2006), apresentaram um estudo em massa na Dinamarca, no qual concluíram que não há nenhuma relação entre o uso do celular e tumores no cérebro. Esta parte da Europa foi a pioneira no uso do celular, depois da Suécia, e, por isso, os autores afirmam que os usuários dinamarqueses foram acompanhados por 21 anos. Contudo, eles esclarecem, no trabalho, que a média do tempo do uso de celular foi de 8,5 anos, nesse relatório. Além disso, apesar de os autores terem recebido dados de contas telefônicas de celular, em um total de 723.421 usuários na Dinamarca, de 1982 a 1995 (13 anos), eles excluíram 200.507 usuários corporativos, pois estes usuários individuais não podem ser identificados. Não somente 30% dos participan-

tes foram excluídos, como são provavelmente os que mais usam celulares. As ligações são gratuitas para os usuários, porque a firma paga, e, mesmo assim, têm dedução de impostos.

Portanto, essa exclusão representou a fonte mais valiosa de informação para este estudo. A expectativa entre as 56.000 pessoas que usavam celular, por 10 anos ou mais, seria de 80 a 90 tumores cerebrais; como os autores verificaram somente 28 tumores, esta descoberta sugere a aberração de que o uso do celular em longo prazo protegeria o desenvolvimento de tumores no cérebro, na Dinamarca. Isto por causa dos problemas metodológicos fatais, como a exclusão dos usuários constantes - quase 40% -, e a pesquisa não abrangeu todos os anos que eles diziam ter pesquisado.

HEPWORTH *et al.* (2006), na Inglaterra, relataram, em seu estudo, não haver nenhuma relação de risco de glioma, mesmo sendo usado o telefone celular por anos a fio, com muitas chamadas e durante muitas horas.

As críticas ao projeto foram:

- somente 5% dos casos havia usado telefone celular por mais de 10 anos.
- a amostra é pequena: 966 casos e 1.494 controles.

MORGAN (2006) afirma, sobre isso, que o editor nem deveria ter aceitado o artigo para publicação, pelo baixo índice de participação; além disso, há falha metodológica, com 51% de casos e 45% de controles participando; e ainda, com aquele padrão mínimo, ridículo, de uso regular sendo considerado uma chamada recebida ou feita por semana.

O pesquisador KUNDI (2006), chefe do Instituto de Saúde Ambiental, do Centro de Saúde Pública da Universidade Médica de Viena, fez a seguinte afirmação: “a duração média do uso do celular no estudo de HEPWORTH *et al.* (2006) foi de 3 a 4 anos. Há realmente algum fator ocupacional ou ambiental capaz de induzir um glioma em um período de 3 a 5 anos? Nem mesmo após altas doses de raios X terapêuticos foram observadas tais latências em períodos curtos”.

SAKUMA *et al.* (2006) examinaram os efeitos da radiação da ERB de telefonia sem fio, na frequência de 2,143 GHz ou 2143 MHz, durante 24 horas de exposição, SAR do corpo, de onda contínua até 80 mW/kg. Aplicaram em glioblastomas humanos altamente anormais e fibroblastos normais do pulmão humano.

Glioblastoma Multiforme, ou GBM, é a forma de tumor maligno mais comum no cérebro. Na maioria dos casos, é letal. O Glioblastoma não possui etiologia conhecida e surge no próprio cérebro, mais especificamente dos astrócitos, que são células responsáveis por algumas funções desta área nobre do ser humano. Quando um tumor tem sua origem definida pelos astrócitos, dizemos que é um *astrocitoma*. Um glioblastoma é um astrocitoma de grau avançado (grau IV), ou seja, muito agressivo. Não existe cura para este tipo de tumor, porém terapias alternativas em conjunto com o tratamento padrão (cirurgia + quimioterapia + radioterapia) podem aumentar a sobrevida do paciente. O grande problema deste tipo de tumor é o seu rápido crescimento, e mesmo após a cirurgia, um novo aumento é esperado.

Mesmo que a operação remova 99,99% do tecido neoplásico, o restante é capaz de se multiplicar e dependendo do caso, volta ao tamanho inicial em até 30 dias.

Nesta pesquisa foi relatado que a exposição a níveis baixos não age como genotoxicante até uma SAR de 800mW/kg ou 0,8W/kg. Não ficou claro porque usaram tumores malignos e porque não testaram vários níveis de radiação. Nenhuma relação foi estabelecida a este nível de exposição em uma cultura celular, aos padrões do FCC e ICNIRP com SAR para todo o corpo e cabeça.

THORLIN *et al.* (2006) fizeram um estudo muito técnico no nível molecular. A frequência utilizada foi de 900 MHz, com um SAR na faixa de 3-27 W/kg, no período de até 24 horas. Não verificaram nenhum dano microscópico celular. Concluíram que a radiação de micro-ondas não tinha nenhum efeito. Não é claro, neste estudo, como que um curto período de radiação de célula (até 24 horas) tem a ver com uma radiação em longo prazo (10 anos ou mais), que afeta todo o corpo e a cabeça, na qual há exposições intermitentes na região de campo próximo.

OKTAY e DASDAG (2006) realizaram uma pesquisa sobre os efeitos do uso intensivo e moderado dos telefones celulares na audição. Detectaram que houve perda de audição com exposição prolongada aos CEM's gerados pelos aparelhos celulares. A metodologia do estudo foi a seguinte: A) 3 grupos, 20 homens, 2 horas por dia (4 anos); B) o segundo grupo, 20 homens, 10 a 20 minutos por dia (4 anos); C) o terceiro grupo, 20 homens saudáveis que nunca usaram o celular (grupo controle). Os métodos aplicados foram BERA (*Brainstem Evoked Response Audiometry* – Método audiométrico de resposta provocada na base do cérebro) e PTA (Método Audiométrico de Puro Tom).

ABDEL-RASSOUL *et. al.* (2006) procederam, na cidade de Shebin El-Kom, no Egito, a outro estudo com 38 empregados trabalhando dentro de um edifício para profissões agrícolas, com a 1<sup>a</sup> ERB GSM erguida em 1998, no teto, e 48 trabalhando no prédio a 10 metros em frente a este edifício (grupos caso). E um grupo de controle, localizado a 2 km de distância, com 80 pessoas. O teste aplicado foi o neurocomportamental e exames neurológicos. Os grupos expostos foram comparados com o grupo de controle, separados por sexo, idade e outras interferências. Os expostos, nos testes visuais motores tiveram um desempenho melhor. Também sintomas depressivos, dores de cabeça, problemas de memória, tremores, zonzeira, distúrbio do sono foram significativamente maiores nos expostos do que nos 80 controles. As medições estavam de acordo com os padrões do Egito, 80 mW/m<sup>2</sup>. O menor valor mensurado foi 27 mW/m<sup>2</sup> e o maior foi de 67 mW/m<sup>2</sup>. Não foi revelado aos trabalhadores que o estudo era sobre ERB's. O tempo de exposição desses trabalhadores foi de 8 a 16 horas por dia. Idade, sexo, uso do celular foram considerados para não distorcer os resultados. As condições estressantes dos trabalhadores a poluentes internos não foram avaliadas. Os lóbulos laterais estavam direcionados em 7° para baixo em direção ao interior do edifício, como também para dentro do edifício oposto.

Em 12 de maio de 2006, cem pessoas foram evacuadas de um prédio em Melbourne, Estado de Victoria, Austrália, após o sétimo trabalhador ser diagnosticado com tumor cerebral. A Telstra, uma Companhia de Telefonia da Austrália, insiste em afirmar que as torres de telefonia celular na cobertura do 17<sup>a</sup> andar do prédio da Universidade, não estão relacionadas à explosão do câncer. Cinco acadêmicos que trabalhavam no último andar e dois funcionários sofreram tumor cerebral desde 1999. Seis dos sete haviam trabalhado nesse edifício, na Bourke Street, por mais de uma década. Dois dos casos eram malignos. O sindicato dos acadêmicos exigiu que a Universidade RMIT pagasse os exames médicos de todos os trabalhadores do prédio, depois que soube que havia um número de suspeito de novos casos, após aquela data. A Telstra tem, juntamente com a OPTUS, outra Companhia Telefônica da Austrália, equipamentos de telefones móveis instalados no prédio, e disse que estão dentro dos padrões restritos de saúde e de segurança, e são regularmente testados. Uma porta-voz da Universidade afirmou que investigou os limites e estavam dentro dos padrões recomendados (1999 a 2001). De 13 a 31 de maio, houve um terceiro caso, notado pela segurança e saúde ocupacional da Instituição, quando se descobriu que havia outros acadêmicos que haviam ficado doentes. Os casos vieram a público, não por processo de monitoramento sistemático, mas, por acaso.

Quando os russos colocaram, durante a guerra fria, as antenas de telecomunicação viradas para a embaixada Americana, causou-se aberração cromossômica, leucemia e outros, em cerca da metade do pessoal da embaixada. Os valores da densidade de potência estavam na faixa de  $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

Estudos na Alemanha, HEINRICH *et al.* (2007) desmentiram a crença de que o prédio abaixo de onde está instalada uma Estação Radiobase de Telefonia Celular teria menos exposição do que o prédio da frente. A intensidade do campo no prédio onde se localizam as antenas é quase igual à intensidade do campo nos edifícios opostos. Uma pessoa pode estar a uma distância fixa de uma antena e estar exposta a 100% da exposição máxima permitida, ou 5% da exposição, dependendo da altura da antena e da altura onde se encontra a pessoa (HARE, 1998).

BELPOMME *et al.* (2007) realizaram um estudo sobre Multiplicidade e Diversidade de Carcinógenos Ambientais. Fatores relacionados ao estilo de vida e a idade eram responsáveis pela atual incidência crescente de câncer, por toda a parte. Com este trabalho, pretendeu-se mostrar que muitos tipos de câncer são induzidos por carcinógenos ambientais exógenos, múltiplos e diversos. Não só se deve ao estilo de vida, mas também a uma doença ambiental. Analisaram micro-organismos, radiações e produtos químicos. Os autores fizeram um estudo geral sobre as radiações ionizantes; câncer; e radiações não ionizantes – raios ultravioletas -, que foram classificadas como carcinogênicas nos seres humanos, pelo IARC em 1992. O aumento na exposição natural ou artificial (banhos de sol), relacionada ao estilo de vida, foi incriminado pela incidência crescente do melanoma (tumor da pele).

Outros estudos epidemiológicos revelaram que os CEM's, e na maioria dos ELF, podem ser associados a tumores do cérebro (MACK *et al.*, 1991; BEALL *et al.*, 1996; GUENEL *et al.*, 1996; FEYCHTING *et al.*, 1997); carcinomas da mama (GUENEL *et al.*, 1996; FEYCHTING *et al.*, 1997; WAKEFORD, 2004); e melanoma (HALLBERG-JOHANSSON, 2002; LEVI *et al.*, 2006).

Existem poucos estudos sobre a relação dos Campos de RF (Radiofrequência) com outros campos que não são de TC (Telefone Celular), assim como evidência epidemiológica de tumores cerebrais. E apresentam, também, falhas metodológicas. Algumas vezes as diretrizes ocupacionais são excedidas, principalmente na área militar, o que sugere que a exposição em longo prazo tem risco aumentado de câncer no cérebro. Apesar de que o risco atribuído à po-

pulação seja baixo, menos de 4%, ainda assim, mais de 1000 casos por ano podem ser atribuídos, nos Estados Unidos, à exposição à RF, e isso somente nos locais de trabalho (BIOINITIATIVE REPORT, 2007).

O câncer de mama pode acontecer a níveis baixos de CEM's, talvez porque as exposições ambientais possam reduzir os níveis de melatonina no corpo. Exposição ambiental reduzida para quem possui problemas de saúde. Ação preventiva para as pessoas que estão tomando TAMOXIFENO (Remédio para o câncer), pois esse remédio reduz a melatonina. Ficar esperando por uma evidência conclusiva é insustentável, dados os enormes custos bem como as sobrecargas sociais e pessoais causadas por esta doença (HARDELL e SAGE, 2007).

Campos eletromagnéticos estão em conexão com o Mal de Alzheimer, doença do neuroma motor e Mal de Parkinson. Há evidência de que um alto nível de beta amiloide é um fator de risco para o Mal de Alzheimer, e a exposição a ELF pode aumentar esta substância no cérebro. Em relação à melatonina, esta protege contra o Mal de Alzheimer, e o ELF reduz a melatonina. Exposição prolongada aos ELF pode alterar os níveis de ( $\text{Ca}^{2+}$ ) cálcio nos neurônios e induzir o estresse oxidativo. Pessoas com problemas epiléticos podem ser mais suscetíveis à exposição à RF (HARDELL e SAGE, 2007).

As novas tecnologias, incluindo a de celular, produzem alterações mensuráveis na função cerebral e no comportamento. Seres humanos expostos à radiação de celular podem alterar a atividade da onda cerebral, tão baixo quanto a 0,1W/kg de SAR, em comparação com o nível de exposição que é permitido nos Estados Unidos, que é igual a 1,6W/kg em 1 g de tecido, e na ICNIRP, 2,0W/kg em 10 g de tecido. A radiação do celular pode, por conseguinte, afetar a memória e o aprendizado.

Deve haver mais atenção para grupos mais vulneráveis, como as crianças (EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY, 2007). A comunidade que pesquisa o CEM deve prestar igual atenção tanto aos relatórios negativos como aos resultados positivos; não somente os positivos precisam ser replicados, os negativos também precisam ser criticamente avaliados e criticados.

Pelo fato de diversos estudos relatarem danos ao DNA, a intensidade mais baixa do que 4 W/kg, o IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) fez uma revisão de seu padrão recomendado para exposição localizada de um tecido, mudando-o de 1,6W/kg em 1 g de tecido para 2W/kg em 10 g de tecido, mas a FCC (*Federal Communications Commission*) não

adotou esta mudança. Considerando que há milhões de células em um grama de tecido (cerca de 1 mm<sup>3</sup>), é inconcebível que o padrão de SAR do IEEE seja alterado para um valor médio de 2 W/ Kg em 10 g de tecido; portanto, isso resultará num valor médio menor, minimizando, por conseguinte, o efeito biológico resultante. A distribuição de energia de RF não é homogênea dentro do tecido, permitindo, por conseguinte, um maior nível de pico de exposição.

A razão pela qual os estudos apresentam conclusões diferentes depende de: a) qual o exame do DNA é feito; b) quais tipos de células são examinados.

Qualquer efeito dos CEM's depende da energia absorvida por um ser biológico e como essa energia é liberada no espaço e no tempo. Frequência, intensidade, duração da exposição e número de episódios da exposição podem afetar a resposta e interagir um com o outro, para produzir diversos efeitos.

HARDELL *et al.* (2007) mostraram preocupações com as ligações secretas entre a indústria e interesses conflitantes na pesquisa do câncer. O Princípio da Precaução deve ser usado quando houver uma base razoável para a preocupação. O BioInitiative Report pede para não se colocar moradores debaixo das linhas de alta tensão com limites acima de 2 mG (0,2 µT). É sugerida, também, a criação de Wi-Fi com fios, nas escolas e livrarias frequentadas por crianças (GENUIS, 2008).

GENUIS (2007) recomenda que, para realizar a política efetiva na área de saúde pública, são necessárias: a integridade científica; a confiabilidade entre os pesquisadores; as diretrizes oficiais e publicações médicas. E que as instituições acadêmicas e as pesquisas médicas dissemitem resultados, bem como metodologia de medições facilmente acessíveis. Os níveis devem ser alterados, pois tem havido impactos adversos para exposições bem abaixo dos padrões (CHERRY, 2002). Além das posturas e ações citadas, que haja monitoramento e pesquisas epidemiológicas com comissões independentes, edifícios públicos com zonas livres de sem fio, tais como hospitais e escolas (BENEVENTO, 2006). Os médicos devem aplicar o princípio da precaução para que seus pacientes fiquem longe do Smog Eletromagnético. Que se prove a segurança desses equipamentos, mudando-se a prova do dano para a prova de segurança (CHEN *et al.*, 2000).

ROOSLI *et al.* (2007), em um estudo, na Suíça, entre 1997 e 2002, compararam tumores do cérebro desse período entre usuários de celulares com tumores no cérebro na Suíça, no período de 1969 a 1997, antes do celular. Os autores concluíram que não havia relação com o uso

do aparelho. Mas os próprios pesquisadores concluíram que seus estudos eram limitados; consideraram as mortes e não o índice de incidência; não dividiram os tumores em subtipos; não distinguiram usuários constantes e ocasionais. O período para que o tumor cause óbito geralmente é de 15 a 20 anos, o que deve ocorrer entre 2008 a 2012.

Uma recente metanálise por Lennart Hardell, que é um oncologista e epidemiologista de câncer da Suécia, estudou a relação entre telefone celular e tumores no cérebro. Resultado dos presentes estudos sobre o uso dos telefones celulares, por 10 anos ou mais, dá um padrão consistente de risco aumentado para neuroma acústico e glioma. O risco é maior para a exposição ipsilateral (uso do celular no mesmo lado em que é diagnosticado o tumor no cérebro) (HARDELL *et al.*, 2007).

No estudo INTERPHONE, há sérios vícios de pesquisa como, por exemplo, quando se diz que não há nenhum risco de glioma ou meningioma no uso regular dos celulares, mas “regular” é definido no estudo como “uma chamada recebida ou feita por semana durante 6 meses”. Esta definição é inaceitavelmente minimalística e pode resultar em grave subestimação do risco da exposição, mas, mesmo assim, o estudo verificou um risco de glioma em dobro, depois de 10 anos de uso de celular. Além disso, entre as mulheres, descobriu-se que há quase o dobro do risco de glioma de alto grau no uso regular do celular. Subestimar os riscos de tumores no cérebro e afirmar isto como descoberta é terrível! SCHOEMAKER *et al.* (2005); LONN, (2004); SHUZ (2006); e LAHKOLA (2007), todos participantes do grupo INTERPHONE, apresentam resultados diferentes, quando realizam seus estudos particulares.

LAHKOLA (2007) confirmou, em estudos de caso controle, em 1.521 casos e 3.301 controles, o risco de glioma no uso ipsilateral do aparelho celular, por mais de 10 anos. Desses, somente 88 casos é que o usavam por mais de 10 anos. As próprias companhias de telecomunicação, que dizem que os resultados positivos têm viés porque usam informações do usuário e não dados computadorizados das chamadas, elas mesmas não mantêm esses dados ou não os tornam disponíveis.

HARDELL *et al.* (2007), em seu estudo no período de 1993 a 1997, em províncias da Suécia, nos casos que utilizavam telefones analógicos, por poucos pacientes e por menos de 10 anos, não detectaram a relação de dose-resposta para risco de câncer testicular, mas os autores evidenciaram efeito genotóxico nos espermatozoides. Tais descobertas foram confirmadas por

estudos laboratoriais *in vitro*, envolvendo esperma humano a 900 MHz de radiação de celular, depois de exposições há somente 5 minutos, tendo sido revisadas por EROGUL *et al.* (2006).

Recentemente, em uma metanálise de todos os dados epidemiológicos disponíveis, o uso diário prolongado de celulares associado com o uso em longo prazo, por 10 anos ou mais, mostrou um padrão consistente de um risco aumentado de tumores cerebrais, incluindo neuroma e glioma; e o risco é mais alto para a exposição ipsilateral (HARDELL *et al.*, 2007).

IRIGARY *et al.* (2007) revisaram a literatura sobre os fatores relacionados ao estilo de vida e agentes ambientais que causam câncer, como o álcool, tabaco, radiação (radioatividade, ultravioleta e CEM's alternados), vírus, bactérias, parasitas e xenoquímicos. Apesar da redução do consumo do álcool e do tabaco, a obesidade não está relacionada ao câncer, e o fator genético não muda em uma geração; e o câncer está atingindo todas as idades, devendo ser relacionado, segundo o autor, a fatores externos ambientais que podem ser os contaminantes do meio ambiente (HARDELL *et al.*, 2007).

PANAGOPOULOS *et al.* (2007) estudaram a morte celular induzida por GSM a 900 MHz, e DCS a 1800 MHz, radiação de Telefonia Móvel. Foi utilizada a análise TUNEL (Terminal deoxynucleotide transferase dUTP Nick End Labeling), uma técnica bem conhecida e amplamente utilizada para detectar o DNA fragmentado em vários tipos de células. Utilizou-se o TUNEL para detectar a morte celular pela fragmentação do DNA em um modelo biológico, nos estágios iniciais das oogêneses da mosca doméstica (*Drosophila Melanogaster*). As moscas foram expostas *in vivo*, tanto ao GSM 900 MHz, quanto ao DSC 1800, radiação oriunda do celular digital comum, por alguns minutos por dia, durante os 6 primeiros dias da suas vidas adultas. As exposições foram similares àquelas às quais estão expostos os usuários de telefonia celular. Alguns estudos anteriores, realizados por cientistas gregos, verificaram que a radiação altera a oviposição da mosca. Neste estudo atual, atribui-se esta diminuição na oviposição à degeneração de grande número de câmaras de ovos, depois da fragmentação do DNA, de suas células constituintes induzidas por radiação e telefonia celular. Pela primeira vez foi registrada morte celular induzida em todos os tipos de células que constituem a câmara do ovo, e em todos os estágios da oogênese inicial. Comparando as duas frequências, na frequência de 900 MHz, foi mais drástica. Os autores consideraram que efeitos semelhantes em seres humanos são certamente possíveis pelas seguintes razões: a) Os insetos são mais resistentes que os mamíferos, pelo menos na radiação ionizante (ABRAHAMSON *et al.*, 1973; e KOVAL *et al.*, 1977); b) Os resultados desse estudo estão de acordo com os efeitos relatados

sobre mamíferos (LAI e SINGH, 1995; LAI e SINGH, 1996;AITKEN *et al.*, 2005; SALFORD *et al.*, 2003). É também possível que a morte celular induzida em um número de células cerebrais possa explicar os sintomas tais como: dores de cabeça, fadiga, distúrbios do sono, relatados como “Síndrome da Microonda” (NAVARRO *et al.*, 2003; HUTTER *et al.*, 2006).

SHLEHOFER *et al.* (2007) estudaram os fatores de riscos ambientais para neuroma acústico esporádico. Avaliaram 97 casos de neuroma acústico, de pessoas entre 30 a 69 anos, e 194 controles. Afirmaram não terem encontrado nenhum risco aumentado nem para radiação ionizante nem para uso regular de telefone celular. Estudo não realizado com exposição em longo prazo.

YAN *et al.* (2007) avaliaram os efeitos da radiação de telefone celular nas células do esperma de ratos. Pesquisa realizada com 16 ratos machos, raça Sprague – Dawley, 250 a 300 g de peso. Foram expostos a 2 períodos diários de 3 horas, expostos a emissão de telefone celular por 18 semanas. Analisaram a motilidade, morfologia, o número de células e níveis de mRNA para 2 proteínas de adesão de superfícies da célula. O resultado foi uma maior incidência de morte das células do esperma, no grupo de casos, e, além disso, os ratos caminhavam muito lentamente. Esses resultados sugerem que carregar celulares perto dos órgãos reprodutores pode afetar negativamente a fertilidade masculina.

HAO *et al.* (2007) pesquisaram, em 1.200 genes de neurônio de ratos, a SAR de 2W/kg, frequência de 1800 MHz, modulada a 217 Hz, que é usada na telefonia móvel, CEM de RF alternada, GSM 1800, por 24 horas, SAR 2W/kg. Confirmaram os efeitos biológicos do CEM de RF, podendo mudar o perfil da expressão genética do neurônio do rato; e o neurônio é um bom modelo de célula para pesquisa de RF - CEM.

KHURANA (2008), membro do Colégio Real Australasiano de Cirurgiões, pesquisou, durante 14 meses, mais de 100 fontes de literaturas médicas e científicas, reportagens de imprensa e conteúdo de internet, sobre os telefones celulares e tumores cerebrais. O seu trabalho de pesquisa não foi financiado por nenhuma indústria ou órgão governamental, e é direcionado para o público em geral, indústria de telecomunicações e as comunidades científicas e de saúde, incluindo os funcionários de governo que regulamentam a saúde. O tempo de incubação ou latência é de 10 a 20 anos. Entre 2008 a 2012, chegaremos a uma época em que se começará a observar o impacto dessa tecnologia global nos índices de tumores cerebrais. Segundo o pes-

quisador, pode-se antecipar que este perigo tem ramificações na saúde pública, muito mais amplas do que o asbesto e o cigarro, e diretamente envolve a todos nós, particularmente a geração mais jovem. Há um crescente conjunto de evidência estatisticamente significante, mostrando uma relação entre o uso constante do celular e a ocorrência, no futuro, de tumor no cérebro, no mesmo lado em que se usa o aparelho. O risco aumentado é de duas a quatro vezes maior do que naquelas pessoas que não usam o celular. Os efeitos são cumulativos em longo prazo. A susceptibilidade genética é um outro fator a ser considerado. O celular começou a ser usado no norte da Europa em 1980, e espalhou-se mundialmente em 1990. Os suecos estão começando a detectar a relação entre as radiações de celulares e tumores cerebrais. Em 2007, há uma metanálise sueca com dados internacionais de longo prazo que confirmam esta preocupação crescente, pois foi no norte da Europa que o celular começou a ser vendido em massa. Ele recomenda usar o telefone fixo ao invés o celular; viva voz a mais de 20 cm de distância; minimizar o uso do *Bluetooth* e acessórios de *Headphone* não protegidos; minimizar o tempo de uso dos celulares e de telefones sem fio, para todos os adultos. Restringir o uso de telefones celulares e sem fio pelas crianças, para apenas situações de emergência. Os walkie-talkies e os rádios CB (*Citizen Band*), rádio de faixa de cidadão, são os mais agressivos, pois possuem altíssima saída de potência, 3 a 4 W, usados em aeroportos, comunidades rurais e corpo de bombeiro. Quanto mais usuários em uma rede de celular usando seus telefones simultaneamente, maior a saída da potência da antena. Estudos clínicos recentes bem conduzidos mostraram uma relação significativa entre o uso do celular em longo prazo e duas espécies de tumores cerebrais: neuroma schwannoma vestibular e glioma (particularmente nas formas malignas de astrocitoma). Chegou às seguintes conclusões: os telefones celulares são extremamente úteis, e, porque a poluição é invisível, qualquer perigo que esta exposição cause pode ser facilmente descartado.

Apesar das diferenças no esboço e na colocação dos estudos, os resultados são suficientemente consistentes para indicar que um risco aumentado de leucemia realmente existe nas crianças com alta exposição aos CEM's (AHLBOM *et al.*, 2000; GREENLAND *et al.*, 2000; DRA-PER *et al.*, 2005). Outros estudos epidemiológicos revelaram que os CEM's e principalmente as ELF podem também estar associados com tumores no cérebro e carcinoma na mama (MACK 1991; BEALL *et al.*, 1996; GUENEL, P. *et al.*, 1996; FEYCHTING, 1997; WAKE-FORD, R., 2004). As fontes mais visíveis de ELF – EMF são, em particular, as linhas de alta tensão, mas outras fontes, incluindo transformadores, motores de trem elétrico, e, em geral, todos os tipos de equipamentos elétricos.

JAUCHEM (2008) realizou uma revisão de literatura, no período de 1998 a início de 2006, e, nesta revisão, ele nega a existência de efeito de radiofrequência. A revisão de literatura excluiu câncer, tumor cerebral e efeitos no sistema nervoso central; incluiu o sistema cardiovascular, o reprodutivo e o imunológico. O autor trabalha na força Aérea Americana.

ROOSLI (2008) concluiu uma revisão de sete artigos publicados até agosto de 2007, para detectar os efeitos da RF de acordo com os padrões de ICNIRP, em um total de 182 pessoas que se declararam hipersensíveis aos CEM's, e 332 não hipersensíveis. Relatou que não há nenhuma evidência que indivíduos hipersensíveis possam detectar presença ou ausência dos CEM's – RF, do que outras pessoas. Há pouca evidência que a exposição em curto prazo a um celular ou a uma ERB cause sintomas; isto foi baseado em oito estudos randomizados investigando 194 indivíduos EHS - Electromagnetic Hypersensitive Individuals – Indivíduos Hipersensíveis à Eletromagneticidade, e 346 não EHS. Alguns desses testes forneceram evidência da ocorrência de efeitos nocebo.

O “efeito Zhadin” - um mecanismo atérmico de interação entre campos magnéticos e matéria viva -, é retratado nas Figuras 3.18a e 3.18b, que mostram o resultado da experiência realizada nos laboratórios das instalações do ‘Instituto Superiore per la Prevenzione e Sicurezza del Lavoro’(ISPESL), em Monteporzio Catone por GIULIANI *et al.* (2008), mostrando o efeito dos campos magnéticos fracos extremamente baixos sobre organismos vivos (BLACKMAN *et al.*, 1985).

A fim de se ter um modelo físico simples, ZHADIN *et al.* (1998) introduziram um sistema não biológico feito com uma solução aquosa diluída de aminoácidos (por exemplo, ácido glutâmico – GLU), contida em uma célula eletrolítica onde uma voltagem DC é aplicada. Seu valor abrange o mesmo intervalo dos potenciais da membrana celular (- 80 mV); uma combinação de dois campos magnéticos paralelos, um estático e o outro alternado, é aplicada ortogonalmente na direção da corrente. Quando a frequência dos campos magnéticos alternados equivale à frequência ciclotrônica do aminoácido ionizado, um pico muito estreito aparece na corrente elétrica. Este efeito foi chamado, na literatura, de “Efeito Zhadin”. GIULIANI *et al.* (2008) reproduziram o experimento de Zhadin nas instalações do C.N.R. – *Consiglio Nazionale delle Ricerche*, em Roma.

O modelo para este efeito foi sugerido com base na Eletrodinâmica Quântica – QED (*Quantum Electrodynamics*) (GIUDICE *et al.*, 2002; ZHADIN & GIULIANI, 2006; GIULIANI *et*

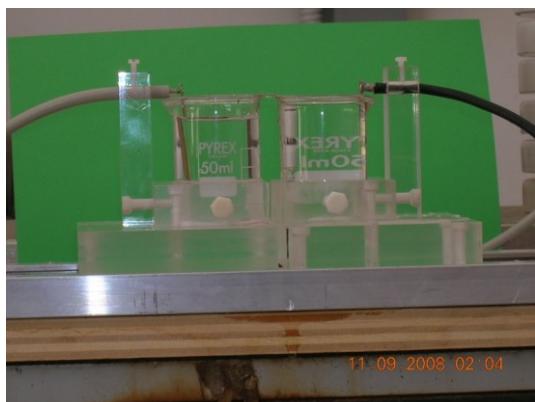
*al.*, 2008). Enquanto se realizava esse experimento, outro efeito que se ajusta à QED chamou a atenção da comunidade científica: a “Ponte de Água”, descoberta por W.G. ARMSTRONG ( 1893), e agora estudado através de moderna tecnologia (FUCHS *et al.*, 2007-2009). GIULIANI *et al.* (2008) reproduziram o experimento no laboratório, em Monteporzio Catone, em Roma.

Quando uma alta voltagem (15-25 kV, no mínimo) é aplicada entre os dois recipientes cheios de água, uma ponte de água flutuante se eleva entre eles. Ela tem um diâmetro de 1-3 mm e não se rompe quando os recipientes são afastados a uma distância (dependendo da voltagem aplicada) de 1,5 a 2,5 cm. A densidade da água diminui, enquanto sua temperatura aumenta de  $\pm 20$  C° a  $\pm 65$  C°, em um período de cerca de 45 minutos, no fim do qual a ponte se rompe.

GIULIANI *et al.*, (2008) sugerem uma base para uma explanação conjunta de ambos os efeitos baseada na física quântica em relação à água. A mesma base parece ser comum aos efeitos que os pesquisadores induziram para maturação e diferenciação da célula (LISI *et al.*, 2004-2008; GAETANI *et al.*, 2009).

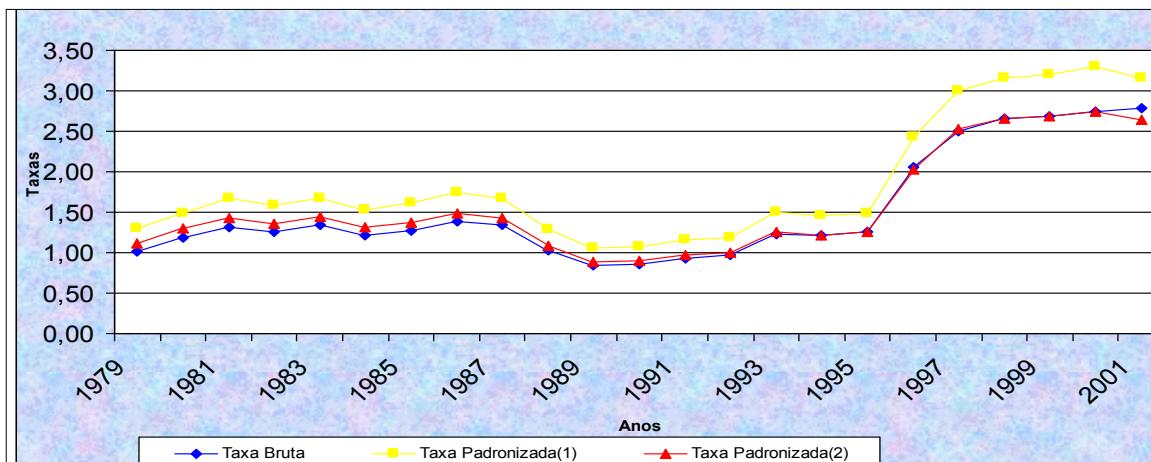
Tanto os experimentos de Armstrong (1898) quanto os de Zhadin (1998) fornecem uma evidência da ação dos Domínios Coesos (Agregados Mesoscópicos) como eles estão atuando dentro da matéria viva e são uma prova de um tipo de interação atérmica dos campos magnéticos fracos com os organismos vivos.

De acordo com o alerta de G. Heyland, no artigo “Physics and Biology of Mobile Telephony”, na “The Lancet”, em novembro de 2000, também os campos eletromagnéticos artificiais estão relacionados com o efeito Zhadin, por exemplo, para a frequência da modulação a 8 Hz, devido à comunicação GSM e DCS (HEYLAND, 2000).



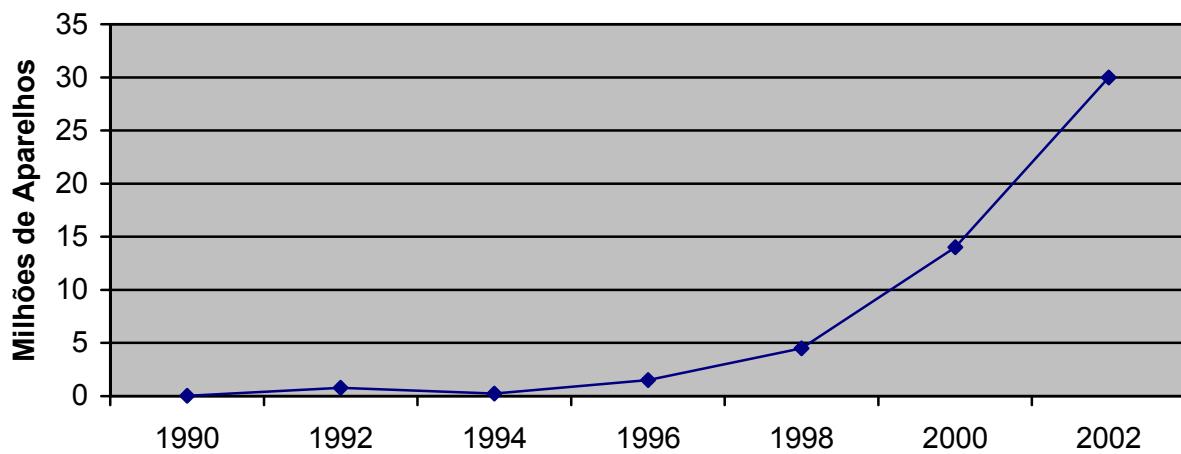
**Figuras 3.18a e 3.18b** – Experiência realizada por Giuliani *et al.*, mostrando a interação a-térmica dos campos magnéticos fracos com os organismos vivos.

Podemos observar, na Figura 3.19, os dados do INCA (Instituto Nacional do Câncer), sobre as taxas de mortalidade por câncer do encéfalo, brutas e ajustadas por idade pelas populações mundial e brasileira, por 100.000 habitantes, no Brasil, entre 1979 e 2001. Esta fonte foi da Divisão de Epidemiologia e Vigilância do Ministério da Saúde, INCA e IBGE. De acordo com BONITA et al (2003) o ajustamento das taxas de mortalidade é utilizado quando se tem o interesse em comparar duas ou mais populações que diferem quanto à característica básica, como por exemplo a idade. O processo de ajustamento pode ser feito de forma direta ou indireta, sendo mais comum a utilização do método indireto, onde as taxas da população padrão são aplicadas à população que está sendo estudada. Quando ajusta-se uma taxa de mortalidade pela idade, pela população brasileira ou mundial, temos então a mortalidade que uma população teria caso tivesse uma estrutura etária padrão. O ajustamento elimina o efeito da estrutura etária sobre as taxas de mortalidade.



**Figura 3.19**– Taxas de mortalidade por câncer do encéfalo, brutas e ajustadas por idade pelas populações mundial e brasileira, por 100.000 habitantes, entre 1979 e 2001 (DADOS DO INCA).

Também observamos, na Figura 3.20, de acordo com os dados da ANATEL, o crescimento do número de telefones móveis em serviço, no Brasil até o ano de 2002.

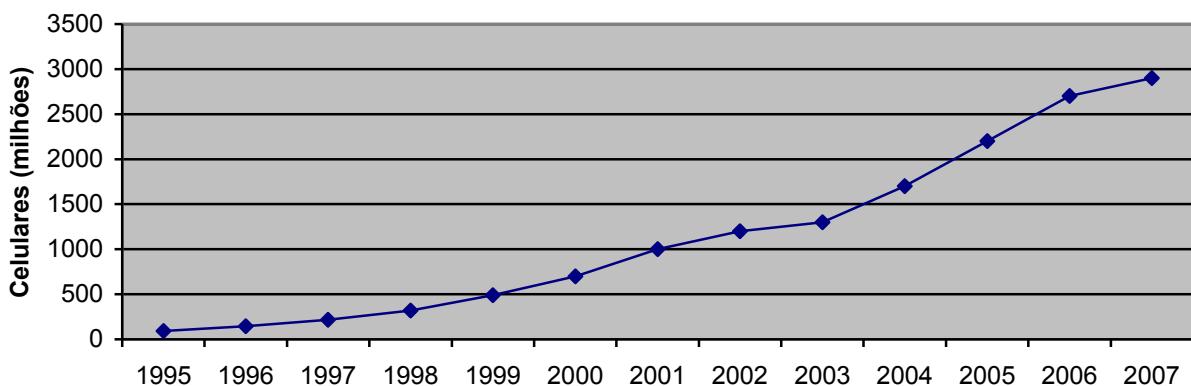


**Figura 3.20** – Número de telefones móveis no Brasil até 2002 (DADOS DA ANATEL).

Podemos observar, na figura 3.21, o crescimento exponencial de telefones celulares, no mundo, de 1995 a 2007, totalizando 2 bilhões e 900 milhões de aparelhos vendidos.

No Brasil, até fins de 2007, já haviam sido comercializados cerca de 113 milhões de aparelhos, sendo que, em maio de 2008, cresceu para 130 milhões de unidades móveis, e, em

fins de 2009, para mais de 164 milhões, perfazendo mais de 4 bilhões, no mundo, segundo dados da ANATEL.



**Figura 3.21** – Número de telefones celulares móveis no mundo até 2007 (DADOS DA ANATEL).

Com relação às figuras 3.19 e 3.21, não obstante a coincidência entre o crescimento de taxa de mortalidade por câncer do encéfalo e o crescimento do número de telefones celulares a partir de 1996, aproximadamente, não há, em nosso conhecimento, nenhuma explicação por parte das autoridades da Saúde até o presente momento.

A pesquisadora Devra Davis, publicou um livro em 2009 sobre *The Secret History of the War on Cancer* (“A História Secreta da Guerra Contra o Câncer”), do Centro de Oncologia Ambiental da Universidade de Pittsburgh, Estados Unidos, enfatizou, durante a sua apresentação no Seminário Internacional de Radiação Não Ionizante, Saúde e Ambiente, realizado em Porto Alegre, RS, Brasil, em 2009, que o uso de celulares por crianças e adolescentes poderia causar-lhes maior risco, já que a penetração da radiação no crânio e cérebro destes é muito maior. Esse tema foi investigado, do ponto de vista técnico, por GANDHI *et al.* (1996), do Departamento de Bioengenharia da Universidade de Utah, Estados Unidos, que também participou desse evento. O pesquisador é um pioneiro no desenvolvimento de modelos para cálculo da absorção da radiação dos celulares na cabeça dos adultos, jovens e crianças. Seu trabalho e de outros cientistas nessa área, como o de Devra Davis, tem sido fundamental para orientar políticas públicas em países como Finlândia, França, Alemanha, Reino Unido, Israel e Índia, que já tomaram iniciativas para restringir a propaganda de celulares para menores de 12 anos e alertar os pais sobre os potenciais de riscos. Em janeiro de 2007, pesquisadores suíços publicaram, no *Environmental Health Perspectives*, uma revisão sistemática, mostrando que a

maioria dos resultados era negativa, isto é, não encontraram associação entre o uso de celulares e efeitos à saúde. Esta revisão foi financiada exclusivamente pela indústria de telefonia celular móvel. Para Devra Davis, isso lembra muito o enfrentamento dos cientistas com a indústria do tabaco desde os anos de 1950. “É a mesma estratégia de levantar dúvidas sobre os achados experimentais e defender evidências obtidas em estudos próprios” (DAVIS, 2009).

O pesquisador, professor Álvaro Salles, da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, coordenador do Seminário Internacional de Porto Alegre (2009), deixou claro que as antenas usadas hoje emitem radiação para todos os lados e o trabalho de sua equipe tem sido para desenvolver modelos que direcionem o campo eletromagnético para o lado oposto ao da cabeça do usuário.

Segundo SAGE & CARPENTER (2009), o chefe do IEEE, Richard Tell, recebeu uma carta de Greg Lotz, do Instituto Nacional de Segurança Ocupacional e Saúde, RFIAWG (*Radiofrequency Inter Agency Working Group*) - Grupo de Trabalho Interagências sobre Radiofrequência -, do governo Americano. Nesta carta, emitiu uma declaração de diretrizes, em junho de 1999, que concluiu que o Padrão de RF atual não pode adequadamente proteger o público (LOTZ, 1999).

A RFIAWG identificou várias questões que precisam ser revistas pela ANSI-IEEE em suas diretrizes de exposição, entre elas (SAGE & CARPENTER, 2009):

- que só consideraram o aquecimento do tecido e não os efeitos modulados;
- que reconheçam as exposições agudas e crônicas a nível atérmico de baixas intensidades;
- que reconheçam a existência da deficiência, na média do tempo, que não diferencia a intensidade da radiofrequência modulada e a exposição de onda contínua, não podendo, portanto, proteger adequadamente o público;
- os padrões foram baseados em homens adultos de 1 metro e 80 centímetros, não levando em conta mulheres, crianças e pessoas de baixa estatura;
- os comitês que fazem os padrões são formados por políticos, físicos, engenheiros, e não por profissionais da área da saúde;

- a penalidade dos custos da saúde quase sempre cai no indivíduo, na família, no pagador de impostos, não na indústria, que se beneficiou economicamente.

### ***3.6 Conclusões das principais conferências e relatórios internacionais relacionados aos campos eletromagnéticos***

Em comunicado feito perante uma reunião de um Inquérito do Senado Australiano em 2000: Gerry Haddad, chefe da *CSIRO Telecommunications and Industrial Physics* (CSIRO Telecomunicações e Física Industrial) alertou que os novos padrões de exposição das telecomunicações, que estavam sendo propostos, não se preocuparam em prover um nível de proteção suficientemente elevado, particularmente com relação às crianças. O Dr. Haddad afirmou “Restringir o uso do telefone celular às crianças para propósitos essenciais... O Princípio da Precaução parece ser uma boa ideia.” O Dr. Haddad queixou-se de que a opinião da CSIRO teria sido rejeitada na formulação dos novos padrões de emissão, os quais se omitiam de aconselhar que se restringisse o uso dos telefones celulares pelas crianças (AUSTRÁLIA, 2001b).

Um dia depois da liberação de um estudo dinamarquês sobre telefonia celular, intitulado “*Cellular Telephones and Cancer – a Nationwide Cohort Study in Denmark*” (Telefones Celulares e Câncer – um Estudo de Coorte em toda a Dinamarca), conforme JOHANSEN *et. al.* (2001), uma equipe de cientistas dinamarqueses analisou as descobertas e questionou a validade das conclusões deste estudo. O Prof. Albert Gjedde, presidente da equipe e especialista em cérebro, também manifestou preocupações de que as crianças seriam mais vulneráveis, pois as suas células cerebrais estão ainda em crescimento e, por conseguinte, o campo eletromagnético pode acarretar danos mais sérios aos seus cérebros do que aos dos adultos. Além de aconselhar extrema cautela quanto a acatar as promessas de segurança, ele sugeriu aos dinamarqueses que reduzissem a exposição das crianças às emissões de telefones celulares ao mínimo possível (MAISCH, 2001).

A *Australian Communications Authority* (Autoridade Australiana de Comunicações) – ACA – distribuiu um panfleto, para cada escola do país, intitulado *Telefones Celulares... sua saúde e a regulamentação da radiação eletromagnética de radiofrequência* que afirmava apenas: “A importância da opinião científica nacional e internacional é de que não existe evidência substancial de que o uso do telefone celular possa trazer efeitos perniciosos sobre a saúde”

(AUSTRÁLIA, 2001a). Entretanto, o que o panfleto da ACA omite é a sua admissão da relevância limitada da ICNIRP, no tocante à exposição humana. As diretrizes da ICNIRP são essencialmente baseadas em estudos com animais sob exposições elevadas e de curta duração, com o objetivo de determinar limites de exposição capazes de evitar riscos imediatos à saúde (tais como aquecimento do tecido corporal, conhecido como efeito térmico), como resultado de altos níveis de exposição. Citando a própria ICNIRP: “A maioria dos efeitos biológicos reconhecidos da exposição a campos de RF é consistente com respostas ao aquecimento induzido... A maioria deles examinou outros resultados que não o câncer, muitos examinaram respostas fisiológicas e termorregulatórias, efeitos sobre o comportamento e sobre a indução de opacidades do cristalino (cataratas), bem como consequências adversas sobre a reprodução, resultantes de exposições agudas a níveis relativamente elevados de campos de RF. Muito poucos estudos são relevantes para avaliação da exposição de RF sobre o desenvolvimento de câncer em seres humanos” (ICNIRP, 1995).

Em uma reunião no dia 19 de setembro de 2001, a Comissão Nacional de Proteção contra a Radiação não Ionizante Russa (RNCNIRP) discutiu e aprovou as seguintes recomendações para a população em geral e para a indústria de comunicações celulares: “Apoiar o Princípio da Precaução da Organização Mundial da Saúde, com base em dados publicados por estudos estrangeiros, generalizações científicas, opiniões das organizações científicas internacionais e opiniões dos especialistas da RNCNIRP, para divulgar, em nome desta última, a seguinte informação à população a respeito das seguintes regras centrais de segurança e higiene, considerando o uso dos telefones celulares: - Crianças abaixo dos 16 anos de idade não devem usar telefone celular; - Mulheres gestantes não devem usar telefone celular; - Não devem usar telefone celular pessoas sofrendo de problemas ou doenças neurológicos, inclusive distúrbios neurastênicos ou depressivos, distúrbios mentais, neuroses, deficiência intelectual ou de memória, distúrbios do sono, epilepsia e predisposição a ela; - Limitar a duração das chamadas telefônicas a um máximo de três minutos e permitir um período entre chamadas de, no mínimo, 15 minutos. Dar preferência ao uso de fones de ouvido ou sistemas *hands-free*; - Além das especificações técnicas, os fabricantes e revendedores de telefones celulares devem incluir as seguintes informações específicas: - Todas as recomendações supracitadas, quanto ao uso; - Dados e conclusões de relevantes testes epidemiológicos e de saúde sobre telefones celulares, medições de campos eletromagnéticos e a identificação do laboratório que os executou” (BINDI, 2003).

Os cientistas presentes à Conferência Internacional, responsável pela Resolução de Catânia de setembro de 2002, concordam que a evidência epidemiológica e experimental – *in vivo* e *in vitro* - demonstra a existência de efeitos induzidos pelos campos eletromagnéticos (CEM's), alguns dos quais podem ser adversos à saúde. Há mecanismos biológicos plausíveis para efeitos induzidos pelos CEM's, que ocorrem em níveis inferiores aos das diretrizes da ICNIRP, IEEE e atuais recomendações de exposição da União Europeia. Os cientistas consideram, ainda, que existem lacunas no conhecimento dos efeitos físicos e biológicos e riscos de saúde relacionados aos CEM's, sendo necessária pesquisa adicional independente. Segundo eles, o peso da evidência requer estratégias preventivas com base no Princípio da Precaução.

Ressaltam também a importância de se promover pesquisas com vistas à proteção da saúde pública, em decorrência de exposições a CEM's, e de se desenvolver a base científica e estratégias para avaliação, prevenção, gerenciamento e comunicação de riscos, conforme esse Princípio (ITALIA. Comuna de CATÂNIA, 2002).

CARLO e SCHRAM, (2001) em seu livro *Cell Phones - Invisible Hazards of the Wireless Age* (Celulares - Danos invisíveis da era sem fio) relatam descobertas alarmantes de um funcionário sobre câncer e dano genético, incluindo preocupações a respeito do uso de telefones móveis por crianças e recomendações à saúde para os consumidores, a indústria de celular, aos funcionários da área de saúde pública, científica e médica e também recomendações para indústria e governo referente à internet sem fio.

Em Bangladesh, o Ministro do Meio Ambiente mencionou a possibilidade de aprovar leis proibindo o uso de celulares por menores de 16 anos, a fim de protegê-los de exposições à radiação, que poderia danificar seus cérebros. Ele descreveu o plano durante uma conferência de médicos e cientistas na capital, Daca. A legislação também prevê coibir as companhias de venderem telefones móveis para crianças. As famílias serão encorajadas a mantê-los fora do alcance das crianças. As operadoras de telefonia móvel de Bangladesh criticaram a proposta, alegando não haver base científica para a medida (ANANOVA, 2002).

Em relação às crianças utilizarem o aparelho celular, a *US Environmental Protection Agency* propôs novas diretrizes para avaliação dos riscos de câncer em crianças, levando em consideração que elas podem ser 10 vezes mais vulneráveis do que os adultos, quando expostas a uma ampla faixa de produtos químicos. Esta é a primeira vez que a EPA considera oficialmente a

diferença entre adultos e crianças, ao avaliar os riscos de câncer devido à exposição a produtos químicos (US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA, 2003).

As novas diretrizes propostas pela EPA salientam que se deve oferecer uma maior atenção à proteção dos jovens, quando a evidências disponíveis apontarem para um maior risco à saúde de qualquer agente ambiental seja ele químico, de micro-ondas ou de qualquer outra natureza.

A primeira vista, isto pode parecer irrelevante com relação à discussão do uso do telefone celular pelas crianças. No entanto, tem-se constatado que existe um grande volume de evidências científicas indicando que elas são também muito mais vulneráveis que os adultos aos efeitos sobre a saúde da exposição à radiação de micro-ondas oriunda dos telefones móveis.

E como se não bastasse essa predisposição, é exatamente esse universo que constitui o grupo de usuários do telefone móvel que mais cresce atualmente, com um forte estímulo das campanhas publicitárias profissionais da indústria de telefonia celular, que enaltecem o celular como algo indispensável ao estilo de vida atual.

A tecnologia da telefonia móvel foi liderada pelas ciências físicas. “Minha opinião é que devemos fazer mais investigações sobre os possíveis efeitos biológicos” (RADOWITZ, 2001).

Gerard Hyland, da Universidade de Warwick, Coventry, Inglaterra e do Instituto Internacional de Biofísica, Neuss-Holzheim, na Alemanha, elaborou um relatório e encaminhou ao Comitê - Scientific Technology Options Assessment - STOA da Comunidade Europeia, tratando especificamente de crianças e o uso dos telefones celulares, e relatando a maior vulnerabilidade das crianças pré-adolescentes.

“Espera-se um risco (potencialmente) mais elevado das crianças pré-adolescentes do que dos adultos – fato esse reconhecido no Relatório Stewart – pelas seguintes razões:

- a absorção na faixa de micro-ondas, usada em telefonia celular, é maior, particularmente em 900 MHz, em um objeto biológico com as dimensões da cabeça de uma criança do que na cabeça de um adulto, entre outras razões, devido ao efeito de ressonância e a uma maior penetração da radiação no cérebro da criança devido à menor espessura da sua caixa craneana.
- o sistema nervoso ainda em desenvolvimento e o grau de atividade das ondas cerebrais de uma criança (particularmente uma criança epiléptica) são mais vulneráveis à agressão dos

pulsos de micro-ondas usados no sistema GSM do que nos adultos já maduros. Isto se dá em virtude de as frequências de repetição dos trens de pulsos, de 8,34 MHz, e de pulsação, de 2 Hz, que caracterizam o sinal de um telefone equipado com o modo DTX (transmissão descontínua para economizar energia), caírem na faixa de frequências das ondas alfa e delta, respectivamente, que caracterizam a atividade cerebral. O fato de que essas duas atividades elétricas particulares estão em constante mudança em crianças até a idade de 12 anos, quando as ondas delta desaparecem e o ritmo alfa finalmente se estabiliza, significa que o cérebro de uma criança deve ser duplamente mais vulnerável a interferências dos pulsos de GSM;

- a maior atividade mitótica das células de uma criança em desenvolvimento torna-a mais suscetível a danos genéticos;
- o sistema imunológico de uma criança, cuja eficiência em todo caso é degradada pela radiação do tipo usado em telefonia celular, é geralmente menos robusto do que o de um adulto, fazendo com que a criança tenha menos capacidade de superar qualquer efeito adverso à sua saúde provocado pela exposição (crônica) a tais radiações” (HYLAND, 2004).

A Comissão Internacional de Segurança Eletromagnética (ICEMS) presidiu uma conferência internacional intitulada "O Enfoque Precaucionário dos CEM's: Base Lógica, Legislação e Implementação", sediada pela Prefeitura de Benevento, Itália, nos dias 22, 23 e 24 de fevereiro de 2006. Os cientistas presentes à conferência endossaram e estenderam a Resolução de Catânia de 2002, onde os pesquisadores pediram que se adotasse o Princípio da Precaução em relação às tecnologias que emitem Campos Eletromagnéticos (CEM's) e também que sejam avaliados os riscos à saúde, em decorrência de exposição a CEM's, nas condições atuais, para os trabalhadores e o público em geral. Mais evidência tem se acumulado, sugerindo que existem efeitos adversos à saúde, em decorrência de exposições ocupacionais e de público a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, ou CEM's, nos atuais níveis de exposição. O que é necessário, porém ainda não realizado, é um exame abrangente, independente e transparente da evidência que aponta para esse tema emergente e potencial de saúde pública. Com base na nossa revisão da literatura científica, os efeitos biológicos podem manifestar-se em decorrência de exposições tanto aos campos eletromagnéticos de frequências extremamente baixas (ELF/EMF) quanto aos de radiofrequências (RF/EMF). As evidências epidemiológicas e experimentais – *in vivo* e *in vitro* – demonstram que a exposição a CEM's de frequências extremamente baixas pode aumentar o risco de câncer em crianças e induzir outros problemas

de saúde, tanto em crianças quanto em adultos. Mais ainda, existe uma evidência epidemiológica acumulada indicando um risco aumentado de tumor cerebral, em decorrência do uso prolongado de telefones móveis, sendo este o primeiro CEM de RF amplamente estudado. Estudos epidemiológicos e de laboratório, que mostram riscos aumentados de cânceres e outras doenças, em decorrência de exposições ocupacionais, não podem ser ignorados. Estudos de laboratório sobre cânceres e outras doenças têm informado que a hipersensibilidade a CEM's pode ser devida, em parte, à predisposição genética (ICEMS, 2006).

A Resolução de Porto Alegre (2009) encontra-se no Anexo IV deste trabalho. Foi elaborada após o Seminário Internacional de Radiação Não Ionizante, Saúde e Meio Ambiente, realizado nos dias 18 e 19 de maio de 2009, em Porto Alegre (RS), Brasil. Organizaram o evento a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e o Ministério Público do Rio Grande do Sul, com patrocínios do Ministério da Saúde do Brasil, da Comissão Internacional de Segurança Eletromagnética, do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Porto Alegre (COMAM/PA), do Centro Estadual de Vigilância Sanitária do Rio Grande do Sul (CEVS/RS), dentre outros. Um número especial do periódico *Pathophysiology* 2009, abordando temas científicos e de políticas de saúde pública, envolvendo Campos Eletromagnéticos, foi publicado em março de 2009, indexado e referenciado nesta Resolução.

Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/09284680>>

### **3.7 Medição dos níveis de exposição dos campos eletromagnéticos**

Na metodologia para avaliação dos níveis de exposição aos campos eletromagnéticos, o monitoramento em campo foi realizado de acordo com as diretrizes referendadas abaixo:

1. “INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC.” - *IEEE - C95.1, 1999 Edition (Incorporating IEEE Std C95.1-1991 and IEEE Std C95.1a-1998)*. “IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz”. “3 Park Avenue, New York, NY 10016- 5997, USA. Print: ISBN-0-7381-1557-61999 SH94717. PDF: ISBN-0-7381-1558-6 SH94717”. 1999.

INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS, INCORPORADO. - *IEEE - Edição C95.1, 1999 (Incorporando o Padrão IEEE C95.1-1991 e o Padrão IEEE*

*C95.1a-1998). “Padronização do IEEE para Níveis de Segurança com Respeito à Exposição Humana a Campos Eletromagnéticos de Radiofrequência, 3 kHz a 300 GHz”. 3 Park Avenue, New York, NY 10016- 5997, USA. Print: ISBN-0-7381-1557-61999 SH94717. PDF: ISBN-0-7381-1558-6 SH94717. 1999.*

2. “INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC.” - *IEEE - C95.3-1991(Revision of ANSI C95.3-1973 and ANSI C 95.5-1981)* - “IEEE Recommended practice for the measurement of potentially hazardous electromagnetic fields – RF and microwave”. “3 Park Avenue, New York, NY 10016- 5997, USA. ISBN 155937-180-3. (Reaffirmed in 1997 by IEEE Std 95.1., 1999 Edition, Introduction, page iii)”. “*Recognized as an American National Standard (ANSI)*”. 1991/1997.

INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS, INCORPORADO. - *IEEE - C95.3-1991(Revisão do ANSI C95.3-1973 e ANSI C 95.5-1981)* - “Prática Recomendada pelo IEEE para Medição de Campos Eletromagnéticos - RF e Micro-ondas, Potencialmente Prejudiciais”, *reconhecida como uma Padronização Nacional Americana - ANSI*, e reafirmada, em 1997, pelo IEEE Std C95.1, Edição 1999, Introdução, página iii.

3. “NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS - NCRP Report n.º 119” - *A practical guide to the determination of human exposure to radiofrequency fields*. “Bethesda, Maryland, USA.” ISBN 0-929600-35-5. 1993.

O Guia editado pelo CONSELHO NACIONAL SOBRE PROTEÇÃO À RADIAÇÃO E MEDIÇÕES, - NCRP Documento n.º 119, situado em Bethesda, Maryland, EUA. “Um Guia Prático para a Determinação da Exposição Humana a Campos de Radiofrequência”, editado em 1993.

4. No Brasil, a partir de Julho de 2002, a “AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL”, no Anexo à Resolução N.º 03, de 2 de julho de 2002, regulamentou sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos, na Faixa de Radiofrequências, entre 9 kHz e 300 GHz, seguindo as diretrizes da ICNIRP, para ambientes ocupacionais ou controlados, e, para o público em geral, ambiente não controlado, estes padrões foram adotados pela Lei Federal nº 11.934, publicada em 05 de maio de 2009.

A escolha da sonda, isto é, do parâmetro do campo a ser medido, depende da frequência da fonte. Geralmente, em frequências acima de 300 MHz, a energia absorvida de um campo ele-

tromagnético por um objeto do tamanho de um homem adulto é determinada principalmente pelo campo elétrico. Portanto, nesta frequência, e acima dela, é suficiente medir o campo elétrico E. Em frequências abaixo de 300 MHz, os campos, tanto elétrico como magnético, devem ser medidos separadamente, se medidos na região de campo próximos. Por outro lado, sob condições de campos distantes, basta medir um dos campos, sendo o outro obtido a partir da equação:

$E = Z_0 H$ , em que o  $Z_0 = 377 \Omega$  é a impedância intrínseca do espaço-livre. Assim, na região de campo distante, os campos elétricos E e magnético H são relacionados à densidade de potência da onda plana equivalente, pela equação:

$$S = \frac{E^2}{377} = 377H^2 \quad 3.4$$

Em que S, E e H são expressos respectivamente, em unidades de  $\text{Wm}^{-2}$ ,  $\text{Vm}^{-1}$  e  $\text{Am}^{-1}$ .

Essas expressões também são úteis para determinar valores de  $E^2$  e  $H^2$ , quando medidas de campos próximos são feitas com um instrumento de banda larga que tenha um leitor calibrado em unidade de densidade de potência (NCRP, 1993).

Um estudo de monitoramento ambiental dos CEM's, em relação a duas ERB's de telefonia celular localizadas no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, foi realizado por DODE (2003b), a saber:

Site - BH 20, Maxitel, Rua do Ouro, nº. 1373, Bairro Serra, e

Site - CT 16, Maxitel, localizado na Rua Maria José nº. 567, Bairro Camargos.

Para realizar esta avaliação nas ERB's, escolhidas como estudo de casos, foram adotados os seguintes procedimentos: Levantamento e identificação das Estações Radiobase; dados informativos da ERB e dados técnicos das antenas no município de Belo Horizonte, através de informações das concessionárias, documentadas junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento Urbano, com vistas ao licenciamento ambiental.

**a)** Dados Informativos da ERB e Dados Técnicos da Antena, contendo as seguintes informações:

- altura da antena, em relação ao solo, em cada setor da ERB;
- desenho mostrando a orientação das antenas, em relação ao norte verdadeiro e ao norte magnético (azimute), em cada setor, referenciado também às construções;
- desenho mostrando a orientação das antenas, em relação às construções vizinhas, num raio mínimo de 30 metros (preferencialmente num raio de 100 metros);
- tilt mecânico da antena, de cada setor da ERB;
- tipo de antena utilizada em cada setor e suas informações técnicas:
  - Diagrama de irradiação horizontal;
  - Diagrama de irradiação vertical (incluindo tabela, detalhando o ganho em cada direção);
- ganho na direção de diretividade máxima;
- largura de feixe de 3 dB (planos horizontal e vertical);
- tilt elétrico;
- potência máxima na saída de cada transmissor;
- número total de transmissores em cada setor da ERB;
- perda (em dB) nos combinadores utilizados em cada setor da ERB;
- tipo do cabo coaxial e seu comprimento utilizado em cada setor da ERB.

**b)** Cálculo teórico e medição do campo elétrico, e comparação com os limites de exposição, determinados pela norma da ICNIRP e pelo Anexo à Resolução n.º03 da ANATEL:

- adoção dos níveis de referências (em V/m), como limites máximos de exposição da radiação não ionizante, obedecendo à legislação local e à resolução da ANATEL / ICNIRP;

- aplicação da teoria de propagação de ondas eletromagnéticas para cálculo do campo elétrico, nos pontos de avaliação (HAYT, 1978; NCRP, 1981; BLAKE, 1966).
- análise teórica dos campos eletromagnéticos, nos pontos mais importantes e de maior exposição à radiação, nos setores irradiados pelas antenas emissoras;
- cálculos teóricos, levando em consideração que as estações estariam com o número máximo de canais em operação.

- c)** Foi elaborado um mapa de risco, para cada ERB em estudo.
- d)** Foi realizada a projeção de radiação dos diagramas horizontais das antenas em estudo, na região de sua localização, observando-se o azimute de cada setor.

**e)** pontos selecionados

Selecionaram-se quatro pontos em volta da ERB, sendo um deles junto à torre de transmissão, por haver pessoas que lá habitam. Os outros três pontos restantes foram escolhidos na direção do lóbulo principal da antena transmissora (observando os diagramas horizontal e vertical da antena), considerando as inclinações da antena - Tilt elétrico e Tilt mecânico, na frente de cada setor da ERB, e a uma distância da torre, variando entre 10 e 150 metros.

A partir da análise dos dados informativos da ERB, procedeu-se da seguinte forma:

- procura das direções principais dos setores da ERB em relação ao ambiente;
- medição em Banda Larga para detectar o nível da exposição aos Campos Eletromagnéticos;
- posicionamento estático do medidor e execução das medições.

**f)** medições dos campos eletromagnéticos no entorno das ERB's

As medições foram feitas sob condições de ondas planas uniformes, onde os planos foram considerados ortogonais, e relacionados simplesmente pela impedância do espaço livre. Os valores encontrados foram comparados com os limites estabelecidos pela ANATEL/ IC-NIRP/ANSI/IEEE.

- a medição da intensidade do campo elétrico (V/m) *in loco* foi realizada nos pontos selecionados. A medição do campo elétrico contabilizou a radiação de fundo e a contribuição da radiação eletromagnética proveniente da instalação da antena;
- o equipamento utilizado foi o Medidor de Campo elétrico de Faixa Larga Sonda Isotrópica, modelo “EMR-300”.

**g) resultados obtidos**

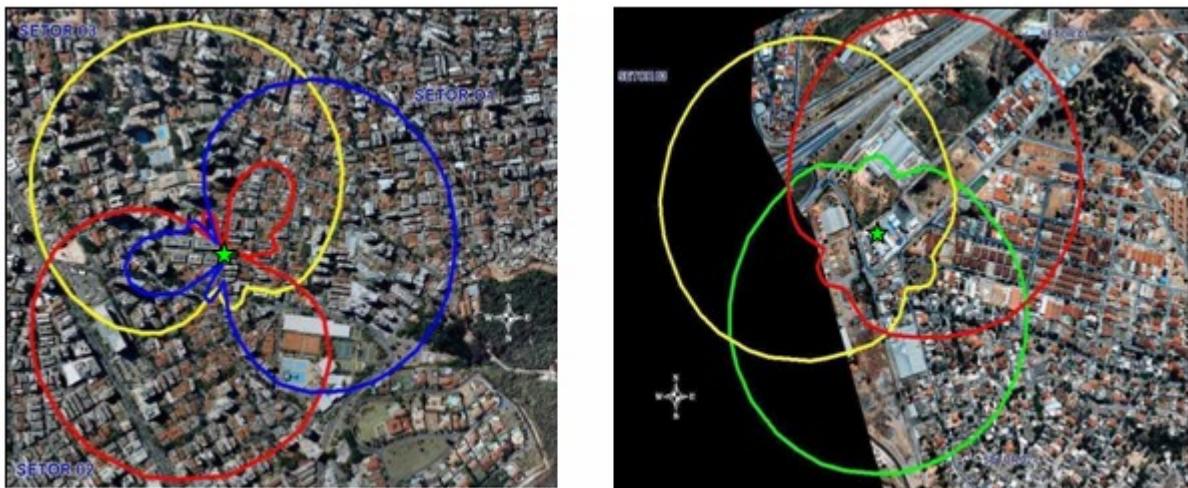
Os cálculos teóricos e as medições em campo encontradas obtiveram valores inferiores, quando comparados com os limites sugeridos pela ICNIRP e adotados pela ANATEL. Entretanto, quando confrontados com padrões mais restritivos de outras cidades e de outros países, alguns valores foram ultrapassados. Os maiores valores estimados encontrados foram de 70,5 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) e o campo elétrico de (16.3 V/m). O maior valor medido foi 3,4 V/m.

Uma projeção também foi realizada para uma nova construção a 15 metros da torre, que correspondeu ao outro lado da rua do ponto onde está a ERB, para o Setor 3, do Site BH 20, Maxitel, com altura na direção do ganho máximo da antena transmissora; o Campo Elétrico foi de 54,6 V/m e a Densidade de Potência foi de 788 W/m<sup>2</sup>. Os valores encontrados superaram os limites sugeridos pelas normas da ANATEL/ICNIRP (DODE, 2003b).

O mesmo procedimento foi realizado para o Site CT 16, a 10 metros, na direção do ganho máximo da antena, o Campo Elétrico encontrado de 42,08 V/m também superou os limites da ANATEL/ICNIRP (DODE, 2003b).

**h) projeção da radiação do diagrama horizontal**

Em relação às projeções da Radiação do Diagrama Horizontal, realizadas no trabalho DODE (2003b), para as duas regiões em estudo, pode-se observar que existem áreas onde há Sobreposição de Radiação (Setores 1, 2 e 3), como mostra a figura 3.22, para o Site BH-20, Bairro Serra e para o Site CT-16, Bairro Camargos.



**Figura 3.22 – Projeção do Diagrama de Irradiação Horizontal das ERB's – Sites BH 20 e CT**  
16 – Maxitel (DODE, 2003b).

### 3.8 Síntese dos principais tipos de estudos epidemiológicos

De acordo com PEREIRA (2001); CAIAFFA *et al.*, (2003), os principais estudos encontrados na área de Epidemiologia são descritos abaixo:

- estudos descritivos;
- estudos analíticos: Ensaio clínico randomizado, Estudo de coorte, Estudo de caso-controle, estudo transversal e
- estudos ecológicos.

#### 3.8.1 Estudos descritivos

Os estudos descritivos são: Estudo de Caso, Série de Casos, Estudo de Incidência e Estudo de Prevalência.

O estudo de caso e a série de casos são investigações em que somente estão incluídos os “casos”, isto é, a pesquisa restringe-se ao numerador. Elas não são investigações epidemiológicas propriamente ditas, como as outras duas, os estudos de incidência e prevalência. Nestes, há casos em relação à população, ou seja, ao numerador e ao denominador, gerando, respectivamente, taxas de incidência e prevalência.

As investigações epidemiológicas de cunho descritivo têm o objetivo de informar sobre a distribuição de um evento, na população, em termos quantitativos. Elas podem ser de incidência ou prevalência. Nelas, não há formação de grupo-controle para a comparação dos resultados, na forma como é feita nos estudos analíticos.

A população utilizada em estudos descritivos pode ser composta só de doentes, como em muitas investigações hospitalares; pode ser também constituída de pessoas sadias - caso de uma pesquisa sobre cobertura vacinal; ou de uma mistura de sadios e doentes, como ocorre nas pesquisas de morbidade em nível de domicílio.

Os resultados dos estudos descritivos são utilizados para identificar grupos de risco e sugerir explicações para as variações de frequência, o que serve de base ao prosseguimento de pesquisas sobre o assunto através de estudos analíticos.

### **3.8.2 Estudos analíticos**

Os estudos analíticos descritos abaixo são metodologicamente diferentes dos descritivos e podem ser considerados como pertencentes a uma segunda fase no processo de obtenção de conhecimentos sobre um tema. “As pesquisas analíticas estão usualmente subordinadas a uma ou mais questões científicas, as “hipóteses”, que relacionam eventos: uma suposta “causa” e um dado “efeito” ou, como habitualmente é referido, entre a “exposição” e a “doença”.

#### 3.8.2.1 Ensaio clínico randomizado

Nesta investigação parte-se da “causa” em direção ao “efeito”. Os participantes são colocados “aleatoriamente” para formar os grupos: o de estudo e o de controle. A alocação aleatória tem o objetivo de formar grupos com características semelhantes. Em seguida procede-se à intervenção, em que se deseja avaliar os resultados em apenas um dos grupos, servindo a outro para comparação final. Neste estudo procura-se verificar a incidência de casos, nos grupos de expostos e não expostos.

As vantagens e limitações do Estudo de Ensaio Clínico Randomizado são, segundo PEREIRA (2001):

Vantagens: alta credibilidade como produtora de evidências científicas; os grupos (de estudo e controle) têm grande chance de serem comparáveis em termos de variáveis de confusão – se o tamanho da amostra for grande; não há dificuldade da formação do grupo-controle; Limitações: algumas situações não podem ser pesquisadas com esta metodologia por dificuldades de natureza prática; por questões éticas, muitas situações não podem ser experimentalmente investigadas; exigência de população estável, e cooperativa; alguns participantes deixam de receber um tratamento potencialmente benéfico, ou são expostos a um procedimento maléfico.

### 3.8.2.2 Estudo de coorte

“Coorte” vem do latim “cohorte,” que era uma parte de uma legião entre os antigos romanos. Hoje, o termo tem um significado de um grupo de pessoas com características comuns.

Esta investigação parte também da “causa” em direção ao “efeito”. Entretanto, a diferença reside em não haver alocação aleatória da exposição como no estudo anterior. Os grupos são formados por observação das situações na vida real, ou por alocação arbitrária de uma intervenção, permitindo comparações. Neste estudo procura-se fazer uma comparação entre a incidência de casos nos grupos expostos e não expostos. Como vantagens deste tipo de estudo, pode-se observar que não há problemas éticos quanto a decisões de expor as pessoas a fatores de risco ou tratamentos; a seleção de controle é simples; a qualidade dos dados sobre exposição e doença pode ser de excelente nível, já que é possível proceder à sua coleta no momento em que os fatos ocorrem; os dados referentes à exposição são conhecidos antes da ocorrência da doença; a cronologia dos acontecimentos é facilmente determinada: primeiro, ocorre a exposição, depois, o desfecho clínico; muitos desfechos clínicos podem ser investigados simultaneamente; os resultados são expressos em coeficientes de incidência, nos expostos e nos não expostos.

Suas principais limitações são: falta de comparabilidade, em potencial, entre as características do grupo de expostos e de não expostos; alto custo nos estudos prospectivos de longa duração, e as perdas de seguimento podem ser grandes.

### 3.8.2.3 Estudo de caso-controle

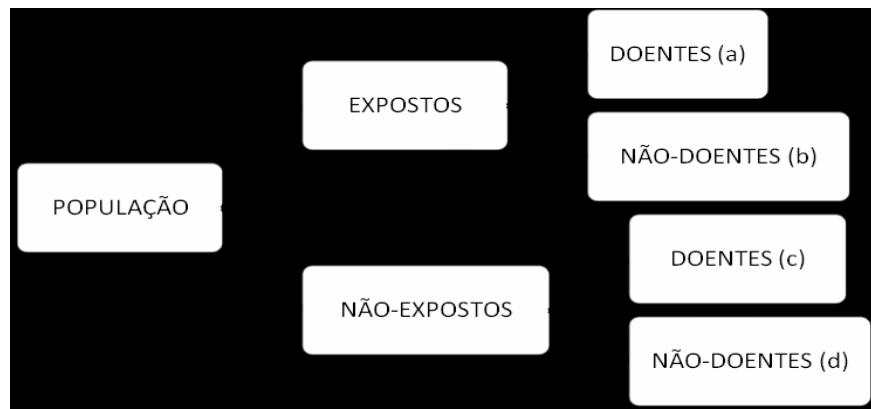
A investigação do tipo caso-controle parte do “efeito” para chegar às “causas”. Pesquisa em que pessoas escolhidas têm uma doença (os casos), e pessoas comparáveis, que não possuem esta doença (os controles), são investigadas para saber se foram expostas a fatores de risco, de modo a determinar se tais fatores de risco são causas contribuintes da doença. A partir do doente olha-se para trás em busca de exposições para explicar a doença. A questão científica a ser esclarecida em estudo de caso-controle é a seguinte: quais são as causas da doença?

Nestes estudos os resultados são obtidos rapidamente; possuem baixo custo; não há necessidade de acompanhamento dos participantes; muitos fatores de risco podem ser investigados simultaneamente; o número de participantes, nos grupos, pode ser pequeno; o método é prático para investigação da etiologia de doenças raras.

No entanto, na maioria das situações, somente os casos novos devem se incluídos na investigação, para evitar o viés da prevalência; a seleção do grupo controle é uma grande dificuldade; pode ocorrer falta de comparabilidade entre as características de casos e controles; os dados de exposição no passado podem ser inadequados; os dados de exposição podem ser viciados; o cálculo de taxas de incidência da doença não pode ser feito diretamente: neste caso, o investigador é que determina o número de casos a estudar; e a interpretação é dificultada pela presença de fatores de confusão.

### 3.8.2.4 Estudo transversal

O estudo transversal indica se existe associação entre exposição e doença, na população investigada, em um determinado momento, ou seja, se naquele momento específico, no grupo de pessoas expostas ao fator de risco, é também encontrado maior número de doentes – ou vice-versa. Os estudos transversais medem a prevalência das doenças e são frequentemente chamados de estudos de prevalência. Nesta modalidade de investigação, “causa” e “efeito” são detectados simultaneamente. É somente a análise de dados que permitem identificar os grupos de interesse - os expostos e não expostos, os doentes e os sadios -, de modo a investigar a associação entre a exposição e a doença, como se observa na figura 3.23.



**Figura 3.23 - Fluxo dos eventos relacionando exposição e doença.**

As letras a, b, c, d – representam os quatro possíveis resultados (PEREIRA, 2001).

As vantagens e limitações desse estudo são:

Vantagens: Simplicidade e baixo custo; rapidez; objetividade na coleta dos dados; não há necessidade de seguimento das pessoas; facilidade para obter amostra representativa da população; boa opção para descrever as características dos eventos na população; único tipo de estudo possível de realizar em numerosas ocasiões para obter informação relevante, em limitação de tempo e de recursos.

Limitações: Condições de baixa prevalência exigem amostra de grande tamanho; possibilidade de erros de classificação; os pacientes curados ou falecidos não aparecem na casuística de casos; dados de exposição atual podem não representar a exposição passada; a exposição ocorrida no passado é o dado de maior importância para estabelecer relação causal com determinado efeito; a relação cronológica entre os eventos pode não ser facilmente detectável; a associação entre exposição e doença, se detectada, refere-se à época da realização do estudo e pode não ser a mesma da época de aparecimento da doença; não determina risco absoluto, ou seja, a incidência, interpretação dificultada pela presença de fatores de confusão.

### **3.8.3 Estudos ecológicos**

Nos estudos anteriormente citados, a unidade de observação é o indivíduo. Outra categoria de pesquisa é a que emprega o grupo de “indivíduos” como unidade de observação, como descrito abaixo. Reserva-se a denominação “Estudo Ecológico” ou um de seus sinônimos: estudo de grupos, de agregados, de conglomerados, estatísticos ou comunitários.

Nos estudos de indivíduos, têm-se informação sobre cada indivíduo integrante da amostra.

Como, por exemplo, a doença de Chagas, em amostra aleatória de indivíduos de uma área rural, procurar-se-ia saber, de cada um deles, as suas características demográficas (sexo, idade, etc.) e, através de exames clínicos e laboratoriais, se é ou não infectado; uma vez infectado, se é ou não doente, ao lado da identificação da respectiva forma clínica da doença.

#### **Estudo de grupos (ou estudo ecológico)**

Neste segundo tipo de investigação, a unidade de observação é um conjunto de indivíduos. O termo “estudo ecológico” tem origem na utilização de áreas geográficas como unidades de análise e, por extensão, generalizou-se para outras situações em que a unidade é formada por um grupo. Atualmente, denomina-se “variável ecológica” aquela que descreve o que ocorre em grupos de indivíduos, por exemplo, porcentagem de adultos com vida sedentária. Os dados já estão agregados e não se sabe se um determinado indivíduo tem esta ou aquela característica. Uma pesquisa internacional de correlação entre o consumo de álcool e a incidência de câncer de estômago, em diversos países que utilizem informações de anuários estatísticos, é exemplo de estudo ecológico.

Interpretar bem os achados de um estudo ecológico não é tarefa simples. Neste estudo existem parâmetros “confundidores” ou “variáveis de confusão”, que dificultam a interpretação dos resultados. Quando tal erro de interferência é cometido, é chamado de “falácia ecológica”, ou “viés ecológico”. A observação da associação de eventos em nível de população, mesmo consistentemente constatada, não significa, necessariamente, haver a mesma associação em nível de indivíduo.

Os estudos ecológicos, iguais aos de indivíduos, podem ser descritivos e analíticos, de observação e de intervenção, ou randomizados e não randomizados.

### 3.8.3.1 Delineamento, vantagens e limitações de um estudo ecológico.

Entre as vantagens de um estudo ecológico estão a facilidade de execução e seu baixo custo. Não há fase de coleta de dados, caso a caso, necessária em estudos individuais. Usam-se informações estatísticas já prontas.

Um requisito essencial para utilização correta destas informações é o conhecimento suficiente de como foram geradas, especialmente de aspectos administrativos, das definições empregadas, das limitações da base de dados que lhes deu origem – em termos de abrangência e qualidade dos diagnósticos e de possíveis diferenças de critérios, quando se fazem comparações geográficas e temporais.

Algumas outras vantagens são: a rapidez (os dados estão usualmente disponíveis, sob a forma de estatísticas, para serem utilizadas) e as conclusões são generalizáveis com mais facilidade do que em estudo em base individual.

Já as limitações deste tipo de estudo estão relacionadas: ao não acesso a dados individuais, só a informações estatísticas: por exemplo, não se sabe se quem é exposto também é doente. Logo, possibilidade de falácia ecológica: interpretação enganosa por atribuir a um indivíduo o que se observou em estudos ecológicos; as dificuldades em proceder à análise estatística por causa da unidade de observação ser um grupo de pessoas; a possibilidade de efetuar muitas comparações, o que facilita encontrar correlações significativas apenas por acaso; às correlações que são, em geral, mais altas do que em estudos individuais; e a dificuldade em controlar os fatores de confusão.

### 3.8.3.2 Variável de confusão

Uma limitação importante dos estudos ecológicos é a dificuldade de lidar com variáveis extrínsecas, que funcionam como fatores de confusão, pois são geralmente difíceis de medir ou de controlar. Inferências a partir de estudos ecológicos estão sujeitas ao viés ou bias ecológico se, e somente se, pretende inferir os resultados para o nível menos complexo de agregação representado pelo indivíduo.

### 3.8.3.3 Modalidades de correlação ecológica

As comparações geográficas e de séries cronológicas são os dois tipos principais de estudo de correlação ecológica, pela própria facilidade de obter informações necessárias. Os estudos ecológicos ou de correlação iniciam frequentemente o processo epidemiológico. Uma atração dos estudos ecológicos é que os dados podem ser usados de população com características amplamente diferentes.

### 3.8.3.4 Comparações geográficas

As comparações geográficas são muito utilizadas, como por exemplo, no estudo realizado sobre a incidência de luz solar e de câncer de mama, na antiga União Soviética.

Os estudos mostraram correlação negativa entre incidência de luz e de câncer da mama: em locais de baixa luminosidade solar, foi encontrada alta incidência deste tipo de neoplasia, e vice-versa. Em muitos países, semelhante associação também foi detectada. A evidência sugere, segundo os autores, que a vitamina D possa ter papel de relevo na redução do risco de câncer de mama, e estudos adicionais devem ser feitos para esclarecer a matéria. No entanto, há outras explicações igualmente plausíveis para os achados e que confundem a interpretação, entre as quais, as variações de nível socioeconômico, entre as regiões investigadas, assim como de religião e de etnias, que estão associadas a diferentes padrões de comportamento reprodutivo, dietético e de outra natureza.

Os resultados de comparações geográficas para adquirirem credibilidade devem ser consistentemente observados e confirmados por outras investigações, particularmente naquelas em que a unidade de observação é o indivíduo. As pesquisas ecológicas são, portanto, provocativas de novas investigações.

Outro exemplo de estudo ecológico é: tipo de solo e câncer de estômago. As estatísticas internacionais indicam que o Chile tem uma das mais altas taxas de mortalidade por esse tipo de neoplasia (ARMIJO, *et al.*, 1981).

O país caracteriza-se por conter altos níveis de nitrato em seu solo, situação rara no mundo, neste particular. Estabeleceu-se a suspeita de ser o nitrato, em altas concentrações, um agente causador da neoplasia. Outras comparações regionais dentro do próprio país, contrastando-se

áreas com altas e baixas concentrações de nitrato mostraram a mesma correlação: alto teor da substância no solo, alta mortalidade por câncer de estômago e vice-versa. No entanto, estudo do tipo caso-controle, realizado naquele país, não detectou a mesma associação. A suspeita, portanto, levantada em nível ecológico não pode ser confirmada em nível individual, embora tampouco tenha sido descartada em definitivo.

As comparações geográficas são, também, muito utilizadas para avaliar o impacto de intervenções. Os programas governamentais tendem a ser localizados, beneficiando certas áreas. A comparação de indicadores de saúde entre as áreas pode ser de interesse para verificar o impacto de programas de saúde. A avaliação de impacto de programas é uma importante aplicação dos estudos ecológicos, caminho ainda pouco explorado, mas que, no futuro, terá grande desenvolvimento, à medida que as estatísticas de saúde se tornarem mais precisas e mais apropriadas para esse objetivo.

### 3.8.3.5 Comparações de séries cronológicas

A comparação de duas séries de dados, de um fator de risco e de um agravo à saúde, dispostas em sequência cronológica, permite suspeitar a presença ou não de associação. Semelhantes às comparações geográficas, as séries históricas são úteis para levantar hipóteses, investigar etiologia e avaliar intervenções. Como exemplo, podemos citar os dados do INCA (Instituto Nacional do Câncer), sobre as taxas de mortalidade por câncer do encéfalo, brutas e ajustadas por idade pelas populações mundial e brasileira, por 100.000 habitantes, no Brasil, entre 1979 e 2001 como mostra a Figura 3.19. Podemos observar na Figura 3.20 o crescimento de número de telefones móveis em serviço, no Brasil até o ano de 2002.

A Figura 3.21, mostra o crescimento exponencial de telefones celulares no mundo, de 1995 à 2007, totalizando 2 bilhões e 900 milhões de aparelhos vendidos. Segundo a ANATEL, no Brasil, em maio de 2008, já haviam sido ultrapassados 130 milhões de unidades móveis. Em fins de 2009, totalizava mais de 4 bilhões, no mundo, e mais de 164 milhões, no Brasil.

A mortalidade por cirrose situava-se nos Estados Unidos em treze óbitos anuais por 100 mil habitantes, antes da chamada “lei seca” que proibiu a venda de bebidas alcoólicas (PEREIRA, 2001). Após o início da proibição, em pouco tempo, a mortalidade por cirrose hepática reduziu-se à metade, mas, com o seu término, na década de 1930, as taxas voltaram aos mesmos

treze óbitos por 100 mil habitantes. Na Inglaterra, ao contrário, a mortalidade por cirrose hepática que era de 10 óbitos anuais por 100 mil habitantes, no começo do século, baixou para três por 100 mil na metade do século – uma redução de 70 % - redução esta correlacionada à diminuição do consumo de bebidas destiladas, atribuída ao efeito de pesados impostos que sobre eles passaram a incidir. Evidências como estas, provenientes de correlações entre séries temporais, são usadas pelos planejadores e legisladores, para justificar aumentos de taxas sobre bebidas alcoólicas e para tomar outras providências, visando restringir o seu consumo de modo a influenciar os respectivos níveis de morbimortalidade.

### 3.8.3.6 Interpretação de resultados

Os estudos ecológicos são muito usados para levantar as possíveis relações causais, como também para testar hipóteses etiológicas e avaliar o efeito de intervenções (MORGENSTERN, 1982; WINKELSTEIN, 1985). A sua interpretação possui os seguintes aspectos: a abrangência das estatísticas, a qualidade dos diagnósticos, as variáveis de confusão e o acaso, como explicação. É conveniente formular hipóteses, previamente, e não depois da análise dos dados. Como é o caso da pesquisa que será abordada nesse trabalho, sendo a seguinte hipótese a testar: Existe alguma correlação espacial e temporal dos casos de óbito por neoplasias e as localizações das Estações de Radiobase, no município de Belo Horizonte, no mesmo período de estudo.

### 3.8.3.7 Estudo ecológico randomizado

Este estudo ecológico pode ser planejado, incluindo no delineamento a randomização de áreas ou outros agregados, como clientelas de médicos ou estabelecimentos de saúde. A realização de um estudo ecológico randomizado pode ter muitas justificativas, entre as quais, a impossibilidade de se realizar um ensaio em nível individual, o custo relativamente reduzido ou o fato de envolver menos problemas éticos. Um grande problema, deste como de outros tipos de investigação, é a constituição de um grupo controle apropriado para a pesquisa, nem sempre fácil de ser formado ou de ser aceito sem restrições.

### 3.8.3.7.1 Comparação de duas unidades ecológicas (ou comunidades) e comparação de mais de duas unidades ecológicas (ou comunidades)

Muitas investigações experimentais, de natureza ecológica, são realizadas com a seleção de apenas duas populações, uma para ser a experimental e a outra, para funcionar de testemunha.

Quando a comparação é realizada com mais de duas unidades ecológicas, as investigações são levadas a efeito por comparação entre número maior de unidades, comunidades ou aglomerados populacionais, simultaneamente. Raramente, o número de unidades a alocar é grande, de modo que há sempre o risco de os grupos, experimental e controle, não serem semelhantes com respeito a importantes características. Recomenda-se a utilização também de outras técnicas, como a estratificação ou o empareamento das unidades, no intuito de anular as características julgadas importantes e que possam confundir os resultados (DONNER, 1987).

## **3.9 Princípio da Precaução**

### **3.9.1 História do Princípio da Precaução**

Esta revisão se embasa em TICKNER (1999); THORNTON (2000a, 2000b); UNESCO (2005). Quando uma atividade levanta possibilidade de nocividade à saúde humana ou ao meio ambiente, medidas preventivas devem ser tomadas, mesmo se alguma relação de causa e efeito não for completa e cientificamente estabelecida. Durante anos os movimentos ambientais e de saúde pública têm lutado para encontrar caminhos para proteger a saúde e o meio ambiente, quando ainda existe a incerteza científica sobre causa e efeito.

O público tem carregado o ônus de provar que uma atividade em especial ou uma substância é perigosa, enquanto aqueles que executam as atividades potencialmente perigosas e lançam no meio ambiente os produtos potencialmente perigosos são considerados inocentes, até que sejam provados culpados. As companhias que adotam práticas perigosas e manuseiam e permitem que os produtos químicos cheguem ao meio ambiente parecem, muitas vezes, ter mais direitos que os cidadãos.

O encargo de provar cientificamente a relação dose-resposta colocou uma enorme barreira na campanha para proteger a saúde e o meio ambiente. Ações para prevenir danos são normalmente tomadas somente depois que a prova significativa de dano for estabelecida, podendo, então, ser muito tarde.

Quando grupos de cidadãos baseiam suas demandas para parar uma atividade particular pela experiência e observação ou algo menos do que uma estrita prova científica, eles são acusados de ser emocionais e histéricos. Para ultrapassar essa barreira, é necessário um instrumento de ação com poder ético e de cunho científico para a tomada de decisões.

Nós estamos em uma conjuntura excitante na história do mundo: de um lado, vemos ameaças nunca havidas à saúde humana e ao meio ambiente que sustenta a vida, por outro lado, temos a oportunidade de mudar fundamentalmente o modo como as coisas são feitas.

Nós não temos que aceitar as coisas como elas estão.

A “Precaução” é um princípio-guia, que nós podemos usar para parar a degradação ambiental.

O Princípio da Precaução é um novo modo de pensar sobre a proteção ambiental ou a proteção à saúde pública, e a permanência da exposição a situações e a agentes de risco em longo prazo. Ele nos desafia a fazer mudanças fundamentais no modo como permitimos e restringimos danos. Alguns destes desafios colocarão grandes ameaças às agências de governo e aos poluidores e vão, provavelmente, encontrar resistência poderosa.

O Princípio da Precaução não é baseado em ciência sã. O entendimento convencional de “ciência sã” enfatiza a Avaliação de Risco e a Análise de Custo-Benefício. Estas são abordagens carregadas de valor, requerendo numerosas suposições sobre como os danos ocorrem, como as pessoas são expostas a eles, e a vontade da sociedade de tolerar o dano. De fato, por causa de grandes incertezas sobre causa e efeito, todas as decisões sobre saúde humana e meio ambiente são carregadas de valor e são políticas.

A Precaução é baseada no princípio que nós não devemos expor pessoas e o meio ambiente a danos, se não for necessário fazê-lo.

O Princípio da Precaução começou a ser aplicado na Alemanha, no início da década de 70, com uma lei ambiental contrabalançada por Princípios de Viabilidade Econômica e adotou

políticas rigorosas para atacar a chuva ácida, o aquecimento global e a poluição do Mar do Norte. Também levou ao desenvolvimento de uma forte indústria ambiental na Alemanha.

O Princípio da Precaução foi introduzido, na Europa, em 1984, depois que os países participantes da Primeira Conferência Internacional sobre a Proteção do Mar do Norte se interessaram por ele; depois, expandiu-se em inúmeras convenções e conferências como o Tratado de Maastricht para a União Europeia, a Declaração de Bergen sobre o Desenvolvimento Sustentável, e a Convenção da Mudança de Clima Global e outros.

A Suécia e a Dinamarca já adotaram o Princípio da Precaução como guia para política de meio ambiente e da saúde pública.

Nos Estados Unidos, o Princípio da Precaução não está expressamente mencionado em suas leis ou políticas, contudo, algumas leis têm uma natureza de precaução, e o Princípio está subjacente na legislação ambiental mais recente:

- a) estudo de Impacto Ambiental (Ato da Política Nacional do Meio Ambiente);
- b) ato da Segurança Ocupacional e da Saúde (Assegura a cada trabalhador e trabalhadora condições seguras e saudáveis para trabalhar);
- c) ato de Prevenção de Poluição em 1990, que estabeleceu a maior prioridade em programas de meio ambiente no país.

Uma das mais importantes expressões do Princípio da Precaução, internacionalmente, é a Declaração do Rio da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1992, também conhecida como Agenda 21, a Declaração afirma: “Com fim de proteger o meio ambiente, os Estados devem aplicar amplamente o princípio da precaução, conforme as suas capacidades. Quando haja perigo de dano, grave ou irreversível, a falta de uma certeza absoluta não deverá ser utilizada para postergar-se a adoção de medidas eficazes em função do custo para impedir a degradação do meio ambiente”.

Os Estados Unidos assinaram a declaração do Rio, mas não se sabe se manterão o compromisso. A aplicação do Princípio está mais avançada na Europa do que nos Estados Unidos.

O teste para saber quando aplicar o Princípio da Precaução é a combinação da ameaça de dano e a incerteza científica. Alguns acham que o dano deve ser sério ou irreversível, mas outros ressaltam que os efeitos cumulativos devem ser levados em conta mesmo em pequenas doses.

### **3.9.2 Componentes do Princípio da Precaução**

Uma abordagem do Princípio da Precaução aplicado à tomada de decisão ambiental e de saúde pública inclui cinco componentes específicos:

1. “Agir com precaução antes que haja certeza científica de causa e efeito”.

A maioria dos Tratados Internacionais, afirmando o Princípio da Precaução, incorpora como um dever geral nos países que agem sob a incerteza. Isso fornece o mecanismo de responsabilidade para prevenir danos.

2. “Estabelecer metas”.

O Princípio da Precaução encoraja o planejamento baseado em metas bem definidas, em vez de cenários futuros e cálculos de riscos que podem ser prejudicados pelo erro e pela parcialidade. Planejar em vez de prever um futuro incerto é um tipo de ação que cria poucos cálculos incorretos e apressa soluções inovadoras.

3. “Procurar e avaliar alternativas”.

Em vez de se perguntar qual o nível de contaminação é seguro ou economicamente ótimo, a abordagem do Princípio da Precaução indaga como reduzir ou eliminar o dano e considera todos os meios possíveis de atingir aquela meta, inclusive antecipando a atividade proposta, testando-a. As alternativas devem ser bem definidas para não causar danos.

4. “Mudar o ônus da prova”.

Os proponentes de uma atividade devem provar que sua atividade não causará dano indevido à saúde humana ou aos ecossistemas, e informar ao público e às autoridades, quando o impacto potencial for encontrado.

A ignorância e a incerteza não podem ser mais desculpas para adiar ações para prevenir dano, que devem ser prontamente definidas e implementadas.

5. “Desenvolver métodos e critérios mais democráticos e de tomada de decisão completa”.

O Princípio da Precaução requer um novo modo de pensar sobre decisões e de pesar a evidência tanto científica quanto outras evidências em relação à incerteza.

O público deve participar da decisão tanto em atividades já existentes quanto em novas.

### **3.9.3 Métodos de Precaução**

Ações preventivas devem ser tomadas, quando possível, no estágio de planejamento de uma atividade potencialmente danosa, para garantir o maior impacto possível das ações preventivas.

Ações preventivas incluem:

1. Interdições do estabelecimento ou paradas por estágios;
2. Produção limpa e prevenção de poluição;
3. Estabelecimento de limites de exposição ocupacional e do público baseados na saúde;
4. Listagem dos ônus dos Produtos Químicos (na Dinamarca há uma proposta de que um produto químico seja considerado mais tóxico se uma completa informação de sua toxicidade não for disponibilizada);
5. Gerenciamento do Ecossistema:

As questões de biodiversidade encaixam-se no Princípio da Precaução, porque sua complexidade e campo de ação aumentam a incerteza científica, e porque os resultados de erros podem ser devastadores. A avaliação de risco e outros instrumentos foram incapazes de predizer e prevenir desastres tais como a devastação dos ecossistemas marinhos. O gerenciamento do Ecossistema, assim como a Epidemiologia, clamam por novas abordagens à filosofia da ciência e por novos padrões para a intervenção humana.

6. Requisitos para testar o Pré-Mercado ou a Pré-Atividade.

A Lei Federal sobre Alimento e Drogas americana (“The Federal Food and Drug Act”) exige que todos os novos medicamentos sejam testados pela sua segurança e eficácia antes de entrar no mercado. Este modelo poderia ser aplicado aos produtos químicos industriais, aos telefones celulares, às antenas transmissoras de radiofrequências e outras atividades.

A Lei de Redução do Uso de Substâncias Tóxicas de Massachusetts é um exemplo relevante de ação do Princípio da Precaução. Aprovada em 1989, a Lei exige que as firmas manufaturadoras, que usam quantidades específicas de alguns dos 900 produtos industriais químicos listados, passem por um processo de planejamento bianual para identificar modos de reduzir o uso daqueles produtos químicos.

Em relação à exposição humana aos campos eletromagnéticos vários países e cidades vêm adotando o Princípio da Precaução reduzindo os limites permissíveis de exposição humana às Radiofrequências a valores inferiores às diretrizes baseadas nos efeitos térmicos da exposição.

### **3.9.4 Iniciando a Aplicação do Princípio da Precaução**

O Princípio de Precaução poderá ser aplicado a uma atividade nova ou proposta e também a um problema existente.

Para as novas atividades, a ênfase será na mudança do ônus da prova aos proponentes de uma atividade potencialmente danosa. Os proponentes não devem somente demonstrar que a atividade não será danosa, mas também que eles consideraram um grande espectro de alternativas, incluindo renunciar à atividade questionável.

Alguns passos devem ser seguidos para iniciar o Princípio da Precaução, entre eles:

- identificar a possível ameaça e caracterizar o problema;
- identificar o que é conhecido e o que não é conhecido sobre a ameaça;
- reformular o problema para descrever o que necessita ser feito;
- avaliar alternativas;

- determinar o curso da ação: de posse de toda informação coletada determinar ações de, a fim de reduzir os impactos potenciais, incluindo alternativas tecnológicas, modificações na atividade ou mesmo sua interrupção;
- monitorar e acompanhar.

### **3.9.5 Entendendo a Incerteza**

Nos meios ambientes ao ar livre e dinâmicos, nos quais as pessoas vivem e trabalham, o conhecimento muitas vezes tem limite, e a certeza científica é difícil de atingir.

As incertezas podem ser colocadas nas seguintes categorias:

a) “A incerteza do parâmetro”:

as pessoas não só recebem várias exposições, como também o efeito observado varia em função de diferentes susceptibilidades ao dano.

b) “Modelo de incerteza”:

refere-se às falhas na teoria científica ou à imprecisão nos modelos usados para cobrir as falhas na informação, por exemplo, em um modelo Dose-Resposta.

c) “Incerteza sistêmica”:

refere-se aos efeitos desconhecidos das exposições cumulativas, múltiplas e/ou interativas. Incerteza sistêmica pode ser um importante fator de confusão em análises em larga escala ou de longo prazo.

d) “Incerteza *cortina de fumaça*”:

refere-se às estratégias daqueles que criam riscos, ao esconder os efeitos de uma substância ou atividade específica. Eles podem abster-se de estudar um risco, esconder os conhecimentos dos efeitos, ou esboçar estudos para criar incerteza.

e) “Incerteza induzida politicamente”:

refere-se à ignorância deliberada por parte de agências encarregadas de proteger a saúde e o meio ambiente. A agência pode decidir não estudar um dano, bem como esconder a incerteza em modelos quantitativos.

f) “Indefinição”:

significa que as incertezas envolvidas são de tal magnitude e variedade que elas podem nunca ser significantemente determinadas.

g) “Ignorância”:

a ignorância tem duas faces:

- positiva, como uma humilde admissão que nós não sabemos o quanto nós não sabemos.
- negativa, como a prática de tomar decisões sem considerar as incertezas.

### **3.9.6 Avaliação de Risco ou o Princípio da Precaução?**

Durante os anos 70, os instrumentos para tomar decisões da avaliação de risco e a análise de custo benefício foram desenvolvidos cobrindo o espaço entre a ciência incerta e a necessidade política para uma tomada de decisão considerando possíveis danos ambientais. Contudo, no seu desenvolvimento, uma grande quantidade de fé foi colocada na habilidade da ciência de modelar e predizer dano em sistemas ecológicos e humanos extremamente complexos.

A Avaliação de Risco praticada tradicionalmente tem estado, muitas vezes, no caminho da proteção à saúde humana e do meio ambiente; no entanto, está sujeita a suposições inadequadas e falhas tais como:

- a) “A Avaliação de Risco assume capacidade assimilativa”, isto é, que as pessoas e o meio ambiente podem suportar certa quantidade de poluição sem sofrer danos. A Avaliação de Risco é usada para gerenciar e reduzir riscos, não os prevenir.
- b) “A Avaliação de Risco focaliza a qualificação e a análise de problemas, em vez de solucioná-los”.

Pergunta-se: quanto de poluição é segura ou aceitável, com quais problemas estamos nós querendo viver; como devem os recursos limitados serem direcionados? Enquanto estas forem questões válidas, elas impedem abordagens mais positivas: como prevenir exposições danosas; mover-se na direção de alternativas mais seguras e mais limpas; envolver a sociedade na identificação, classificação e implemento de soluções?

- c) “As Avaliações de Riscos são susceptíveis para modelar a incerteza”.

A Avaliação de Risco atual é baseada, no mínimo, em 50 suposições diferentes sobre exposição, dose-resposta, e extração de animais para pessoas. Todos estes têm elementos subjetivos e arbitrários. Como resultado, os resultados quantitativos da Avaliação de Risco são altamente variáveis.

A Avaliação de Risco realmente não leva em conta adequadamente populações sensíveis, tais como os mais idosos, crianças ou aqueles já sofrendo doença induzida pelo meio ambiente. Raramente olham-se os efeitos que (não sejam) câncer, embora muitos problemas de saúde ambiental envolvam doenças respiratórias, defeitos no nascimento e desordens no sistema nervoso, entre outros danos.

- d) “A Avaliação de Risco permite a continuidade de atividades perigosas para continuar sob o pretexto de *risco aceitável*”.

A Avaliação de Risco permite a continuação das atividades que levam a maior poluição e degradação da saúde sob a premissa de que é seguro ou aceitável para aqueles que estão expostos.

- e) “A Avaliação de Risco é cara e consome tempo”.

- f) “A Avaliação de Risco é fundamentalmente não democrática”.

- g) “A Avaliação de Risco põe a responsabilidade no lugar errado”.

O argumento de que “a sociedade” realmente não tem recursos bastantes para todas as atividades de proteção ambiental desvia a atenção daqueles responsáveis pelo dano, daqueles que o criaram, mas não daqueles que sofreram por causa dele. Se a escassez de recursos é realmente um fator importante, seria sábio alocar recursos governamentais adicionais, para apro-

fundar os estudos e identificar alternativas mais seguras para atividades potencialmente perigosas.

- h) “A Avaliação de Risco põe uma falsa dicotomia entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental”.

As agências regulamentadoras, muitas vezes, tentam vincular o processo científico de avaliação de risco à análise de custo-benefício, ligando ciência e política econômica na tomada de decisão ambiental. As agências falham em considerar, contudo, a questão de quem assume os custos e de quem colhe os benefícios.

Em vez de usar a Avaliação de Risco para estabelecer níveis “seguros” de exposição, níveis que são fundamentalmente desconhecidos, pode ela ser usada para melhor entender os danos de uma atividade e comparar as opções para prevenção.

A base subjacente da política e da tomada de decisão deve ser de precaução e de prevenção, em vez de risco.

Segundo THORNTON (2000a), no artigo Proteção Ambiental Moderna - Parte 1, no Semanário de Meio Ambiente e Saúde de Rachel (Rachel's Environment & Health Weekly), número 704, de 21 de Julho de 2000, o sistema de “paradigma de risco” é falho, e propõe um sistema fundamentalmente novo para a proteção ambiental, que ele chama de “paradigma ecológico”.

O “paradigma de risco” é um instrumento totalmente inadequado, para gerenciar os produtos químicos e outros poluentes não degradáveis e bioacumulativos. O “paradigma de risco” também supõe que os organismos dos seres vivos podem acomodar algum grau de exposição sem, ou com nenhum, ou com efeitos adversos negligenciáveis. Este paradigma almeja estabelecer exposições aceitáveis usando a Avaliação de Risco quantitativa, assegurando que os limites aceitáveis de exposição nunca sejam excedidos.

Obviamente, ele coloca grande fé na ciência para descobrir como a natureza trabalha e para predizer e entender o dano nos organismos individuais e nos ecossistemas complexos; uma fé que é deslocada, porque a ciência simplesmente não está pronta para a tarefa.

O “paradigma ecológico” é inteiramente diferente. O “paradigma ecológico” reconhece os limites da ciência: Toxicologia, Epidemiologia e Ecologia, que fornecem importantes chaves sobre a natureza, mas nunca podem predizer completamente ou diagnosticar os impactos de

atividades nocivas. A resposta apropriada a esta inevitável incerteza científica é evitar práticas que tenham o potencial de causar dano, mesmo nos casos em que não tenhamos prova científica de dano. Necessitamos suplementar o Princípio da Precaução com três princípios adicionais:

- a) descarga mínima;
- b) produção limpa;
- c) ônus reverso.

Juntas, estas ideias constituem um novo “paradigma ecológico” para proteger o meio ambiente e a saúde humana.

A Precaução é um princípio de justiça, e ninguém deveria ter que conviver com o medo de dano à sua saúde e ao meio ambiente. A tomada de decisões sobre a saúde não é isenta de valor. É política, emocional e racional. Não aderir à Precaução é que é irracional.

Na área de prevenção da poluição, milhares de companhias economizaram milhões de dólares, exercendo a precaução mais cedo, antes da prova do dano. Companhias e governos, que agem desta maneira, tornam-se líderes no seu campo.

Algumas indústrias acham que, obedecendo às regulamentações, já estão praticando a Precaução. Em alguns casos, o Princípio da Precaução está embutido nas exigências legais, mas nós não temos leis cobrindo cada possível dano de uma indústria. A maioria das recomendações atuais é baseada na suposição de que as pessoas e os ecossistemas podem absorver certa quantidade de contaminação sem sofrer dano. Há extrema incerteza sobre níveis “seguros” (ou aceitáveis), e agora nós estamos aprendendo que, em muitos casos, nós não podemos identificar aqueles níveis.

Quase todas as atividades humanas, industriais, terão impacto nos ecossistemas. A vantagem do Princípio da Precaução é tentar continuamente reduzir os impactos em vez de tentar identificar o nível de impacto que seja seguro ou aceitável.

Corporações, entidades governamentais, organizações, comunidades, cientistas e outras pessoas devem adotar uma abordagem de Precaução para todos os esforços humanos.

Portanto, é necessário implementar o Princípio da Precaução quando uma atividade levanta ameaças de dano à saúde humana e ao meio ambiente, mesmo se algumas relações de causa e efeito não estiverem cientificamente e completamente estabelecidas.

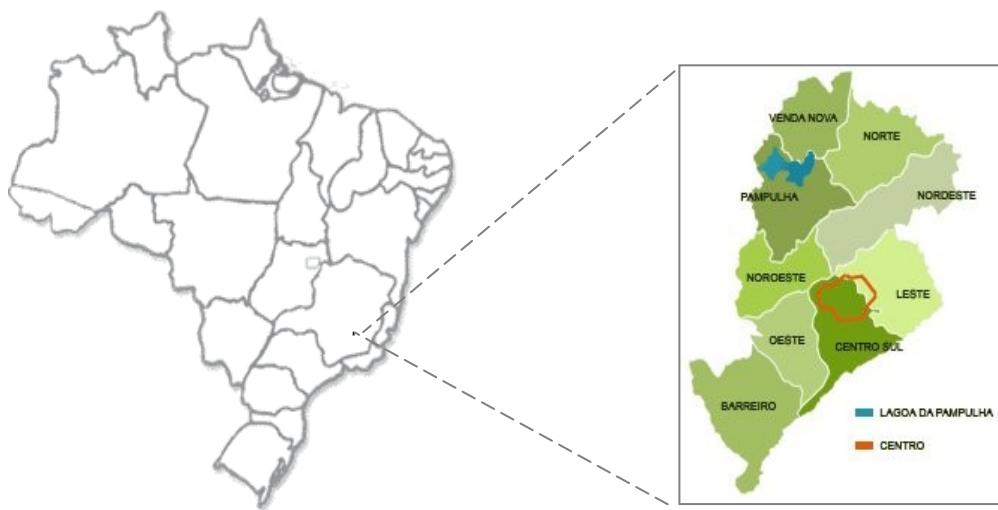
O Princípio de Precaução será aplicado quando houver bases razoáveis para preocupação de que um procedimento ou desenvolvimento possa contribuir para a degradação do ar, da terra, da água e da comunidade. A falta de certeza científica completa não será usada como razão para adiar medidas efetivas de custo elevado para prevenir a cara degradação do meio ambiente e de vidas humanas, pois queremos viver em um mundo autossustentável. A sustentabilidade ecológica não é garantida pelas forças do mercado.

Se nós estivermos verdadeiramente interessados na sustentabilidade, devemos expandir as nossas estruturas de tempo, no mínimo o tempo ecológico, se não o tempo evolucionário, porque as consequências de se introduzir um novo produto ou uma nova tecnologia no meio ambiente podem raramente ser observadas no tempo bioquímico ou mesmo nas estruturas orgânicas. A ruptura endócrina e o aparecimento de dano nas gerações posteriores, por exemplo, demonstram a necessidade de expandirmos nossa estrutura de tempo. A Precaução é mais perfeita do que a Avaliação de Risco, porque expõe a incerteza e admite as limitações da ciência. Além do Princípio da Precaução pode-se adotar, também, os princípios ALARA (*As Low as Reasonably Achievable* - Tão Baixos quanto Razoavelmente Possível) e a ALATA (*As Low as Technically Achievable* - Tão Baixos quanto Tecnicamente Possível).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. O município possui nove regionais, sendo elas: Centro-Sul, Norte, Leste, Oeste, Noroeste, Nordeste, Venda Nova, Pampulha e Barreiro.



**Figura 4.1** – O município de Belo Horizonte e as nove regionais.

A escolha da cidade deve-se ao fato de ser uma região com alta concentração demográfica, uma cidade moderna, verticalizada e pelo fato de as operadoras continuarem a instalar suas ERB's, em pontos estratégicos do Município, com o objetivo principal de ampliar a cobertura dos aparelhos celulares. Além disto, muitas vezes, as ERB's são muito próximas, em regime compartilhado ou não, produzindo uma contaminação eletromagnética no ambiente, que pode vir a superar os limites de aceitação humana aos seus efeitos, principalmente com relação aos indivíduos hipersensíveis, aos jovens, às crianças e aos portadores de implantes eletrônicos. A região possui uma extensa densidade demográfica, totalizando cerca de 2 milhões de habitantes, na cidade de Belo Horizonte, e, aproximadamente, 3 milhões na região metropolitana,

segundo dados do IBGE (2000). A primeira maior concentração demográfica localiza-se na regional Nordeste da cidade, e a segunda, na região Centro-Sul.

Neste trabalho de pesquisa foi realizado um estudo ecológico que constou de análise exploratória temporal e espacial, avaliando a associação entre a incidência de neoplasias (óbitos) e as localizações das antenas do sistema de telefonia celular. Também foram observadas as variáveis demográficas e as ambientais relacionadas às Radiações Eletromagnéticas oriundas das ERB's, no município de Belo Horizonte.

Os dados populacionais da área de estudo nos setores censitários foram obtidos nos arquivos oficiais providos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2000). De acordo com o IBGE, um setor censitário representa uma unidade de controle cadastral, formada por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento das informações por um único recenseador, segundo cronograma estabelecido (IBGE, 2000).

Analisamos a quantidade de óbitos por neoplasia, em cada setor censitário, e a exposição ambiental em relação aos CEM's, onde havia maior número de antenas.

## **Apresentação do estudo**

### **4.2.1 Estudo ecológico**

Foi escolhido este estudo por ter origem na utilização de áreas geográficas como unidades de análise e, por extensão, generalizou-se para outras situações em que a unidade é formada por um grupo de indivíduos ou comunidades. Entre as vantagens desse estudo ecológico estão a facilidade de execução e seu baixo custo. Não há fase de coleta de dados, caso a caso, necessária em estudos individuais. Usam-se banco de dados já prontos.

Investigamos a existência de *cluster* de ERB's e *cluster* de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, no período de avaliação, entre 1996 e 2006. Utilizamos as técnicas de geoprocessamento que vêm sendo cada vez mais utilizadas pela Saúde Pública, pois permitem definir a magnitude e a distribuição dos fenômenos de saúde e seus fatores determinantes; identificar desigualdades em matéria de saúde; identificar grupos de população que se encontram em maior risco de adoecer ou morrer; estratificar epidemiologicamente os grupos vulne-

ráveis de população; determinar prioridades de saúde; e formular intervenções focalizadas, bem como permitir que se programem e planejem atividades com maior eficácia e equidade.

Uma análise descritiva foi realizada para identificar os casos de mortalidade, próximos no espaço ou no tempo, com o objetivo de determinar a presença de interação espacotemporal, na distribuição de casos de óbitos por neoplasias, correlacionando-a com a localização das ERB's e, também, com os fatores ambientais e demográficos.

#### 4.2.1.1 Delineamento do estudo

Este estudo constou de análise exploratória, temporal e espacial, avaliando associações entre a incidência de neoplasias (óbito) e as variáveis demográficas como, por exemplo, sexo e idade; e variáveis ambientais, que são os CEM's e as localizações das antenas. Os eventos de interesse do estudo foram os óbitos por neoplasias de residentes em Belo Horizonte, notificados à SMSA - Secretaria Municipal da Saúde, e confirmados através do critério por ela estabelecido, durante o período de 1996 a 2006.

Este trabalho de pesquisa teve que ser submetido a dois Comitês de Ética, a saber: Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais e Comitê de Ética da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte, com o objetivo de atender à Resolução 196/1996 do Ministério da Saúde, por se tratar de uma pesquisa envolvendo seres humanos. Em 13 de dezembro de 2006, foi recebida a aprovação pelo Comitê de Ética da UFMG, parecer nº ETIC 0453/06 (ANEXO II). Em 22 de abril de 2007, recebemos a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da SMSA da Prefeitura de Belo Horizonte, protocolo nº 070/2006 (ANEXO III).

Para mapear os óbitos por neoplasias dos residentes no Município de Belo Horizonte (MG), utilizou-se o banco de dados da SMSA, o qual foi disponibilizado após o Projeto de Pesquisa ter sido aprovado. O *software* utilizado para o geoprocessamento é o MAPINFO<sup>TM</sup>, versão 7.0.

#### **4.2.2 Processamento de dados e mapeamento das ERB's, no município de Belo Horizonte, Minas Gerais**

O levantamento e identificação das localizações das Estações Radiobase, bem como as datas das implantações das mesmas foram obtidos no *site* da ANATEL. O mapeamento das ERB's, em cada regional no município de Belo Horizonte, foi realizado por meio do *software* de geo-processamento – MAPINFO™, em dois momentos distintos: 2003 e 2006. Identificou-se os locais de *hotspots* onde havia maior concentração das antenas transmissoras em cada regional. Esta análise exploratória foi feita através de mapas temáticos e pelo Método de Kernel. Na descrição do processo, para cálculo da menor distância entre a Antena e o óbito, foi desenvolvido um *software*, que está descrito no Anexo I. Foi desenvolvido, igualmente, um *software* para o cálculo do tempo de exposição das pessoas *versus* as antenas. Realizou-se o monitoramento ambiental dos CEM's, para verificar os níveis de exposição humana às Radiações Eletromagnéticas, nas áreas de maior concentração das antenas.

#### **4.3 Monitoramento ambiental dos campos eletromagnéticos**

Efetuou-se, em 2008, o monitoramento ambiental das radiações eletromagnéticas, nos principais Setores Censitários, onde foi encontrada a maior concentração de antenas no município de Belo Horizonte, utilizando-se um GPS, um Medidor de Campo Elétrico, um Analisador de Espectro e um *laptop*, com os quais foi feita uma varredura no horário de 08:00 h. às 18:00 h.. Para o monitoramento em campo, foram observadas as diretrizes: IEEE, 1999; IEEE, 1992; NCRP, 1993; o anexo à Resolução n º 303, da ANATEL; e o monitoramento ambiental, no entorno de duas ERB's, realizado por DODE (2003b).

Da mesma forma, foi usado o analisador de espectro, pois foi preciso conhecer, primeiro, as frequências que estavam chegando aos locais, para, posteriormente, realizar-se as medições do campo elétrico, utilizando-se antena isotrópica. O monitoramento foi executado no entorno das residências, em locais de fácil acesso, e, quando possível, dentro das residências. O que nos interessa é ter conhecimento da quantidade da radiação total que está presente naquele local avaliado.

Fez-se, igualmente, um projeto piloto das medições das intensidades de campo elétrico no Bairro Belvedere, município de Belo Horizonte, por este bairro possuir, nas suas proximida-

des, uma concentração maior de Antenas de AM, FM, TV Digital, *Pagers* e também existir Antenas de Telefonia Celular localizadas na região, Figura 5.12. De posse das medidas do campo elétrico e das coordenadas geográficas, foi gerado um mapa da região, como pode ser visto na Figura 5.14. Esta figura mostra, no mapa, a utilização do MapInfo, usando-se o Interpolador IDW, para gerar, espacialmente, os dados coletados, em campo, dos 300 pontos de medição. O Interpolador IDW é um modelo que se baseia na dependência espacial, isto é, supõe-se que quanto mais próximo estiver uma medição da outra, maior será a correlação entre essas medições. O modelo consiste em multiplicar os valores observados pelo inverso das suas respectivas distâncias ao ponto (Equação 4.1). Este modelo estatístico considera a existência do efeito da distância e de outro fator qualquer, que é representado pela letra ‘p’, isto é, a distância é elevada de um coeficiente ‘p’ de forma que se pode obter diferentes valores interpolados para uma mesma distância.

Modelo Estatístico Inverso das Distâncias Ponderadas:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{z_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \quad 4.1$$

$z$  = valor interpolado;

$n$  = número de indivíduos observados;

$z_i$  = valores atribuídos aos indivíduos observados;

$d_i$  = distância entre os indivíduos observados e o interpolado ( $z_i$  e  $z$ ).

#### 4.3.1 Objetivos gerais

As medições de exposição foram realizadas com os seguintes objetivos:

- mensurar os níveis de radiação eletromagnética onde existe a maior concentração de antenas;
- relatar situações particulares de exposição;
- comparar os valores medidos, verificando-se o atendimento aos limites de exposição, confrontando-os com os limites de proteção, recomendados por organizações governamentais ou não governamentais, para o público em geral;
- garantir a segurança do público em geral.

#### **4.3.2 Seleção dos equipamentos**

As técnicas de medidas e a instrumentação, desenvolvidas para uso no âmbito de frequências acima de 300 MHz, somente medem a intensidade do Campo Elétrico.

Quanto ao Campo Magnético, as medidas de sua intensidade são, contudo, necessárias, para avaliar as situações prejudiciais no Campo Próximo, em frequência abaixo de 30 MHz.

Como explicado anteriormente, um conhecimento anterior das frequências a serem usadas na área de interesse é essencial, para garantir que os instrumentos usados meçam o âmbito total de frequências com razoável exatidão; por isto, antes de se realizar as medições com o medidor da sonda isotrópica, banda larga, será utilizado o analisador de espectro, para se saber quais são as frequências presentes naquele local.

O equipamento para medição deverá estar calibrado, dentro das especificações do fabricante, devendo abranger toda a faixa de radiofrequências de interesse.

Devem ser considerados incertezas e erros especificados pelos fabricantes dos instrumentos, os quais serão utilizados para a realização das medições, para atender os limites de exposição.

Essas incertezas são devidas:

- à anisotropia (propriedade física que se torna diferente, conforme tome diferentes direções);
- sensibilidade à frequência;
- sensibilidade à temperatura;
- erros absolutos na calibração.

O instrumento deve ser capaz de permitir a coleção e estocagem dos dados, a intervalos fixos de tempo.

A determinação da adequação dos instrumentos requer conhecimento de como as medições serão feitas: se em condições de campo próximo ou de campo distante. Se as condições de campo próximo prevalecerem, em todas as partes da área de interesse, tanto os dados do cam-

po magnético quanto os dados do campo elétrico precisam ser conhecidos para completo conhecimento da exposição.

#### 4.3.3 Escolha dos pontos de medição

A escolha dos pontos, onde foram realizadas as medições, concentraram-se nos locais mais críticos, onde há maior número de antenas.

Os dados foram coletados, em um período suficiente de tempo, para permitir que se fizesse uma média. Usualmente, o tempo médio é especificado, nos guias, como seis minutos, bem como no NCRP e nas diretrizes da ICNIRP.

Em frequências acima de 300 MHz, deduziu-se que somente medições do campo elétrico eram necessárias (NCRP, 1993).

A resolução 303 da ANATEL considera que, 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% 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.

Ao se fazer as medições para determinar a concordância com a MPE (Máxima Exposição Permissível), não será incomum encontrar *hotspots* (pontos quentes) de radiofrequência. São normalmente encontradas nas imediações de objetos condutores pelo efeito de rerradição, 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.

De acordo com a resolução da ANATEL, em alguns casos, devido às reflexões e à distribuição do campo próximo a antenas, as exposições a CEMRF (Campos Eletromagnéticos de Radiofrequência) não são uniformes, ao longo do corpo do indivíduo exposto. O requisito de que os campos sejam avaliados em termos de média espacial é uma tentativa para compensar esta não uniformidade.

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).

Durante as medições, foi obedecida a distância mínima entre a fonte de CEMRF a ser medida e a superfície mais próxima de um elemento interno da sonda, evitando-se, assim, a interação ou o acoplamento entre os equipamentos medidor e emissor.

O valor de pico deverá ser inferior aos limites estabelecidos na Tabela 3.3 (ICNIRP). Caso este valor seja superior aos níveis recomendados para o ambiente ocupacional e para o público em geral, ele será desconsiderado, se o valor médio da intensidade de campo, em qualquer período de 6 minutos, for inferior.

Na realização de medições, foi levada em consideração a interação entre os CEMRF's (Campos Eletromagnéticos de Radiofrequência) incidentes e o corpo da pessoa que efetua as medições, sendo mais acentuada na faixa de radiofrequência entre 30 MHz e 300 MHz.

#### **4.3.4 Características da sonda**

Para que os instrumentos satisfaçam qualquer guia de proteção, deve haver conhecimento da natureza da sonda. Se a sonda funciona essencialmente como uma antena isotrópica, deduz-se que cada leitura representa o campo total. A sonda que foi utilizada durante a medição abrange toda a faixa de radiofrequência das fontes emissoras.

Neste trabalho, na realização de medições para conhecer os níveis ambientais de exposição dos CEM's, foram utilizadas sondas de faixa larga, cuja resposta foi independente de sua orientação em CEMRF's (sondas isotrópicas).

#### **4.3.5 Média temporal e espacial**

Mesmo exposições não uniformes podem ser avaliadas, determinando-se a média espacial das densidades de potência.

Média Temporal: em geral, os padrões de exposição recomendam um nível médio de tempo fixo de seis minutos.

- a média do tempo pode ser apropriada a partir de um ponto de vista térmico, devido à dinâmica das características de regulação térmica do corpo, ou pode ser calculada a média temporal a partir de um ponto de vista térmico, quando um ciclo de repetição é conhecido, bem como o seu valor de pico.

Na ausência do conhecimento da característica do tempo do sinal medido, uma gravação contínua da saída de dados do medidor deve ser necessária, para determinar a verdadeira média.

Média Espacial: A média espacial dos campos eletromagnéticos é importante a partir de dois pontos de vista:

- a exposição média de todo o corpo é desejável, exceto para estações de trabalho fixo. Uma média espacial aproximada é também desejada, para medir o nível de exposição de pessoas que se movem através da área de interesse.

Para se entender a exposição média, a área deve ser dividida em pequenos segmentos, que produzam uma amostra válida, e um volume cúbico de aproximadamente 1 metro em cada lado, que deve ser explorado em cada local de medição.

- um outro enfoque é fazer um esquadrinhamento (dividir em quadrículas) do plano do espaço, aproximadamente de 1 a 2 metros de cada lado (TELL, 1986). Como, em alguns contextos, os valores de pico são também desejados, tanto o pico quanto a média para o esquadrinhamento do plano de volume devem ser anotados.

Em qualquer área pesquisada, setores limitados podem exibir intensidade de campo substancialmente mais alta das que geralmente prevalecem. No contexto das áreas acessíveis, ocupadas somente ocasionalmente, tais pontos quentes (*hotspots*) têm pouco significado. Muito mais importante é a média que prevalece, pois a exposição existe somente quando o local está ocupado.

Se, por exemplo, um padrão de exposição de RF (Radiofrequência) especifica uma S (densidade de potência) de  $1 \text{ mW cm}^{-2}$ , feita a média sobre qualquer período de 6 minutos, o nível de exposição permitível pode ser expresso como: (NCRP, 1993)

$$St = 6 \text{ mW min cm}^{-2}$$

4.2

Em que S (Densidade de Potência) está em  $\text{mW cm}^{-2}$  e  $t$  está em minutos.

#### **4.3.6 Procedimentos adotados durante a medição**

Foram adotados os seguintes procedimentos:

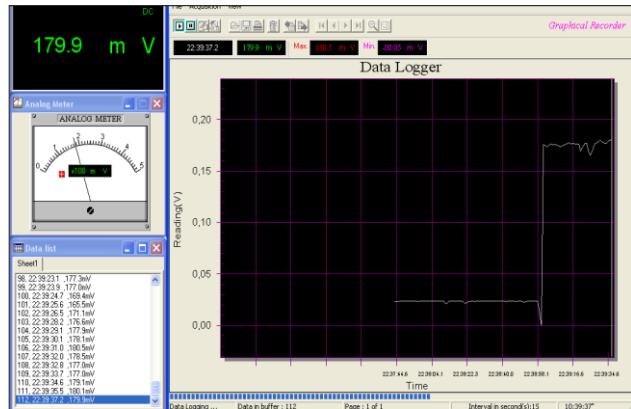
- média temporal, realizada com um nível médio de tempo fixo de seis minutos;
- as medições foram realizadas, no período de 08:00 h. às 18:00 h.;
- fez-se a varredura nos locais de maior concentração de antenas caminhando-se com o aparelho a uma distância de 2 metros do solo, com o braço esticado, para evitar efeito do corpo do operador sobre a medição;
- as medições de intensidade de campo foram feitas, em várias alturas acima do solo, com o objetivo de fornecer maiores detalhes na distribuição espacial do campo;
- cuidados foram tomados para colocar o medidor longe de superfícies metálicas, evitando-se, assim, acoplamentos capacitivos e mudança da impedância do sensor.
- uma grande quantidade de amostra de dados foi tomada para determinar, espacialmente, áreas de intensificação de campo causada por reflexão e interferência de múltiplos percursos de ondas.
- As medições foram realizadas em locais de fácil acesso e, quando possível, dentro das residências dos moradores, nas proximidades das ERB's.

#### **4.3.7 Instrumentos utilizados para monitoramento ambiental**

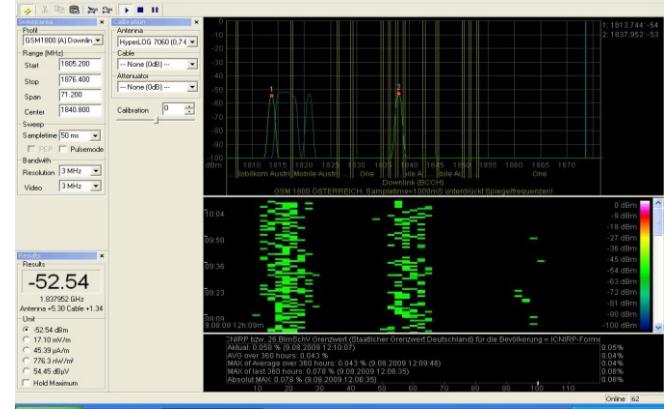
- medidor de campo elétrico – antena isotrópica – onidirecional. Frequência: 0,2MHz – 3,0 GHz;
- analisador de espectro. Frequência: 10,0 MHz – 6,0 GHz;
- *datalogging MultiMeter*;
- GPS;
- *laptop*;
- microalerta

- tripés não metálicos

As Figuras 4.2 e 4.3 ilustram amostras de resultados do monitoramento ambiental que foi realizado em 2008.



**Figura 4.2 – Amostra de resultado  
Medidor de Campo Elétrico.**



**Figura 4.3 – Amostra de resultado  
Analizador de Espectro.**

#### 4.3.8 Análise descritiva da distribuição dos casos de óbitos por neoplasias segundo variáveis demográficas

O perfil dos casos estudados foi executado de acordo com a revisão de literatura sobre os CEM's, e esses casos foram catalogados com os seus respectivos CID, incluindo as variáveis demográficas (idade, sexo, local de residência, regional), e comprovando-se se existiam óbitos por neoplasias, dentro de um raio de até 1000 metros das Antenas Transmissoras do Sistema de Telefonia Celular.

Os dados populacionais, censitários, demográficos e ambientais da área de estudo foram obtidos nos arquivos oficiais providos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000).

Para identificar conglomerados de casos de óbitos por neoplasias no tempo, no período de 1996 a 2006, dividiu-se em intervalos iguais de um ano.

#### **4.3.9 Processamento de dados e mapeamento dos óbitos, no município de Belo Horizonte, Minas Gerais.**

Com base nos dados populacionais fornecidos pelo IBGE e no endereço residencial de todos os casos de morte por neoplasias, durante o período de 1996 a 2006, no município de Belo Horizonte, foi criado um banco de dados, utilizando-se o Programa MAPINFO™, que nos forneceu, também, mapas temáticos da incidência de óbitos por neoplasias, segundo os setores censitários. Essa análise exploratória foi, do mesmo modo, realizada pelo Método de Kernel. Utilizamos, além disso, o *Google Earth* para o georreferenciamento dos endereços de difícil localização.

#### **4.3.10 Conglomerado de casos no espaço**

Para detectar conglomerados de casos no espaço, utilizou-se, como unidades de análise, as nove regionais urbanas de Belo Horizonte e os seus 2.563 setores censitários.

Os casos de óbitos por neoplasias notificados foram agrupados de acordo com os setores censitários de residências, baseando-se no endereço postal dos residentes. Para a identificação do setor censitário, utilizou-se o mapa cartográfico, com a delimitação dos setores, fornecido pelo IBGE (2000).

### **4.4 Variáveis e análise**

Primeiramente, foi preciso identificar o numerador e o denominador, para realizarmos os cálculos das taxas de mortalidade por neoplasias.

#### **4.4.1 Numerador**

Para o numerador, foram considerados os diagnósticos de Neoplasias conforme a versão do Código Internacional de Doenças (CID 10), no período do estudo, tendo, como unidade de análise espacial, o setor censitário definido segundo o IBGE, para o Censo 2000. Como uni-

dade temporal, considerou-se o ano calendário. Os dados do SIM (Sistema de Informação sobre Mortalidade) foram georreferenciados ao endereço de residência do indivíduo.

#### 4.4.2 Distribuição dos óbitos por neoplasias no período de 1996 a 2006 no município de Belo Horizonte

Na Tabela 4.1 está descrito o resultado da revisão de literatura das doenças neoplásicas relacionadas à exposição humana às Radiações Eletromagnéticas de baixas e altas frequências.

O diagnóstico foi codificado de acordo com a CID-10, relativo às doenças (localização primária).

Na CID-10, os cânceres são codificados pelas letras C e D. A lista da causa básica de óbito, dos anos compreendidos entre 1996 a 2006, foi tabulada pelo Capítulo II da CID-10. Dessa forma, tivemos todos os códigos detalhados dos óbitos por neoplasias (câncer) ocorridos; a partir daí, definimos quais seriam utilizados, de acordo com o que observamos na literatura em relação aos Campos Eletromagnéticos. Foram consideradas somente as causas primárias para a realização deste trabalho.

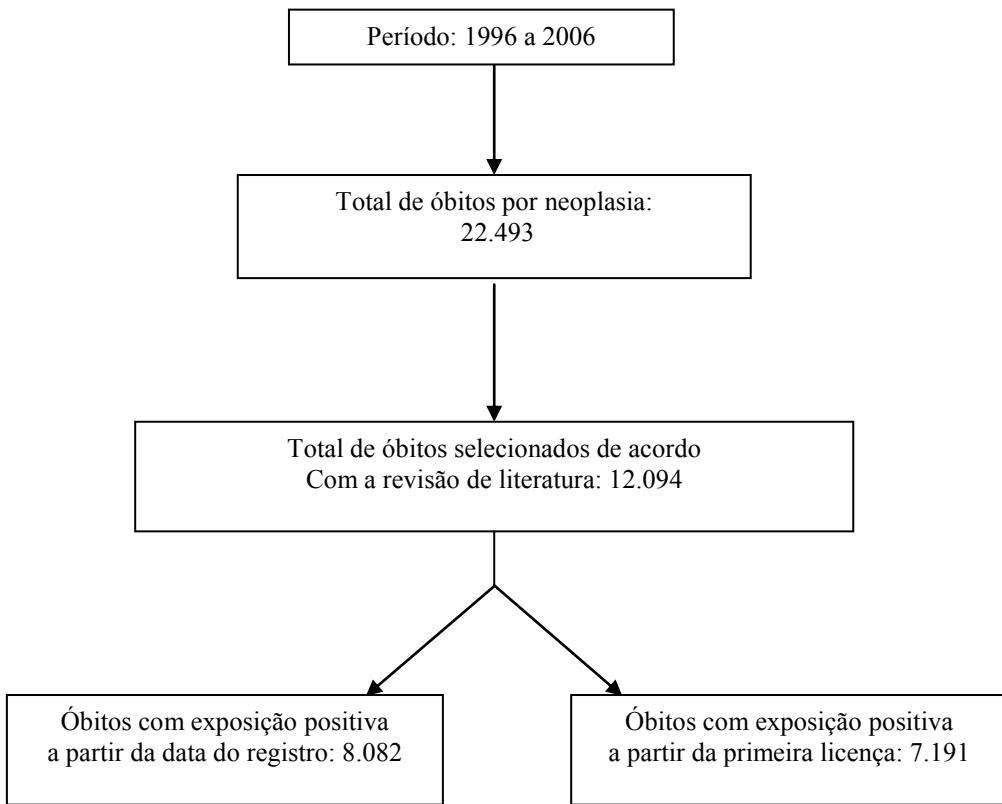
A Figura 4.4 mostra o fluxograma de óbitos por neoplasias no período de 1996 a 2006, sendo que optamos por trabalhar com os óbitos que tiveram exposição positiva, considerada a data da primeira licença, apesar de existirem antenas que foram instaladas na data do cadastro.

**Tabela 4.1** - Classificação das Neoplasias na CID – 10.

Doença	CID – 10		Referências Bibliográficas
	Primário	Secundário	
<b>Primários:</b> Melanoma maligno da pele; Outras neoplasias malignas da pele. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária da pele.	C43 e C44	C79.2	EGER, 2004
<b>Primário:</b> Neoplasia maligna da mama. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária de outra localização especificada.	C50	C79.8	EGER, 2004; WOLF et al., 2004; BIOINITIATIVE REPORT, 2007; GUENEL et al., 1996; FEYCHTING et al., 1997; WAKEFORD, 2004; CHERRY, 1998; MACK, 1991; BEALL et al., 1996; BENIASHVILI, 2005; HARDELL e SAGE, 2007

<b>Primário e Secundário:</b> Neoplasia maligna, sem especificação de localização.	C80	C80	KHURANA, 2008; HARDELL et al., 2007; BIOINITIATIVE REPORT, 2007; MACK, 1991; BEALL et al., 1996; GUNEL et al., 1996; WAKEFORD, 2004.
<b>Primário:</b> Neoplasia maligna do ovário. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária do ovário.	C56	C79.6	EGER, 2004; WOLF et al., 2004.
<b>Primário:</b> Doença de Hodgkin. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária e não especificada dos gânglios linfáticos.	C81	C77	WOLF et al, 2004
<b>Primário:</b> Neoplasia maligna dos brônquios e dos pulmões. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária dos pulmões.	C34	C78.0	EGER, 2004; WOLF et al., 2004
<b>Primário:</b> Neoplasia maligna do rim, exceto pelve renal. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária do rim e da pelve renal.	C64	C79.0	WOLF et al., 2004
<b>Primário:</b> Neoplasia maligna da próstata. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária de outra localização especificada.	C61	C79.8	EGER, 2004
<b>Primário:</b> Neoplasia maligna do pâncreas; Pâncreas, não especificado. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária de outros órgãos digestivos e não especificados.	C25.9	C78.8	EGER, 2004
<b>Primários:</b> Neoplasia maligna de outros órgãos digestivos e de localizações mal definidas no aparelho digestivo: Trato intestinal, parte não especificada; Neoplasia maligna do intestino delgado; Neoplasia maligna do cólon; Neoplasia maligna da junção retossigmaide. / <b>Secundários:</b> Neoplasia maligna secundária do intestino delgado; Neoplasia maligna secundária do intestino grosso e do reto.	C26.0 (trato intestinal parte não especificada) C17 (intestino delgado); C18 (cólon); C19 (junção retossigmaide)	C78.4 (intestino delgado) C78.5 (intestino grosso e reto)	EGER, 2004

<b>Primários:</b> Melanoma maligno da pele; Melanoma in situ. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária da pele.	C43, D03	C79.2	EGER, 2004; JOHANSSON, 2006; HALLBERG, O. e JOHANSSON, O., 2006; HALLBERG, O. e JOHANSSON, 2004.
<b>Primário:</b> Melanoma maligno da pele. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária da pele.	C43	C79.2	STANG, 2001
<b>Primários:</b> Neoplasia maligna do rim, exceto pelve renal; Neoplasia maligna da pelve renal. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária do rim e da pelve renal.	C64 (rim) C65 (pelve renal)	C79.0	EGER, 2004.
<b>Primário:</b> Neoplasia maligna do estômago. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária de outros órgãos digestivos e não especificados.	C16	C78.8	EGER, 2004
<b>Primário:</b> Neoplasia maligna da bexiga. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária da bexiga, de outro órgão urinário e não especificado.	C67	C79.1	EGER, 2004
<b>Primários:</b> Mieloma múltiplo e neoplasias malignas de plasmócitos; Leucemia linfoide; Leucemia mieloide; Leucemia monocítica; Outras leucemias de células de tipo especificado; Leucemia de tipo celular não especificado; Outras neoplasias malignas e as não especificadas dos tecidos linfático, hematopoético e tecidos correlatos.	C90, C91, C92, C93, C94, C95 e C96		EGER, 2004
<b>Primários:</b> Doença de Hodgkin; Linfoma não Hodgkin, folicular (nodular); Linfoma não Hodgkin difuso; Linfomas de células T cutâneas e periféricas; Linfoma não Hodgkin de outros tipos e de tipo não especificado. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária e não especificada dos gânglios linfáticos.	C81, C82, C83, C84 e C85	C77	HARDELL et al., 2007
<b>Primário:</b> Neoplasia maligna do encéfalo. / <b>Secundário:</b> Neoplasia maligna secundária do encéfalo e das meninges cerebrais.	C71	C79.3	KHURANA, 2008; HARDELL, 2007; HARDELL, 1999; SHCOEMAKER et al., 2005



**Figura 4.4 - Fluxograma de óbitos por neoplasias no período de 1996 a 2006.**

A análise exploratória foi feita através de mapas temáticos, após a realização do georreferenciamento, utilizando-se o MAPINFO<sup>TM</sup> e o método de Kernel.

O Mapa de Kernel é uma alternativa simples para analisar o comportamento de padrões de pontos, tratando-se de um indicador de fácil uso e interpretação. O Mapa de Kernel fornece, por meio da interpolação, a intensidade pontual do processo, em toda a região de estudo. Assim, temos uma visão geral da intensidade das antenas e dos óbitos em todas as regiões do Mapa do município de Belo Horizonte. O estimador de Kernel fornece estimativas da densidade para todas as partes de uma região.

#### **4.4.3 Denominador**

Foram utilizados os dados do Censo IBGE (2000), para estimativa da população sobre o risco.

##### 4.4.3.1 Metodologia para quantificação da população total, dentro de um raio de até 1.000 metros das Antenas Transmissoras do Sistema de Telefonia Celular, no município de Belo Horizonte

Para calcularmos o tamanho da população, utilizamos o levantamento de campo do Censo de 2000, realizado pelo IBGE.

Foram escolhidas 10 faixas de distâncias das antenas de 100 metros, 200 metros, 300 metros, 400 metros, 500 metros, 600 metros, 700 metros, 800 metros, 900 metros e 1000 metros. Para o cálculo da população em cada uma das faixas citadas acima, optou-se por incluir todos os setores censitários que estivessem parcialmente ou totalmente dentro do círculo formado por cada uma dessas faixas. Em seguida, foram selecionadas todas as antenas e todos os óbitos incluídos nestes círculos. Em alguns pontos, foram observadas interseções entre as faixas de distâncias da localização das antenas, dos óbitos e dos setores censitários. Por exemplo, para uma antena que incluía no seu círculo três setores censitários, mesmo que não completamente, contabilizou-se a população total dos três. O mesmo foi feito para os óbitos.

#### **4.4.3.2 Análise de dados espaciais**

Diversas técnicas de análise de dados espacializados têm sido utilizadas para avaliação de doenças, seja na detecção de fatores ambientais associados, ou na delimitação de áreas homogêneas. Mediante um Sistema de Análise Geoambiental, estudamos as regionais, observando as relações espacotemporais entre a mortalidade por neoplasias e a concentração das antenas transmissoras do sistema de telefonia celular no município.

Foram identificados os possíveis conglomerados de maior exposição às radiações eletromagnéticas, e os maiores conglomerados dos óbitos por neoplasias.

Os resultados foram apresentados de forma agregada, sem possibilidade de identificação dos casos de óbito por indivíduo.

O estudo não apresenta nenhum risco para os sujeitos, uma vez que foram trabalhados somente dados primários, relativos ao óbito, isto é, o local onde houve o primeiro surgimento da neoplasia; e de acordo com todos os preceitos éticos constantes da Resolução MS 196/96.

#### **4.5 Análise de dados**

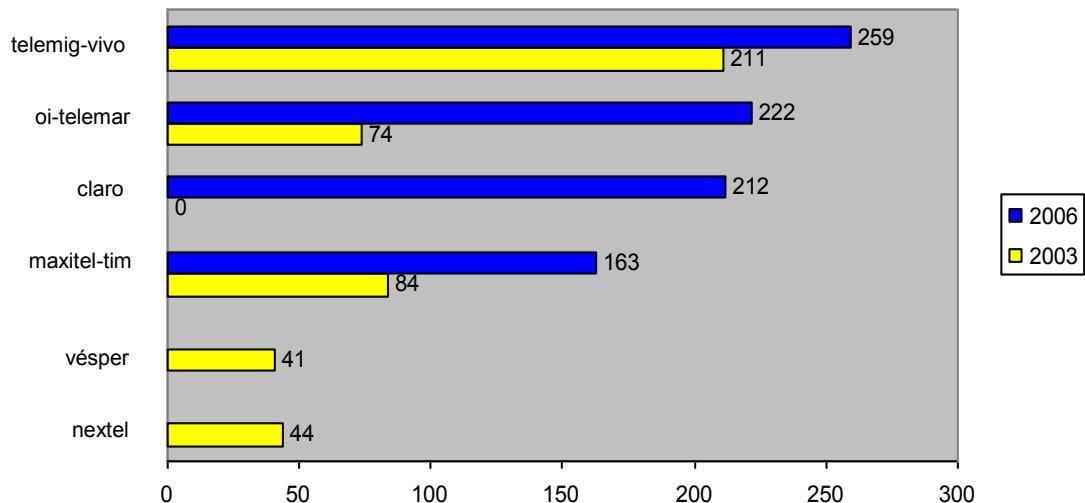
A análise de dados deste trabalho constou das seguintes etapas:

- Geoprocessamento dos óbitos e das antenas de telefonia celular utilizando o *software* MAPINFO<sup>TM</sup>, versão 7.0.
- geração de mapas temáticos utilizando o estimador de Kernel.
- realização do diagnóstico ambiental eletromagnético, nos locais onde se concentram o maior número de antenas.
- cálculo do tempo de exposição dos indivíduos que tiveram óbitos por neoplasias, em função de sua exposição à primeira antena Transmissora do Sistema de Telefonia Celular instalada. Para esse cálculo, foram somados os dias de exposição, desde que foi instalada a primeira antena até a data do óbito;
- estimativa das taxas de mortalidade dentro de um raio de até 1000 metros;
- análise das taxas de mortalidade por neoplasias, em um raio de até 1000 metros das antenas transmissoras do Sistema de Telefonia Celular, em intervalos de 100 metros;
- análise anual das Taxas de Mortalidade;
- análise da interação espaço-temporal.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Total de ERB's, por operadora e por regional, no município de Belo Horizonte

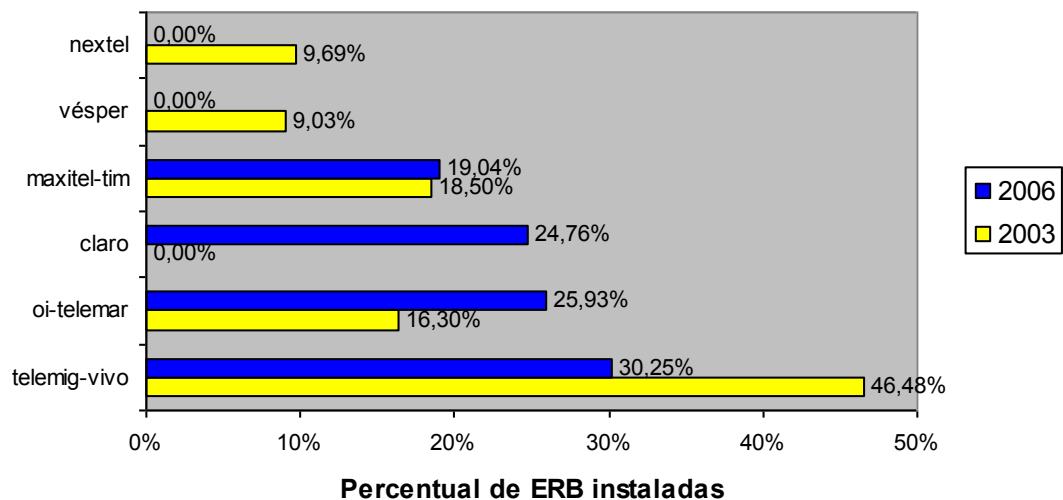
O total de ERB's instaladas até fevereiro do ano de 2003 foi de 454, e até dezembro de 2003, aproximadamente 474 ERB's, sendo que, na região Centro-Sul da cidade, encontra-se o maior número de antenas instaladas (DODE, 2003b). Em 2006 havia aproximadamente 856 ERB's licenciadas pela Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL.



**Figura 5.1** – Número de ERB's, por Operadora, no Município de Belo Horizonte-2003 e 2006.

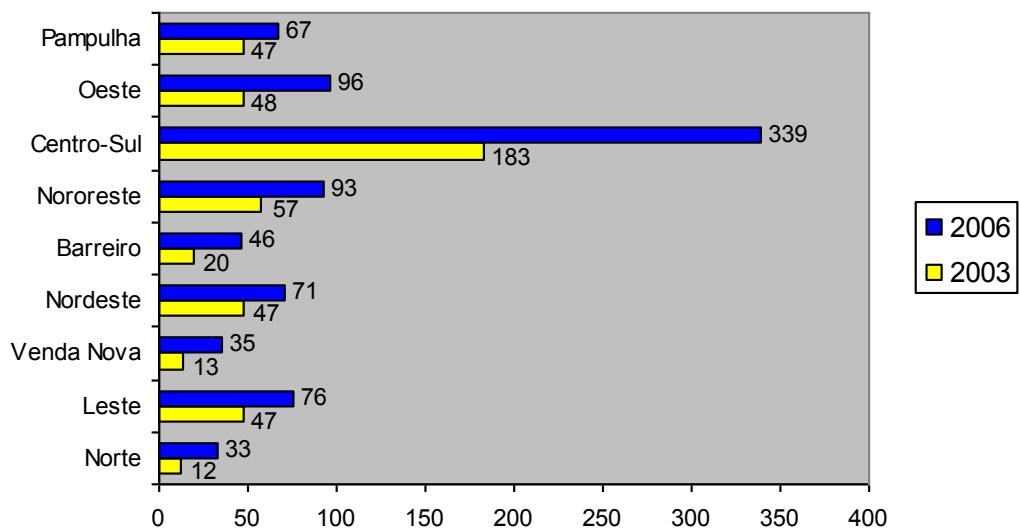
A Figura 5.1 representa a quantidade de Estações de Radiobase, no Município de Belo Horizonte, nos anos de 2003 e 2006. A Telemig Celular, desde 2003, continuava sendo a operadora com o maior número de antenas instaladas, sendo 46,48 %, em 2003; e 30,25 %, em 2006, como podemos observar na Figura 5.2.

A operadora VIVO adquiriu, em 4 de abril de 2008, 53,9% do Capital da Telemig Celular.



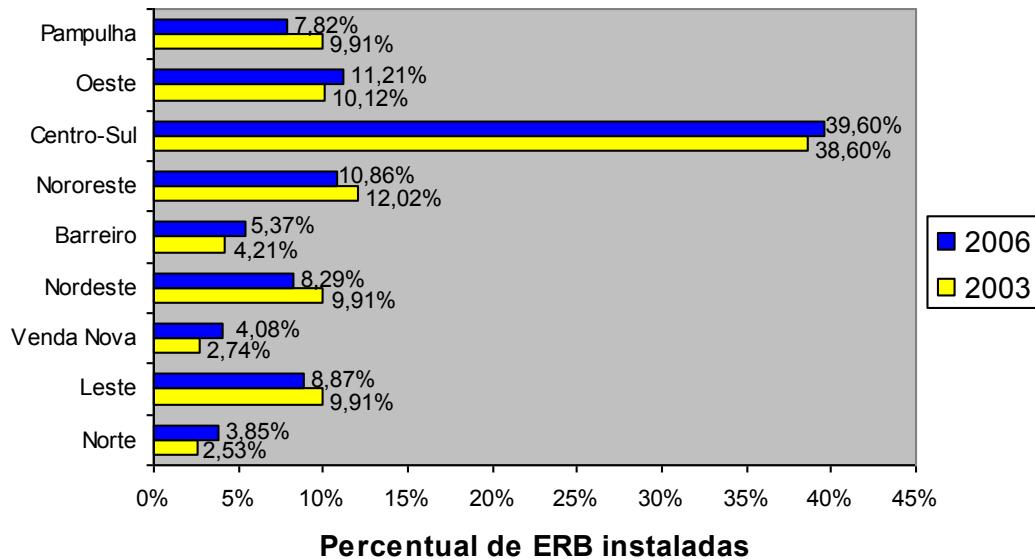
**Figura 5.2** – Percentual de ERB's, por Operadora, no Município de Belo Horizonte - 2003 e 2006.

A Figura 5.3 representa o número de ERB's, por regional, no Município de Belo Horizonte, nos anos de 2003 e 2006.



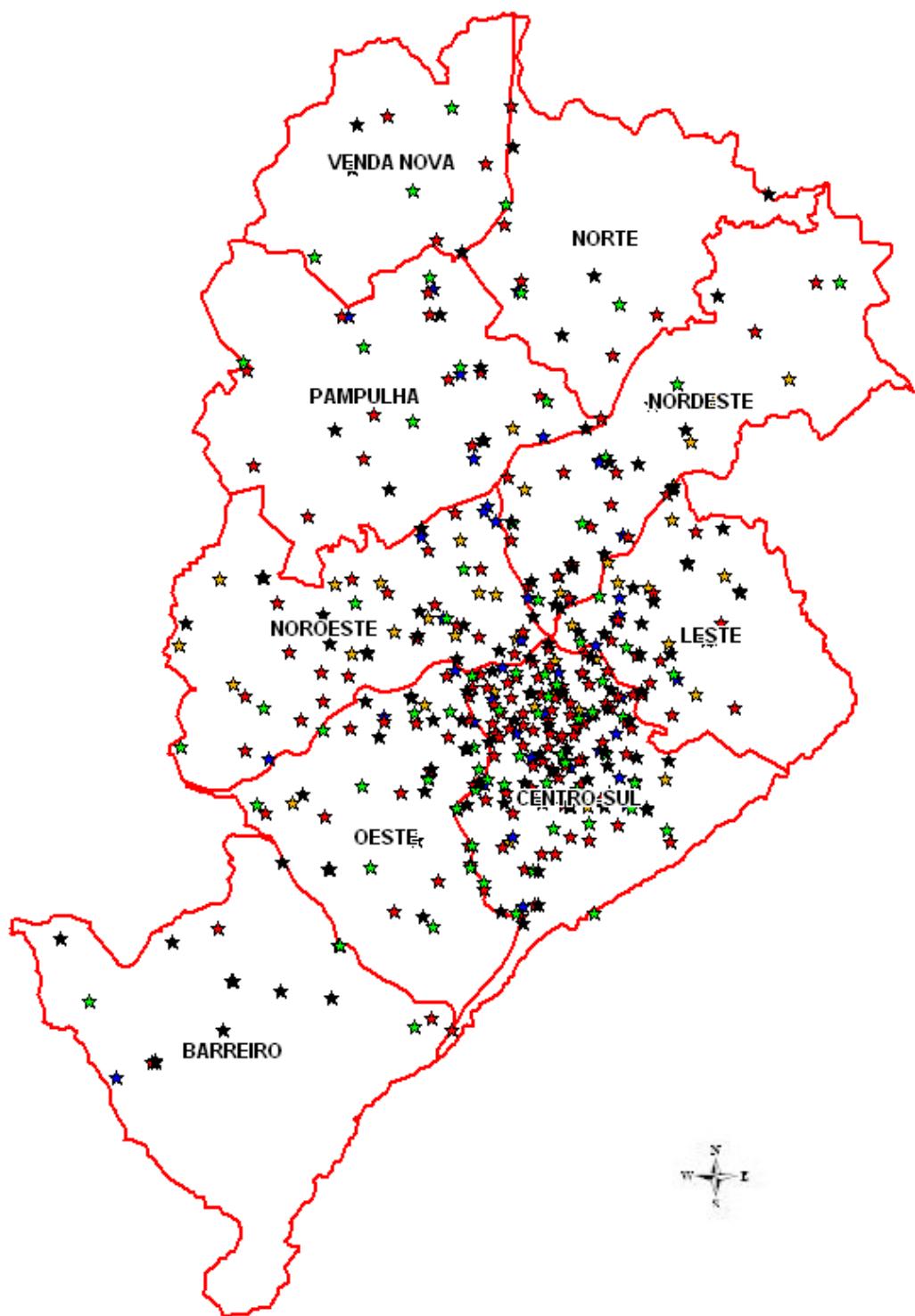
**Figura 5.3** – Número de ERB's, por Regional, no Município de Belo Horizonte-2003 e 2006.

A Figura 5.4 representa o percentual de ERB's, por regional. Podemos observar que, na região Centro-Sul da cidade, encontramos um percentual de aproximadamente 38,60 % das antenas instaladas no Município, no ano de 2003, e, em 2006, um percentual de aproximadamente 39,60 %.

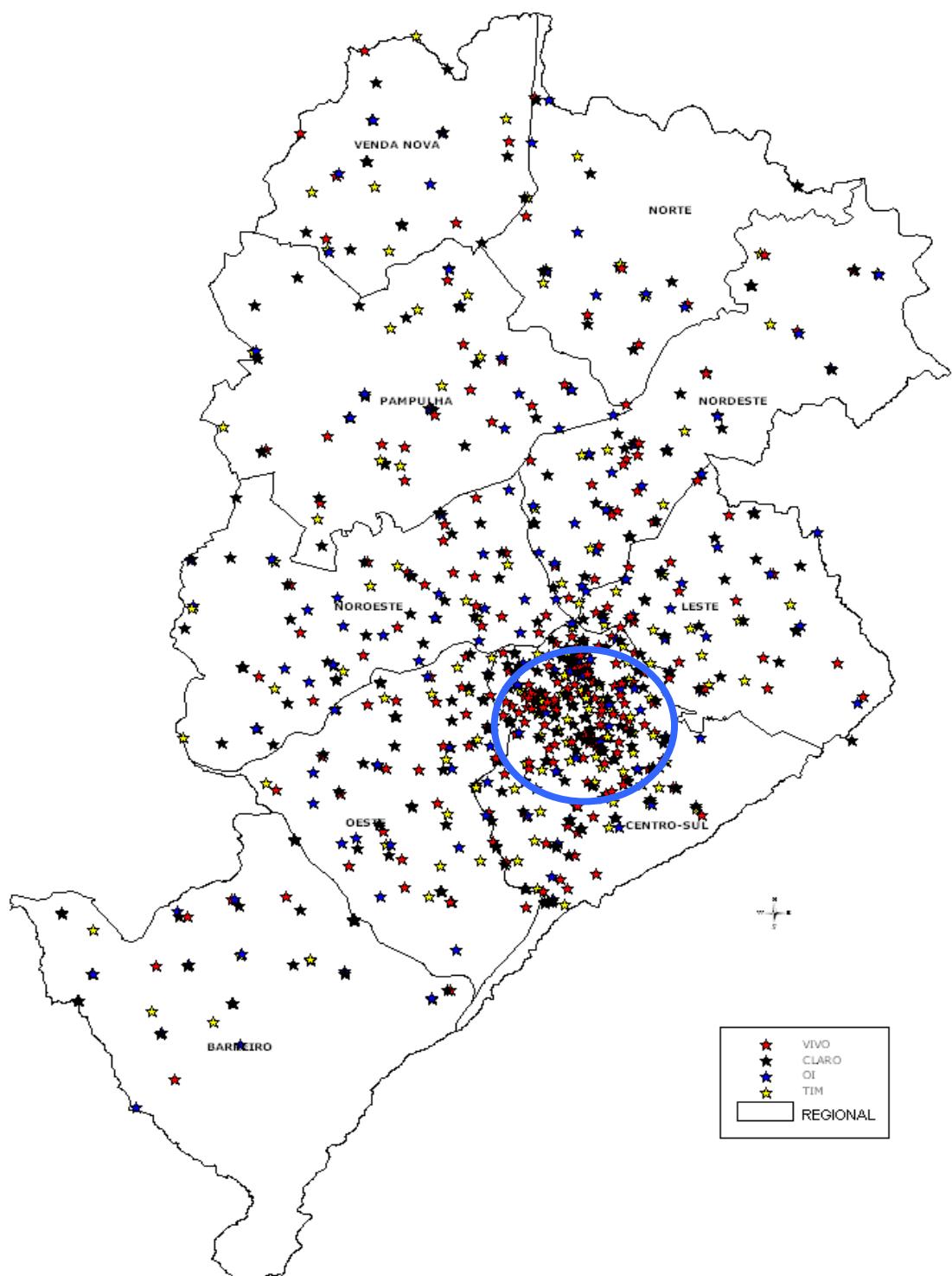


**Figura 5.4 – Percentual de ERB's, por Regional, no Município de Belo Horizonte-2003 e 2006.**

As Figuras 5.5, 5.6 e 5.7 mostram o mapeamento das localizações das ERB's, no Município de Belo Horizonte – em 2003, 2006 e 2008

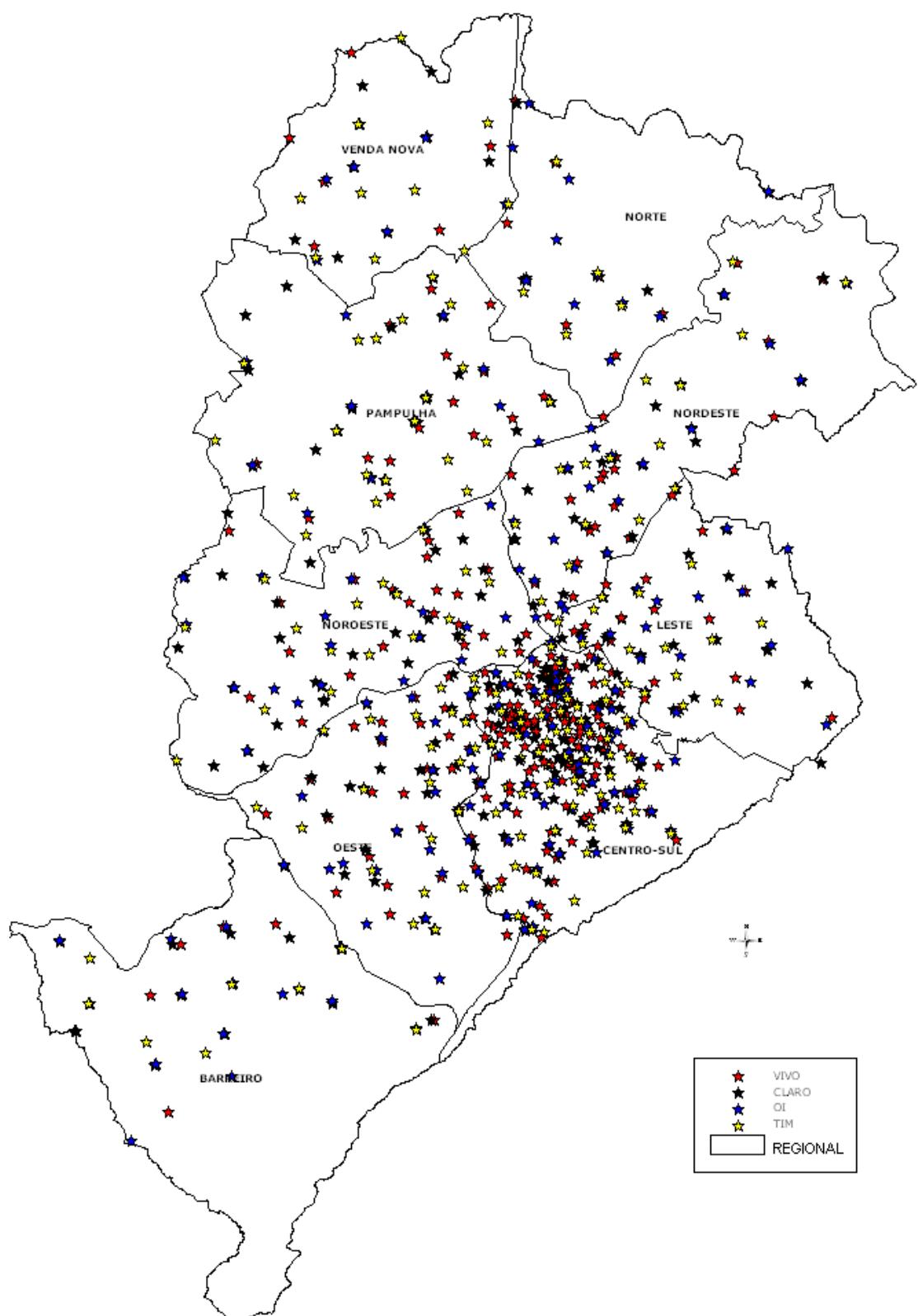


**Figura 5.5 - Total de ERB's instaladas, no município de Belo Horizonte - até 2003 - Total: 474.**



**Figura 5.6** - Total de ERB's instaladas, no município de Belo Horizonte - até 2006 - Total:

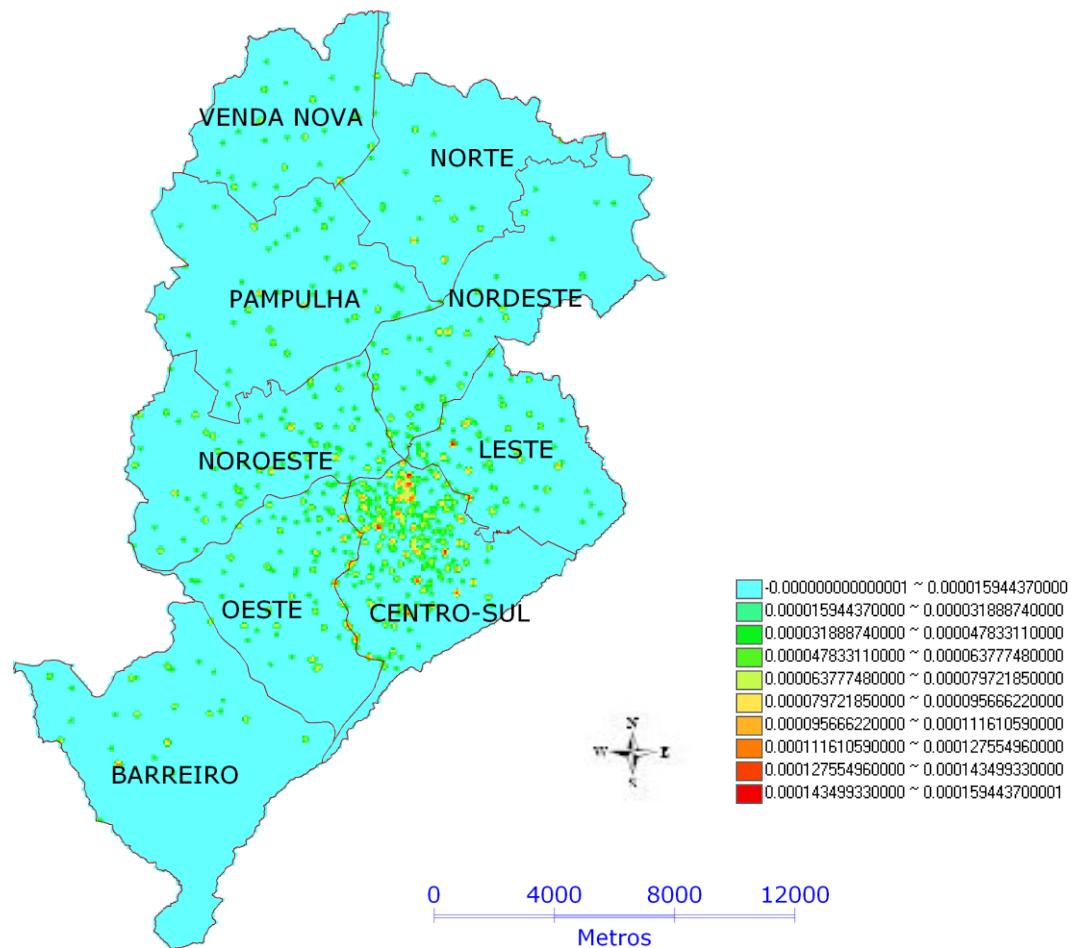
856.



**Figura 5.7** - Total de ERB's instaladas, no município de Belo Horizonte - até 2008 - Total: 921.

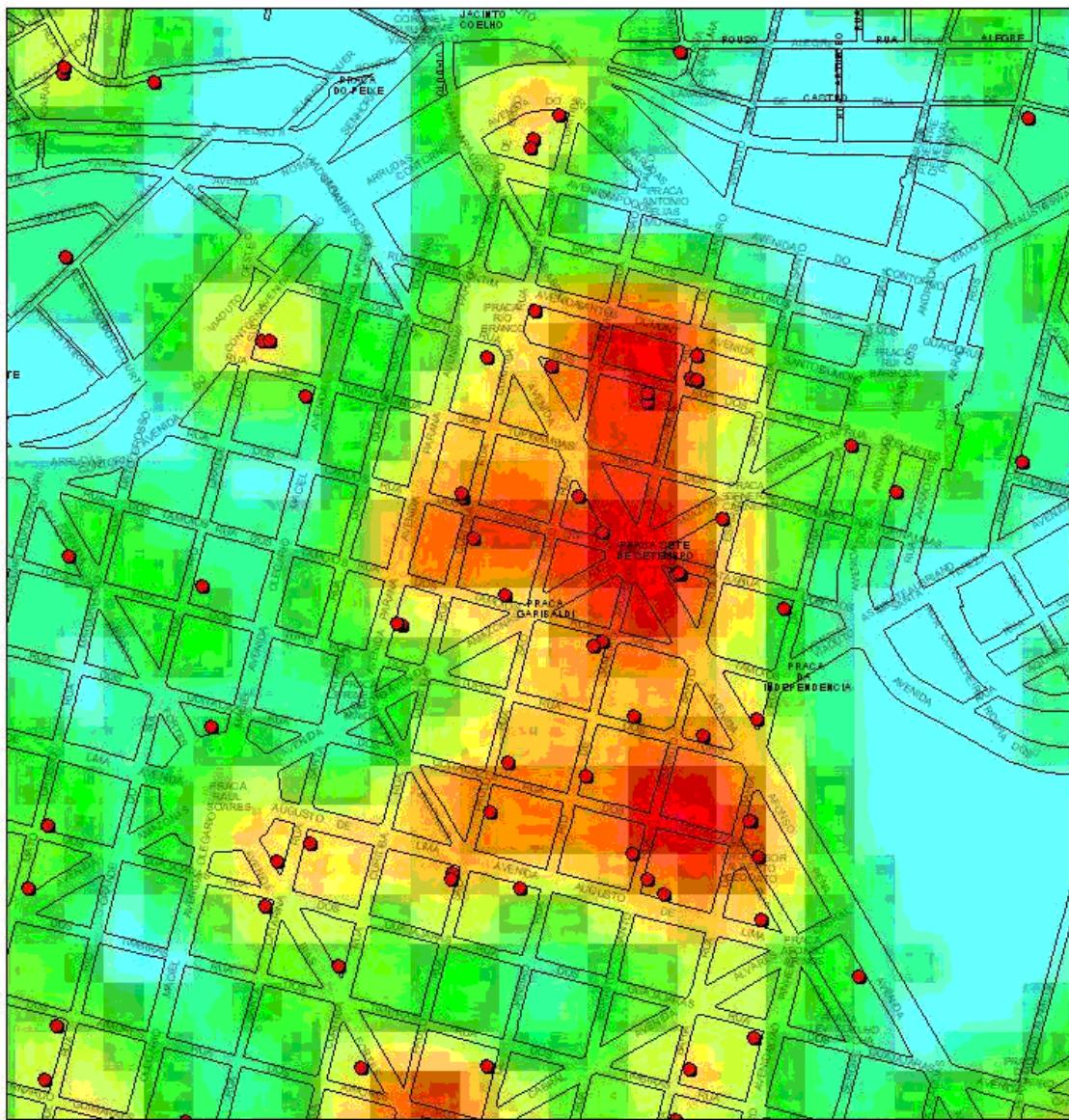
## 5.2 Mapa de Kernel – Belo Horizonte

A Figura 5.8 representa, em cada regional, os locais onde há maior densidade de antenas, no município de Belo Horizonte. O mapa mostra a localização de maior densidade de ERB's, que se encontra na regional Centro-Sul da cidade.



**Figura 5.8 - Mapa de Kernel - Antenas - Belo Horizonte – 2006.**

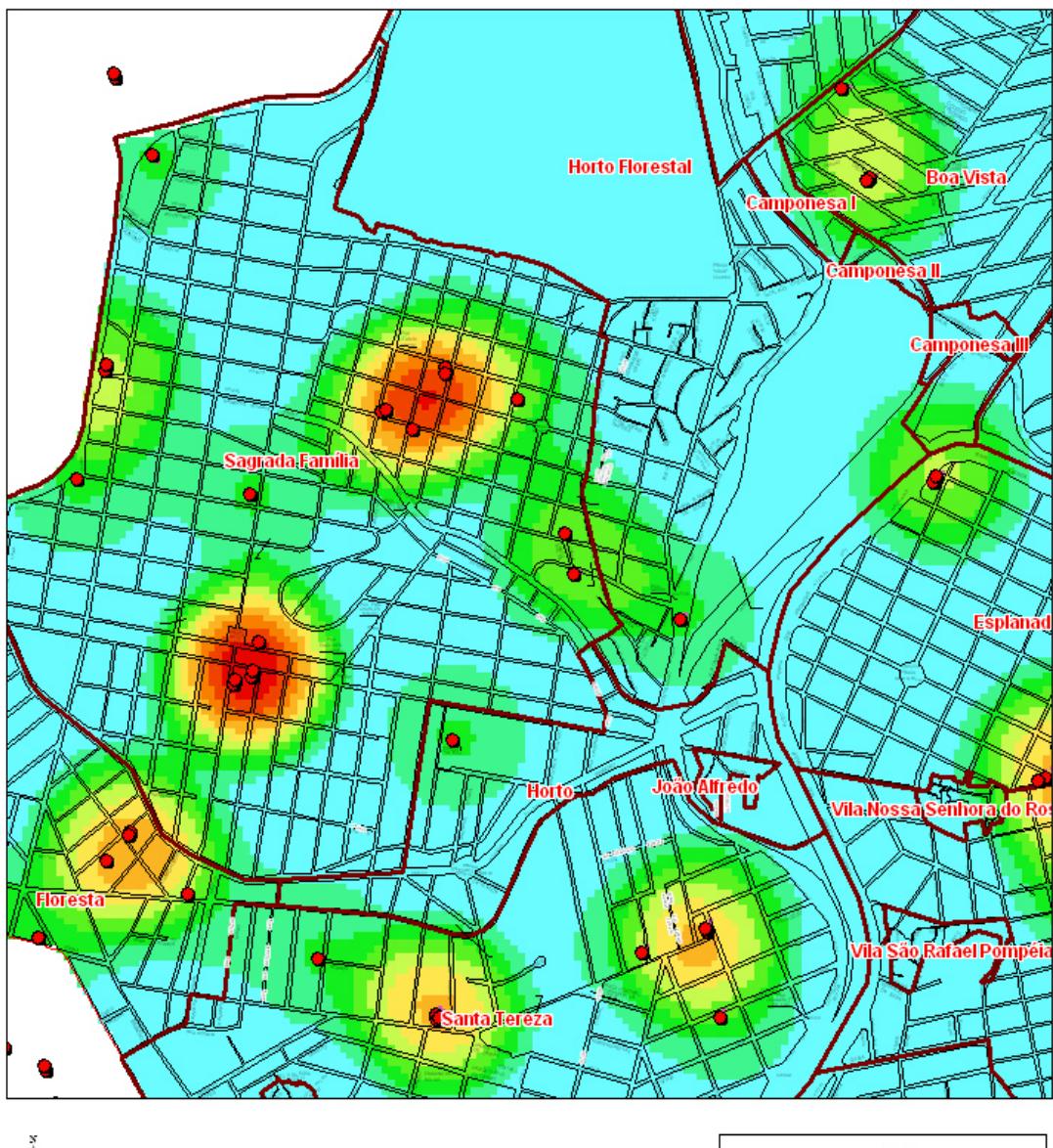
Algumas das localizações onde podemos observar a maior densidade de ERB's são mostradas nas seguintes figuras: Figura 5.9 - Área Central; Figura 5.10 - Regional Leste; e a Figura 5.11 - Regional Centro-Sul.



## CONCENTRAÇÃO DE ANTENAS PARA CELULAR - BELO HORIZONTE REGIÃO CENTRAL - PRAÇA SETE DE SETEMBRO

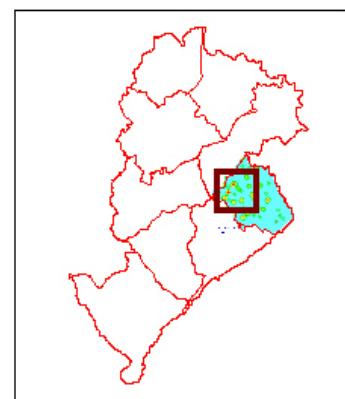


**Figura 5.9** – Mapa de Kernel – Área Central.

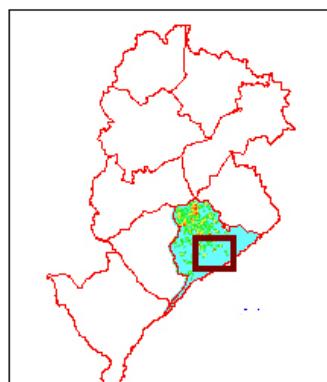
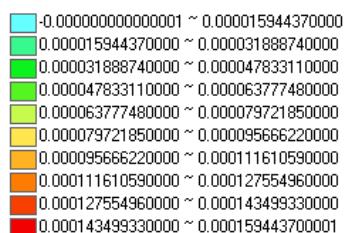
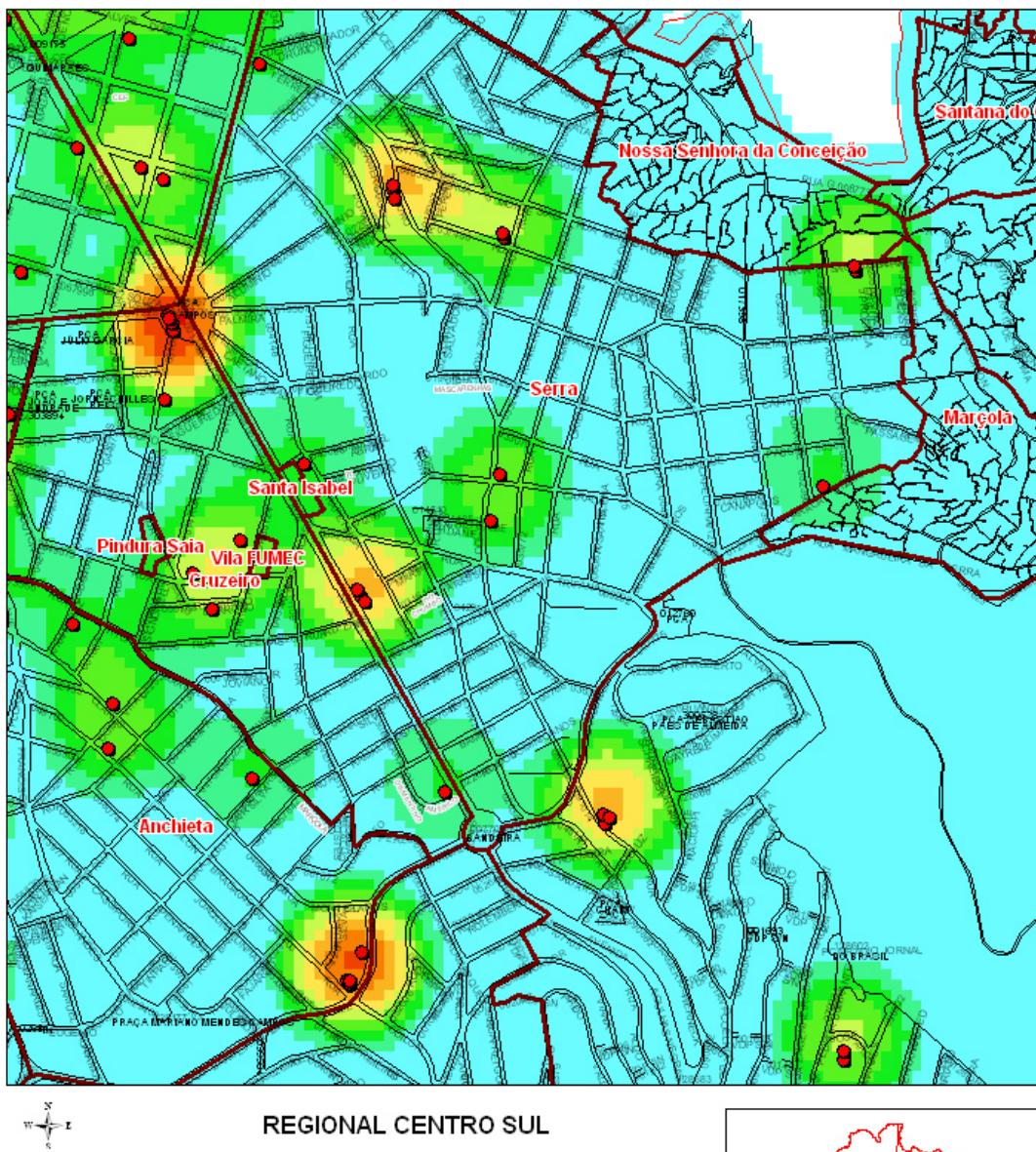


REGIONAL LESTE

0.0000000000000001 ~ 0.000015944370000
0.000015944370000 ~ 0.000031888740000
0.000031888740000 ~ 0.000047833110000
0.000047833110000 ~ 0.000063777480000
0.000063777480000 ~ 0.000079721850000
0.000079721850000 ~ 0.000095666220000
0.000095666220000 ~ 0.000111610590000
0.000111610590000 ~ 0.000127554960000
0.000127554960000 ~ 0.000143499330000
0.000143499330000 ~ 0.000159443700000



**Figura 5.10 – Mapa de Kernel – Regional Leste.**



**Figura 5.11 – Mapa de Kernel – Regional Centro-Sul.**

### **5.3 Resultados encontrados dos valores da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, no município de Belo Horizonte**

Foram realizadas as medições da intensidade do campo elétrico em aproximadamente 400 pontos da regional Centro Sul da cidade, no município de Belo Horizonte. Durante o monitoramento ambiental, o maior valor acumulado medido do campo elétrico foi de 12,4 V/m e o menor 0,4 V/m. A maior densidade de potência foi de 40,78  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  e a menor de 0,04  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

Observa-se, na Figura 5.12, que a maior concentração de antenas de AM, FM, TV, TV Digital, *pgers* se encontra instalada na Serra do Curral, Belo Horizonte – Minas Gerais, nas proximidades do Bairro Belvedere. A Figura 5.13 mostra o mapa do Bairro Belvedere, região Centro-Sul da cidade.



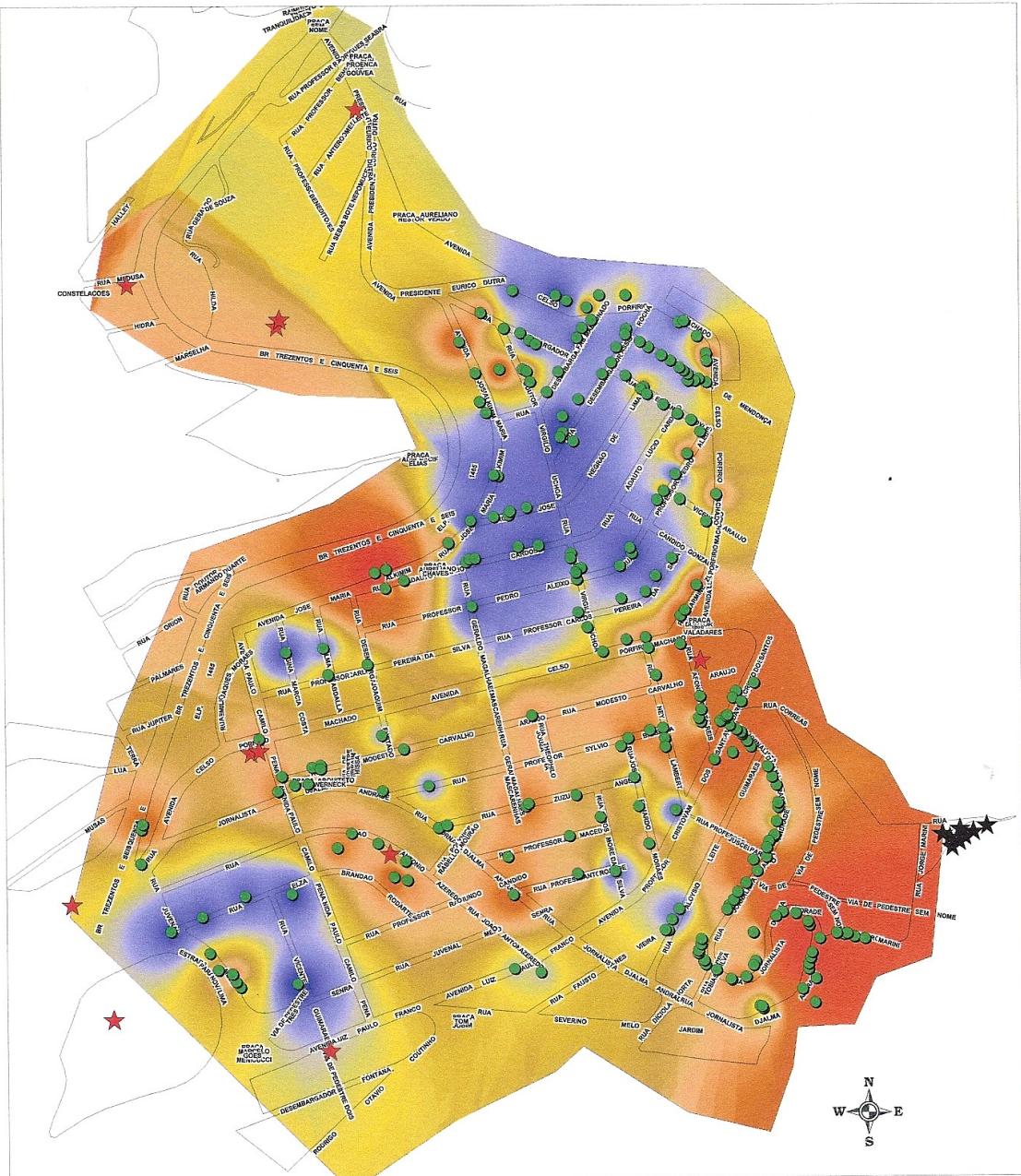
**Figura 5.12** – Antenas localizadas na Serra do Curral – Belo Horizonte – Minas Gerais.



**Figura 5.13** – Mapa do Bairro Belvedere, Centro-Sul – Belo Horizonte – Minas Gerais.

A Figura 5.14 mostra, no mapa, a utilização do Interpolador IDW, para gerar, espacialmente, os dados coletados em campos dos 300 pontos de medição das intensidades de Campo Elétrico, no Bairro Belvedere, região Centro-Sul.

O Anexo VIII mostra as coordenadas geográficas e o diagnóstico ambiental do monitoramento da intensidade dos campos elétricos medidos no bairro.



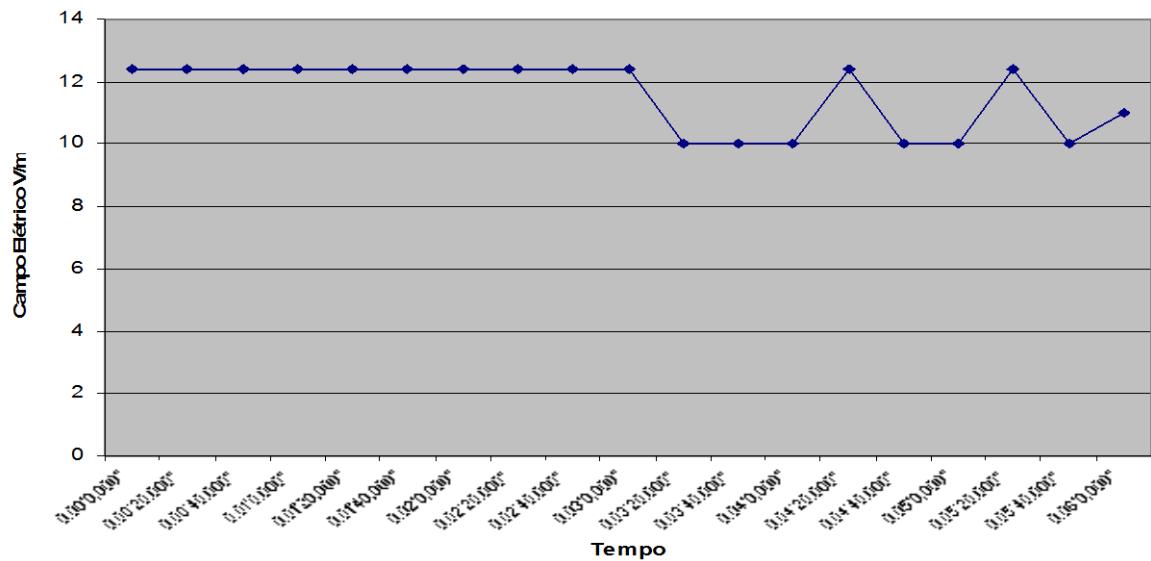
Medição dos Campos Eletromagnéticos - Bairro Belvedere - Belo Horizonte - MG

- Pontos de Medição
  - ★ Antenas de Telefonia Celular
  - ★ Antenas de AM,FM,TV

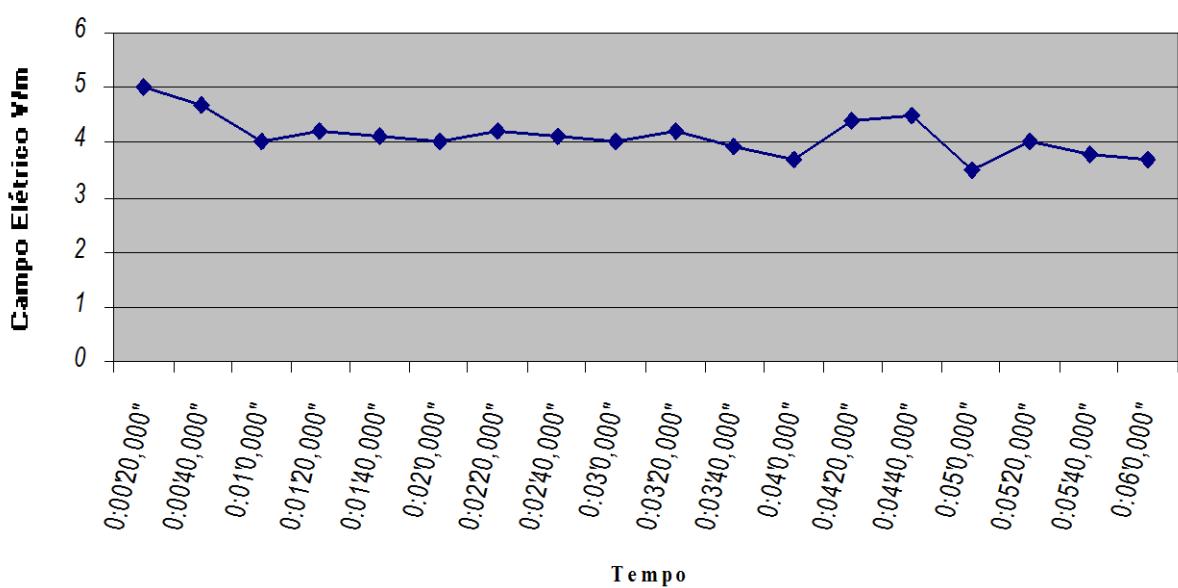
### Valores - V/m

**Figura 5.14** – Medição dos Campos Eletromagnéticos (V/m), Bairro Belvedere, Belo Horizonte.

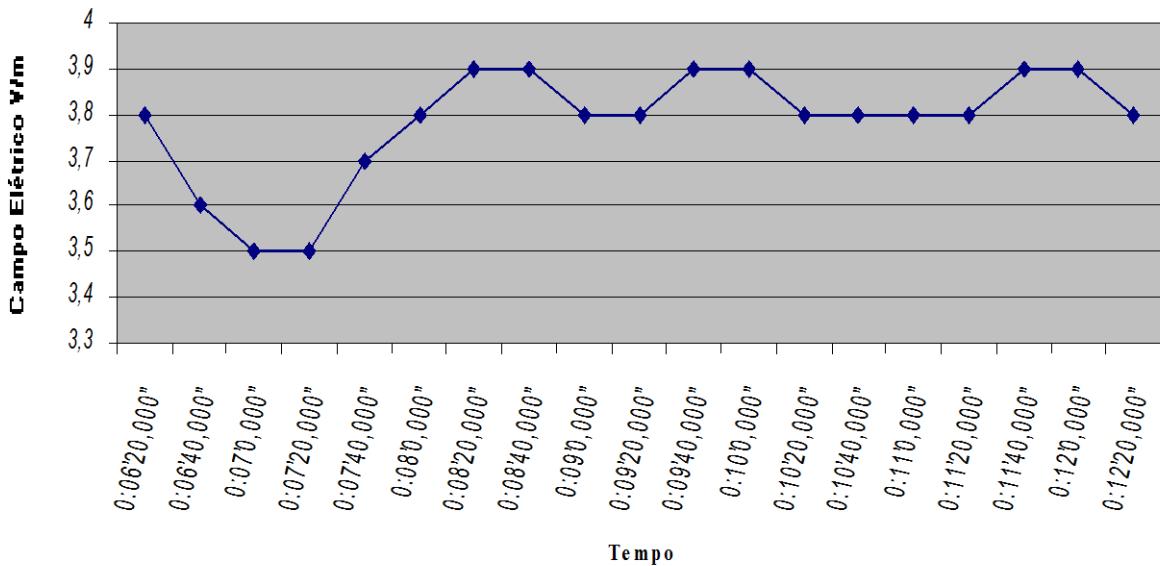
Observa-se, nas Figuras 5.15, 5.16 e 5.17, amostras de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul.



**Figura 5.15** – Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, Bairro Santa Lúcia.

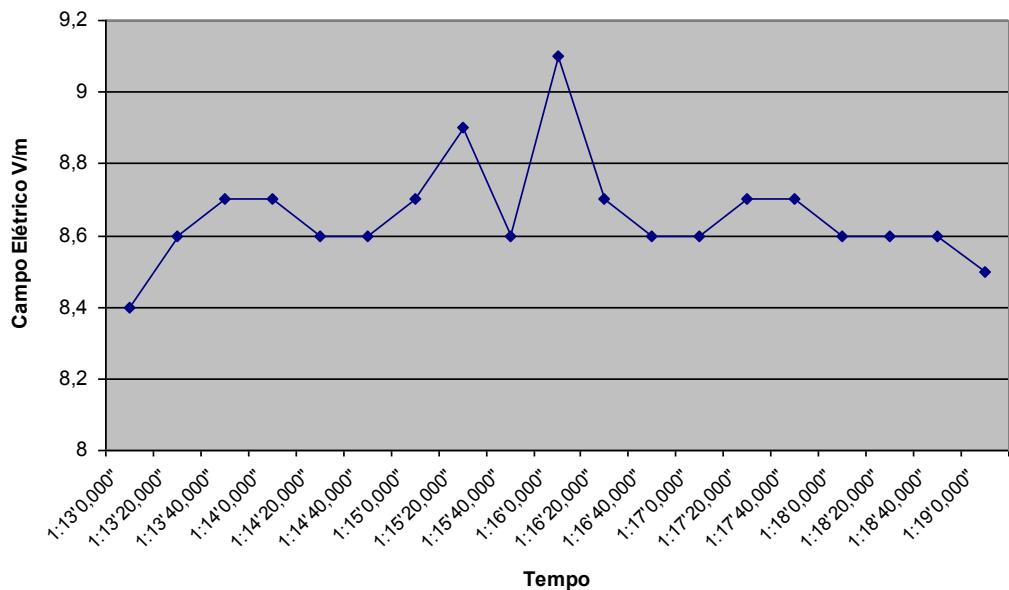


**Figura 5.16** – Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, Bairro Serra.

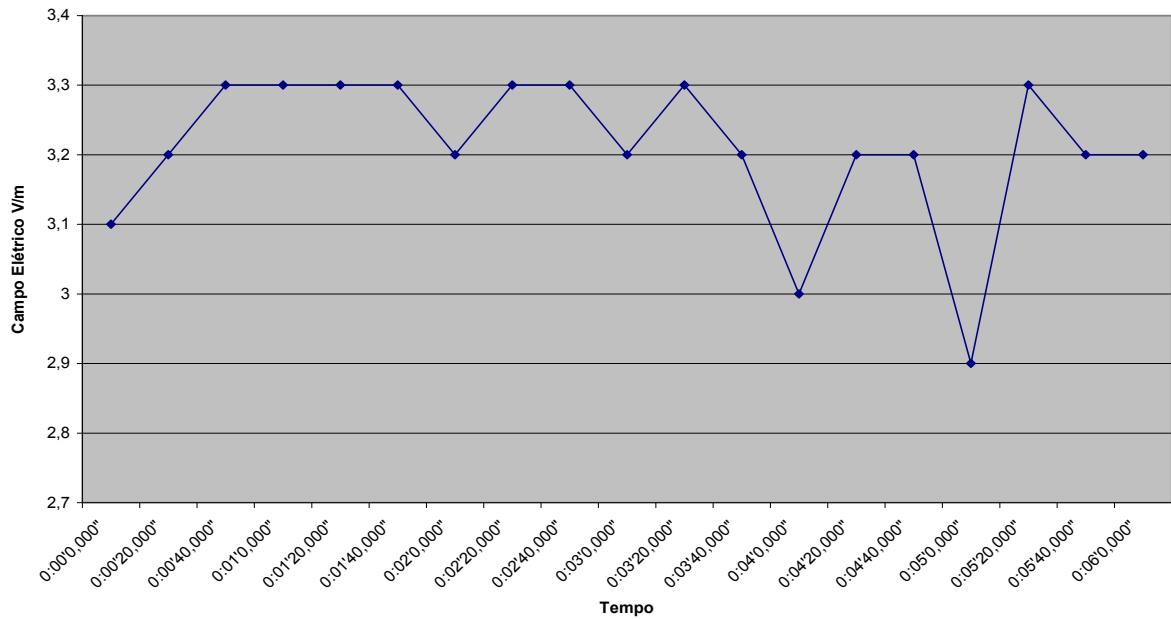


**Figura 5.17** – Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, Bairro Anchieta.

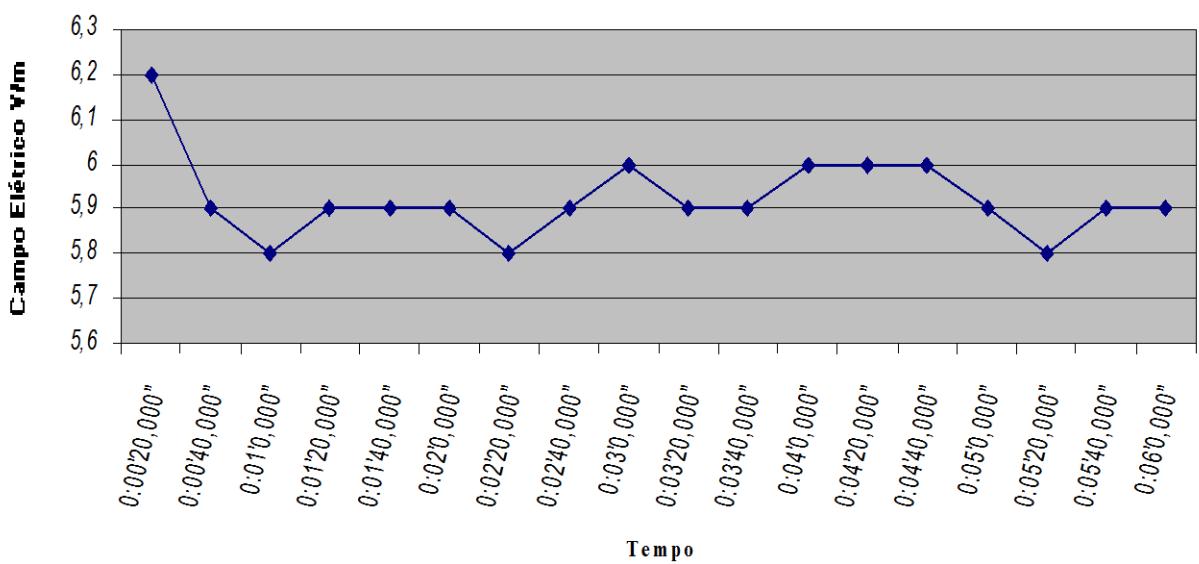
Algumas amostras dos resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico dentro das residências são observadas nas Figuras 5.18, 5.19 e 5.20, na regional Centro-Sul de Belo Horizonte.



**Figura 5.18** – Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, dentro de residências, Bairro Funcionários - Belo Horizonte.



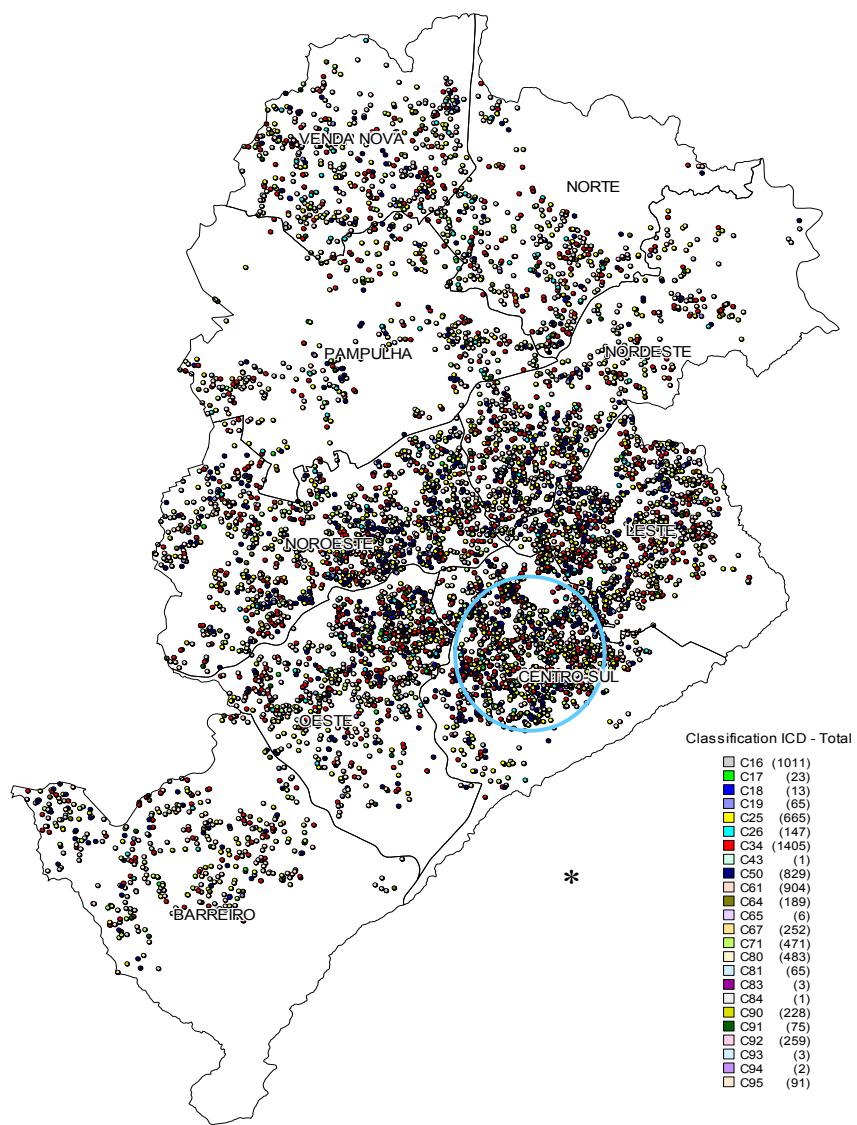
**Figura 5.19** – Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, dentro de residências, Bairro Santo Antônio – Belo Horizonte.



**Figura 5.20** – Amostra de resultados dos valores encontrados da intensidade do campo elétrico, na regional Centro-Sul, dentro de residência, Bairro Sion – Belo Horizonte.

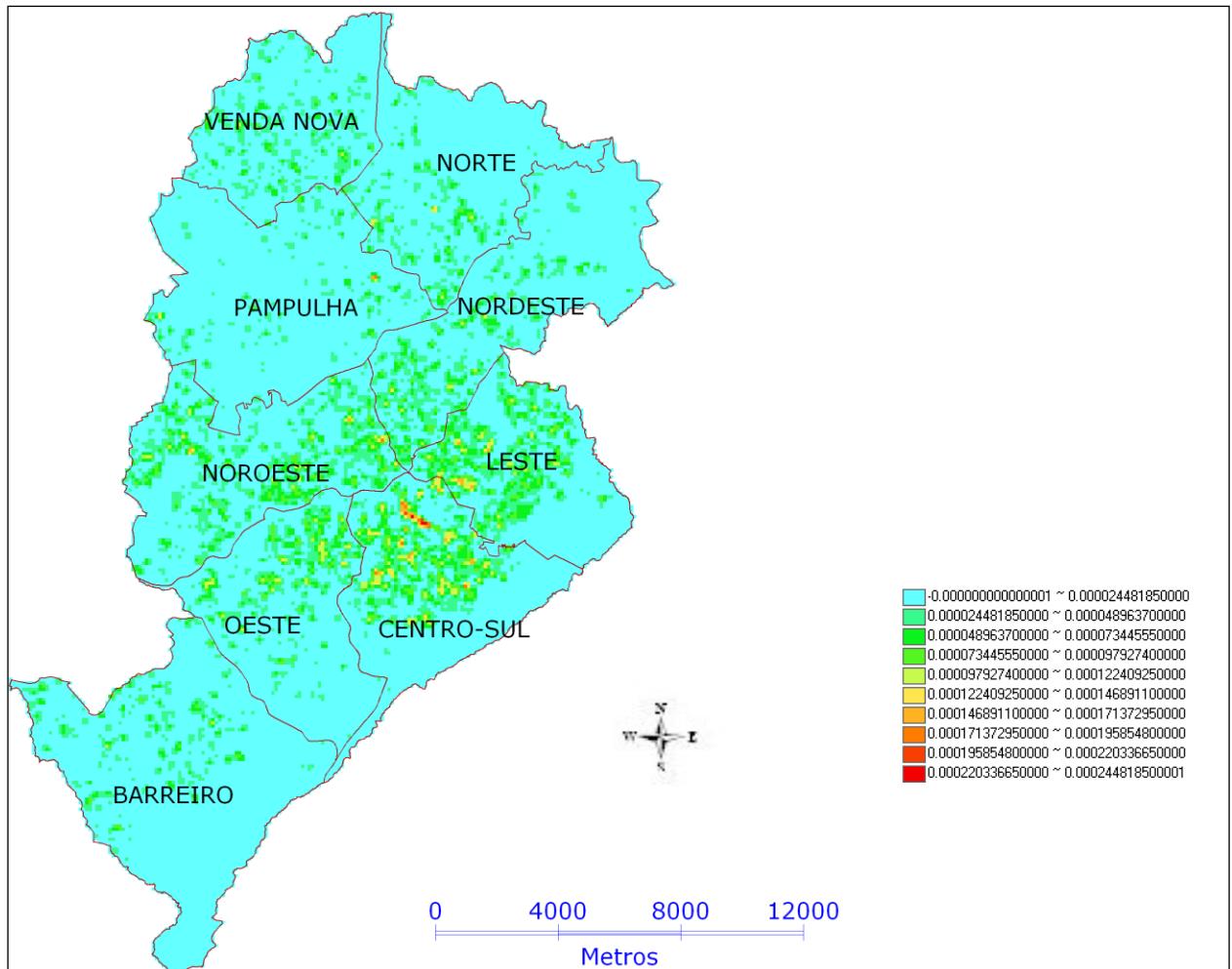
## **5.4 Total de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006**

Nesse período, foram notificados 22.493 óbitos, por neoplasias, de residentes. As Figuras 5.21 e 5.22 mostram o georreferenciamento, por residência, dos casos de óbitos por neoplasias, no período de 1996 a 2006, codificados de acordo com a Tabela 4.1, no município de Belo Horizonte.



**Figura 5.21 – Mapa com o total de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, em relação aos CID's codificados (CEM) entre 1996 e 2006: Total 7.191óbitos.**

Através do Mapa de Kernel, mostrado na Figura 5.22, podemos observar, por meio da interpolação, a intensidade pontual do processo, em toda a região de estudo dos casos de óbitos por neoplasias, no período de 1996 a 2006. O estimador de Kernel realizou uma varredura, pontuando as áreas de maior concentração, em cada regional do Município de Belo Horizonte.



**Figura 5.22 –** Mapa de Kernel contendo o total de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, em relação aos CID codificados (CEM) entre 1996 a 2006. Total 7.191 óbitos.

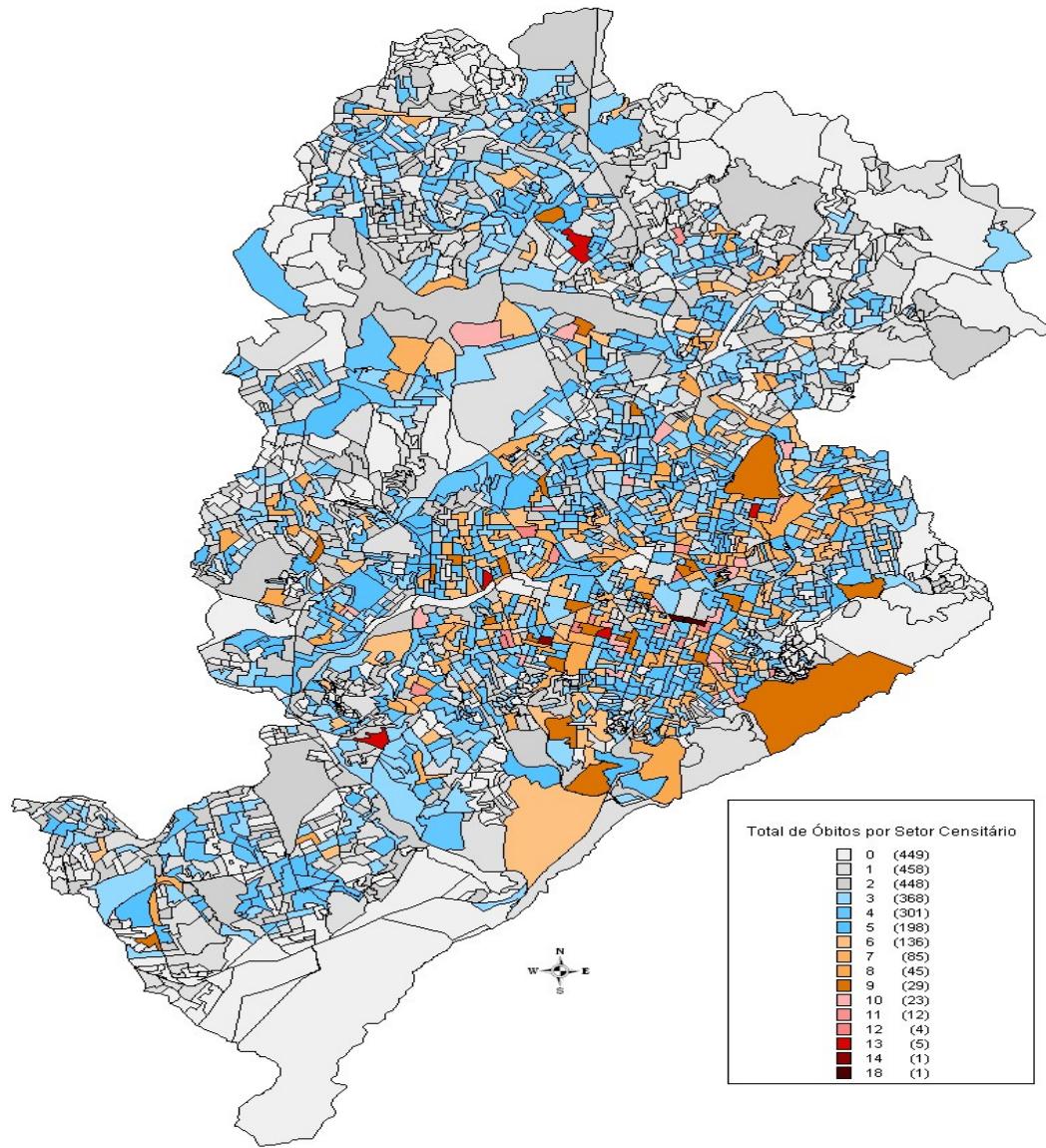
Podemos observar, nas Figuras 5.21 e 5.22, que a maior concentração de óbitos por neoplasias também se encontra na região Centro-Sul da cidade. Observamos, igualmente, *cluster* de óbitos por neoplasias, nas regionais Noroeste e Leste da cidade.

Na série temporal de 1996 a 2006, foram registrados 7.191 casos de óbitos por neoplasias, referendados na literatura.

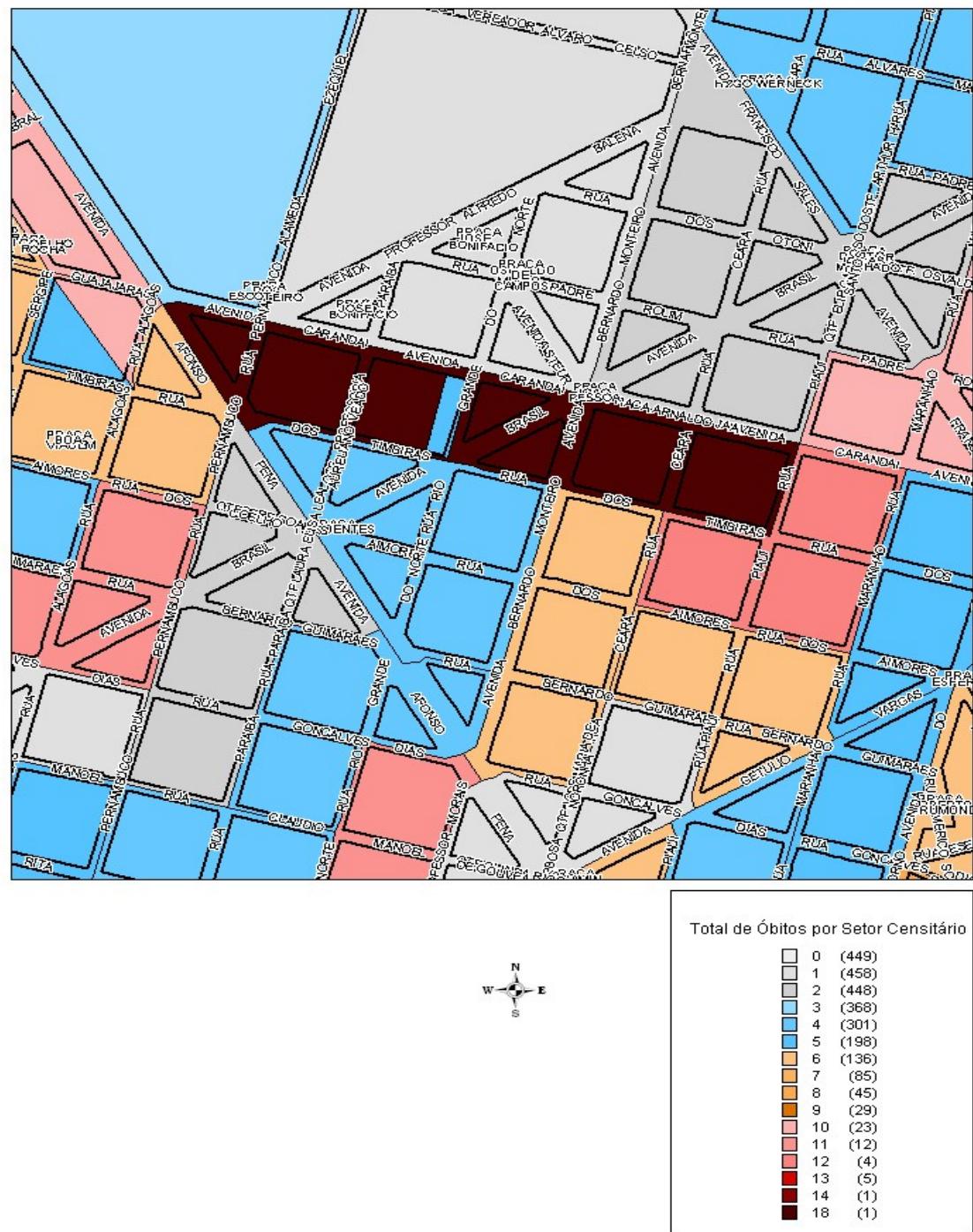
### ***5.5 Total de óbitos por neoplasias, no município de Belo Horizonte, por setor censitário***

A Figura 5.23 mostra o total de óbitos, no Município de Belo Horizonte, por setor censitário, desconsiderando os 780 casos de neoplasias em 1998, cujos endereços das ruas não foram identificados.

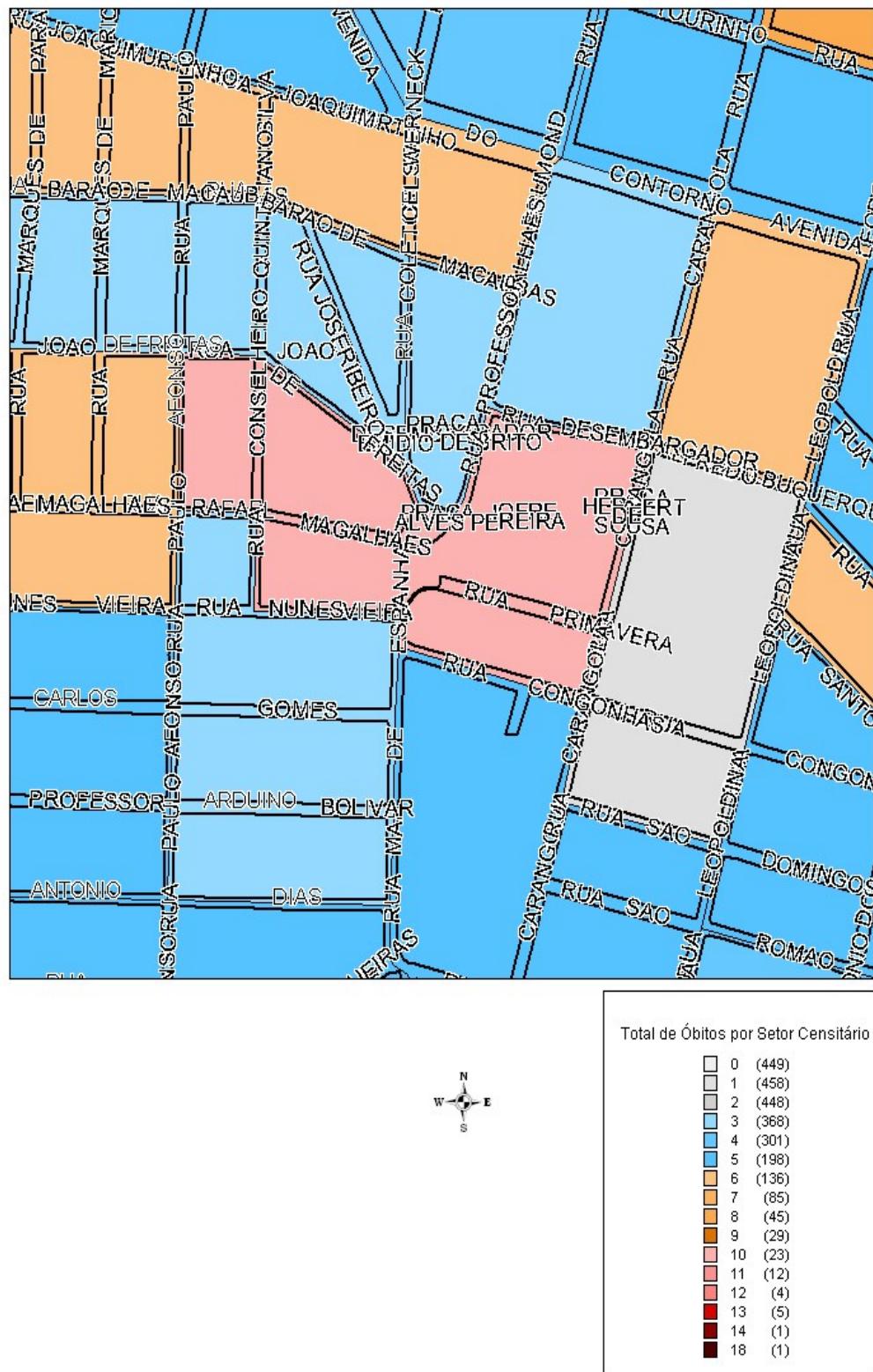
Podemos observar, nas Figuras 5.24 e 5.25, amostra com o total de óbitos por setor censitário, na Região Centro-Sul.



**Figura 5.23 - Total de óbitos por neoplasias, por setor Censitário, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006 - Total: 7.191 óbitos.**

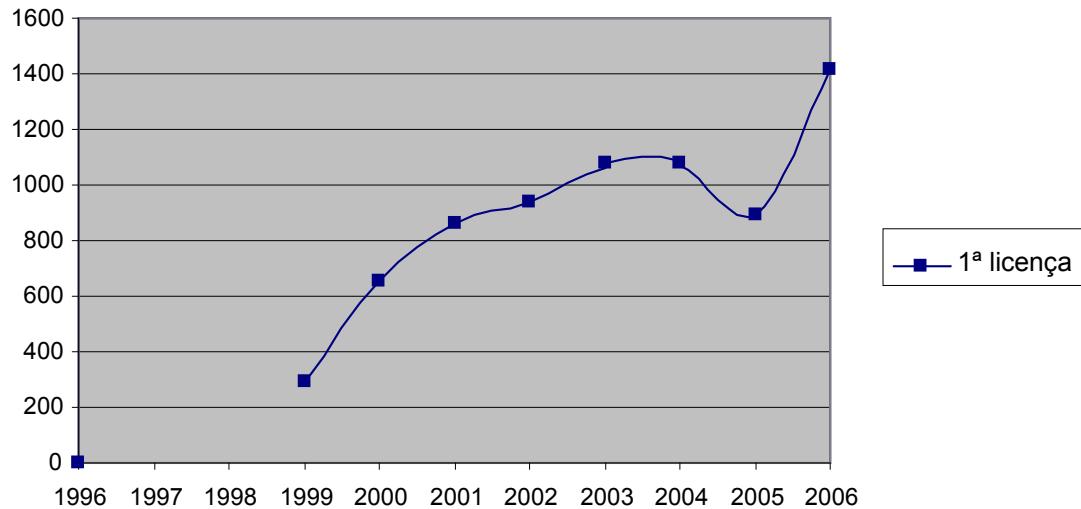


**Figura 5.24** – Amostra com o total de óbitos por Setor Censitário, na região Centro-Sul do Município de Belo Horizonte.

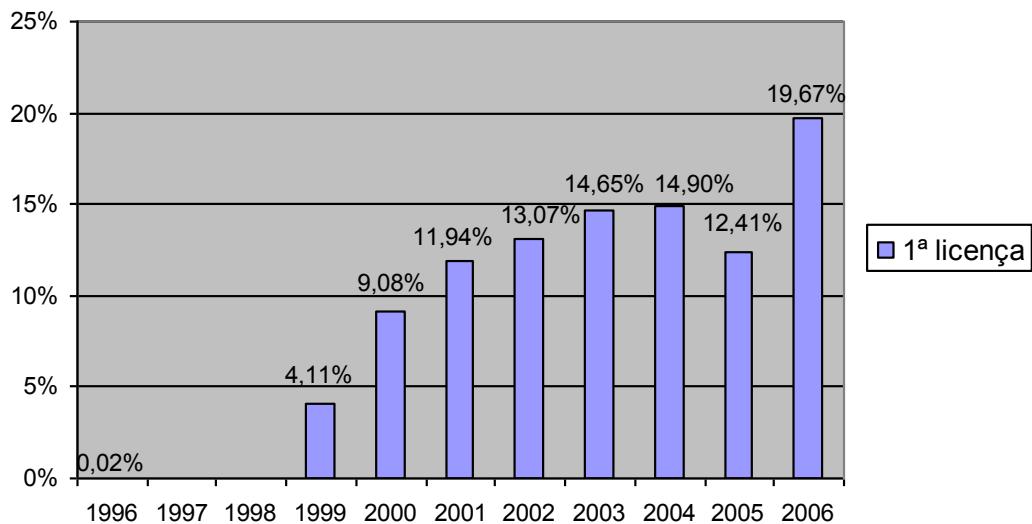


**Figura 5.25** – Amostra com o total de óbitos por Setor Censitário, na região Centro-Sul do Município de Belo Horizonte.

A Figura 5.26 representa o total de óbitos por neoplasias, referendados na literatura, no período 1996-2006, perfazendo 7.191 óbitos de exposição em relação à data da primeira licença. Optamos por trabalhar com a data da primeira licença apesar de existirem antenas que foram instaladas na data do cadastro. Desta forma, o trabalho de pesquisa foi ainda mais conservador. A Figura 5.27, o percentual de óbitos por ano, para o mesmo período. O banco de dados do SIM (Sistema de Informações sobre Mortalidade) não possuía os endereços no cadastro dos óbitos por neoplasia para o ano de 1998. Podemos observar que, a partir de 2001, houve um crescimento de óbitos por neoplasias.

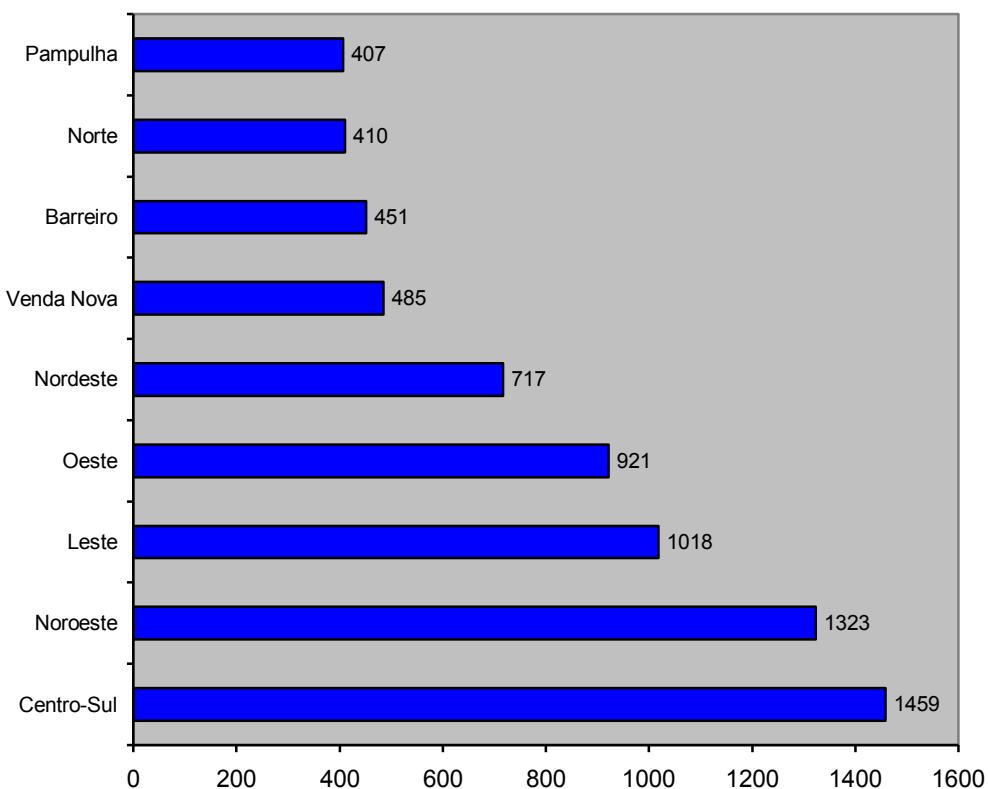


**Figura 5.26** - Total de óbitos por neoplasias, por ano, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006 - Total: 7.191 óbitos (data da 1<sup>a</sup> licença)



**Figura 5.27** - Percentual de óbitos por neoplasias, por ano, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006 considerando a exposição em relação à data da primeira licença.

De acordo com a Figura 5.28, os casos procederam, principalmente, das regionais: Centro-Sul (20,28 %), onde se encontra a maior concentração de óbitos por neoplasias, seguida das regionais: Noroeste (18,39 %), Leste (14,15 %), Oeste (12,80 %), Nordeste (9,97 %), Venda Nova (6,74%), Barreiro (6,27 %), Norte (5,70 %) e Pampulha (5,65 %).



**Figura 5.28** - Total de óbitos por neoplasias, de acordo com as regionais, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006 - Total: 7.191 óbitos.

A Tabela 5.1 mostra a codificação dos óbitos e a descrição geográfica; e a Tabela 5.2, a taxa de incidência acumulada, no município de Belo Horizonte.

**Tabela 5.1 - Descrição da codificação dos óbitos e da localização geográfica.**

Codificação dos Óbitos	Regiões ou Distritos Sanitários									
	Barreiro	Centro-Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova	Total
C16	83	143	132	124	183	75	125	57	89	1011
C17	2	3	4	1	3	2	4	4	0	23
C18	1	2	2	2	1	1	3	0	1	13
C19	4	8	13	9	16	2	7	1	5	65
C25	30	155	88	74	137	23	77	42	39	665
C26	4	27	17	12	17	19	23	14	14	147
C34	88	300	194	140	233	89	187	75	99	1405
C43	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
C50	43	210	145	68	177	23	94	35	34	829
C61	42	174	131	84	186	51	122	56	58	904
C64	17	40	28	19	28	16	20	10	11	189
C65	0	1	0	1	0	0	1	0	3	6
C67	18	51	42	28	40	10	30	21	12	252
C71	37	105	54	37	94	23	63	30	28	471
C80	36	86	71	55	83	36	61	21	34	483
C81	5	19	8	4	9	3	9	3	5	65
C83	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
C84	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
C90	11	40	39	21	41	14	33	13	16	228
C91	4	11	6	10	12	3	15	7	7	75
C92	19	62	34	24	43	13	34	14	16	259
C93	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3
C94	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
C95	7	17	10	4	18	7	12	4	12	91
<b>Total</b>	<b>451</b>	<b>1459</b>	<b>1018</b>	<b>717</b>	<b>1323</b>	<b>410</b>	<b>921</b>	<b>407</b>	<b>485</b>	<b>7191</b>

**Tabela 5.2 – Taxa de incidência acumulada, no Município de Belo Horizonte.**

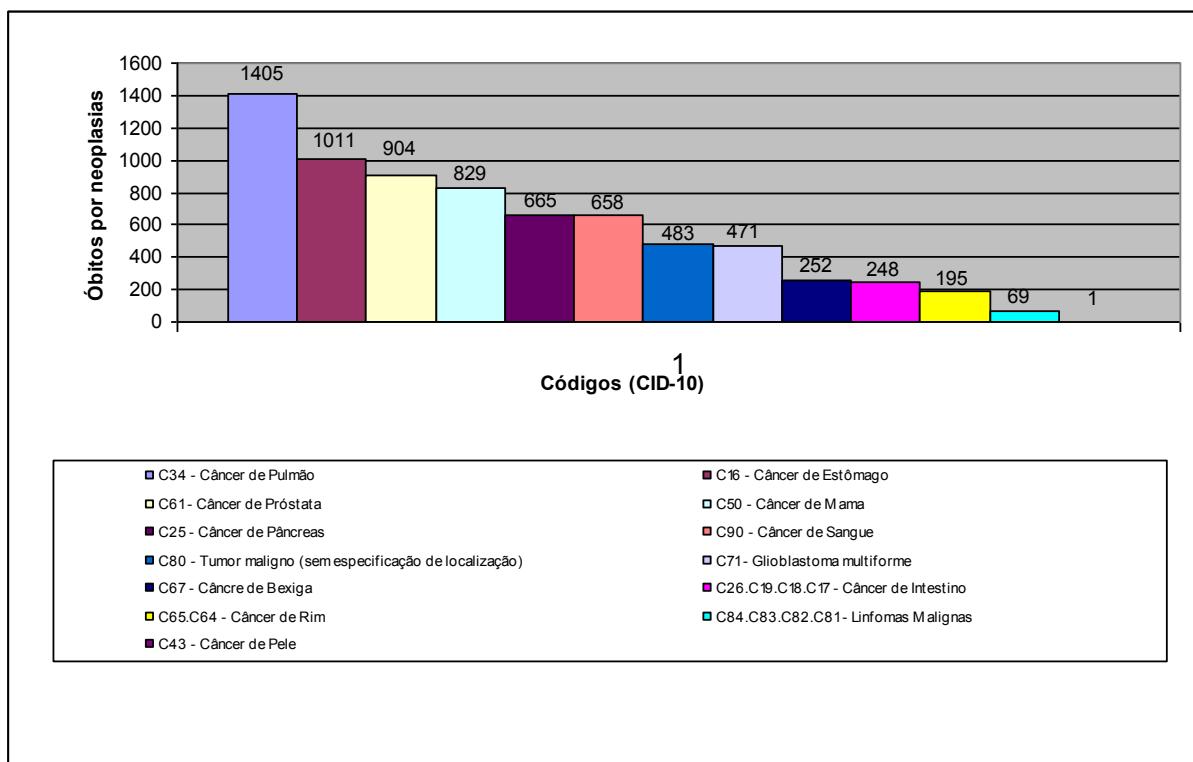
REGIONAIS	POPULAÇÃO	Nº. DE ÓBITOS	TAXA INCIDÊNCIA ACUMULADA / 1000
Pampulha	106.330	407	3,82
Nordeste	248.406	717	2,88
Norte	153.821	410	2,66
Noroeste	338.753	1323	3,90
Leste	251.118	1018	4,05
Centro-Sul	249.862	1459	5,83
Oeste	249.059	921	3,69
Barreiro	219.873	451	2,05
Venda nova	198.475	485	2,44
<b>TOTAL</b>	<b>2.015.697</b>	<b>7.191</b>	

Dados (IBGE, 2000)

A taxa de incidência acumulada, mostrada na tabela 5.2, significa o número de óbitos por neoplasias, em cada regional, dividido pela população das mesmas, multiplicado por 1000. Encontramos, na regional Centro-Sul, a maior taxa de incidência acumulada, 5.83 por 1000, e, na região do Barreiro, 2,05 por 1000: a menor taxa.

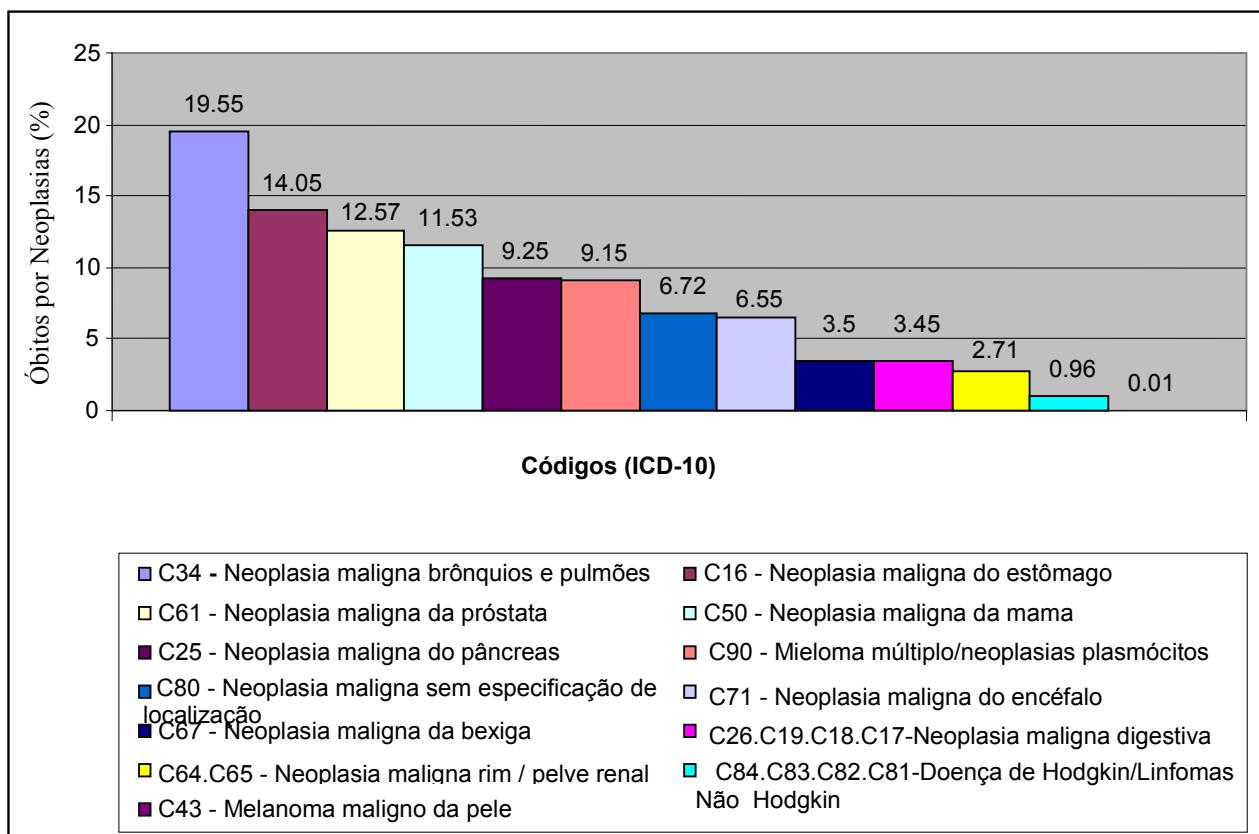
De acordo com a Figura 5.29, podemos observar que o código (CID-10) C34 obteve o maior número de casos de óbitos por neoplasia ( $n=1.405$ ); seguido dos códigos C16 ( $n=1.011$ ); C61 ( $n=904$ ); C50 ( $n=829$ ); C25 ( $n=665$ ); C90 ( $n=658$ ); C80 ( $n=483$ ); C71 ( $n=471$ ); C67 ( $n=252$ ); C26, C19, C18, C17 ( $n=248$ ); C64 e C65 ( $n=195$ ); C81 a C84 ( $n=69$ ); C43 ( $n=1$ ), que, juntos, totalizam 7.191 óbitos.

A classificação das neoplasias na CID-10 se encontra na Tabela 4.1.

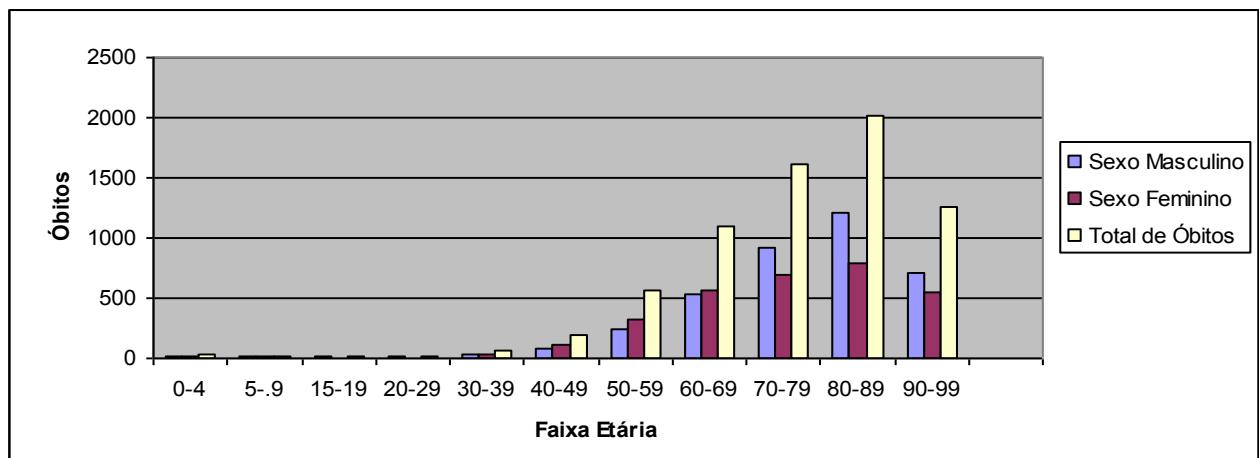


**Figura 5.29** - Número de óbitos por neoplasias, de acordo com os códigos (CID-10) da Tabela 4.1, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006 -

Total: 7.191 óbitos.

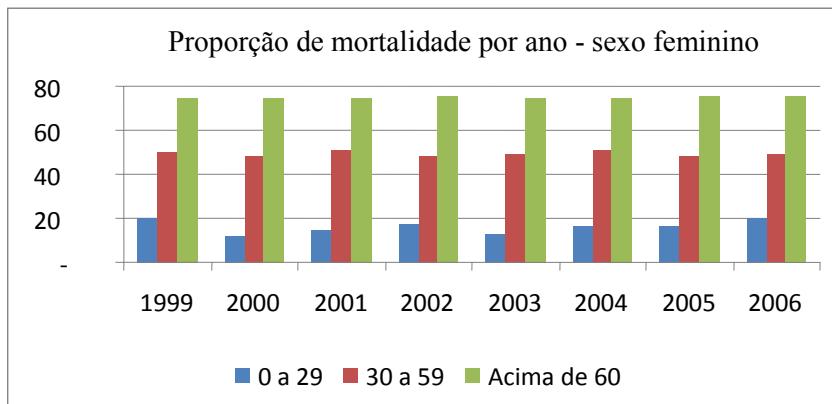


**Figura 5.30** - Percentual de óbitos por neoplasias, de acordo com os códigos (CID-10) da Tabela 4.1, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006 - Total: 7.191 óbitos.

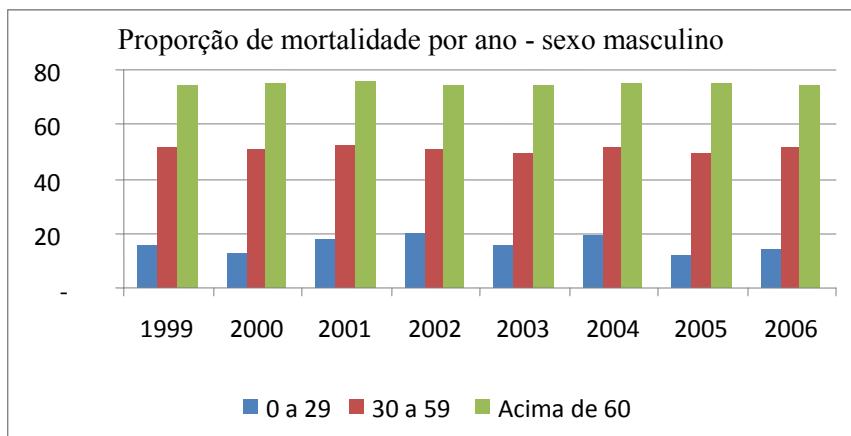


**Figura 5.31** – Total de óbitos por neoplasias, pela faixa etária e sexo, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006 - Total: 7.191 óbitos.

A Figura 5.32 mostra a proporção de mortalidade por ano para o sexo feminino e a Figura 5.33 mostra a proporção de mortalidade por ano para o sexo masculino.



**Figura 5.32** - Proporção de mortalidade por ano – sexo feminino.



**Figura 5.33** - Proporção de mortalidade por ano – sexo masculino.

A tabela 5.3, abaixo, mostra o percentual de óbitos por faixa etária e sexo, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006, dentre os óbitos selecionados para estudo. Podemos observar que o maior número de óbitos foi do sexo masculino, totalizando 3.923 dos 7.191 óbitos. A partir de 50 anos de idade foi observado o crescimento de óbitos tanto para o sexo masculino quanto para o sexo feminino.

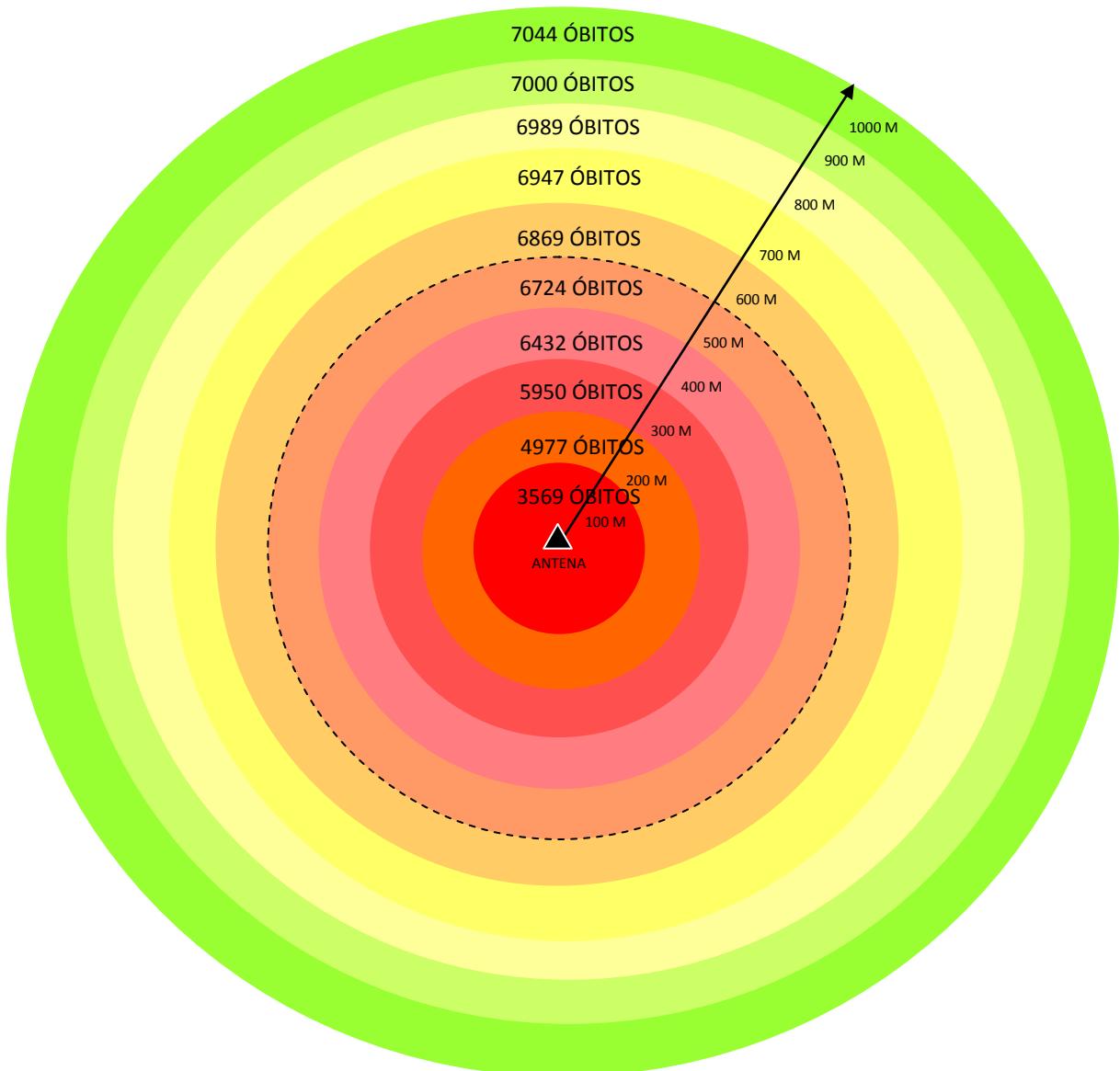
**Tabela 5.3** – Percentual de óbitos por faixa etária e sexo no Município de Belo Horizonte.

Faixa etária	Sexo masculino	Sexo feminino	Total de óbitos	Percentual %
00-04	10	16	26	0,36
05-09	13	10	23	0,32
10-14	12	8	20	0,28
15-19	11	8	19	0,26
20-29	34	34	68	0,95
30-39	80	120	200	2,78
40-49	247	322	569	7,91
50-59	535	559	1094	15,21
60-69	920	686	1.606	22,33
70-79	1217	797	2014	28,00
80-89	708	550	1258	17,49
90-99	136	158	294	4,08
<b>TOTAL</b>	<b>3.923</b>	<b>3.268</b>	<b>7.191</b>	

### **5.6 Total de ‘óbitos por neoplasias’ versus ‘distância das antenas de telefonia celular’, no município de Belo Horizonte, nos setores censitários.**

O universo de óbitos por neoplasias, no período de 1996 a 2006, referendados na literatura, para exposição a Campos Eletromagnéticos totalizou 7.191 óbitos. Os óbitos foram georreferenciados pelos seus endereços.

Dentro de uma faixa de raio de até 100 metros das antenas transmissoras do sistema de telefonia celular, encontramos uma concentração de 3.569 casos de óbitos por neoplasias, totalizando 49,63% dos óbitos. Para estimar o índice de mortalidade dentro de cada raio, o número de óbitos foi dividido pela população estimada incluída no raio de cada Setor Censitário. Por exemplo: para o raio de 100 metros, os 3.569 óbitos foram divididos pelas 821.890 pessoas expostas estimadas vivendo dentro daquele raio. Para os índices entre 200 e até 1000 metros, tanto o número de óbitos quanto a população estimada foram considerados cumulativamente. Isto foi necessário para as pessoas incluídas no raio de 100 metros, precisando considerá-las dentro do raio de 200 metros, e, assim, até os 1.000 metros, como mostra a Figura 5.34 e a Tabela 5.4.



Até 100 metros = 3.569 óbitos

Até 200 metros = 3.569 + 1.408 óbitos = 4.977 óbitos

Até 300 metros = 4.977 + 973 óbitos = 5.950 óbitos

Até 400 metros = 5.950 + 482 óbitos = 6.432 óbitos

Até 500 metros = 6.432 + 292 óbitos = 6.724 óbitos e assim continua dentro dos 1.000 metros

Acima de 1.000 metros + 147 óbitos

**Total de = 7191 óbitos**

**Figura 5.34** - Total de óbitos por neoplasias, por cada faixa de até 100 metros, nos setores censitários, dentro de um raio de até 1.000 metros das Antenas Transmissoras do Sistema de Telefonia Celular, no município de Belo Horizonte, no período de 1996 a 2006. Total: 7.191 óbitos.

## **5.7 Taxa de Mortalidade**

Corrigindo a mortalidade da população, de acordo com a distância das antenas, podemos observar que a taxa de mortalidade por neoplasias foi:

Até 500 metros, observamos 6.724 óbitos, em uma população de 1.934.032 habitantes.

$$\frac{6.724 \times 10.000}{1934032} = 34,76 \text{ Mortos por 10.000 habitantes dentro de um raio de até 500 m da antena.}$$

Até 100 metros,  $\pm 43,42$  pessoas, em cada 10.000, morreram de câncer.

Até 200 metros,  $\pm 40,22$  pessoas, em cada 10.000, morreram de câncer.

Até 300 metros,  $\pm 37,12$  pessoas, em cada 10.000, morreram de câncer.

Até 400 metros,  $\pm 35,80$  pessoas, em cada 10.000, morreram de câncer.

Até 500 metros,  $\pm 34,76$  pessoas, em cada 10.000, morreram de câncer.

A Tabela 5.4 mostra a taxa de mortalidade por neoplasias e o Risco Relativo de acordo com a distância das ERB's, nas faixas de 100 metros até 1.000 metros.

**Tabela 5.4 – Taxa de mortalidade por neoplasias, em Belo Horizonte (MG), de acordo com a distância das ERB's.**

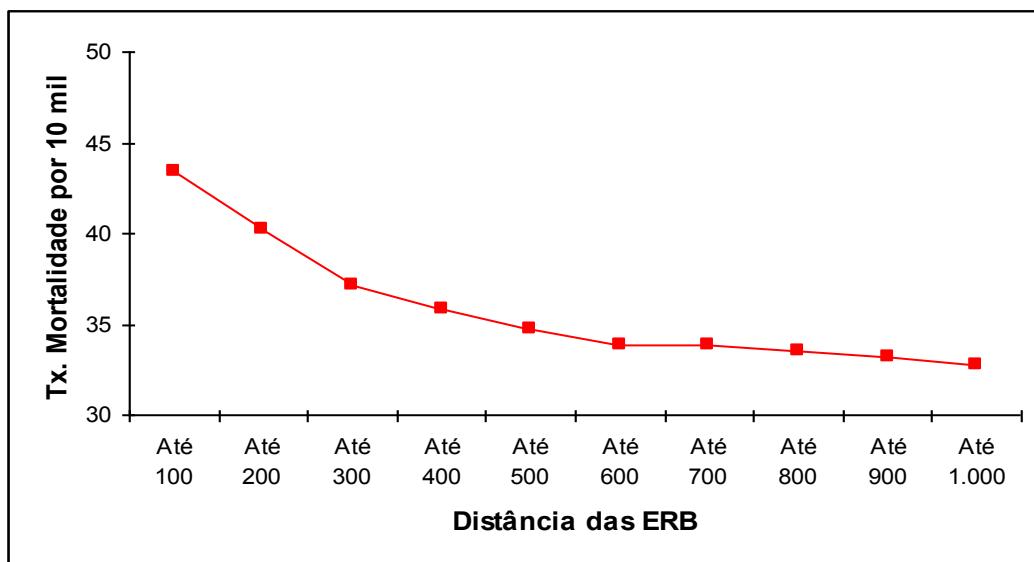
DISTÂNCIA (Metros)	TOTAL DE ÓBITOS	POPULAÇÃO TOTAL	TAXA DE MORTALIDADE/10.000	RISCO RELATIVO
Até 100	3.569	821.890	43,42	1,35
Até 200	4.977	1.237.368	40,22	1,25
Até 300	5.950	1.602.869	37,12	1,15
Até 400	6.432	1.796.604	35,80	1,11
Até 500	6.724	1.934.032	34,76	1,08
Até 600	6.869	2.030.093	33,83	1,05
Até 700	6.947	2.055.325	33,80	1,05
Até 800	6.989	2.086.712	33,49	1,04
Até 900	7.000	2.107.277	33,21	1,03
Até 1.000	7.044	2.148.327	32,78	1,00
Hipótese Nula	7.191	2.238.332	32,12	1,00

A Tabela 5.4 e a Figura 5.35 mostram as taxas de mortalidade por neoplasias de acordo com as distâncias da ERB, em Belo Horizonte, no período estudado. Observa-se que a taxa de mortalidade por neoplasias, considerando-se o número total de óbitos ocorridos no período ( $n=7.191$ ) dividido pela população total (2.238.332) foi de 32,12 por 10.000 habitantes. Quando se considera a distância da ERB, pode-se perceber que estas taxas ficam maiores para as distâncias menores especialmente no intervalo de 0 a 500 metros. Ou seja, o risco de morrer por neoplasia é maior, quando mais próximas às pessoas se encontram das ERB's. O Risco Relativo foi maior para os indivíduos que residiam dentro de um raio de até 500 metros das antenas.

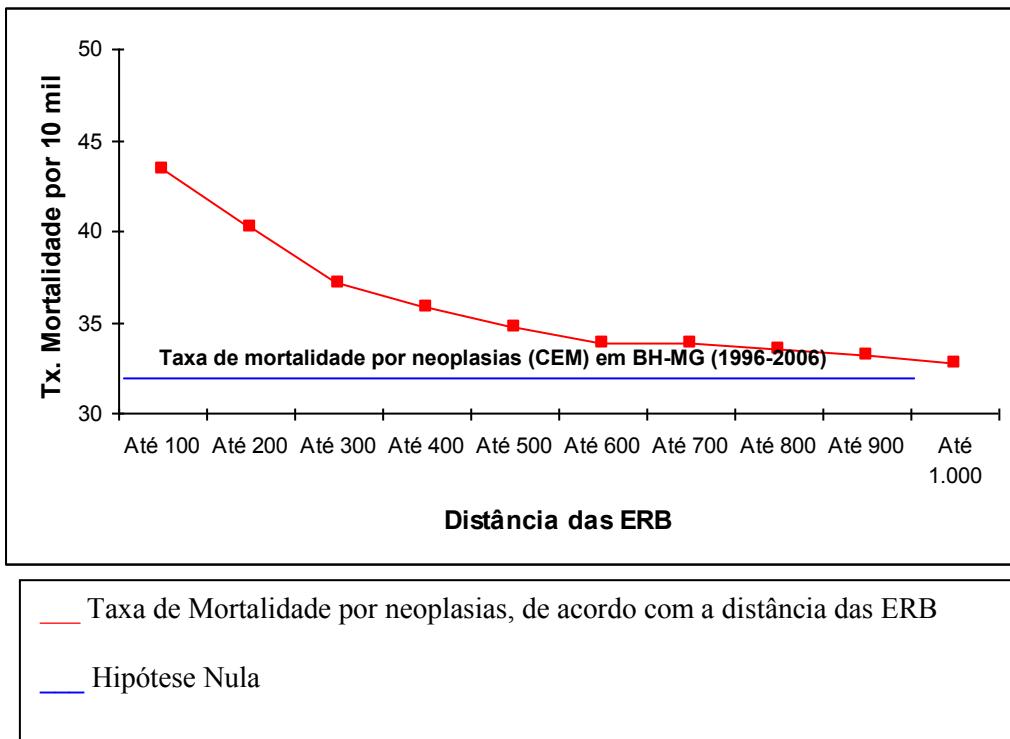
Estar próximo da antena aumenta o risco de óbito por neoplasia. Até 100 metros de distância de uma antena, o risco de morrer é de 43,42 por 10.000, e o risco relativo foi de 1,35; até 200 metros, de 40,22 por 10.000, e o risco relativo 1,25, e, assim, sucessivamente, até os 1.000

metros, como mostra a Tabela 5.4. Assim, os dados mostram certa evidência contra a hipótese nula, como se observa na Figura 5.36.

Deve-se notar que a população por distância está sobre-estimada. Ela está maior que a verdadeira; caso fosse estimada corretamente, o denominador seria menor, e, portanto, a taxa de mortalidade seria maior. Neste trabalho, apenas os dados da causa primária por neoplasias foram avaliados. As pessoas que tinham neoplasias e morreram por outros motivos não foram consideradas para o cálculo e não consideramos também, os casos (doentes). A análise resultante é mostrada nas Figuras 5.35 e 5.36. A partir dos 500 metros a taxa de mortalidade foi decrescendo. Observa-se a semelhança das Figuras 5.35 e 5.37 com a Figura 6.1, onde é mostrado que o campo elétrico decresce com o inverso da distância, isto é, quanto mais próximo da antena, maior é a intensidade do campo elétrico.



**Figura 5.35** - Taxa de mortalidade por neoplasias, de acordo com a distância das ERB's, no município de Belo Horizonte (MG), entre os anos de 1996 a 2006.



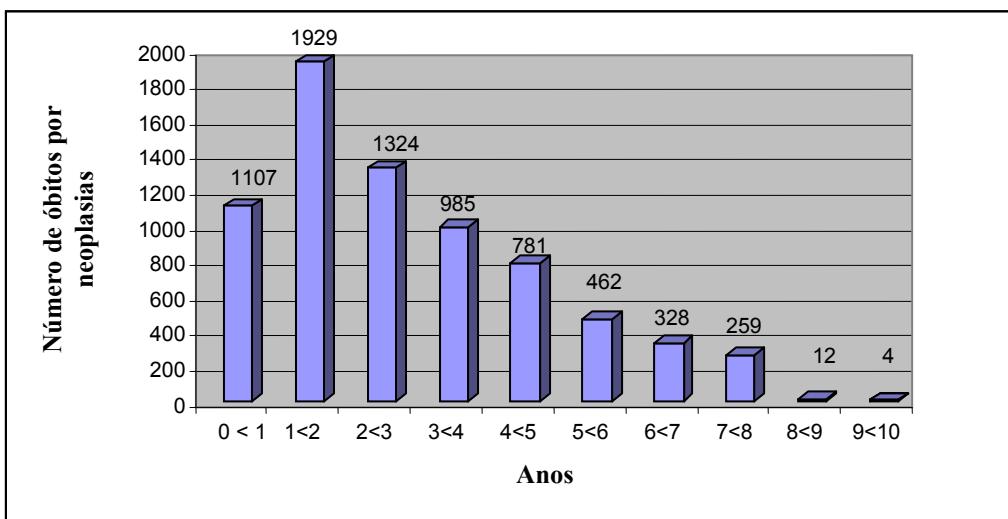
**Figura 5.36.** Taxa de mortalidade por neoplasias, de acordo com a distância das ERB's, no município de Belo Horizonte (MG), entre os anos de 1996 a 2006 – Hipótese Nula.

### **5.8 Possível Tempo de Exposição das residências dos óbitos em relação à primeira Antena de Telefonia Celular em operação**

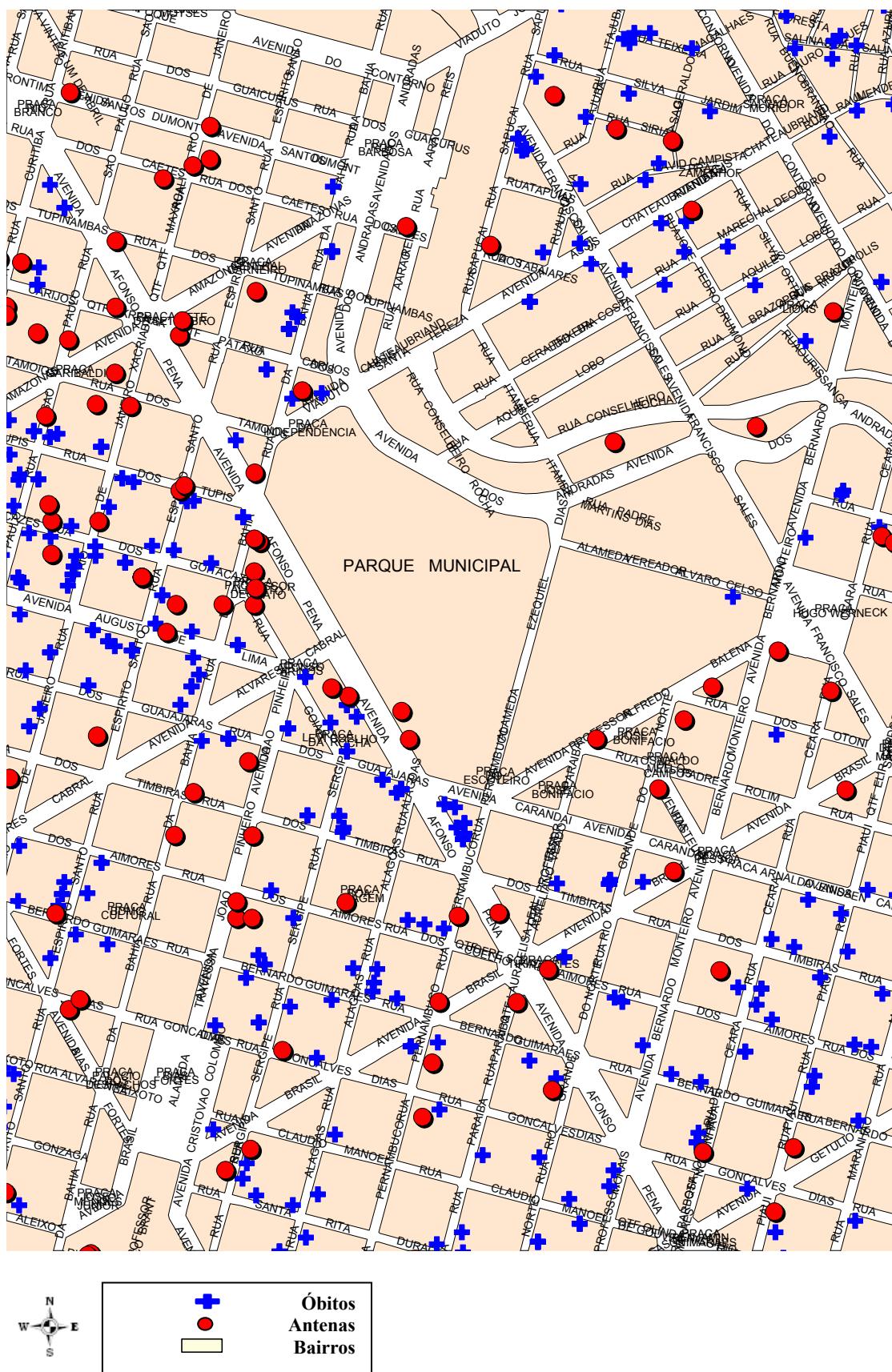
Para calcular o tempo de exposição, foram somados os dias de exposição, desde que foi instalada a primeira antena, em cada setor censitário, até a data do óbito, como verificamos na Figura 5.37.

Não consideramos as outras Antenas que foram colocadas após a primeira, apesar da existência de óbitos que ficaram expostas a mais de uma antena em tempos diferentes.

Podemos observar que um número maior de óbitos ocorreu em um período de até 05 anos de Exposição às Radiações das Antenas Transmissoras do Sistema de Telefonia Celular.



**Figura 5.37 –** Distribuição do número de óbitos por neoplasias *versus* duração da exposição desde a data em que a primeira antena começou a operar em cada setor censitário analisado.



**Figura 5.38** - Amostra da localização geográfica dos óbitos e das ERB's localizados no Centro da Cidade de Belo Horizonte na região Centro-Sul.

## **6 DISCUSSÃO**

### **6.1 Estado da arte sobre os possíveis efeitos biológicos oriundos da exposição aos campos eletromagnéticos**

Observamos, na literatura científica, que vários estudos recentes indicam, em escala mundial, que a exposição aos Campos Elétricos e Eletromagnéticos, na faixa não ionizante do espectro eletromagnético de baixas e altas frequências, pode interagir com o sistema biológico humano e aumentar o risco de câncer e outras doenças crônicas e podem manifestar-se em decorrência de exposições tanto aos campos eletromagnéticos de frequências extremamente baixas (ELF EMF) quanto aos de radiofrequências (RF - EMF).

As evidências epidemiológicas e experimentais – *in vivo* e *in vitro* – demonstram que a exposição a CEM's de frequências extremamente baixas pode aumentar o risco de câncer e induzir outros problemas de saúde, tanto em crianças quanto em adultos. Existe uma evidência epidemiológica acumulada, indicando um risco aumentado de tumor cerebral em decorrência do uso prolongado de telefones móveis, sendo este o primeiro CEM de RF amplamente estudado. Estudos epidemiológicos e de laboratório que mostram riscos aumentados de cânceres e outras doenças, em decorrência de exposições ocupacionais aos campos eletromagnéticos, não podem ser ignorados. Estudos de laboratório sobre cânceres e outras doenças têm informado que a hipersensibilidade a CEM's pode ser devida, em parte, à predisposição genética. (Resolução de Benevento, 2006 - Anexo V); (BIOINITIATIVE REPORT 2007); (KHURANA 2008).

Após o Seminário Internacional sobre as Radiações Não Ionizantes, Saúde e Meio Ambiente, realizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pelo Ministério Público do Rio Grande do Sul, em maio de 2009, os cientistas presentes elaboraram a “Resolução de Porto Alegre”, na qual se destacou a preocupação com o volume de evidências indicando que a exposição a campos eletromagnéticos interfere com a biologia humana básica, podendo aumentar o risco de câncer e de outras doenças crônicas. Os níveis de exposição, nos quais tais efeitos são observados, são muito menores do que os padrões definidos pela Comissão Internacional de Proteção das Radiações Não Ionizantes (ICNIRP) e pelo Comitê Internacional de Segurança Eletromagnética (ICES) do IEEE, sugeridos pela ANATEL e adotados pela LEI

FEDERAL Nº 11.934, DE 5 DE MAIO de 2009. Não se elimina, todavia, o risco em potencial à saúde pública, especialmente na vizinhança do entorno da ERB.

Esses padrões são obsoletos e foram definidos com base em efeitos de elevação de temperatura e estimulação de nervos periféricos, descobertos há algumas décadas. Pesquisas recentes indicam que os campos eletromagnéticos podem causar agravos à saúde, mesmo em níveis de exposição muito reduzidos. Os padrões da ICNIRP e do ICES/IEEE são mantidos e promovidos por interesses corporativos, visando evitar posturas precautórias no planejamento técnico, na elaboração de leis e na informação ao público.

Pesquisas indicam que a exposição atérmica, com a SAR bastante inferior a 4 W/kg, pode resultar em efeitos adversos à saúde humana, tais como: - alteração do EEG; - danos ao DNA; - geração de prematuros; - cânceres, tais como linfoma, leucemia, tumores cerebrais, e muitos outros; - aborto; - redução na secreção de melatonina e serotonina; - mal de Parkinson; - mal de Alzheimer; e uma série de danos nocivos à saúde (SAGE & CARPENTER, 2009); (KHURANA, 2008); (BIOINITIATIVE REPORT, 2007); (CHERRY, 2006); (CHERRY, 2007); (HARDELL & SAGE, 2007); (HARDELL *et. al.*, 2002).

Campos elétricos e eletromagnéticos interagem de forma com os sistemas biológicos, porque, além da sua penetração nos órgãos e tecidos, estes são regidos por delicadas reações bioeletroquímicas que sustentam o processo vital e recebem a influência daqueles campos. Conforme atestam os estudos na área (KUNDI & HUTTER, 2009); (SAGE & CARPENTER, 2009); (KHURANA, 2008); (BIOINITIATIVE REPORT, 2007); (CHERRY, 2006); (CHERRY, 2007); (HARDELL *et. al.*, 2007), já se pode afirmar que as baixas intensidades de radiações eletromagnéticas, em longos períodos de exposição, vão ser determinantes para o agravamento e o aparecimento de doenças nos seres humanos. Estudos apontam para as observações dos Carcinógenos Ambientais surgindo como um alerta para a comunidade científica (HARDELL *et. al.*, 2007). Os bioefeitos e os efeitos adversos à saúde ocorrem em níveis bem mais baixos de exposição à RF e a ELF, sem que haja aquecimento. Alguns efeitos ocorrem, milhares de vezes ou mais, abaixo dos limites de tolerância pública existente.

Nem todas as exposições que causam câncer são por alterações do DNA. É uma doença complexa que ocorre quando as células perdem a sua capacidade de permanecer em ordem. Os cientistas sabem que o câncer pode começar com danos aos blocos de construção básicos de todas as células vivas do DNA. Quando danificadas, as células podem dar sinais para crescerem sem controle, o que pode levar a mais de 200 formas de câncer.

Mas, algumas vezes, o câncer ocorre sem um dano genético direto ao DNA, como, por exemplo, o asbesto que, quando é inalado para dentro do pulmão, causa inflamação, que libera o câncer, muitas décadas depois que a exposição começou.

Outras vezes, o câncer pode acontecer porque o sistema imunológico perde sua habilidade de proteger o organismo contra anomalias. Para muitos tipos de câncer, o dano direto ao DNA pode começar quando nossas células perdem a capacidade de reparar os tipos de dano que rotineiramente acontecem todo dia, através da luz do sol, e outras atividades normais da vida moderna. Então, os genes que suprimem o crescimento anormal das células podem ser desligados, enquanto aqueles que aumentam o crescimento perigoso podem ser ligados.

Há uma evidência crescente que os agentes químicos e os agentes físicos podem, também, afetar as oportunidades nas quais o câncer ocorrerá, seja danificando a capacidade do sistema imunológico de reparar o dano, seja através de algum outro caminho que danifica as proteínas que normalmente mantêm nossos corpos em equilíbrio (SAGE & CARPENTER, 2009).

O que se observou, no século passado, em relação à redução dos limites de exposição às radiações ionizantes, ampliando os níveis de segurança, começa, agora, a mesma trajetória para as radiações não ionizantes.

Alguns autores consideram que o aumento dos cânceres é devido às melhorias nos diagnósticos (SMITH *et al.* 1998); (NELSON *et al.* 2006).

ROOSLI *et al.* (2007), em um estudo, entre 1997 e 2002, compararam tumores do cérebro desse período entre usuários de celulares com tumores no cérebro, na Suíça, no período de 1969 a 1997, antes do celular. Concluíram os autores que não havia relação com o uso do aparelho, mas também afirmaram que seus estudos eram limitados.

SCHUZ *et al.* (2006), apresentaram um estudo na Dinamarca, patrocinado pela Indústria de Telefonia Celular no qual, concluíram que não há nenhuma relação entre o uso do celular e tumores no cérebro. Eles esclareceram que a média do tempo do uso de celular foi de 8,5 anos.

No caderno de Legislação em Saúde do Trabalhador, 2<sup>a</sup> edição, de 2005, em seu Anexo II, página 121, “Atribuições e Ações Desenvolvidas pelos Centros de Referência em Saúde do Trabalhador”, destaca, entre outras, que a estruturação da Assistência de Alta e Média Complexidade que os C R S T (Centros de Referência em Saúde do Trabalhador) Estaduais e Regionais desempenharão um papel na execução, organização e estruturação da assistência de

média e alta complexidade, relacionadas com os problemas e agravos à saúde, entre eles “A-  
gravos produzidos pelos Campos Eletromagnéticos”.

O Estudo INTERPHONE, com resultados atualizados em 7 de fevereiro de 2008, está quase terminado, e as suas conclusões possivelmente serão divulgadas em 2010. Esta pesquisa constitui-se de uma série de estudos caso-controle multinacional, constituída para determinar se o uso de telefone móvel aumenta o risco de câncer e, especificamente, se a radiação de radiofrequência, emitida por telefones móveis, é carcinogênica.

A OMS - Organização Mundial da Saúde coordena um projeto, iniciado em 1996, e cujo término estava inicialmente previsto para o ano de 2003, e que foi postergado, anualmente, até 2010. Portanto, não houve, ainda, posicionamento oficial do órgão mundial até a presente data, março de 2010, que se limita a orientar sobre a necessidade da precaução, tanto na instalação de Antenas, quanto no uso de aparelhos celulares, até que seus estudos sejam conclusivos. A OMS tem focado, como prioridade, os estudos nos efeitos dos celulares e não nos das ERB's. Em 2003, a OMS recomendava estudos sobre as ERB's, mas, em 2006, voltou a considerar estas pesquisas de baixa prioridade. Devido a estas circunstâncias, tem havido poucas investigações sobre os efeitos das ERB's no bem-estar e na saúde (KUNDI & HUTTER, 2009; SAGE & CARPENTER, 2009).

## ***6.2 Situação atual da cidade de Belo Horizonte em relação às ERB's e aos óbitos por Neoplasias, no período de 1996 a 2006***

Foi realizado, neste trabalho, um estudo ecológico no município de Belo Horizonte, observando-se suas áreas geográficas; avaliando-se o número de antenas de Telefonia Celular instaladas no município; o número de óbitos por neoplasias, por regional e por setor censitário; bem como o monitoramento ambiental dos CEM's onde se concentra o número maior de antenas. Através da revisão de literatura, selecionamos os CID e georreferenciamos, também, os óbitos por neoplasias no município, no período de 10 anos – de 1996 a 2006.

Observamos que a região Centro-Sul da cidade é exatamente a que possui maior concentração de antenas, sendo, portanto, onde incide a maior contaminação eletromagnética. Na região Centro-Sul da cidade, encontramos um percentual de 39,60% das antenas instaladas no Município, no ano de 2003, e, em 2006, um percentual de 38,60%. A população dos bairros da

regional Centro-Sul da cidade recebe, de fato, uma dose de radiação eletromagnética maior, oriunda destas antenas transmissoras do sistema de telefonia celular.

A Figura 4.4 mostra o fluxograma de óbitos por neoplasias, no período de 1996 a 2006, perfazendo um total de 7.191 óbitos expostos em relação à data da primeira ERB instalada. Podemos observar que, a partir de 2001, houve um crescimento de óbitos por neoplasias como se observa na Figura 5.26. A codificação dos óbitos e a descrição geográfica se encontram na Tabela 5.1.

Nesta pesquisa, através do georreferenciamento, observamos uma concentração maior de casos de óbitos por neoplasias na região Centro-Sul da cidade, seguida das regionais Noroeste, Leste, Oeste e Nordeste, formando um anel de concentração nestas regiões, conforme mostra a Figura 5.21.

A regional Centro-Sul possui 249.862 habitantes, sendo, portanto, a segunda regional com a maior densidade demográfica do Município. A taxa de incidência acumulada, por 1000, na regional Centro-Sul da cidade foi a maior, atingindo 5,83, e, na regional do Barreiro, a menor taxa, de 2,05, como mostra a Tabela 5.2.

Não podemos deixar de considerar que a região Centro-Sul possui outros agravantes, como: exposição ao ruído; aos gases; aos vapores; aos aerodispersoides; aos hidrocarbonetos - o que também gera danos à saúde humana. Portanto, são vários fatores ambientais, agressivos, que influenciam negativamente na qualidade de vida dos moradores da região. As Antenas do Sistema de Telefonia Celular, porém, são instaladas em áreas hospitalares, em bairros residenciais, no topo ou fachadas de prédios, públicos ou privados, com o único objetivo de dar cobertura aos aparelhos de celular, expondo os trabalhadores desses locais e a comunidade, no entorno das ERB's, durante vinte e quatro horas, a níveis cada vez maiores dessas Radiações Não Ionizantes. Portanto, as emissões são contínuas.

Dentro de um raio de até 100 metros das ERB's, a taxa de mortalidade foi de 43,42 /10.000 habitantes dentro de um raio de até 200 metros das ERB's, a taxa de mortalidade foi de 40,22/10.000 habitantes; até os 300 metros, a taxa foi de 37,12/10.000 habitantes, e até 400 metros a taxa foi de 35,80/10.000 e até os 500 metros a taxa foi de 34,76/10.00, sugerindo a existência de uma relação entre os dois eventos. Observamos, na Tabela 5.4, e nas Figuras 5.34 e 5.35, que a maior taxa de mortalidade ocorreu dentro de um raio de até 500 metros das ERB's. O Risco Relativo também foi maior para um raio de até 500 metros das ERB's, sendo 1,35 para os habitantes dentro de um raio de até 100 metros das ERB's; 1,25 dentro de um raio de até 200 metros; e 1,15 para os habitantes dentro de um raio de até 300 metros;

1,11 para os habitantes dentro de uma raio de até 400 metros; e 1,08, dentro dos 500 metros. A partir dos 500 metros, a taxa de mortalidade e o risco relativo foram decaindo, conforme Tabela 5.4 e Figura 5.35. Quando o Risco Relativo é maior que 1, significa que o risco em expostos é maior que o risco em não expostos (associação positiva) (GORDIS, 2004).

A população por distância está sobre-estimada, pois consideramos todos os setores censitários que estivessem parcialmente ou totalmente dentro de cada círculo; caso fosse estimada corretamente, o denominador seria menor, e, portanto, a taxa de mortalidade seria maior. O numerador está subestimado, pois consideramos apenas os dados das causas primárias por neoplasias; não consideramos os casos (doentes). As pessoas que tinham neoplasias e morreram por outros motivos não foram considerados para o cálculo.

O tempo possível de exposição dos óbitos em relação à primeira antena instalada em cada Setor Censitário pode ser observado na Figura 5.37.

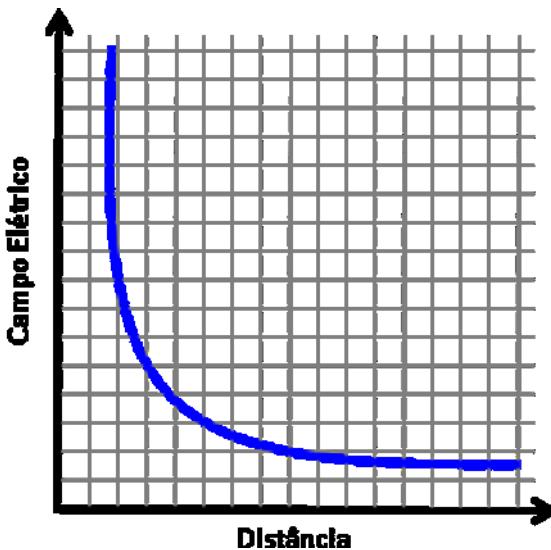
### **6.3    *Medições dos Campos Eletromagnéticos***

Quanto maior o número de Antenas instaladas na cidade, para dar a plena cobertura aos aparelhos de celular, maior será a contaminação eletromagnética na região. Os resultados de medições dos campos eletromagnéticos são informações fundamentais para a avaliação de riscos à saúde das pessoas expostas, sejam elas trabalhadoras ou o público em geral.

O maior valor mensurado do Campo Elétrico foi 12,4 V/m e a densidade de potência foi de  $S = 40,78 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Foi comum encontrarmos, durante as medições, o campo elétrico mais forte, quando estávamos em situação mais elevada que o solo, principalmente nos andares superiores dos prédios.

Observa-se, na Tabela 5.4 e Figura 5.35, que as maiores taxas de mortalidade por neoplasias, de acordo com a distância das ERB's, no município de Belo Horizonte – Minas Gerais, entre os anos de 1996 e 2006, foram encontradas, justamente, dentro de um raio de até 500 metros das ERB's, bem como o Risco Relativo.

O Campo Elétrico decresce com o inverso da distância, isto é, quanto mais próximo da antena, maior a exposição humana a essas radiações não ionizantes, como se verifica na Figura 6.1.



**Figura 6.1 – Campo Elétrico versus Distância.**

Podemos observar que, em relação às projeções da Radiação do Diagrama Horizontal, realizadas no trabalho DODE (2003b), para as duas regiões em estudo, na cidade de Belo Horizonte, verificou-se que existem áreas onde há Sobreposição de Radiação (Setores 1, 2 e 3), como mostra a Figura 3.22, para o *Site BH-20*, Bairro Serra, e para o *Site CT-16*, Bairro Camargos. Quanto mais próximo das Antenas maiores são essas sobreposições. As antenas funcionam desta forma, para cobrir uma área de 360°. Portanto, a comunidade no entorno recebe, de fato, uma dose maior dessas radiações eletromagnéticas, durante as 24 horas, devido a esta sobreposição, principalmente nos locais de trabalho, e nos bairros residenciais onde as ERB's estão instaladas.

Os valores dos resultados da Intensidade do Campo Elétrico, encontrados em campo, durante o monitoramento ambiental, no período mencionado, no referido trabalho, para as Faixas de Frequência de 400 - 2000 MHz, Intensidade de campo ( $V/m$ ) =  $1,375 f^{1/2}$ , estão em conformidade com os padrões dos Níveis de Referência para a Exposição do PÚblico em Geral, quando comparados com a Lei Federal Brasileira em vigor, como, por exemplo:

- para a frequência de 900 MHz a Intensidade de campo,  $E = 41,25 \text{ V/m}$ , e a densidade de potência  $S = 451,34 \mu\text{W/cm}^2$ .
- para a frequência de 1800 MHz a Intensidade de campo,  $E = 58,33 \text{ V/m}$ , e a densidade de potência  $S = 902,49 \mu\text{W/cm}^2$ .

Portanto, esses valores são padrões inadequados, estabelecidos pelas diretrizes da ICNIRP, que é um órgão não governamental; e os mesmos foram sugeridos para curtos períodos de exposição humana, e não para exposições permanentes, como daquelas comunidades que se encontram nas proximidades das ERB's.

Observou-se, no estudo realizado na cidade de Netanya, em Israel, (WOLF & WOLF, 2004), que os valores monitorados nas residências também estavam abaixo dos padrões da ICNIRP, em torno de  $0,3$  a  $0,5 \mu\text{W/cm}^2$ . Nesse estudo, cinco anos antes da instalação das Antenas de Celular, só tinha havido 2 casos de câncer, até 350 metros das mesmas. Um ano após a sua instalação, em 1996, apareceram 8 casos de câncer, no período de 12 meses, entre julho de 1997 e junho de 1998. O resultado desse estudo mostrou que houve uma incidência significantemente muito grande de todos os tipos de câncer, no entorno da ERB (Estação Radiobase) de telefonia celular. Nota-se que não havia outras variáveis, que poderiam influenciar no resultado, tais como radiação ionizante, densidade de tráfego, qualquer indústria ou outra poluição do ar. Dentro da área A, até 350 metros, o risco relativo foi de 4,15 em comparação com os que viviam fora dessa área, denominada área B, cujo risco relativo foi de 0,53.

O resultado de outro estudo epidemiológico publicado em Naila, na Alemanha (EGER *et al.*, 2004), conduzido pelos médicos da cidade para avaliar a possível associação entre a exposição à radiação de ERB's e a incidência de câncer, concluiu que o risco de se desenvolver câncer é 3 vezes maior nas pessoas que viveram nos últimos 10 anos (1994-2004), dentro de um raio de até 400 metros, onde se localizavam as antenas do sistema de telefonia celular.

Os resultados apresentados são um primeiro sinal concreto, epidemiológico, de uma conexão temporal e espacial entre radiações oriundas das Estações Radiobase do GSM e a doença do câncer.

Na Espanha, na cidade de Múrcia, o valor encontrado da densidade de potência foi de  $S = 1,1 \mu\text{W/cm}^2$  nas residências das pessoas, até 150 metros de distância, e, nas residências, até

250 metros de distância, o valor encontrado foi de  $S = 0,115 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . A análise estatística mostrou uma correlação significativa entre a gravidade dos sintomas declarados e a densidade de potência medida.

Outro estudo, detectando um *cluster* de câncer com *cluster* de Antenas de Telefonia Celular, em Usfie, Israel, foi realizado em novembro de 2004 pelos seguintes órgãos: Unidade de Medicina Ocupacional e Ambiental; Centro de Prevenção de Lesões da Universidade Hebraica; Escola Hadassah de Saúde Pública e Medicina Comunitária, Jerusalém. Usfie se encontra a 546 metros acima do nível do mar, nas faldas do monte Carmelo.

Na década de 1990, os habitantes que moravam nas proximidades das antenas começaram a reclamar de zonzeira, distúrbio do sono e depressão. Mais tarde, os residentes foram diagnosticados com vários tipos de cânceres, bem como infartos, abortos e doenças neurológicas. Os residentes informaram o desaparecimento dos pássaros da natureza, e uma incidência, cada vez maior, de deformações em animais domésticos recém-nascidos.

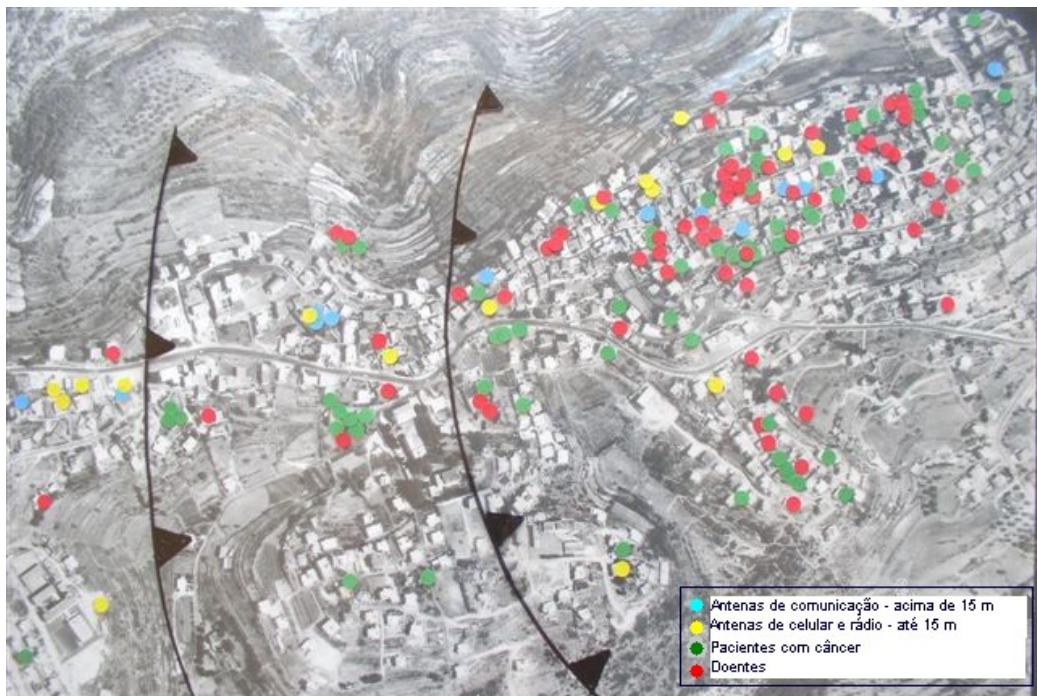
As reclamações dos residentes foram consistentemente ignoradas ou rejeitadas pelos Ministérios do Meio Ambiente e da Saúde, baseando-se em alegados fatores genéticos e que também a radiação era muito baixa. Apesar de que as densidades de potências monitoradas eram inseguras, e até de risco, em algumas áreas, chegando a  $27 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  enquanto, ao mesmo tempo, o câncer e outras doenças severas diagnosticadas continuavam a aumentar.

Os dados incluíram idade, sexo, nome, carteira de identidade, ocupação, distância das residências das antenas e o falecimento. Os doentes falecidos viviam perto de uma ou de diversas antenas até 300 metros em todas as regiões.

Câncer	Mortes
26 Cânceres de cólon e reto	07 Falecidos
21 Cânceres de cérebro	15 Falecidos
21 Cânceres hepáticos	19 Falecidos
14 Infartos	01 Falecido
13 Cânceres de mama	03 Falecidos
10 Cânceres gástricos	02 Falecidos
10 Cânceres oculares	00 Falecidos
08 Cânceres de linfoma	03 Falecidos
05 Cânceres ósseos	03 Falecidos
05 Severos danos neurológicos	00 Falecidos

Câncer	Mortes
04 Cânceres de pulmão	02 Falecidos
04 Cânceres com leucemia	02 Falecidos
04 Cânceres de pele	01 Falecido
04 Cânceres de nariz e faringe	00 Falecidos
02 Cânceres de junta	00 Falecidos
01 Câncer pancreático	Já Falecido
01 Câncer de próstata	Já Falecido
01 Câncer de útero	Já Falecido
01 Câncer de dedo	00 Falecidos
36 Cânceres sem informações posteriores	15 Falecidos

**Tabela 6.1** - Número de cânceres *versus* número de mortes.



**Figura 6.2** - Cluster de antenas de comunicação, de celular e rádio, e cluster de câncer e pacientes doentes.

Observa-se, na Figura 6.2, que um *cluster* de câncer, combinado com pequenos *clusters*, principalmente em uma faixa estreita, na zona residencial central, nas quais 46 antenas de telefonia celular mais 15 estações de rádio ilegais estavam implantadas.

Os *Clusters* de câncer mostraram claramente no mapa da Figura 6.2, que estavam ao longo das antenas.

O prefeito da cidade acabou com as antenas e com o sistema 3G, sendo que os aparelhos deste foram mandados para o museu.

Os pacientes de câncer da região de Zoran processam o Estado por milhões.

(Disponível em: <http://omega.twoday.net/stories/659040/>. Acesso em 03/02/2010).

No bairro Belvedere, bem como no da Serra, região Centro-Sul da cidade, existem duas grandes concentrações de fontes emissoras de radiofrequência (radiação não ionizante), localizadas na Serra do Curral, naqueles bairros.

Realizou-se um trabalho piloto, no bairro Belvedere, em 300 pontos, de medições da intensidade do campo elétrico. Utilizamos o Interpolador IDW para gerar o mapa, observando, desta forma, os *hotspots* das radiações não ionizantes, como mostra a Figura 5.14. O maior valor medido do Campo elétrico foi de 10 V/m e a Densidade de Potência foi de 26,52  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . O Anexo VIII mostra o diagnóstico ambiental eletromagnético no bairro Belvedere, na região Centro-Sul.

A principal limitação do presente trabalho diz respeito a dois aspectos importantes: o delineamento do estudo e a utilização de dados secundários.

No que se refere ao tipo de estudo, tratou-se de um estudo ecológico de base populacional. A principal vantagem deste tipo de estudo está no fato deste ser a primeira abordagem na determinação da existência de uma associação entre uma determinada exposição e um desfecho, utilizando as características do grupo. No presente estudo, seria, por exemplo, a exposição à radiação das ERB's e a incidência de morte por câncer. A limitação deste tipo de estudo está no fato de que não podemos extrapolar os resultados do grupo para cada indivíduo na população, correndo o risco de incorrer no fenômeno denominado “falácia ecológica”. Ou seja, com

base nos resultados do grupo, atribuir-se as mesmas características a um individuo deste grupo que ele de fato não possuiu (GORDIS, 2004).

Outra limitação do estudo diz respeito ao fato de terem sido utilizados dados secundários de mortalidade, provenientes do Sistema de Informação em Mortalidade (SIM), que são relacionados às declarações de óbitos. É sabido que o preenchimento destas declarações costuma apresentar, algumas vezes, problemas relacionados à ausência de informações, erros de preenchimento e no diagnóstico.

Apesar destas limitações, o presente estudo trouxe importantes colaborações acerca do tema estudado. A principal delas diz respeito à existência de clusters de óbitos por neoplasias e clusters de ERB's. Dentro de um raio de até 500 metros das ERB's de Telefonia Celular encontramos a maior taxa de mortalidade. A análise resultante, mostrada na Figura 5.36, é conservadora em relação à hipótese nula, e sugere que, dentro de um raio de até 500 metros, a situação pode ser crítica.

Apesar de não podermos precisar a direção desta relação, este estudo nos permitiu evidenciar a existência de *clusters*, e, até que se realize estudos mais aprofundados, sugere-se a adoção do Princípio da Precaução e revisão das políticas, em direção à maior restrição para a implantação e manutenção deste tipo de tecnologia.

#### **6.4 Recomendações e Ações em relação às Tecnologias Sem Fio**

A ECO 92 - Princípio n.º 15 da Declaração das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento elegeu a precaução como um dos princípios a serem seguidos: “Com o fim de proteger o meio ambiente, os Estados devem aplicar amplamente o princípio da precaução, conforme as suas capacidades. Quando haja perigo de dano, grave ou irreversível, a falta de uma certeza absoluta não deverá ser utilizada para postergar-se a adoção de medidas eficazes em função do custo para impedir a degradação do meio ambiente”. O Princípio da Precaução inverte o ônus da prova daqueles que suspeitam de um risco para aqueles que o negam, até que novas descobertas científicas sejam reconhecidas como o único critério para estabelecer ou modificar padrões de exposição humana a radiação não ionizante.

Tendo em vista o acima declarado, sugerir que as autoridades governamentais adotem o Princípio da Precaução e que apliquem as recomendações, bem como as ações, a seguir:

- Que o Brasil adote padrões de exposição humana significativamente mais rigorosos, acompanhando os limites da Suíça, Itália, Rússia, China, Comissão Federal de Comunicações dos EUA (limites para exposição parcial da cabeça) e outros países e cidades, que optaram por adotar uma estratégia de mais precaução, oferecendo, desta forma, mais segurança e qualidade de vida à população. O padrão da ICNIRP está sendo apoiado e promovido por interesses corporativos, no sentido de se evitar a adoção de posturas de precaução, no planejamento tecnológico, nas leis e na comunicação ao público. Tal solicitação foi feita, também, pelos pesquisadores internacionais presentes no Seminário Internacional sobre Radiações Não Ionizantes, Saúde e Meio Ambiente, que se realizou nos dias 18 e 19 de maio de 2009, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, no Brasil, patrocinado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pelo Ministério Público do Rio Grande do Sul. No Anexo IV, encontra-se a Resolução de Porto Alegre.
- Que o licenciamento ou uso de Wi-Fi, Wireless, WiMAX ou quaisquer outras formas de tecnologias de comunicação sem fio, particularmente a telefonia celular, interiores ou exteriores, devem, preferencialmente, não permitir localização ou transmissão de sinal para hospitais, residências, creches, casas de repouso, ou quaisquer outras edificações passíveis de ocupação humana.
- Criar áreas brancas na cidade, isto é, áreas livres de radiações não ionizantes oriundas das ERB's.
- Que os governos exijam tecnologias seguras, como alternativas, tais como os cabos de fibra ótica.
- Que as operadoras, antes de instalarem seus equipamentos emissores de Radiações Não Ionizantes, fizessem uma Análise de Risco do local, avaliando os níveis de exposição humana aos CEM's, e investigando se, naquela área, há pessoas hipersensíveis, doentes com neoplasias, crianças, portadores de implantes metálicos, idosos, observando as áreas sensíveis, e não somente prevalecendo, apenas, as necessidades econômicas e tecnológicas. Que meçam as radiações eletromagnéticas principalmente, dentro dos locais de trabalho, nas residências, das pessoas atualmente portadoras de neoplasias e que se encontram nas proximidades das ERB's.

- É necessário que os órgãos públicos criem uma infraestrutura necessária para medição e monitoramento dos campos eletromagnéticos e RNI, provenientes das estações de telecomunicação em geral.
- Colocar o ônus da prova na Indústria de que a Tecnologia é segura.
- Restringir áreas: hospitais, escolas, creches, e criar áreas de “nenhum celular”, áreas brancas, proibidas de instalar antenas por causa das pessoas sensíveis ou mais vulneráveis da Sociedade.
- Criar novas associações que criem padrões com efeitos biológicos para os limites da “Saúde Pública”.
- Rejeitar o Padrão Causal de Evidência para se tomar uma ação de “levar em conta a Precaução e Prevenção”.
- Fazer com que a indústria seja responsável financeiramente por não acatar as conclusões científicas e ignorar os riscos à saúde (SAGE & CARPENTER, 2008)
- Que os órgãos ambientais e de saúde pública realizem as medições dos níveis de exposição dos campos eletromagnéticos, visando, desta forma, garantir a segurança das pessoas que residem e circulam nas proximidades das ERB's. Locais onde os limites de exposição ultrapassarem os padrões recomendados, a operadora responsável deverá reduzir, de imediato, seus níveis de emissão de radiação, e o órgão público responsável deverá proibir a instalação de novas ERB's, naquela região.
- Que não se instalassem Antenas nas proximidades de áreas hospitalares, áreas escolares e de creches; e que o fosse distante de bairros residenciais.
- Que medissem a radiação de fundo, no local, isto é, mensurar a quantidade de radiação que já existe, antes de se instalarem novas ERB's.
- Instalar monitores de radiação nas ERB's e em pontos críticos da cidade e divulgar estas avaliações pela Internet, pois:
  - As condições geográficas podem sofrer alterações;
  - Pode haver instalação ou modificação de novos equipamentos, na área;
  - Pode haver aumento da cobertura para atender a demanda, elevando-se a potência dos transmissores;
  - Pode haver compartilhamento de outras concessionárias.
- A edificação que abriga uma Estação Radiobase deverá seguir normas de segurança, mantendo as áreas das torres propriamente isoladas, inclusive com grades de segurança e avisos.

- Os locais onde estão instaladas as ERB's devem possuir:
  - Sinalização e placas de advertência, de acordo com a simbolização padronizada;
  - Nome do empreendedor;
  - Nome e qualificação do profissional responsável;
  - Telefone para contato;
  - Potência máxima irradiada das antenas;
  - Acesso restrito;
  - Proteção contra Incêndio;
  - Laudo de Medição dos níveis de Pressão Sonora, referentes aos ruídos provenientes dos equipamentos da Estação Radiobase.
  
- Desencorajar ou proibir o uso de telefones celulares por crianças e pré-adolescentes, como já está sendo feito na cidade de Lyon (Rhône), na França;
- Colocar uma etiqueta irremovível: “não uso por crianças abaixo de 16 anos”.
- Proibir campanhas publicitárias voltadas para as crianças e pré-adolescentes.
- Campanha Nacional de Educação sobre as exposições de Telefones Celulares, WiFi, WLAN, WIRELESS, WiMAX, PDAS.
- Redesenho dos produtos sem fio pelas indústrias com emissão mínima de radiação.
- Que os Adultos utilizem o celular somente em caso de extrema necessidade e que falem o mínimo possível.
- Andar com o celular afastado do seu corpo, principalmente as mulheres grávidas.
  
- Não usar o celular quando estiver dirigindo, pois um estudo sobre colisões de automóveis, publicado na edição de 13 de fevereiro de 1997, no “The New England Journal of Medicine”, pelos médicos D. A. Redelmeir e R. J. Tibshirani, revelou que o risco de colisão, quando se utiliza um telefone celular, é quatro vezes maior que quando um telefone não está sendo utilizado (DODD, Annabel Z., 2000).
  
- A “National Highway Traffic Safety Administration” publicou, em 7 de janeiro de 1998, "Uma Investigação sobre as Implicações das Comunicações Sem Fio sobre a Segurança dos Veículos“. O relatório concluiu que “embora os benefícios à sociedade se-

jam significativos, telefones celulares e outras formas de tecnologia sem fio também criam distrações que aumentam o risco de um motorista nas rodovias” (DODD, Annabel Z., 2000).

- A proibição de uso de celular em postos de gasolina existe, na Alemanha, no México e em algumas cidades brasileiras, sendo também recentemente adotada nos EUA. Vários postos no Brasil também colocam avisos, solicitando que se desligue o telefone celular, no local de abastecimento.
- Não utilizar o telefone celular em ambientes fechados como, por exemplo, no interior de automóveis, metrô, aviões, entre outros, devido ao efeito de blindagem metálica desses ambientes, o que resulta em baixos níveis de recepção. Sob essas condições, o aparelho móvel amplificará o nível de transmissão celular - ERB, resultando em níveis mais elevados de exposição humana do que em ambientes abertos.
- Afastar-se de grupo de pessoas, quando você o for utilizar.
- Aconselha-se que cada prédio tenha uma área reservada para que as pessoas possam usar o aparelho celular sem causar poluição para as outras pessoas que se encontram próximas.
- Falar o mínimo possível, apenas o essencial, e utilizá-lo em caso de extrema necessidade, evitando assim exposições desnecessárias a campos de ELF/RF/MW, sob condições de campo próximo junto ao crânio, pois ambos os tipos - MW e ELF- têm sido associados com a indução de efeitos biológicos importantes.
- Nunca falar com a antena a menos de 2 cm da cabeça.
- Utilizar “fones de ouvido” sempre que for possível, viva voz, e adotar o hábito de envio de mensagens.

## **7 CONCLUSÕES**

Realizou-se, nesta pesquisa, um estudo epidemiológico tipo ecológico, no município de Belo Horizonte, observando-se suas áreas geográficas, avaliando-se o número de antenas de Telefonia Celular instaladas no município, o número de óbitos por neoplasias, bem como o monitoramento ambiental dos CEM's onde se concentra o número maior de antenas.

### ***7.1 Número de ERB's instaladas na cidade de Belo Horizonte***

Até o ano de 2003, o total de ERB's instaladas pelas operadoras totalizava 474. Percebemos que houve, igualmente, uma proliferação acentuada de instalação de Antenas de Telefonia Celular, totalizando, até o ano de 2006, aproximadamente 856 ERB's. Sabemos que, em uma ERB, podem ser instaladas três, seis, nove ou mais antenas de telefonia celular.

A maior concentração de antenas encontra-se na região Centro-Sul da cidade, sendo que, em 2003, encontravam-se instaladas 183 ERB's, significando um percentual de 38,60%, e, até o ano de 2006, 339 ERB's, um percentual de 39,60%.

### ***7.2 Distribuição, no tempo e espaço dos óbitos por neoplasias no município de Belo Horizonte***

O banco completo de casos de óbitos por neoplasias, no município, foi de 22.493, no período de 1996 a 2006. Desses óbitos selecionamos os referendados na literatura sobre os campos eletromagnéticos, totalizando 7.191 óbitos.

Na região Centro-Sul da cidade, encontramos o maior número de óbitos por neoplasias, e é justamente onde se encontra instalado o maior número das Antenas de Telefonia Celular.

Observamos, na Regional Centro-Sul, a maior Taxa de Incidência Acumulada /1000, 5,83 sendo que a regional do Barreiro foi a menor com 2,05.

A taxa de mortalidade encontrada, até 100 metros das Antenas de Telefonia Celular, foi de 43,42 para 10.000 habitantes; até 200 metros, a taxa foi de 40,22 para 10.000; e até 300 metros, a taxa foi de 37,12 para 10.000; até 400 metros, 35,80; e até 500 metros, 34,76. Este

estudo mostrou uma taxa maior de mortalidade por neoplasias para os habitantes residentes dentro de um raio de até 500 metros das Antenas de Telefonia Celular.

O Risco Relativo foi de 1,35 para os moradores dentro de um raio de até 100 metros das ERB's; 1,25, dentro de um raio de até 200 metros; 1,15 dentro de um raio de até 300 metros das ERB's; 1,11, dentro de um raio de até 400 metros das ERB's; e 1,08, dentro de um raio de até 500 metros das ERB's.

O número de óbitos por neoplasias, de acordo com a classificação da CID-10, foi a seguinte: O código C34 - câncer de pulmão - obteve o maior número de casos de óbitos por neoplasia (n=1405), 19,55%; seguido dos códigos C16 - câncer de estômago (n=1.011), 14,05%; C61 - câncer de próstata (n=904) 12,57%; C50 - câncer de mama (n=829) 11,53%; C25 - câncer de pâncreas (n=665), 9,25%; C90 - câncer de sangue (n=228), 9,15% ; C80 - tumor maligno sem especificação de localização (n=483), 6,72%; C71 - glioblastoma multiforme (n=471), 6,55%; C67 - câncer de bexiga (n=252), 3,05%; câncer de intestino (n=248), 3,45%, - câncer de rim (n=195), 2,71%; C81 ao C84 - linfomas malignos (n=69), 0,96%; C43 - câncer de pele (n=1), 0,01%, que, juntos, totalizam 7.191 óbitos.

Observou-se, neste trabalho, que um número maior de óbitos ocorreu em um período de até 5 anos de possível exposição às Radiações das Antenas Transmissoras do Sistema de Telefonia Celular. Existem óbitos que ficaram expostos a um número maior de antenas e em tempos diferentes.

### **7.3 Correlação entre aglomerados de ERB's e dos casos de óbitos por neoplasias**

Esta pesquisa mostrou a existência de correlação espacial dos casos de óbito por neoplasias e as localizações das Estações de Radiobase, no município de Belo Horizonte, no mesmo período de estudo.

## **7.4 Valores Medidos dos Campos Eletromagnéticos - Região Centro-Sul da cidade**

Durante o monitoramento, o maior valor acumulado mensurado do campo elétrico foi de 12,4 V/m, e a densidade de potência foi de 40,78  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . No Bairro Belvedere, o maior valor medido do campo elétrico foi de 10 V/m e a densidade de potência foi de 26,52  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Ressaltamos que os menores valores encontrados nas medições foram, respectivamente, 0,4 V/m e 0,04  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  em média.

Foi comum encontrarmos, durante as medições, o campo elétrico mais forte, quando estávamos em situação mais elevada que o solo, principalmente nos andares mais altos dos prédios.

Os valores dos Campos Eletromagnéticos encontrados estão de acordo com os padrões recomendados pela LEI FEDERAL Nº. 11.934, DE 5 DE MAIO DE 2009, mas quando comparados com os limites de exposição humana adotados em diversos outros países e cidades ultrapassam-nos, como, por exemplo, podemos citar a Itália: 10  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ; China: 6,6  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ; Suíça: 4,2  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ; Paris, França: 1  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ; Salzburg, Áustria: 0,1  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ; e Porto Alegre, Brasil: 4,2  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . O relatório da BIOINITIATIVE REPORT, publicado em 2007, sugere, como padrão de exposição humana, o valor de 0,6 V/m para todas as faixas de frequências.

## **7.5 Trabalhos Futuros**

Mais estudos são necessários, nesta área de telecomunicação, uma vez que nós, seres humanos, estamos, a cada dia, mais expostos às radiações eletromagnéticas emitidas pelas ERB's, uma vez que a tecnologia sem fio não para de crescer.

- Estudos epidemiológicos capazes de estimar o Risco Relativo, levando em consideração não apenas as variáveis ecológicas, mas também a morbidade, sexo, idade, proximidade das ERB's, nível de exposição humana aos campos eletromagnéticos e tempo de exposição, usando técnicas avançadas de Análise Estatística Espacial.
- Levantamento da intensidade dos campos eletromagnéticos nas residências e nos locais de trabalho das pessoas que se encontram com neoplasias.
- Estender o monitoramento realizado, para outras regiões, cidades, e países onde há concentração de antenas e de neoplasias.

## REFERÊNCIAS

- AALTO, Sargo; HAARALA, Christian; BRÜCK, Anna; SIPILÄ, Hannu; HÄMÄLÄINEN, Heikki; RINNE, Juha O. Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism (J Cereb Blood Flow Metab.)* doi:10.1038/sj.jcbfm.9600279. Feb 22, 2006. Disponível em: <<http://www.nature.com/jcbfm/journal/v26/n7/abs/9600279a.html>>. Acesso em: 25 abr. 2008.
- ABDEL-RASSOUL, G.; EL-FATECH, O. Abou; SALEM, M. Abou; MICHAEL, A.; FARAHAT, F.; EL-BATANOUNY, M; SALEM, E. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotoxicology* 28 (2) (2006) 434–440. 2006.
- ABRAHAMSON, S.; BENDER, M.A.; CONGER, A.D.; WOLFF, S. Uniformity of radiation-induced mutation rates among different species. *Nature* 245 (1973) 460–462. 26 October 1973. doi: 10.1038/245460a0. 1973.
- ADEY, W. R. Brain interactions with weak fields. *Neuroscience Research Progress Bulletin*, vol. 15, n.º 1, 1960.
- ADEY, W. R. Brain tumor incidence in rats chronically exposed to digital cellular telephone fields in an initiation-promotion model. Abstract A-7-3, p 27. *18<sup>th</sup> Annual Bioelectromagnetics Society Meeting*. Victoria, Canada. 1996.
- ADEY, W. R. Horizons in science: physical regulation of living matter as an emergent concept in health and disease. *2nd World Congress on Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*. Bologna, Italy, Plenary Lecture. 1997.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL – Regulamento sobre a Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na faixa de Radiofrequências entre 9KHz e 300GHz. *Anexo à resolução n. 303 de 02 de Julho de 2002*. Brasília, 2002.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL. *Serviço Móvel Pessoal*. Disponível em: <[http://www.anatel.gov.br/tools/frame.asp?link=comunicaçao\\_movel/smc/dados\\_relevantes\\_sm\\_mc\\_smp.pdf](http://www.anatel.gov.br/tools/frame.asp?link=comunicaçao_movel/smc/dados_relevantes_sm_mc_smp.pdf)> Acesso em: 26 out. 2006.
- AHLBOM, A.; CARDIS, E.; GREEN, A.; LINET, M.; SAVITZ, D.; SWERDLOW, A. Review of epidemiological literature on EMF and health. *Environ Health Perspect*. 109:911-33. 2001.
- AHLBOM, A.; DAY, N.; FEYCHTING, M.; ROMAN, E.; SKINNER, J.; DOCKERTY, J. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer* 83:692-8. 2000.
- AITKEN, R.J.; BENNETTS, L.E.; SAWYER, D.; WIKLENDT, A.M.; KING, B. V. Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. *Int. J. Androl.* 28 (3) 171–179. 2005.

AL-KHLAIWI, T. & MEO, S.A. Association of mobile phone radiation with fatigue, headache, dizziness, tension and sleep disturbance in Saudi population. *Saudi Medical Journal* 25 (6), 732–736. 2004.

ALEMANHA. *REGULIERUNGSBEHÖRDE für Post und Telekom (oJ): Standortbescheinigungen. (Serviços Públicos de Regulamentação para o Correio e Telecomunicações: Certificados de Localização)*. 1998. Disponível em: <<http://www.izmf.de/download/archiv/Heft%202%20Politik%20und%20Recht%20040903.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2008.

ALENCAR, Marcelo S. *Sistemas de comunicações*. São Paulo: Editora Érica Ltda. 298p. 2001.

ANANOVA-ORANGE MOBILE NEWS SERVICE. *Bangladesh to ban mobile phones for children*. Disponível em: <<http://www.ananova.com>> June 3, 2002. Acesso em: 30 abr. 2008.

ARMIJO, Rolando; ORELLANA, Marcial; MEDINA, Ernesto; COULSON, Anne H; SAYRE, James W.; DETELS, Roger. Epidemiology of gastric cancer in Chile: 1. Case-control study. *International Journal of Epidemiology* 1981; 10(1): 53-56. 1981.

ARMSTRONG, W. G., *The Electrical Engineer*, Feb 10 (1893) 154, 39-140 Salisbury Court, Fleet Street, London, E.C. 1893.

AUSTRÁLIA. Australian Communications Authority. *Mobile phones... your health and regulation of radiofrequency electromagnetic radiation*. April, 2001a.

AUSTRÁLIA. The Australian Senate Environment, Communications, Information Technology and the Arts References Committee: Inquiry into Electromagnetic Radiation, June 2000. Also: “Kids phone usage fears”, *The Sunday Tasmanian*, March 18, 2001b.

AUVINEN, A.; HIETANEN, M.; LUUKKONEN, R.; KOSKELA, R.S. Brain tumours and salivary gland cancers among cellular phone users. *Epidemiology*. Volume 13; pages 356-359. 2002.

BARANAUSKAS, Vítor. *O Celular e seus riscos*. Campinas: Editora do Autor. 101p. 2001.

BBC NEWS. Mobile phones may trigger Alzheimer's. *Health Contents: Medical Notes*, 5 Feb., 2003. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/low/health/2728149.stm>>. Acesso em: 25 mai. 2003.

BEALL, C.; DELZELL, E.; COLE, P.; BRILL, I. Brain tumors among electronics industry workers. *Epidemiology*. 7:125-30. 1996.

BECKER, R. O. and MARINO, A. A., *Electromagnetism & Life*, Albany: State University of New York Press. 1982.

BELPOMME, D.; IRIGARAY, P.; HARDELL, L.; CLAPP, R.; MONTAGNIER, L.; EPSTEIN, S.; SASCO, A.J. *The multitude and diversity of environmental carcinogens*. Available online 9 August 2007. doi:10.1016/j.envres.2007.07.002. Acesso em: 02 mai. 2008.

BENIAVSHVILI, D.; AVINOACH, I.; BAAZOV, D.; ZUSMAN, I. Household electromagnetic fields and breast cancer in elderly women. *IN VIVO* 2005 May-Jun; 19(3):563-6. 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15875777>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

BIOINITIATIVE REPORT: *A rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF)*. Disponível em: <<http://www.bioinitiative.org>>. Acesso em: 22 out. 2007.

BINDI, Vladimir N. Head of *Radiobiology Lab, General Physics Institute, Russian Academy of Science*, Moscow. Letter from the author to the EMR Network. February, 2003.

BLACKMAN, C.F.; BENANE, S. G. ; HOUSE, D. E.; JOINES, W.T. Effects of ELF (1-20Hz) and modulated (50Hz) RF fields on the efflux of calcium ions from brain tissue in vitro. *Bioelettromagnetics*, Vol.6, 1-11, 1985

BLAKE, Lamont V. *Antennas*. New York: John Wiley & Sons. 415 p. 1966.

BONITA R., BEAGLEHOLE R., KJELLSTRÖM T. Epidemiología básica. *Organización Panamericana de la Salud. (Publicación Científica 551)*. Washington, DC. USA. ISBN: 92-75-31551-5. 2003.

BORTKIEWICZ, A; GADZICKA, E; ZMYSLONY, M. Biological effects and health risks of electromagnetic fields at levels classified by INCRIP and admissible among occupationally exposed workers: a study of the Nofer Institute of Occupational Medicine, Lodz. *Med Pr.* 2003; 54(3): 291-7. 2003.

BRASIL, CNTr. Centro Nacional de Treinamento da Telebrás, Brasília, 11: *Básico de Telefonia Móvel Celular*, Apostila. 1992.

BRASIL. Ministério das Telecomunicações. Lei 9.472, de 16 de julho de 1997. Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional n. 8, de 1995. *ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações*. 1997.  
Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 30 jan. 2003.

BULPITT, C.J. & FLETCHER, A.E. The measurement of quality of life in hypertensive patients: a practical approach. *Br. J. Clin. Pharmacol.* 30 (1990) 353-364. 1990.

CAIAFFA, W. T.; PROIETTI, F. A.; MACHADO, G. M.; LOPES, A. C. S. Epidemiologia Básica. In: COUTO, R. C.; PEDROSA, T. M. G.; NOGUEIRA, J. M. *Infecção Hospitalar e outras complicações não-infecciosas da doença*. Belo Horizonte: Decálogo, 2003. Cap. 5, p. 51-91. 2003.

CARDIS, E. & KILKENNY, M. (invited). International case-control study of adult brain, head and neck tumours: Results of the feasibility study. *Radiation Protection Dosimetry*. Volume 83; pages 179-183. 1999.

CARLO, George & SCHRAM, Martin. *Cellphones: Invisible Hazards of the Wireless Age*. Carrol & Graf Publishers, Inc., New York. 287 pp. 2001.

CARLO, George L., PhD, M.S., J.D., Chairman of the “WTR - Wireless Technology Research LLC” and SCHRAM Martin. *Letter to “AT&T – American Telephone and Telegraph Corporation”*, dated October 7<sup>th</sup>, 1999. “Cell Phones: Invisible Hazards in the Wireless Age: An Insider’s Alarming Discoveries about Cancer and Genetic Damage”. 1999.

CARLO, G. The latest reassurance ruse about cell phones and cancer. *Science and Public Policy Institute*; 2006. Disponível em: <<http://www.safewireless.org/Portals/2/Documents/danishrev.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2007.

CHEN, G; UPHAM, B.L.; SUN, W.; CHANG, C-C.; ROTHWELL, E.J.; CHEN, K.M.; YAMASAKI, H.; TROSKO, J.E. Effect of electromagnetic field exposure on chemically induced differentiation of friend erythroleukemia cells. *Environ Health Perspect* 108:967–72. 2000.

CHERRY, N. *Actual or potential effects of ELF and RF/MW radiation on accelerating aging of human, animal or plant cells*. Lincoln University. Auckland. New Zealand. Disponível em: <[http://www.neilcherry.com/cart/Specific+Health+Effect+Reviews?mode=show\\_category](http://www.neilcherry.com/cart/Specific+Health+Effect+Reviews?mode=show_category)>. Acesso em: 30 abr. 2006.

CHERRY, N. *Criticism of the health assessment in the ICNIRP guidelines for radiofrequency and microwave radiation (100 kHz-300 GHz)*. Lincoln University New Zealand. 2002. Disponível em: Cherry Environmental Health Consulting website: <[http://www.neilcherry.com/cart/Major+Evidence+Reviews?mode=show\\_category](http://www.neilcherry.com/cart/Major+Evidence+Reviews?mode=show_category)>. Acesso em: 10 jan. 2007.

CHERRY, Neil. *Health Effects Associated with Mobile Base Stations in Communities*: the need for health studies. New Zealand: Lincoln University – Environmental Management and Design Division, 8 June 2000. Disponível em: 11 dez. 2006. Acesso em: 30 set. 2007.

CHIA, S.E.; CHIA, H.P.; TAN, J.S. Prevalence of headache among handheld cellular telephone users in Singapore: a community study. *Environ. Health Perspect.* 108, 1059–1062. 2000.

CHOU, C.K.; CROWLEY, J.J.; GUY, A.W.; JOHNSON, R.B.; KUNZ, L.L. Long-term, low-level microwave irradiation of rats. *Bioelectromagnetics*. Volume 13; pages 469-496. 1992.

COLLATZ-CHRISTENSEN H.; SCHÜZ, J. ; KOSTELJANETZ, M.; SKOVGAARD POULSEN, H.; BOICE, J. D. JR; MCLAUGHLIN, J. K. ; JOHANSEN, C. Cellular telephones and risk for brain tumours. *Neurology*. Volume 64; pages 1189-1195. 2005.

COX, R.A & LUXTON, L.M. Cerebral symptoms from mobile telephones (letter). *Occup. Environ. Med.* 57, 431. 2000.

CRASSOM, M. L'hypersensibilité à l'électricité: une approche multidisciplinaire pour un problème multifactoriel. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*. Volume 55, Issue 1, March 2005, Pages 51-67 doi:10.1016/j.erap.2004.10.001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 30 jan. 2008.

D'ANDREA, J.A. Behavioral evaluation of microwave radiation. *Bioelectromagnetics* 20: 64-74. 1999.

DANIELLS, C. Transgenic nematodes as biomonitor of microwave-induced stress. *Mutation Research* 399: 55-64. 1998.

DASENBROCK, Clemens. Animal carcinogenicity studies on radiofrequency fields related to mobile phones and base stations. *Toxicology and Applied Pharmacology (Toxicol Appl Pharmacol)* Sep 1; 207(2 Suppl): 342-6. 2005.

DAVIS, Devra. *The secret history of the war on cancer*. Basic Books. New York. USA. ISBN: 978-0-465-01568-9. 529 pp. 2009.

DEJI, S.; NISHIZAWA, K. Respostas anormais de dosímetros portáteis causados por CEM de alta frequência emitidos por celulares digitais Japão. *Health Physics* 2005 Sep; 89(3): 224-32. 2005.

DIEM, E.; SCHWARZ, C.; ADLKOFER, F.; JAHN, O.; RÜDIGER, H. Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutation Research*. Volume 583; pages 178-183. 2005.

DODD, Annabel Z.. *O guia essencial para telecomunicações*. Tradução da Segunda Edição de “The Essential Guide to Telecommunications”. ISBN 0-13-014295-6, da edição original. ISBN 85-352.0542-X, da edição em português. Editora Campus Ltda. Rio de Janeiro. 2000. 398p

DODE, Adilza C. Exposição Ambiental a Campos Eletromagnéticos: Ênfase nas Estações Radiobase de Telefonia Celular. *Revista ECOLOGIA INTEGRAL*, Ano 3, n.º 14 – maio/junho de 2003a. Belo Horizonte - MG. 2003a.

DODE, Adilza C.; LEÃO, Mônica, M.D. Poluição ambiental e exposição humana a campos eletromagnéticos: ênfase nas estações radiobase de telefonia celular. Escola Superior do Ministério Público de São Paulo. “Poluição Eletromagnética (Saúde pública - Meio ambiente - Consumidor - Cidadania) - Impacto das radiações das antenas e dos aparelhos celulares”. *Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. Caderno Jurídico*. Ano 3, Volume 6, n.º 2, p. 119-138, abril/junho 2004. 288 p. 2004.

DODE, Adilza C. *Poluição ambiental e exposição humana a campos eletromagnéticos: estudo de casos no município de Belo Horizonte com ênfase nas estações radiobase de telefonia celular*. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 175 f. 2003b.

DONNER Alan. Statistical methodology for paired cluster designs. *American Journal of Epidemiology* 126(5): 972-979. 1987.

DRAPER, G.; VINCENT, T.; KROLL, M.E.; SWANSON, J. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *Br Med J*. 330:1290. 2005.

DREIFALDT, A.C.; CARLBERG, M.; HARDELL, L. Increasing incidence rates of childhood malignant diseases in Sweden during the period 1960-1998. *European Journal of Cancer*. Volume 40; pages 1351-1360. 2004.

ECOLOG-INSTITUT: Bestimmung der Exposition von Personengruppen, die im Rahmen des Projektes "Querschnittsstudie zur Erfassung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Felder von Mobilfunkbassistationen" untersucht werden, Berichtszeitraum: 1.2.2003 bis 31.5.2003, Förderkennzeichen: StSch 4314, *ECOLOG-Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung gGmbH, Hannover*. 2003.

GER, H.; HAGEN, K. U.; LUCAS, B.; VOGEL, P.; VOIT, H.. Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz. *Umwelt-Medizin-Gesellschaft* 17, 4, 2004.

ELEKES, E.; THRUOCZY, G.; SZABO, L. D. Effect on the immune system of mice chronically exposed to 50 Hz amplitude-modulated 2,45 GHz microwaves. *Bioelectromagnetics* 17: 246-248. 1996.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. Highlights: *European Environmental Agency website* by Dr. Jacqueline McGlade, Director. Statement of September 17, 2007. Disponível em: <[www.eea.europa.eu/themes/human](http://www.eea.europa.eu/themes/human)>. Acesso em: 22 out. 2007.

EROGUL, O.; OZTAS, E.; YILDIRIM, I.; KIR, T.; AYDUR, E.; KOMESLI, G.; IRKILATA, H.C.; IRMAK, M.K.; PEKER, A.F. Effects of electromagnetic radiation from a cellular phone on human sperm motility: An in vitro study. *Archives of Medical Research*. Volume 37; pages 840-843. 2006.

ESTADOS UNIDOS. Central Brain Tumor Registry of the United States (CBTRUS). Disponível em: <<http://www.cbtrus.org/reports/reports.html>>. Acesso em: 15 mai. 2008.

FEDROWITZ, M.; KAMINO, K.; LÖSCHER, W. Significant differences in the effects of magnetic field exposure on 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary carcinogenesis in two substrains of Sprague-Dawley rats. *Cancer Research* 64(1):243–251. 2004.

FERRERI, F.; CURCIO, G.; PASQUALETTI, P.; DE GENNARO, L.; FINI, R.; ROSSINI, P. Mobile phone emissions and human brain excitability. *Annals of Neurology*. Volume 60; pages 188-196. Annals of Neurology; July 2006. DOI: 10.1002/ana.20906. 2006.

FEYCHTING, M.; FORSSEN, U. Electromagnetic fields and female breast cancer. *Cancer Causes Control*. 17:553–8. 2006.

FEYCHTING, M.; FORSSEN, U.; FLODERUS, B. Occupational and residential magnetic field exposure and leukemia and central nervous system tumors. *Epidemiology*. 8:384-9. 1997.

FRIEDMAN, L. & RICHTER, E.D. Conflicts of interest and scientific integrity. *Int J Occup Environ Health* 11:205–6. 2005.

FUCHS, E. C.; BITSCHNAU, B.; WOISETSCHLÄGER, J.; MAIER, E.; BEUNEU, E.; TEIXEIRA, J. Neutrons to investigate the structure of water: the heavy water bridge. *J.Physics D: applied physics*, 42: 065502-05, 2009.

FUCHS, E. C.; GATTERER, K.; HOLLER, G.; WOISETSCHLÄGER, J. Dynamics of the floating water bridge. *J.Physics D: applied physics*, 41: 185502-06, 2008

FUCHS, E. C.; WOISETSCHLÄGER, J.; GATTERER, K.; MAIER, E.; PECNIK, R.; HOLLER, G.; EISENKÖLBL, H. The floating bridge. *J.Physics D: applied physics*, 40:6112-14, 2007

GAETANI, R.; LEDDA, M.; BARILE, L.; CHIMENTI, I.; CARLO, F. De; FORTE, Ionta; GIULIANI, L.; D'EMILIA, E.; FRATI, Miraldi; POZZI, D.; MESSINA, E.; GRIMALDI, S.; GIACOMELLO, A.; LISI, A. Differentiation of human adult cardiac stem cells exposed to Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields. *Cardiovasc. Res.* Acc.d Feb. 2009.

GANDHI, O. P.; LAZZI, G.; FURSE, C. M., "Electromagnetic absorption in the human head and neck for mobile telephones at 835 and 1900 MHz", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 44 (10), pp. 1884-1897. 1996.

GARAJ-VRHOVAC, V.; HORVAT, D.; KOREN, Z. The relationship between colony forming ability, chromosome aberrations and incidence of micronuclei in V79 chinese hamster cells exposed to microwave radiation. *Mutation Research* 263:143-149. 1991.

GENUIS, Stephen J. Fielding a current idea: exploring the public health impact of electromagnetic radiation. *Public Health* (2008) 122, 113–124. doi:10.1016/j.puhe.2007.04.008. Disponível em: <[www.elsevierhealth.com/journals/pubh](http://www.elsevierhealth.com/journals/pubh)> Acesso em: 18 jun. 2007.

GIUDICE, E. Del; FLEISCHMANN, M.; PREPARATA, G.; TALPO, G. On the 'unreasonable' effects of E.L.F. magnetic fields upon a system of ions. *Bioelectromagnetics*, 23:522-530, 2002.

GIULIANI, L.; GRIMALDI, S.; LISI, A.; D'EMILIA, E.; BOBKOVÁ, N.; ZHADIN, M. N. Action of combined magnetic fields on aqueous solution of glutamic acid: the further development of investigations. *Biomagn. Res. and Tech.*, 6(1), 2008.

GOLDSMITH, J. Epidemiological evidence of radiofrequency radiation effects on health in military, broadcasting, and occupation studies. *Int J Occ Env Health* 1:47–57. 1995.

GORDIS, L. *Epidemiologia*. Rio de Janeiro: Revinter Ltda. 2 ed. 302 p. 2004.

GOSWAMI P.C. Proto-oncogene mRNA levels and activities of multiple transcription factors in C3H 10T1/2 murine embryonic fibroblasts exposed to 835.62 and 847.74 MHz cellular phone communication frequency radiation. *Radiation Research* 151: 300-309. 1999.

GREENLAND, S.; SHEPPARD, A.R.; KAUNE, W.T.; POOLE, C.; KELSH, M.A. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Childhood Leukemia-EMF Study Group. *Epidemiology* 11: 624-34. 2000.

GRIEG, Nigel H.; RIES, Lynn G.; YANCIK, Rosemary; STALEY, I. Increasing annual incidence of primary malignant brain tumours in the elderly. *Journal of the National Cancer Institute* Volume 82; pages 1621-1624. 1990. doi:10.1093/jnci/82.20.1621.

Disponível em: <<http://jnci.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/82/20/1621>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

- GUENEL, P.; NICOLAU, J.; IMBERNON, E.; CHEVALIER, A.; GOLDBERG, M. Exposure to 50-Hz electric field and incidence of leukemia, brain tumors, and other cancers among French electric utility workers. *Am J Epidemiol* 144:1107-21. 1996.
- HAIDER, T.; KNASMUELLER, S.; KUNDI, M.; HAIDER, M. Clastogenic effects of radiofrequency radiations on chromosomes of *Tradescantia*. *Mutat Res* 324:65-8. 1994.
- HALLBERG, Johansson O. Malignant melanoma of the skin - not a sunshine story!. *Med Sci Monit* 10: CR336-40. 2004.
- HALLBERG, Johansson O. Melanoma incidence and frequency modulation (FM) broadcasting. *Arch Environ Health* 57:32-40. 2002.
- HARDELL, L.; CARLBERG, M.; MILD, Hansson K. Pooled analysis of two case control studies on use of cellular and cordless telephones and the risk for malignant brain tumours diagnosed in 1997-2003. *Int Arch Occup Environ Health* 79:630-9. 2006.
- HARDELL, L.; CARLBERG, M.; MILD, K.H. Use of cellular telephones and brain tumour risk in urban and rural area. *Occupational and Environmental Medicine*. Volume 62; pages 390-394. 2005.
- HARDELL L.; CARLBERG, M.; OHLSON, C.-G.; WESTBERG, H; ERIKSSON, M.; HANSSON MILD, K. Use of cellular and cordless telephones and risk of testicular cancer. *International Journal of Andrology*. Volume 30; pages 115-122. 2007.
- HARDELL. L.; CARLBERG, M.; SODERQVIST, F.; HANSSON MILD. K.; MORGAN, L.L. Long-term use of cellular phones and brain tumours - increased risk associated with use for >10 years. *Occup Environ Med* 64: 626-32. 2007.
- HARDELL, Lennart; HANSSON MILD, Kjell; CARLBERG, Michael; SÖDERQVIST, Fredrik. Tumour risk associated with use of cellular telephones or cordless desktop telephones. *World Journal of Surgical Oncology*. Volume 4: 74. 2006.
- HARDELL, Lennart. Radiofrequency exposure and the risk for brain tumors. *Epidemiology*, January 2001, vol. 12, n.º 1, page 135. 2001.
- HARDELL, Lennart e SAGE, Cindy. *Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards.* doi:10.1016/j.biopha.2007.12.004. Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em: 31 dez. 2007.
- HARDELL, Lennart; NASMAN, Asa; PAHLSON, Anneli; HALLQUIST, Arne; "Case-control study on radiology work, medical x-ray investigations, and use of cellular telephones as risk factors for brain tumors"; *Medscape General Medicine*. Volume 2: E2. 2000. Disponível em: <http://www.medscape.com/viewarticle/408055>. Acesso em: 30 abr. 2008.
- HARDELL, L; ERIKSSON, M.; CARLBERG, M.; SUNDSTROM, C.; MILD, K.H. Use of cellular or cordless telephones and the risk for non-Hodgkin's lymphoma. *Int Arch Occup Environ Health* 78:625-32. 2005.

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* 93:1348e9. 2006a.

HARDELL, L.; MILD, K.H.; CARLBERG, M. Case-control study of the association between the use of cellular and cordless telephones and malignant brain tumours diagnosed during 2000-2003. *Environ Res.* 100(2):232-41. Feb. 2006b.

HARDELL, L.; MILD, K.H.; CARLBERG, M. Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours. *International Journal of Radiation Biology*. Volume 78; Number 10, pages 931-93610 October 2002.

HARDELL, L.; MILD, K.H.; CARLBERG, M. Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. *International Journal of Oncology*. Volume 22; pages 399-407. Fev. 2003.

HARDELL, L.; WALKER, M.J.; WALHJALT, B.; FRIEDMAN, L.S.; RICHTER, E.D. Secret ties to industry and conflicting interests in cancer research. *Am J Ind Med* 50(3):227-33. 2007. DOI 10.1002/ajim.20357. Disponível em: <[www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)>. Acesso em: 30 abr. 2008.

HARE, Ed. *RF EXPOSURE and YOU*. The American Radio Relay League, Newington, CT, USA. ISBN: 0-87259-662-1. 316 p. 1998.

HAVAS, M. Biological effects of non-ionizing electromagnetic energy: a critical review of the reports by the US National Research Council and the US National Institute of Environmental Health Sciences as they relate to the broad realm of EMF bioeffects. *Environ Rev* 8:173–253. 2000.

HAYT, William H. Jr., *Eletromagnetismo*. Tradução do inglês “Engineering electromagnetics”, 3.<sup>a</sup> Edição. McGraw-Hill, Inc.USA. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos Editora. 537p. 1978.

HEINRICH, S.; OSSIG, A.; SCHLITTMEIER, S.; HELLBRÜCK, J. Elektromagnetische Felder einer UMTS-Mobilfunkbasisstation und mögliche Auswirkungen auf die Befindlichkeit—eine experimentelle Felduntersuchung, *Umwelt. Med. Forsch. Prax.* 12 (2007) 171–180.

HENSHAW, D.L. Does our electricity distribution system pose a serious risk to public health? *Medical Hypotheses (Med Hypotheses)*. Jul; 59(1): 39-51. 2002.

HEPWORTH, Sarah J.; SCHOEMAKER, Minouk J; MUIR, Kenneth R.; SWERDLOW, Anthony J; TONGEREN, Martie J A van; MCKINNEY, Patricia A. Mobile phone use and risk of glioma in adults: case-control study. *British Medical Journal*. Volume 332; pages 883-887. 2006.

HERBERMAN, R. Comprehensive Cancer Center. University of Pittsburgh Cancer Institute. Disponível em: [www.environmentalconcology.org](http://www.environmentalconcology.org). Acesso em 18.05.2009.

HOCKING, B. Preliminary report: symptoms associated with mobile phone use. *Occupational Medicine* 48: 357-360. 1998.

HEYLAND, G. *Physics and Biology of Mobile Telephony*, The Lancet, Nov. 2000.

HUSS, A. & ROOSLI, M. Consultations in primary care for symptoms attributed to electromagnetic fields - a survey among general practitioners. *BMC Public Health* 6:267.2006. doi:10.1186/1471-2458-6-267. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/6/267>>. Acesso em: 30 jan. 2008.

HUTTER, H.-P.; MOSHAMMER, H.; WALLNER, P.; KUNDI, M. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup. Environ. Med.* 63 307–313. 2006. doi:10.1136/oem.2005.020784. Disponível em: <<http://oem.bmjjournals.org/cgi/content/abstract/63/5/307>>. Acesso em: 25 fev. 2008.

HYLAND, G. J. Non-thermal bioeffects by low intensity irradiation of living systems. *Eng. Science and Educational Journal*, 7(6): 261-269. 1998.

HYLAND, G. The physiological and environmental effects of non-ionizing electromagnetic radiation: Final Study, Working Document for the *STOA Panel, European Parliament, Directorate General for Research*, Mar. 2001. Disponível em: <<http://www.emrnw.org/regulation/regulations.htm>>. Acesso em: 30 abr. 2007.

INDEPENDENT EXPERT GROUP ON MOBILE PHONES. *Mobile Phones and Health*, Advice to Industry (1.53), pp 8, April 2000.

INSKIP, Peter D.; TARONE, Robert E.; HATCH, Elizabeth E.; WILCOSKY, Timothy C.; SHAPIRO, William R.; SELKER, Robert G.; FINE, Howard A.; BLACK, Peter M.; LOEFFLER, Jay S.; LINET, Martha S. Cellular telephone use and brain tumours. *New England Journal of Medicine*. Volume 344; pages 79-86. 2001.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC. - *IEEE - C95.1, 1999 Edition (Incorporating IEEE Std C95.1-1991 and IEEE Std C95.1a-1998)*. IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz. 3 Park Avenue, New York, NY 10016- 5997, USA. Print: ISBN-0-7381-1557-6 1999 SH94717. PDF: ISBN-0-7381-1558-6 SH94717. 1999.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC. - *IEEE – C95.3-1991(Revision of ANSI C95.3-1973 and ANSI C 95.5-1981)* - IEEE Recommended practice for the measurement of potentially hazardous electromagnetic fields – RF and microwave. 3 Park Avenue, New York, NY 10016- 5997, USA. ISBN 155937-180-3. (Reaffirmed in 1997 by IEEE Std 95.1., 1999 Edition, Introduction, page iii)". Recognized as an American National Standard (ANSI). 1991/1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Demográfico 2000.

Disponível em: <[www.ibge.gov.br/censo](http://www.ibge.gov.br/censo)>. Acesso em: 30 abr. 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION - ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz), USA. *Health Physics*, April 1998, Vol. 74, pp. 494-522. 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Non-ionizing radiation, Part I: static and extremely low-frequency electric and magnetic fields. Vol. 80. Lyon: IARC. 2002.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. *Key global telecom indicators for the world telecommunication service sector*. Disponível em: <[http://www.itu.int/itu-d/ict/statistics/at\\_glance/KeyTelecom99.html](http://www.itu.int/itu-d/ict/statistics/at_glance/KeyTelecom99.html)>. Acesso em: 30 jan. 2003.

INTERPHONE Study, The: design, epidemiological methods, and description of the study population. *European Journal of Epidemiology*. July 18, 2007.

Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/x88uu6q103076p53/>>.

Results update - 7 February 2008. Disponível em:

<<http://www.iarc.fr/ENG/Units/INTERPHONEResultsupdate.pdf>>.

doi:10.1007/s10654-007-9152-z. Acesso em: 30 abr. 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION - ICNIRP. *Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz)*, USA. *Health Physics*, April 1998, Vol. 74, pp. 494-522. 1998.

INTERNATIONAL COMMISSION FOR ELECTROMAGNETIC SAFETY (ICEMS). *The Precautionary EMF Approach: Rationale, Legislation and Implementation*. International conference, City of Benevento, Italy, on February 22, 23 & 24, 2006.

Disponível em: <<http://www.icems.eu>>. Acesso em: 09 jul. 2007.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION - ICNIRP. *Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*, USA. *Health Physics*, April 1998, Vol. 74, pp. 494-522. 1998.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION. *Health Issues Related to the Use of Hand-held Radiotelephones and Base Transmitters*. June, 1995.

IRIGARAY, P.; NEWBY, J.A.; CLAPP, R.; HARDELL, L.; HOWARD, V.; MONTAGNIER, L.; EPSTEIN, S.; BELPOMME, D. Lifestyle-related factors and environmental agents causing cancer: An overview. *Biomed Pharmacother*. 61(10):640-58. 2007.

ITÁLIA. Comuna de BENEVENTO. "Resolução de Benevento". *International Commission for Electromagnetic Security - ICEMS*. The International Commission for Electromagnetic Safety: Benevento R. The precautionary EMF approach: rationale, legislation and implementation. International conference, Benevento, Italy, 22–24 February 2006. Disponível em: <[www.icems.eu](http://www.icems.eu)>. Acesso em: 28 jul. 2007.

ITÁLIA. Comuna de CATÂNIA. "Resolução de Catânia". *Instituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro - ISPESL*. Disponível em: <[www.icems.eu](http://www.icems.eu)>. Acesso em: 30 ago. 2007.

IVANCSITS, S.; DIEM, E.; JAHN, O.; RUDIGER, H.W. Age-related effects on induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to electromagnetic fields. *Mechanisms of Ageing and Development*. 124(7):847–850. 2003a.

IVANCSITS, S.; DIEM, E.; JAHN, O.; RUDIGER, H.W. Intermittent extremely low frequency electromagnetic fields cause DNA damage in a dose-dependent way. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 76(6):431–436. 2003b.

IVANCSITS, S.; DIEM, E.; PILGER, A.; RUDIGER, H.W.; JAHN, O. Induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to extremely-low-frequency electromagnetic fields in human diploid fibroblasts. *Mutation Research*. 519(1–2):1–13. 2002.

JAUCHEM, James R. Effects of low-level radio-frequency (3 kHz to 300 GHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems: A review of the recent literature. *Int J Hyg Environ Health*. Epub ahead of print August 9, 2007. Disponível em: <<http://www.rfcom.ca/bibliography/reviewsp.shtml>>. Acesso em: 30 set. 2007.

JOLLY, C. e MORIMOTO, R.I. Role of heat-shock response and molecular chaperones in oncogenesis and cell death. *Journal of the National Cancer Institute*. Volume 92; pages 1564-1761. 2000.

JOHANSEN, C. *et. al.* Cellular Telephones and Cancer – a Nationwide Cohort Study in Denmark. *JNCI Journal of the National Cancer Institute*. 93(3):203-207; doi:10.1093/jnci/93.3.203 © 2001 by Oxford University Press. 2001.

JOHANSSON, O. Electrohypersensitivity: state-of-the-art of a functional impairment. *Electromagn Biol Med* 25: 245–58. 2006.

JOHANSSON, Prof. Olle. *The Experimental Dermatology Unit, Department of Neuroscience, Karolinska Institute*, Sweden. Personal correspondence. September, 2001.

JUKICH, Patti J.; MCCARTHY, Bridget J.; SURAWICZ, Tanya S.; FREELS, Sally; DAVIS, Faith G. Trends in incidence of primary brain tumours in the United States, 1985-1994. *Neuro-Oncology* Volume 3; pages 141-152. 2001.DOI:10.1215/15228517-3-3-14. Disponível em : <<http://neuro-oncology.dukejournals.org/cgi/content/abstract/3/3/1411>>. Acesso em: 30 abr. 2008.

KHEIFETS, Leeka; REPACHOLI, Michael; SAUNDERS, Rick; VAN DEVENTER, Emilie. The sensitivity of children to electromagnetic fields. *Pediatrics*. Volume 116, pages 303-313. 2005. doi:10.1542/peds.2004-2541.

Disponível em : <<http://pediatrics.aappublications.org/cgi/content/full/116/2/e303>>. Acesso em: 30 dez. 2007.

KABUTO, M; NITTA, H.; YAMAMOTO, S. Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: a case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. *Int J Cancer* 119:643–50. 2006.

KHURANA, Vini G. *Mobile Phones and Brain Tumours* – © 2008, G. Khurana – All Rights Reserved. Disponível em: <[www.brain-surgery.us](http://www.brain-surgery.us)>. Acesso em: 20 abr. 2008

KLAEBOE, L; BLAASAAS, KG; TYNES, T. Use of mobile phones in Norway and risk of intracranial tumours. *Eur J Cancer Prev* 16:158e64. 2007.

KOIVISTO, M.; HAARALA, C.; KRAUSE, C.M.; REVONSUO, A.; LAINE, M.; HAMALAINEN, H. GSM phone signal does not produce subjective symptoms. *Bioelectromagnetics* 22, 212. 2001.

KÖNIG, H.L. Behavioural Changes in human subjects associated With ELF electric fields. In: Persinger MA, editor. *ELF and VLF electromagnetic field effects*. New York, Plenum Press. 1974.

KUNDI, M. *British Medical Journal*. Letter to the Editor. Volume 332; pages 1035-1036. 2006.

KUNDI, Michael; HUTTER, Hans-Peter. Mobile phone base stations – Effects on wellbeing and health. *Pathophysiology(2009) (PATPHY-597)*. doi10.1016/j.pathophys.2009.01.008. Elsevier Ireland Ltd. 13 pp. Accepted 30 January 2009.

LAHKOLA, A.; AUVINEN, A.; RAITANEN, J.; SCHOEMAKER, M.J.; CHRISTENSEN, H.C.; FEYCHTING, M.; JOHANSEN, C.; KLAEBOE, L.; LÖNN, S.; SWERDLOW, A.J.; LAHKOLA, A.; TOKOLA, K.; AUVINEN, A. Meta-analysis of mobile phone use and intracranial tumours. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health*. Volume 32; number3; pages 171-177. 2006.

LAI, H. & SINGH, N.P. Acute low intensity microwave exposure increase DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 16: 207-210. 1995.

LAI, H. & SINGH, N.P. Magnetic-field-induced DNA strand breaks in brain cells of the rat. *Environ Health Perspect* 112(6):687e94. 2004.

LAI, H. & SINGH, N.P. Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics*. Volume 18: pages 446-454. 1997.

LAI, H. & SINGH, N.P. Single-and double-strand DNA brakes in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *International Journal of Radiation Biology* 69:513-521. 1996.

LAI, H.; HORITA, A; GUY, A.W. Microwave irradiation effects radial-arm maze performance in the rat. *Bioelectromagnetics* 5:95-104. 1994.

LEE, S.; JOHNSON, D; DUNBAR, K.; DONG, H.; GE, X.; KIM, Y.C.; WING, C.; JAYATHILAKA, N.; EMMANUEL, N.; ZHOU, C.Q.; GERBER, H.L.; TSENG, C.C.; WANG, S.M. 2.45 GHz radiofrequency fields alter gene expression in cultured human cells. *FEBS Lett.* 579(21): 4829-36. 29 ago. 29, 2005.

LEE, Jae-Seon; HUANG, Tai-Qin; KIM, Tae-Hyung; KIM, Jin Young; KIM, Hyun Jeong; PACK, Jeong-Ki; SEO, Jeong-Sun. Radiofrequency radiation does not induce stress response in human Tlymphocytes and rat primary astrocytes. *Bioelectromagnetics* Volume 27; pages 578-588. 2006. DOI: 10.1002/bem.20235. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/112778107/issue>>. Acesso em: 30 nov. 2007.

LEVI, F.; MOECKLI, R.; RANDIMBISON, L.; TE, V.C.; MASPOLI, M.; LA VECCHIA, C. Skin cancer in survivors of childhood and adolescent cancer. *Eur. J. Cancer*. 42, 656–659. 2006.

LISI, A.; CIOTTI, M.T.; LEDDA, M.; PIERI, M.; ZONA, C.; MERCANTI, D.; RIETI S.; GIULIANI, L.; GRIMALDI S. Exposure to 50 Hz electromagnetic radiation promote early maturation and differentiation in newborn rat cerebellar granule neurons. *J Cell Physiol*. 2005 Aug;204(2):532-8. 2005.

LISI, A.; FOLETTI, A.; LEDDA, M.; ROSOLA, E.; GIULIANI, L.; D' EMILIA, E.; GRIMALDI, S. Extremely Low Frequency 7 Hz 100 µT Electromagnetic Radiation Promotes Differentiation in the Human Epithelial Cell Line HaCaT. *Electr. Biol. Med.* 25(4):269-80; Dec. 2006a.

LISI, A.; LEDDA, M.; DE CARLO, F.; D'EMILIA, E.; GIULIANI, L.; FOLETTI, A.; GRIMALDI, S. Calcium ion cyclotron resonance (ICR) transfers information to living systems: effects on human epithelial cell differentiation. *Electromagn Biol Med* 27: 3. 230-240, 2008a.

LISI, A.; LEDDA, M.; DE CARLO, F.; POZZI, D.; MESSINA, E.; GAETANI, R.; CHIMENTI, I.; BARILE, L.; GIACOMELLO, A.; D'EMILIA, E.; GIULIANI, L.; FOLETTI, A.; PATTI, A.; VULCANO, A.; GRIMALDI, S. Ion cyclotron resonance as a tool in regenerative medicine. *Electromagn Biol Med* 27: 2. 127-133, 2008b.

LISI, A.; LEDDA, M.; ROSOLA, E.; POZZI, D.; D'EMILIA, E.; GIULIANI, L.; FOLETTI , A.; MODESTI, A.; MORRIS, S.J.; GRIMALDI, S. Extremely low frequency electromagnetic field exposure promotes differentiation of pituitary corticotrope-derived AtT20 D16V cells. *Bioelectromagnetics*. 12, Jul 2006b.

LOTZ, G. Letter from Greg Lotz, PhD, Chief Physical Agents Effects Branch, Division of Biomedical and Behavioral Science, National Institute of Occupational Safety and Health to Richart Tell, Chair, IEEE SCC28 (SC4) Risk Assessment Work Group, June 17,1999.

LÖNN S.; FORSSÉN, U.; VECCHIA, P.; AHLBOM, A.; FEYCHTING, M. Output power levels from mobile phones in different geographical areas; implications for exposure assessment. *Occupational and Environmental Medicine*. Volume 61; pages 769-772. 2004.

LÖNN, Stefan; AHLBOM, Anders; HALL, Per; FEYCHTING, Maria. Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology*. Volume 15; pages 653-659. 2004. DOI:10.1097/01.ede.0000142519.00772.bf. Disponível em: <[http://www.sst.dk/upload/forebyggelse/cff/miljoemedicin/mobiltelefoner\\_svulster/653.pdf](http://www.sst.dk/upload/forebyggelse/cff/miljoemedicin/mobiltelefoner_svulster/653.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2007.

LÖNN, Stefan; AHLBOM, Anders; HALL, Per; FEYCHTING, Maria; Swedish Interphone Study Group, the. Long-term mobile phone use and brain tumour risk. *American Journal of Epidemiology*. Volume 161; pages 526-535. 2005). doi:10.1093/aje/kwi091. Disponível em: <http://aje.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/161/6/526>. Acesso em: 31 jul. 2007.

LYSKOV, E.; SANDSTRÖM, M.; HANSSON MILD, K. Provocation study of persons with perceived electrical hypersensitivity and controls using magnetic field exposure and recording of electrophysiological characteristics. *Bioelectromagnetics* 22 (7), 457-462. 2001.

MACK, W.; PRESTON-MARTIN, S.; PETERS, J.M. Astrocytoma risk related to job exposure to electric and magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 12:57e66. 1991.

MAISCH, D. Mobile Phone Use: it's time to take precautions. *ACNEM Journal*, Vol. 20, No. 1, pp 4, April 2001.

MALYAPA R.S., AHERN, E.W.; STRAUBE, W.L.; MOROS, E.G.; PICKARD, W.F.; ROTI ROTI, J.L. Measurement of DNA damage after exposure to electromagnetic radiation in the cellular phone communication frequency band (835.62 and 847.74 MHz). *Radiation Research*. Volume 148; pages 618-617. 1997.

MARTINEZ-BURDALO, M; MARTIN A; ANGUIANO M; VILLAR R. On the safety assessment of human exposure in the proximity of cellular communications base-station antennas at 900, 1800 and 2170 MHz. *Phys Med Biol*. 2005 Sep 7; 50(17): 4125-37. Epub 2005 Aug 24. 2005.

MASHEVICH, Maya; FOLKMAN, Dan; Amit Kesar; Alexander Barbul; Rafi Korenstein; Eli Jerby; Lydia Avivi. Exposure of human peripheral blood lymphocytes to electromagnetic fields associated with cellular phones leads to chromosomal instability. *Bioelectromagnetics* Volume 23; pages 82-90. 2003.

MILD, K.H.; MATTSSO, M.O.; HARDELL, L.; BOWMAN, J.D.; KUNDI, M. Occupational carcinogens: ELF MFs. Carcinogenes. *Environ Health Perspect*. Nov; 113(11): A726-7; author reply A727. 2005.

MILHAM, S. Letter to the Editor. *British Journal of Cancer*. Volume 94; page 1351. 2006.

MORGAN, L.L. Letter to the Editor. *British Medical Journal*. Volume 332; page 1035. 2006a.

MORGAN, L.L. Letter to the Editor. *American Journal of Epidemiology*. Volume 164; pages 294-295. 2006b.

MORGENSTERN, Hal. Uses of ecologic analysis in epidemiologic research. *American Journal of Public Health* 1982; 72(12): 1336-1344. 1982.

MOULDER, J.E.; FOSTER, K.R.; ERDREICH, L.S.; MCNAMEE, J.P. Mobile phone, mobile phone base stations and cancer: a review. *Int J Radiat Biol*. 2005 Mar; 81(3): 189-203). 2005.

MÜHLENDAHL, Matthias Otto; MÜHLENDAHL, Karl Ernst von. Electromagnetic fields (EMF): Do they play a role in children's environmental health (CEH)? *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Available online 31 August 2007. PMID: 16263490 [PubMed - indexed for MEDLINE]. PMCID: PMC1310936. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16263490>>. Acesso em: 02 mai. 2008.

MUSKAT J.E.; HINSVARK M; MALKIN M. Mobile telephones and rates of brain cancer. *Neuroepidemiology*. Volume 27; pages 55-56. 2006.

NASCIMENTO, Juarez. *Telecomunicações*. 2<sup>a</sup> edição. São Paulo. MAKRON Books do Brasil Editora Ltda. ISBN: 85.346.1113-0. 341p. 2000.

NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS (NCRP). *Radiofrequency electromagnetic fields: properties, quantities and units, biophysical interaction, and measurements*. Pub. n.<sup>o</sup> 67, Washington, D.C. 1981.

NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS - NCRP Report n.<sup>o</sup> 119 - *A practical guide to the determination of human exposure to radiofrequency fields*. Bethesda, Maryland, USA. ISBN 0-929600-35-5. 1993.

NAVARRO, E. A.; SEGURA, J.; PORTOLÉS, M.; GÓMEZ-PERRETTA, C. The Micro-wave Syndrome: A Preliminary Study in Spain. *Electromagnetic Biology and Medicine*. Vol. 22, N.º 283. pp.161-169. USA. 2003.

NELSON, P.D.; TOLEDANO, M.B.; MCCONVILLE, J.; QUINN, M.J.; COOPER, N.; ELLIOTT, P. Department of Epidemiology and Public Health, Imperial College London, UK. Trends in acoustic neuroma and cellular phones: Is there a link? *Neurology*. Volume 66; pages 284-285. 2006.

OFTEDAL, G.; WILÉN, J.; SANDSTRÖM, M.; HANSSON MILD, K.H. Symptoms experienced in connection with mobile phone use. *Occup. Med.* 50, 237-247. 2000.

OKTAY, M.F.; DASDAG, S. Effects of intensive and moderate cellular phone use on hearing function. *Electromagn Biol Med.* 25(1): 13-21. 2006.

PEREIRA, Maurício Gomes. *Epidemiologia – teoria e prática*. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro. 596 p. 2001.

PANAGOPOULOS, D.J., CHAVDOULA, E.D.; NEZIS, I.P.; MARGARITIS, L.H. Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile telephony radiation. *Mutation Research* Volume 626; pages 69-78. 2007.

PETRUCCI N. Exposure of the critically ill patient to extremely low-frequency electromagnetic fields in the intensive care environment. *Intensive Care Medicine*. Volume 25; pages 847-851. 1999.

PHILLIPS, Alasdair. Technical Director, Powerwatch, updated November 2001. *Comparing standards for general public RF exposure levels*. Disponível em: <<http://www.emrnetwork.org/regulation/charts.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

PHILLIPS, J. L. DNA damage in Molt-4 T-Lymphoblastoid cells exposed to cellular telephone radiofrequency fields in vitro. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics* 45:103-110.1998.

POLK, C. *Schumann Resonances*. CRC Hand book of Atmospherias. Ed: Hans Volland. Boca Raton, Florida: CRC Press, USA. Pages 111-177. 1982.

PORTOLÉS M. Un paseo ‘electromagnético’ por la ciudad. *Ciencia e Investigación*, no 634, 18 de mayo de 2006.

RADOWITZ, J. “Mobile Phone Adverts For Children Irresponsible”, PA News, 10 Sept., 2001. Citando Maisch, Don. 26 mar 2003. Disponível em: <<http://www.emfacts.com>>. Disponível em: <[http://www.emrnetwork.org/schools/maisch\\_3\\_03.pdf](http://www.emrnetwork.org/schools/maisch_3_03.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2002.

REA, W.J. *Chemical sensitivity: Tools of diagnosis and methods of treatment*. Volume 1. Editora: Boca Raton: CRC Press. 1992.

REGEL, S.J.; NEGOVETIC, S.; RÖÖSLI, M.; BERDINAS, V.; SCHUDERER, J.; HUSS, A.; LOTT, U.; KUSTER, N.; ACHERMANN, P. UMTS base station like exposure, well being and cognitive performance. *Environ. Health Perspect.* 114 (2006) 1270–1275. 2006.

REMONDINI, D.; NYLUND, R.; REIVINEN, J.; POULLETIER DE GANNES, F.; VEYRET, B.; LAGROYE, I.; HARO, E.; TRILLO, M.A.; CAPRI, M.; FRANCESCHI, C.; SCHLATTERER, K.; GMINSKI, R.; FITZNER, R.; TAUBER, R.; SCHUDERER, J.; KUSTER, N.; LESZCZYNSKI, D.; BERSANI, F.; MAERCKER, C. Gene expression changes in human cells after exposure to mobile phone microwaves. *Proteomics*. Volume 6; pages 4745-4754. 2006.

REPACHOLI, M. H. Low-level exposure to radiofrequency fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics*; 19:1-19. 1998.

REPACHOLI, M.H.; BASTEN, A.; GEBSKI, V.; NOONAN, D.; FINNIE, J.H.; HARRIS, A.W. Lymphomas in Eu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiation Research*. Volume 147; pages 631-640. 1997.

RICHTER, E.D.; BERMAN, T.; LEVY, O. Brain cancer with induction periods of less than 10 years in young military radar workers. *Archives of Environmental Health*. Volume 57; pages 270-272. 2002.

ROOSLI, Martin; MICHEL, Gisela; KUEHNI, Claudia E.; SPOERRI, Adrian. Cellular telephone use and time trends in brain tumour mortality in Switzerland from 1969 to 2002. *European Journal of Cancer Prevention*. Volume 16; pages 77-82. 2007.

ROOSLI, Martin. Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: A systematic review. *Environ Res.* Jun;107(2):277-87. 2008.

RUBIN, G James; HAHN, Gareth; EVERITT, Brian S; CLEARE, Anthony J; WESSELY, Simon. Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study. *British Medical Journal*. Volume 332; pages 886-891. 2006.

RUDER, A. M.; WATERS, M. A.; CARREÓN, T.; BUTLER, M. A.; DAVIS-KING, K. E.; CALVERT, G. M.; SCHULTE, P. A.; WARD, E. M.; CONNALLY, L. B.; LU, J.; WALL, D.; ZIVKOVICH, Z.; HEINEMAN, E. F.; MANDEL, J. S.; MORTON, R. F.; REDING, D. J.; ROSENMAN, K. D.; BRAIN CANCER COLLABORATIVE STUDY GROUP, The. The Upper Midwest Health Study: A case-control study of primary intracranial gliomas in farm and rural residents. *Journal of Agricultural Safety and Health*. Volume 12; pages 255-274. 2006.

RYAN Kathy L.; D'ANDREA, John A.; JAUCHEM, James R.; MASON , Patrick A. Radio frequency radiation of millimeter wave length: potential occupational safety issues relating to surface heating. *Journal of the Health Physics Society (Health Phys.)*. 2000 Feb; 78(2): 170-81. 2000. Disponível em: <<http://ovidsp.tx.ovid.com/>>. Acesso em: 27 abr. 2008.

SAGE, Cindy; CARPENTER, David O. Public health implications of wireless technologies. *Pathophysiology (2009) (PATPHY-603)*. doi10.1016/j.pathophys.2009.01.011. Elsevier Ireland Ltd. 14 pp. Accepted 30 January 2009.

SAKUMA, N.; KOMATSUBARA, Y.; TAKEDA, H.; HIROSE, H.; SEKIJIMA, M.; NOJIMA, T.; MIYAKOSHI, J. DNA strand breaks are not induced in human cells exposed to 2.1425 GHz band CW and W-CDMA modulated radiofrequency fields allocated to mobile radio base stations. *Bioelectromagnetics*. Volume 27; pages 51-57. 2006.

SALFORD, L.; ARNE, A.; EBERHARDT, J.; MALMGREN, L.; PERSSON, B. Nerve Cell Damage in Mammalian Brain after Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones. In press. *Environmental Health Perspectives*. Volume 111, Number 7, June 2003. 2003.

SANTINI, R.; SANTINI, P.; DANZE, J. M.; LE RUZ, P.; SEIGNE, M. Symptoms experienced by people living in vicinity of cell phone base stations: I. Incidences of distance and sex. *Pathol. Biol.* 50: 369-373. 2002.

SANTINI, R.; SANTINI, P.; DANZE, J.M.; Le RUZ, P.; SEIGNE, M. Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile: I / Incidences de la distance et du sexe. *Pathol. Biol. (Paris)* 50 (2002) 369–373. 2002.

SANTINI, R.; SANTINI, P.; DANZE, J.M.; Le RUZ, P.; SEIGNE, M. Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile: II / Incidences de l'âge des sujets, de la durée de leur exposition et de leur position par rapport aux antennes et autres sources électromagnétiques, *Pathol.Biol. (Paris)* 51 (2003) 412–415. 2003.

SALLES, Álvaro Augusto. Pesquisa investiga o perigo do celular. *Revista Nacional de Telecomunicações - rnt*, ano 20 – N.º 233 – Janeiro/99 – ISSN 0102-3446. 1999.

SEITZ, H; STINNER, D.; EIKMANN, T.; HERR, C.; ROOSLI, M. 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*. Oct 15; 349(1-3): 45-55. 2005.

SCHLEHOFER, B.; SCHLAEFER, K.; BLETTNER, M.; BERG, G.; BÖHLER, E.; HETTINGER, I.; KUNNA-GRASS, K.; WAHRENDORF, J.; SCHÜZ, J.; INTERPHONE

STUDY GROUP. Environmental risk factors for sporadic acoustic neuroma. *Eur J Cancer* 43(11):1741e7. 2007.

SCHOEMAKER, M.J.; SWERDLOW, A.J.; AHLBOM, A.; AUVINEN, A.; BLAASAAS, K.G.; CARDIS, E.; COLLATZ CHRISTENSEN, H.; FEYCHTING, M.; HEPWORTH, S.J.; JOHANSEN, C.; KLÆBOE, L.; LÖNN, S.; MCKINNEY, P.A.; MUIR, K.; RAITANEN, J.; SALMINEN, T.; THOMSEN, J.; TYNES, T. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries. *British Journal of Cancer*. Volume 93; pages 842-848. 2005.

SCHUMANN, W. O. Über Elektrische Eigenschwindungen der Hohlraumes End-Luft-Ionosphäre, erregt durch Blitzentladungen. *Zeits Angew J. Phys.* 9, pp. 373-378. 1957.

SCHÜZ, Joachim; BÖHLER, Eva; SCHLEHOFER, Brigitte; BERG, Gabriele; SCHLAEFER, Klaus; HETTINGER, Iris; KUNNA-GRASS, Katharina; WAHRENDORF, Jürgen; BLETTNER, Maria. Radiofrequency electromagnetic fields emitted from base stations of DECT cordless phones and the risk of glioma and meningioma (Interphone Study Group, Germany). *Radiation Research*. Volume 166; pages 116-119. 2006.

SCHÜZ, Joachim; BÖHLER, Eva; BERG, Gabriele; SCHLEHOFER, Brigitte; HETTINGER, Iris; SCHLAEFER, Klaus; WAHRENDORF, Jürgen; KUNNA-GRASS, Katharina; BLETTNER, Maria. Cellular phones, cordless phones, and the risks of glioma and meningioma (INTERPHONE Study Group). *American Journal of Epidemiology*. Volume 163; pages 512-520. 2006.

SCHÜZ, Joachim; JACOBSEN, Rune; OLSEN, Jørgen H.; BOICE Jr, John D.; MC LAUGHLIN, Joseph K.; JOHANSEN, Christoffer. Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort. *Journal of the National Cancer Institute*. Volume 98: 1707-1713. 2006.

SIEMIATYCKI, J.; RICHARDSON, L.; STRAIF, K.; LATREILLE, B.; LAKHANI , R.; CAMPBELL, S.; ROUSSEAU, M.-C.; BOFFETTA, P. Listing Occupational Carcinogens. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 112, N.o 15, November 2004.

SMITH, M. A.; FREIDLIN, B.; RIES, L. A. G.; SIMON, R. Trends in reported incidence of primary malignant brain tumours in children in the United States; *Journal of the National Cancer Institute*. Volume 90; pages 1269-1277. 1998.

SMITH, G. S. The electric-field probe near a material interface with applications to the probing of fields in biological bodies, *IEEE transactions on Microwave Theory and Techniques*. 27 (3), p. 270-278, 1979.

STANG, Andreas. Federal Ministry for Education and Research of Germany. The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. *Epidemiology*, January 2001, vol. 12, n.º 1, pages 7 to 12. 2001.

STEWART REPORT. Stewart, William Sir, Chairman. Mobile phones and health. *IEGMP – Independent Expert Group on Mobile Phones*. Disponível em:  
<<http://www.iegmp.org.uk/report/text.htm>>. 149 p. April, 2000. Acesso em: 25 mai. 2006.

SUÍÇA. Conferatio Helvetica. Le Autorità Federali della Confederazioni Svizzera. *Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizanti*. ORNI de 23.12.1999.

TAKASHIMA, Yoshio; HIROSE, Hideki; KOYAMA, Shin; SUZUKI, Yukihisa; TAKI, Masao; MIYAKOSHI, Junji. Effects of continuous and intermittent exposure to RF fields with a wide range of SARs on cell growth, survival, and cell cycle distribution. *Bioelectromagnetics*. Volume 27; pages 392-400. 2006.

TAKEBAYASHI, T.; AKIBA, S.; KIKUCHI, Y.; TAKI, M.; WAKE, K.; WATANABE, S.; YAMAGUCHI, N. Mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Occupation and Environmental Medicine*. Volume 63; pages 802-807. 2006.

TEJO, F.A. *Exposição de sujeitos biológicos a campos eletromagnéticos não ionizantes: aspectos de modelagem*. Workshop Nacional. Escola Politécnica. USP. São Paulo. 2001.

TELL, R. A. Real-time data averaging to determining human RF exposure In: *Proceedings, 40<sup>th</sup> Annual Broadcast Engineering Conference, National Association of Broadcasters*, Dallas, Texas, USA. Apr. 12 - 16, pp. 388 – 394. 1986.

THE BRITISH MEDICAL ASSOCIATION's BOARD OF SCIENCE & EDUCATION. *Children and Mobile Phones... Is There a Health Risk? The case for extra precautions*. By Don Maisch. Mobile Phones and Health. (Interim report). 24<sup>th</sup> May, 2001.  
Disponível em: <[http://www.rawfoodinfo.com/articles/art\\_child&mobilephones.html](http://www.rawfoodinfo.com/articles/art_child&mobilephones.html)>. Acesso em: 31 jan. 2008.

THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE- IEEE/ANSI - C95.1 – Supplement 1999 (Incorporating IEEE Std C95.1-1991 and IEEE Std C95.1a-1998) - *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*. 1999.

THE NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL HEALTH SCIENCES. EMFRAPID: Electric and magnetic fields research and public information dissemination program. 1992. Disponível em: <<http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/resinfo.htm>>. Acesso em: 21 Jan. 2007.

THOMAS, S.; KÜHNLEIN, A.; HEINRICH, S.; PRAML, G; NOWAK, D.; KRIES, R. VON; RADON, K. Personal exposure to mobile phone frequencies and well-being in adults: a cross-sectional study based on dosimetry. *Bioelectromagnetics* 29 (2008) 463–470. 2008.

THORLIN, T.; ROUQUETTE, J.M.; HAMNERIUS, Y.; HANSSON, E.; PERSSON, M.; BJÖRKlund, U.; ROSENGREN, L.; RÖNNBÄCK, L.; PERSSON, M. Exposure of cultured astroglial and microglial brain cells to 900 MHz microwave radiation. *Radiation Research*. Volume 166; pages 409-421. 2006.

THORNTON, J. Modern environmental protection. *Rachel's Environment & Health Weekly*. Nº 704. 21.06.2000a.

THORNTON, J. *Pandora's poison – Chlorine, health and a new environmental strategy*. ISBN: 0262201240. MIT Press. Cambridge, Mass. USA. 2000b.

TICKNER, Joel; RAFFENSPERGER Carolyn; MYERS Nancy. The Precautionary Principle in Action – A Handbook. Science and Environmental Health Network, Windsor, North Dakota, USA e Lowell Center for Sustainable Production, University of Massachusetts Lowell, USA. 1999.

Disponível em: <<http://www.biotech-info.net/handbook.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2010.

TYNES, T.; KLAEBOE, L.; HALDORSEN, T. Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and malignant melanoma: a population based study. *American College of Occupational and Environmental Medicine*. 60(5):343–347. 2003.

TYNES, T.; SALMINEN, T. Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries. *International Journal of Cancer*. Volume 120; pages 1769-1775. 2007.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST). *The Precautionary Principle*. March 2005.

Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578e.pdf>>.

Acesso em: 24.01.2010

UNIÃO EUROPEIA. *Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards from Low Frequency Electromagnetic Fields Exposure Using Sensitive in vitro Methods*. Programme: Quality of Life and Management of Living Resources. Key Action 4 “Environment and Health”. Contract: QLK4-CT-1999-01574. Acronym: REFLEX. 259 p. 2004. Disponível em: <[http://www.itis.ethz.ch/downloads/REFLEX\\_Final%20Repor\\_171104.pdf](http://www.itis.ethz.ch/downloads/REFLEX_Final%20Repor_171104.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2007.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA - Proposes New Cancer Risk Guidelines, J. Hebert, *Associated Press News*, March 3, 2003.

VILLENEUVE, P.J.; AGNEW, D.A.; JOHNSON, K.C.; MAO, Y. Brain cancer and occupational exposure to magnetic fields among men: results from a Canadian population-based case-control study. *Int J Epidemiol*. 31(1):210–217. 2002.

WAKEFORD, R. The cancer epidemiology of radiation. *Oncogene* 23: 6404e28. 2004.

WEIDERPASS, E.; VAINIO, H.; KAUPPINEN, T.; VASAMA-NEUVONEN, K.; PARTANEN, T.; PUUKALA, E. Occupational exposures and gastrointestinal cancers among Finnish women. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 45(3):305–315. 2003.

WEISBROT, D.; LIN, H.; YE, L.; BLANK, M.; GOODMAN, R. Effects of mobile phone radiation on reproduction and development in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Cellular Biochemistry*. Volume 89; pages 48-55. 2003.

WERTHEIMER, N. e LEEPER, E. Adult cancer related to electrical wires near the home. *International Journal of Epidemiology*, 11(4):345-55. 1982.

WILEN, J.; SANDSTRÖM, M.; HANSSON MILD, K. Subjective symptoms among mobile phone users-a consequence of absorption of radiofrequency fields? *Bioelectromagnetics* 24, 152–159. 2003.

WINKELSTEIN, Warren. Some ecological studies of lung cancer and ischaemic heart disease mortality in the United States. *International Journal of Epidemiology* 1985; 14(1): 39-47. 1985.

WINGSPREAD STATEMENT ON THE PRECAUTIONARY PRINCIPLE. *Wingspread Conference Center, Racine, Wisconsin*, which took place 23-25 January 1998. The 32 authors: 1998. Dr. Nicholas Ashford, Massachusetts Institute of Technology. Disponível em: <<http://www.gdrc.org/u-gov/precaution-3.html>>. Acesso em: 25 ago. 2005.

WOLF, R, MD; WOLF, D, MD. Increased Incidence of Cancer near a Cell-Phone Transmitter Station. *International Journal of Cancer Prevention*, vol. 1, no. 2, abr. de 2004. Disponível em: <[http://www.powerwatch.org.uk/news/20050207\\_israel.pdf](http://www.powerwatch.org.uk/news/20050207_israel.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO – *The International EMF Project*: <[emfproject@who.int](mailto:emfproject@who.int)>. Contact in Brazil: Ministry of Health. Contact name: Guilherme Franco Netto: <[guilherme.netto@funasa.gov.br](mailto:guilherme.netto@funasa.gov.br)>. Disponível em: <<http://www.who.int/peh-emf/project/en>>. Acesso em: 31 jan. 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. *Manual: Establishing a Dialogue on Risks of Electromagnetic Fields Radiation and Health Environmental*. Department of Protection of the Human Environmental. Genova. 69 p. 2002.

YAN, J.G.; AGRESTI, M.; BRUCE, T.; YAN, Y.H.; GRANLUND, A.; MATLOUB, H.S. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil Steril*. Oct; 88(4):957-64. 2007. doi: 10.1016/j.fertnstert.2006.12.022. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&Cmd>ShowDetailView&TermToSearch=17628553>>. 2007. Acesso em: 25 mar. 2008.

ZHADIN, M.N.; NOVIKOV, V.V.; BARNES, F.S.; PERGOLA, N.F. Combined action of static and alternating magnetic fields on ionic current in aqueous glutamic acid solution. *Bioelectromagnetics*, 19:41-45, 1998.

ZHADIN, M.N. & Giuliani, L. Some problems in modern bioelectromagnetics. *Electro-magn.Biol. Med.*, 25(4), 227-243, 2006.

ZHAO, Ran; ZHANG, Shuzhi; XUA, Zhengping; JUA, Li; LUA, Deqiang; YAO, Gengdong. Studying gene expression profile of rat neuron exposed to 1800MHz radiofrequency electromagnetic fields with cDNA microassay. *Toxicology*. Volume 235, Issue 3, Pages 167-175. 25 June 2007.

ZOOK, B.C. & SIMMENS, S.J. The effects of 860 MHz radiofrequency radiation on the induction or promotion of brain tumours and other neoplasms in rats. *Radiation Research*. Volume 155; pages 572-583. 2001.

ZWAMBORN, A.P.M.; VOSSEN, S.H.J.A.; LEERSUM, B.J.A.M. van; OUWENS, M.A.; MÄKEL, W.N. Effects of Global Communication System Radio-Frequency Fields on Well being and Cognitive Functions of Human Subjects with and without Subjective Complaints. *FEL-03-C148, TNO*. The Hague, the Netherlands. 2003.

## ANEXO I

### **“Descrição do Processo para Cálculo da Menor Distância entre Antena e Óbito”**

Pontos:

**p1** = Ponto um

**p2** = Ponto dois

Coordenadas:

**x** = Abscissa

**y** = Ordenada

Fórmula para calcular distância entre dois pontos:

$$d = \sqrt{(x_{p2} - x_{p1})^2 + (y_{p2} - y_{p1})^2}$$

Programa para calcular distância:

```
Enquanto óbito
    menor_distância = 999999999
    distância = 0
    Enquanto antena
        Calcula distância entre (óbito e antena)
        Se distancia < menor_distância
            Antena_mais_proxima = antena
            Menor_distancia = distância
        Fim enquanto antena
    Fim enquanto óbito
```

Programa desenvolvido na linguagem MapBasc, para MapInfo

```
Include "MAPBASIC.DEF"
declare sub main
sub main
    close all
    dim wid_h as integer
    dim wid_c as string
    dim xh, yh, xc, yc, wd, w_menor_dist as float
    Open Table "MENOR_DISTÂNCIA.TAB" AS D
    Open Table "OBITO.TAB" AS H
    Open Table "ANTENA.TAB" AS C
    fetch first from H
    do while not eot(H)
        IF H.obj then
            wid_h = H.NUMERO DO
            xh = Centroidx(H.obj)
```

```

yh = Centroidy(H.obj)
fetch first from C
w_menor_dist = 9999999999
do while not eot(C)
    if C.obj then
        xc = Centroidx(C.obj)
        yc = Centroidy(C.obj)
        wd = Distance (xh , yh , xc, yc, "m")
        if wd < w_menor_dist then
            wid_c = C.CODIGO
            w_menor_dist = wd
        end if
    end if
    fetch next from c
loop
Insert Into D (ID_H, ID_C, DISTANCIA) Values (wid_h, wid_c, w_menor_dist)
end if
fetch next from H
loop
end sub

```

## **ANEXO II**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP

**Parecer nº. ETIC 0453/06**

**Interessado:** Profa. Mônica Maria Diniz Leão  
Deptº de Engenharia Sanitária e Ambiental  
Escola de Engenharia -UFMG

### **DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP, aprovou no dia 13 de dezembro de 2006, o projeto de pesquisa intitulado "**Vigilância em saúde ambiental em relação à exposição humana a radiações eletromagnéticas oriundas das estações radiobase (antenas) do sistema de telefonia celular, no município de Belo Horizonte.**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
**Profa. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia**  
Presidente do COEP/UFMG

*Av. Presidente Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – 2º andar sala: 2005 - 31.270-901 - BH - MG  
(31) 3499-4592 - FAX: (31) 3499-4027 - [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br)*

## ANEXO III



### COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA-SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE BELO HORIZONTE (CEP-SMSA/PBH)

#### Avaliação de projeto de pesquisa – Protocolo 070/2006

**Projeto:** “Vigilância em saúde ambiental em relação à exposição humana a radiações eletromagnéticas oriundas das estações rádio-base (antenas) do sistema de telefonia celular, no município de Belo Horizonte.”.

**Nome da Pesquisadora:** Adilza Condessa Dode  
Mônica Maria Diniz Leão  
Waleska Teixeira Caiaffa

---

Trata-se de pesquisa para obtenção do título de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG.

Tem como objetivo geral conhecer a distribuição das doenças neoplásicas no município de Belo Horizonte, avaliando os aspectos ambientais ligados às radiações eletromagnéticas. E como objetivos específicos: 1) Descrever a distribuição no tempo e espaço dos óbitos por neoplasias constantes no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), no período de 1990 a 2003 e correlacionar com a distribuição das antenas do Sistema de Telefonia Celular (STC) e 2) Verificar os níveis de exposição a campos eletromagnéticos, aos quais as comunidades possam estar expostas, dentro de um raio de 350 metros, onde há antenas do STC.

Será desenvolvido um estudo do tipo ecológico, avaliando associação entre a incidência de óbitos por neoplasias e variáveis socioeconômicas, ambientais e a localização das antenas. O evento considerado será óbito por neoplasia de residentes em Belo Horizonte, no período de 1995 a 2004. Os óbitos constantes no SIM serão georeferenciados segundo o endereço de residência do falecido. Será realizada análise espacial dos óbitos e será avaliada a incidência acumulada de óbitos por setor censitário (população do censo de 2000 do IBGE) e serão identificados possíveis clusters, através do método de varredura descrito por Kulldorf. O mapeamento das estações de rádio-base – ERB's, em Belo Horizonte, será feito através do software MAPINFO e dos dados das concessionárias junto à Secretaria do Meio Ambiente. Os aparelhos de medição que serão utilizados já foram adquiridos para a realização de estudos anteriores.

Como se trata de pesquisa que utilizará fonte de dados secundários não traz Termo de Consentimento Livre e Esclarecido o qual não é necessário.

**Parecer:**

Pelo exposto, considerando ser a pesquisa de interesse para a área de saúde pública, considerando que a mesma atendeu as diligências anteriormente colocadas e que cumpre a resolução 196/96, foi considerada aprovada em reunião do Comitê de Ética em Pesquisa da SMSA-SUSBH, em 12 de abril de 2007.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao CEP um ano após início do projeto ou ao final desde, se em prazo inferior a um ano.



Celeste de Souza Rodrigues  
Coordenadora do CEP-SMSA/PBH



Celeste de Souza Rodrigues - BM: 37316-1  
Gerência de Vigilância em Saúde e Informação - SMSA/BH

Belo Horizonte, 22 de abril de 2007.

## **ANEXO IV**

### ***“A Resolução de Porto Alegre”***

Nós, cientistas infra-assinados, tivemos a honra de participar de seminário organizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pelo Ministério Público do Rio Grande do Sul, com patrocínios do Ministério da Saúde do Brasil, da Comissão Internacional de Segurança Eletromagnética, do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Porto Alegre (COMAM/PoA), do Centro Estadual de Vigilância Sanitária do Rio Grande do Sul (CEVS/RS), dentre outros, intitulado “Seminário Internacional de Radiação Não-Ionizante, Saúde e Ambiente”, realizado nos dias 18 e 19 de maio de 2009, em Porto Alegre, RS, Brasil.

Esta resolução se soma a várias outras resoluções internacionais, assinadas por cientistas e médicos na última década, incluindo resoluções aprovadas pela Comissão Internacional de Segurança Eletromagnética [1], com base em evidências colhidas na literatura específica e em documentos tais como o Relatório da Bioiniciativa [2] e número especial do periódico *Pathophysiology*, sobre campos elétricos e magnéticos, este último publicado em agosto de 2009 [3].

Entendemos que a proteção à saúde, bem-estar e meio ambiente requer a imediata adoção do Princípio da Precaução, o qual afirma que *“quando houver indicações de possíveis efeitos adversos, embora permaneçam incertos, os riscos de inação podem ser muito maiores do que os riscos de agir para controlar essas exposições. O Princípio da Precaução inverte o ônus da prova daqueles que suspeitam de um risco para aqueles que o negam”*, até que novas descobertas científicas sejam reconhecidas como o único critério para estabelecer ou modificar padrões de exposição humana a radiação não-ionizante;

Reconhecemos que no Brasil e em todo o mundo, onde se tem verificado uma explosão sem precedentes na disponibilidade e uso dos campos eletromagnéticos não-ionizantes para tecnologias de transmissão e distribuição de energia elétrica e de comunicações sem-fio (telefones móveis e sem-fio, redes WiFi e WIMAX, RFID, etc.), bem como expansões das

principais infra-estruturas da malha elétrica e da rede de comunicações banda-larga sem-fio, essa avaliação deve informar aos gestores de riscos no sentido de que sejam adotadas medidas adequadas de proteção ao público de exposições prolongadas a baixos níveis de campos eletromagnéticos de freqüências extremamente baixas e de radio-freqüências, que têm proliferado substancialmente no meio ambiente nos anos recentes;

Preocupa-nos o volume de evidências indicando que a exposição a campos eletromagnéticos interfere com a biologia humana básica, podendo aumentar o risco de câncer e de outras doenças crônicas. Os níveis de exposição, nos quais tais efeitos são observados, são muito menores do que os padrões definidos pela Comissão Internacional de Proteção das Radiações Não-Ionizantes (ICNIRP) [4] e pelo Comitê Internacional de Segurança Eletromagnética (ICES) do IEEE [5]. Esses padrões são obsoletos e foram definidos com base em efeitos de elevação de temperatura e estimulação de nervos periféricos, descobertos há algumas décadas. Pesquisas recentes indicam que os campos eletromagnéticos podem causar agravos à saúde, mesmo em níveis de exposição muito reduzidos. Os padrões da ICNIRP e do ICES/IEEE são mantidos e promovidos por interesses corporativos, visando evitar posturas precautórias no planejamento técnico, na elaboração de leis e na informação ao público;

Temos sérias preocupações de que o uso atual da radiação não-ionizante de telefones móveis, computadores sem-fio e outras tecnologias, ponha em risco a saúde de crianças e adolescentes, mulheres grávidas, idosos e outras pessoas mais vulneráveis devido à idade ou deficiências, inclusive portadoras da doença conhecida como hipersensibilidade eletromagnética.

Ante o exposto, recomendamos fortemente as seguintes práticas de precaução:

1. Crianças com menos de 16 anos de idade não devem usar telefones móveis e telefones sem-fio, exceto para chamadas de emergência;
2. O licenciamento ou uso de WiFi, WIMAX ou quaisquer outras formas de tecnologias de comunicação sem-fio, interiores ou exteriores, devem, preferencialmente, não permitir localização ou transmissão de sinal para residências, creches, casas de repouso, hospitais ou quaisquer outras edificações passíveis de ocupação humana por períodos de tempo consideráveis;

3. O licenciamento de localização e instalação de infra-estruturas relacionadas a redes de energia elétrica e telecomunicações sem-fio em banda-larga, particularmente telefonia celular, WiFi e WIMAX, só deve ser aprovado após realização de audiências públicas abertas e a aprovação só deve ser concedida mediante plena observância do Princípio da Precaução. As áreas sensíveis devem ser excluídas desses procedimentos, a fim de proteger as populações vulneráveis;
4. A espécie humana deve continuar descobrindo novas modalidades de aproveitamento da energia eletromagnética não-ionizante, visando trazer benefícios à sociedade, mediante a definição de novos padrões de exposição humana, com base na realidade biológica da natureza e não apenas em necessidades econômicas e tecnológicas.

Por conseguinte, conclamamos todas as nações a se juntarem a Suíça, Itália, Bélgica, Rússia, China e EUA (pelo padrão da FCC de exposição parcial da cabeça) e a outros países e regiões que optaram por adotar estratégias de maior precaução, visando assegurar mais segurança ao público, mantendo, ao mesmo tempo, boa qualidade do serviço.

Finalmente, fazemos um urgente apelo a todas as nações, para que convoquem um painel de especialistas, selecionados dentre candidatos recomendados por grupos da sociedade civil (e não apenas aqueles preferidos pelas indústrias afetadas), a fim de discutirem tecnologias, leis e informação precautórias, visando definir políticas capazes de reconciliar as preocupações de saúde pública com as necessidades de expansão da tecnologia de comunicações sem-fio, tais como as da telefonia móvel, bem como de transmissão e distribuição de energia elétrica.

Citações:

[1] Vide a Resolução de Benevento (2006) e a Resolução de Viena (2008), em  
[www.icems.eu](http://www.icems.eu).

[2] Vide [www.bioinitiative.org](http://www.bioinitiative.org)

[3] Um número especial do periódico *Pathophysiology*, abordando temas científicos e de políticas de saúde pública, envolvendo Campos Eletromagnéticos, foi publicado em março de 2009, sendo o único periódico científico indexado referenciado nesta lista. Ele está disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/journal/09284680>

[4] Vide [www.icnirp.de](http://www.icnirp.de)

[5] Vide [www.ieee.org](http://www.ieee.org).

Para informações adicionais, favor acessar [info@icems.eu](mailto:info@icems.eu).

Assinaturas:

Dr. Franz Adlkofer, Verum Foundation, Germany  
Dr. Carl Blackman, CFB, US  
Dr. Martin Blank, Columbia Univ., US  
Dr. Devra Lee Davis, Univ. of Pittsburgh, US  
Dr. Om P. Gandhi, Univ. of Utah, US  
Ms. Elizabeth Kelley, ICEMS  
Dr. Michael Kundi, Medical Univ. of Vienna, Austria  
Dr. Henry Lai, Univ. of Washington, US  
Dr. Leif Salford, Lund Univ., Sweden  
Dr. Carlos E. C. Abrahão, medical doctor, Campinas, SP, Brazil  
Ms. Adilza C. Dode, MRE ENGENHARIA, MG, Brazil  
Prof. Claudio R. Fernández, IFSUL, Pelotas, RS, Brazil  
Dr. Robson Spinelli Gomes, MP/RJ, Brazil  
Dr. Sergio Koifman, ENSP/Fiocruz, RJ, Brazil  
Dr. Renato R. Liber, UNESP, Guaratinguetá, SP, Brazil  
Dra. Anaiza H. M. Miranda, Public Promoter, MP/RJ, Brazil  
Dra. Ana Maria M. Marchesan, Public Promoter, MP/RS, Brazil  
Dr. Alvaro A. de Salles, UFRGS, RS, Brazil  
Dra. Solange R. Schaffer, Fundacentro, SP, Brazil  
Dra. Cintia Schmidt, environmental lawyer, OAB/RS, Brazil  
Dr. Helio A. da Silva, UFJF, MG, Brazil  
Dr. Francisco de A. Tejo, UFCG, Pb, Brazil  
Dra. Geila R. Vieira, CGVS/SMS, P. Alegre, RS, Brazil

## **ANEXO V**

### ***“Resolução de Benevento”***

A Comissão Internacional de Segurança Eletromagnética (ICEMS) presidiu uma conferência internacional intitulada “O Enfoque Precaucionário dos CEM’s: Base Lógica, Legislação e Implementação”, sediada pela Prefeitura de Benevento, Itália, nos dias 22, 23 e 24 de fevereiro de 2006. A reunião foi dedicada a W. Ross Adey, M.D. (1922-2004).

Os cientistas presentes à conferência endossaram e estenderam a Resolução de Catânia de 2002 e resolveram que:

1. Mais evidência tem se acumulado, sugerindo que existem efeitos adversos à saúde em decorrência de exposições ocupacionais e do público a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, ou CEM 1, nos atuais níveis de exposição. O que é necessário, porém ainda não realizado, é um exame abrangente, independente e transparente da evidência que aponta para esse tema emergente e potencial de saúde pública.
2. Os recursos para uma avaliação dessa natureza são bastante inadequados, apesar do explosivo crescimento das tecnologias de comunicações sem fio, bem como do enorme e contínuo investimento em transmissão de potência.
3. Há indícios de que as atuais fontes de financiamento privilegiam a análise e interpretação de resultados de pesquisa que apontem para a rejeição de evidências de possíveis riscos à saúde pública.
4. Os argumentos de que os CEM’s fracos (de baixas intensidades) não podem afetar os sistemas biológicos não representam o atual espectro de opiniões científicas.
5. Com base na nossa revisão da literatura científica, os efeitos biológicos podem manifestar-se em decorrência de exposições tanto aos campos eletromagnéticos de freqüências extremamente baixas (ELF EMF) quanto aos de radiofreqüências (RF EMF). As evidências epidemiológicas e experimentais – *in vivo* e *in vitro* – demonstram que a ex-

posição a CEM's de freqüências extremamente baixas podem aumentar o risco de câncer em crianças e induzir outros problemas de saúde, tanto em crianças quanto em adultos. Mais ainda, existe uma evidência epidemiológica acumulada indicando um risco aumentado de tumor cerebral em decorrência do uso prolongado de telefones móveis, sendo este o primeiro CEM de RF amplamente estudado. Estudos epidemiológicos e de laboratório que mostram riscos aumentados de cânceres e outras doenças, em decorrência de exposições ocupacionais, não podem ser ignorados. Estudos de laboratório sobre cânceres e outras doenças têm informado que a hipersensibilidade a CEM's pode ser devida, em parte, à predisposição genética.

6. Nós encorajamos os governos a adotarem uma estrutura de diretrizes para exposições ocupacionais e do público em geral, que reflitam o Princípio da Precaução 2 – como muitas nações já o fizeram.

### **As estratégias de precaução**

CEM, nesta resolução, se refere à faixa de freqüências de 0 a 300 GHz. O Princípio da Precaução afirma que quando houver indicações de possíveis efeitos adversos, mesmo que eles permaneçam incertos, os riscos de não fazer nada podem ser muito maiores do que os de entrar em ação para controlar essas exposições. O Princípio da Precaução desloca o ônus da prova daqueles que suspeitam do risco para aqueles que o desconsideram. Devem basear-se no projeto e avaliação de desempenho de padrões e não devem, necessariamente, definir limiares quantitativos, porque tais limiares podem ser erroneamente interpretados como níveis abaixo dos quais não podem ocorrer efeitos adversos. Essas estratégias devem contemplar:

- 1.1 Fomentar alternativas aos sistemas de comunicação sem fio, por exemplo, mediante o uso de fibras ópticas e cabos coaxiais; projetar telefones celulares que satisfaçam especificações mais seguras de desempenho, incluindo radiação no sentido oposto à cabeça; preservar as redes telefônicas metálicas subterrâneas atualmente existentes; tornar subterrâneas as linhas de potência na vizinhança de áreas povoadas, somente assentando-as nas proximidades de zonas residenciais, em último recurso;

- 2.2 Manter a população informada sobre os potenciais riscos do uso dos telefones celular e sem fio. Recomendar aos consumidores que limitem as chamadas sem fio e que usem uma linha convencional para longas conversações.
- 3.3 Limitar o uso de telefones celular e sem fio por crianças e adolescentes ao menor nível possível, e, urgentemente, proibir campanhas publicitárias das operadoras dirigidas a eles;
- 4.4 Exigir que os fabricantes forneçam “hands-free-kits” (mediante telefones de viva voz ou fones de ouvido), acompanhando cada telefone celular ou telefone sem fio.
- 5.5 Proteger os trabalhadores dos equipamentos geradores de CEM’s, mediante restrições de acesso e blindagem para CEM’s tanto dos indivíduos, quanto das estruturas físicas;
- 6.6 Planejar a localização de antenas e torres de comunicações, com vistas a minimizar a exposição humana. Cadastrar as estações rádio-base de telefonia móvel junto a agências locais de planejamento e usar a tecnologia de mapeamento computadorizado para informar ao público sobre possíveis exposições. Os pedidos para implantação de sistemas urbanos de acesso sem fio (por exemplo, Wi-Fi, WiMax, faixa-larga sobre cabos ou linhas de potência ou tecnologias equivalentes) devem ser objetos de revisão pública das potenciais exposições a CEM’s e, caso aprovados, as prefeituras devem assegurar que essa informação esteja disponível a todos e que seja periodicamente atualizada;
- 6.7 Designar zonas livres de comunicações sem fio nas cidades, nos prédios públicos (escolas, hospitais e áreas residenciais) e, nas áreas de transeuntes, não permitir o acesso de pessoas que sejam hipersensíveis a CEM’s.
7. O ICEMS 3 se dispõe a orientar as autoridades no desenvolvimento de uma agenda de pesquisa sobre CEM’s. O ICEMS encoraja o desenvolvimento de protocolos clínicos e epidemiológicos para investigações de aglomerados geográficos de pessoas com queixas de reações alérgicas, outras doenças ou sensibilidade a CEM’s e a documentar a eficácia de intervenções preventivas. O ICEMS encoraja a colaboração científica e revisões dos resultados de pesquisas.

3 International Commission for Electromagnetic Safety (Comissão Internacional de Segurança Eletromagnética). Para informações, visite o endereço [www.icems.eu](http://www.icems.eu).

Nós, cientistas abaixo-assinados, concordamos em auxiliar na promoção da pesquisa sobre CEM e no desenvolvimento de estratégias para proteger a saúde pública, mediante o uso criterioso do Princípio da Precaução.

Subscrevem:

Fiorella Belpoggi, European Foundation for Oncology & Environmental Sciences, B. Ramazzini, Bologna, Italy

Carl F. Blackman, President, Bioelectromagnetics Society (1990-1991), Raleigh, NC, USA

Martin Blank, Department of Physiology, Columbia University, New York, USA

Natalia Bobkova, Institute of Cell Biophysics, Pushchino, Moscow Region

Francesco Boella, National Inst. Prevention & Worker Safety, Venice, Italy

Zhaojin Cao, National Institute Environmental Health, Chinese Center for Disease Control, China

Sandro D'Allessandro, Physician, Mayor of Benevento, Italy (2001-2006)

Enrico D'Emilia, National Institute for Prevention and Worker Safety, Monteporzio, Italy

Emilio Del Giudice, National Institute for Nuclear Physics, Milan, Italy

Antonella De Ninno, Italian National Agency for Energy, Environment & Technology, Frascati, Italy

Alvaro A. De Salles, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

Livio Giuliani, East Veneto & South Triol, National Inst. Prevention & Worker Safety, Camerino University

Yuri Grigoryev, Institute of Biophysics; Chairman, Russian National Committee NIERP

Settimo Grimaldi, Inst. Neurobiology & Molecular Medicine, National Research, Rome, Italy

Lennart Hardell, Department of Oncology, University Hospital, Orebro, Sweden

Magda Havas, Environmental & Resource Studies, Trent University, Ontario, Canada

Gerard Hyland, Warwick University, UK; International Inst. Biophysics, Germany; EM Radiation Trust, UK

Olle Johansson, Experimental Dermatology Unit, Neuroscience Department, Karolinska Institute, Sweden

Michael Kundi, Head, Institute Environmental Health, Medical University of Vienna, Austria

Henry C. Lai, Department of Bioengineering, University of Washington, Seattle, USA

Mario Ledda, Inst. Neurobiology & Molecular Medicine, National Council for Research, Rome, Italy

Yi-Ping Lin, Center of Health Risk Assessment & Policy, National Taiwan University, Taiwan

Antonella Lisi, Inst. Neurobiology & Molecular Medicine, National Research Council, Rome, Italy

Fiorenzo Marinelli, Institute of Immunocytology, National Research Council, Rome, Italy

Elihu Richter, Head, Occupational & Environmental Medicine, Hebrew University-Hadassah, Israel

Emanuela Rosola, Inst. Neurobiology & Molecular Medicine, National Research Council, Rome, Italy

Leif Salford, Chairman, Department of Neurosurgery, Lund University, Sweden

Nesrin Seyhan, Department of Biophysics; Director, Gazi NIRP Center, Ankara, Turkey

Morando Soffritti, Scientific Director, European Foundation for Oncology & Environmental Sciences, B. Ramazzini, Bologna, Italy

Stanislaw Szmigelski, Military Institute of Hygiene and Epidemiology, Warsaw, Poland

Mikhail Zhadin, Institute of Cell Biophysics, Pushchino, Moscow Region

*Data de Liberação: 19 de setembro de 2006. Para mais informações, entre em contacto com Elizabeth Kelley, Secretaria Administrativa, Comissão Internacional de Segurança Eletromagnética (ICEMS), Montepulciano, Italy. Email: [info@icems.eu](mailto:info@icems.eu) Website: [www.icems.eu](http://www.icems.eu)*

## **ANEXO VI**

### ***“Resolução de Catânia”***

Setembro de 2002

Os cientistas presentes à Conferência Internacional

“Estado da Pesquisa sobre Campos Eletromagnéticos – Aspectos Científicos e Legais”, organizada pela ISPESL□, Universidade de Viena e a Prefeitura de Catania, realizada Em Catania (Itália), nos dias 13 e 14 de setembro de 2002, concordam com o seguinte:

1. A evidência epidemiológica e experimental – *in vivo* e *in vitro* – demonstra a existência de efeitos induzidos pelos campos eletromagnéticos (CEM’s), alguns dos quais podem ser adversos à saúde.
2. Nós não aceitamos os argumentos sugerindo que os CEM’s fracos (de baixas intensidades) não podem interagir com os tecidos.
3. Há explicações mecânicas plausíveis para efeitos induzidos pelos CEM’s, que ocorrem em níveis inferiores aos das diretrizes da ICNIRP, IEEE e atuais recomendações de exposição da UE.
4. O peso da evidência requer estratégias preventivas com base no Princípio da Precaução. Às vezes, o Princípio da Precaução pode envolver evitar por prudência e o uso prudente.
5. Estamos convencidos de que existem lacunas no conhecimento dos efeitos físicos e biológicos e riscos de saúde relacionados aos CEM’s, os quais requerem pesquisa adicional independente.
6. Os cientistas abaixo-assinados concordam em estabelecer uma comissão científica internacional, para promover pesquisas com vistas à proteção da saúde pública em decorrência de exposições a CEM’s e em desenvolver a base científica e estratégica

gias para avaliação, prevenção, gerenciamento e comunicação de riscos, com base no Princípio da Precaução.

Subescrevem:

Fiorella Belpoggi, Fondazione Ramazzini, Bologna, Italy

Carl F. Blackman, President of the Bioelectromagnetics Society (1990-1991), Raleigh, USA

Martin Blank, Department of Physiology, Columbia University, New York, USA

Emilio Del Giudice, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Milano, Italy

Livio Giuliani, Camerino University – ISPESL, Venezia, Italy

Yuri Grigoryev, Institute of Biophysics; Chairman, Russian National Committee NIERP

Settimio Grimaldi, CNR-Istituto di Neurobiologia e Medicina Molecolare, Roma, Italy

Lennart Hardell, Department of Oncology, University Hospital, Orebro, Sweden

Michael Kundi, Head, Institute Environmental Health, University of Vienna, Austria

Henry Lai, Department of Bioengineering, University of Washington, USA

Mario Ledda, Inst. Neurobiology & Molecular Medicine, National Council for Research, Rome, Italy

□Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro, Italy (Instituto Nacional para Prevenção e Segurança do Trabalho, Itália)

Yi-Ping Lin, Center of Health Risk Assessment & Policy, National Taiwan University, Taiwan

Antonella Lisi, Inst. Neurobiology & Molecular Medicine, National Research Council, Rome, Italy

Abraham R. Liboff, Department of Physics, Oakland University, USA

Wolfgang Löscher, Department of Pharmacology, Toxicology and Pharmacy, School of Veterinary

Medicine, Hannover, Germany

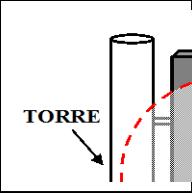
Kjell Hansson Mild, President of the Bioelectromagnetics Society (1996 – 1997), National Institute of Working Life, Umea, Sweden

Wilhelm Mosgöller, Institute for Cancer Research, University of Vienna, Austria

Elihu D. Richter, Head, Unit of Occupational and Environmental Medicine, School of Public Health, Hebrew University-Hadassah, Israel

Umberto Scapagnini, Neuropharmacology, University of Catania, Italy, Member of the Research Comm. of the European Parliament

Stanislaw Szmigelski, Military Institute of Hygiene and Epidemiology, Warsaw, Poland



## ANEXO VII

**"Relatório de Delegação da ANATEL":**

**"14ª Reunião Plenária do Comitê Consultivo da OMS"**

**(“14th International Advisory Committee (IAC) Meeting of  
the International Electromagnetic Fields Project”)**

e

**Reunião Conjunta da**

**Sociedade de Bioeletromagnetismo e da  
Associação Européia de Bioeletromagnetismo**

**(“BioEM2009 –  
Joint Meeting of The Bioelectromagnetics Society (BEMS)  
and the European  
BioElectromagnetics Association (EBEA)”).**

**11 a 19 de junho de 2009,**

Genebra e Davos, Suíça.



**ANATEL** 141/2009-GCCBC

## **RELATÓRIO DE DELEGAÇÃO**

06/08/2009

<b>NÚMERO:</b>
141/2009-GCCBC
<b>DATA:</b>
06/08/2009

### **1. ORIGEM**

CBC 2: Radiocomunicações

### **2. EVENTO**

14ª Reunião Plenária do Comitê Consultivo da OMS (“14<sup>th</sup> International Advisory Committee (IAC) Meeting of the International Electromagnetic Fields Project”) e Reunião Conjunta da Sociedade de Bioeletromagnetismo e da Associação Europeia de Bioeletromagnetismo (“BioEM2009 -Joint Meeting of The Bioelectromagnetics Society (BEMS) and the European BioElectromagnetics Association (EBEA)”).

### **3. PERÍODO E LOCAL**

11 a 19 de junho de 2009, Genebra e Davos, Suíça.

### **4. DELEGAÇÃO**

#### **Chefe de delegação:**

MARIA APARECIDA MUNIZ FIDELIS DA SILVA – Gerente Operacional de Engenharia/RFCEE/RFCE/SRF

### **5. INTRODUÇÃO**

- 5.1. Anualmente o Comitê Consultivo Internacional (IAC) da Organização Mundial de Saúde (OMS) se reúne com o objetivo de atualizar as informações relacionadas ao Projeto Internacional de Campos Eletromagnéticos (EMF Project), discutir as atividades nacionais, programas de investigação, legislação e encontrar alternativas para diminuir a preocupação do público em geral quanto a possíveis efeitos de campos eletromagnéticos.
- 5.2. O IAC (*International Advisory Committee*) é o Comitê Consultivo da Organização Mundial de Saúde (OMS) e a ele está vinculado o Projeto Internacional EMF.
- 5.3. Cabe informar que a Anatel tem participado das reuniões do IAC desde 2004, apresentando a atualização das atividades concernentes a campos eletromagnéticos de radiofreqüência realizadas no Brasil, assim como trocando experiências com os países participantes da OMS.
- 5.4. É importante mencionar que, como parte de suas atribuições quanto à proteção da saúde pública e em resposta à preocupação pública sobre os efeitos a saúde, a Organização Mundial da Saúde

(OMS) estabeleceu o Projeto Internacional EMF, em 1996, para avaliar as evidências científicas de possíveis efeitos sobre a saúde, advindos dos campos eletromagnéticos (EMF), na faixa de radiofrequências entre 0 a 300 GHz. O Projeto Internacional EMF incentiva a investigação orientada para preencher lacunas importantes no conhecimento e facilitar o desenvolvimento de padrões internacionalmente aceitos quanto aos limites de exposição a EMF.

5.5. Os governos, os representantes de organizações internacionais e de instituições científicas independentes apóiam o Projeto Internacional EMF, por intermédio do Comitê Consultivo Internacional (IAC).

5.6. Os principais objetivos do Projeto EMF são:

- Revisar a literatura científica sobre os efeitos biológicos da exposição a EMF;
- Identificar as lacunas em conhecimento que necessitem de uma maior investigação para uma melhor avaliação de risco à saúde;
- Encorajar uma agenda com foco em pesquisas EMF de alta qualidade;
- Avaliar formalmente os riscos à saúde provenientes da exposição a EMF;
- Encorajar a aceitação internacional de padrões harmonizados;
- Prover informações sobre a percepção de riscos, comunicação de riscos, administração de riscos; e
- Aconselhar instituições não governamentais e programas nacionais sobre políticas para lidar com o assunto EMF.

5.7. Além disso, o IAC tem os seguintes objetivos:

- Prover uma resposta internacional coordenada sobre a crescente preocupação quanto aos possíveis efeitos sobre a saúde advindos da exposição a campos eletromagnéticos;
- Revisar os resultados do Projeto EMF, incluindo informações científicas relacionadas à saúde pública e ocupacional, e gestão ambiental dos assuntos EMF; e,
- Prover vigilância sobre a condução do Projeto EMF.

5.8. Com a intenção de avaliar o atendimento a todos estes objetivos a 14<sup>a</sup> reunião do IAC foi realizada em Genebra, Suíça, nos dias 11 e 12 de junho de 2009.

5.9. A Senhora Mirjana Moser foi indicada para presidir a reunião e a Senhora Maha Saleh Al-Shehad foi designada como Vice-Presidente. Participaram da reunião do IAC 56 pessoas representando 34 administrações, 7 participantes da OMS e 6 observadores de 3 países.

5.10. Importantes atualizações foram relatadas pelos centros de colaboração e organizações nacionais e internacionais, assim como pela OMS. Os aspectos de maior relevância tratados na reunião do IAC foram os referentes às atividades realizadas pelos países membros quanto à regulamentação nacional, com ênfase para a apresentação do Brasil e da Bélgica, conforme Agenda estabelecida.

5.11. Adicionalmente, no período de 14 a 19 de junho de 2009, houve participação na Reunião Conjunta da Sociedade de Bioeletromagnetismo e da Associação Européia de Bioeletromagnetismo que tratou dos últimos resultados de investigações relacionadas à interação dos campos eletromagnéticos com os sistemas biológicos, e de temas como aplicações técnica e médica, incluindo assuntos relacionados à biologia, engenharia, medicina, epidemiologia e física.

## 6. ATUAÇÃO DOS DELEGADOS NOS TRABALHOS

6.1. A atuação da Delegada do Brasil na reunião se deu na prestação das informações sobre as

atividades constantes do Relatório Anual de Atividades da Anatel (“*Report on National Activities in Brazil -14<sup>th</sup> International Advisory Committee meeting*”), assim como no atendimento a solicitação da Dr<sup>a</sup> Emilie van Deventer, responsável pela área de Radiação e Saúde Ambiental, Departamento de Saúde e Ambiente da OMS, relativamente à apresentação de palestra resumida sobre a experiência brasileira no desenvolvimento de nova legislação sobre campos eletromagnéticos de radiofreqüência, explicando em especial o processo de aprovação da Lei no Congresso Nacional, os pontos fortes e pontos fracos que levaram a sanção da mesma em 5 de maio de 2009, pelo Presidente da República, destacando ao final os principais aspectos da Lei.

- 6.2. Cabe ainda registrar que o documento enviado para a OMS, como contribuição brasileira, foi anexado a documentação preparada para distribuição a todos os países membros, no credenciamento para a 14<sup>a</sup> Reunião do IAC e será publicado no endereço eletrônico da OMS, [www.who.int](http://www.who.int), na parte relativa a informações sobre a participação dos países e entidades no Projeto Internacional EMF.

1        Além da reunião do IAC, também houve a participação na reunião conjunta BEMS/EBEA, o que foi muito importante para uma avaliação de como está o assunto ao redor do mundo em termos de estudos em andamento e principais problemas encontrados.

## 2        PRINCIPAIS RESULTADOS

- 7.1. Quanto a participação no evento, cabe registrar que o documento enviado para a OMS, como contribuição brasileira, foi anexado a documentação preparada para distribuição a todos os países membros, no credenciamento para a 14<sup>a</sup> Reunião do IAC e será publicado no endereço eletrônico da OMS, [www.who.int](http://www.who.int), na parte relativa a informações sobre a participação dos países e entidades no Projeto Internacional EMF.

- 7.2. Inicialmente, vamos relatar os principais resultados da Reunião do IAC e em seguida apresentar resumo das atividades da Reunião Conjunta BEMS/EBEA.

### ***Resultados da 13<sup>a</sup> Reunião do Comitê Consultivo da OMS - IAC***

- 7.3. A reunião do IAC, realizada nos dias 11 e 12 de junho de 2009, e foi organizada em 8 principais temas, distribuídos ao longo dos dois dias, conforme a seguir.

#### 7.3.1. Atualização do Projeto Internacional EMF pela OMS;

- A Doutora Emilie Van Deventer iniciou sua apresentação sobre o Projeto EMF, como sempre, com a definição de saúde: “*HEALTH is a state of COMPLETE physical, mental and social well-being and not merely the ABSENCE of disease or infirmity*”, em conformidade com a Constituição da OMS de 1948.
- Em seguida comentou sobre as 6 (seis) principais funções da OMS: (i) Articulação ética e posições políticas baseadas em evidências; (ii) Definição de normas e padrões, promovendo o acompanhamento de sua execução; (iii) Influência na agenda de pesquisa, e estímulo à geração, tradução e divulgação de conhecimentos valiosos; (iv) Provimento de apoio técnico, catalisando a mudança e desenvolvimento sustentável da capacidade institucional; (v) Monitoragem da situação de saúde e avaliação das tendências da saúde; e, (vi) Liderança em questões críticas para a saúde e para o exercício de parcerias em que é necessária uma ação conjunta.
- Apresentou a estrutura da OMS que envolve 193 estados membros (Ministério da Saúde), incluindo o IARC, que é a Agência para Pesquisa sobre Câncer (*Agency for Research on Cancer*) e comentou sobre as principais atividades do Departamento de Saúde Pública e Meio Ambiente ao qual está ligada.
- Comentou ainda que ao mesmo tempo em que há preocupação crescente com relação aos

possíveis efeitos que possam ser causados pelos campos eletromagnéticos de radiofreqüência estes são utilizados pela área médica para tratamento de doenças humanas.

- A Dra Emilie apresentou a vasta literatura existente sobre campos eletromagnéticos de radiofreqüência, incluindo radiação ionizante e não ionizante, assim como comentou sobre pesquisas e procedimentos relacionados à ressonância magnética. Antes de relembrar os objetivos do Projeto Internacional EMF, comentou sobre as notícias apresentadas na mídia, esclarecendo que muitas vezes estas são apresentadas de forma não muito adequadas o que faz aumentar a preocupação pública.
- Destacou os objetivos do Projeto EMF e os Termos de Referência do IAC, informando que cerca de 60 países participam atualmente do mesmo. Apresentou as principais atualizações que vem sendo realizadas na literatura atual, com ênfase para o documento “Guide for Local Authorities”, que pode ser de muita utilidade para as municipalidades e demais autoridades responsáveis por legislar sobre o assunto nos diversos países participantes.
- A representante da OMS finalizou questionando se havia necessidade de alguma mudança no projeto, algum interesse em incluir outras atividades não cobertas pelo mesmo, e que outros assuntos poderiam ser de interesse dos países participantes, se as mudanças da página da OMS na internet são úteis, etc.

#### 7.3.2. Relatório de Atividades sobre EMF pelos centros colaboradores e organizações internacionais;

- As organizações internacionais: Air Force Research Laboratory (AFRL), Australia Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (Arpansa), Federal Office for Radiation Protection (BfS), Health Protection Agency (HPA), International Electrotechnical Commission (IEC), International Telecommunication Union (ITU), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), COST, The EFHRAN Project -European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure (EFHRAN/EMF-NET), International Committee on Electromagnetic Safety -Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE); dez ao todo apresentaram relatório de suas atividades, atualizando as informações do período 2008 - 2009.

#### 7.3.3. Padrões e recomendações:

- Apresentação do Escritório Internacional do Trabalho (ILO) com foco na lista de doenças ocupacionais: O Sr. Shengli Niu apresentou a Recomendação nº 194/2002 (ILO), contendo a lista de doenças ocupacionais, que se encontra em atualização no momento.
- Apresentação sobre as Diretivas da Comunidade Européia: A Exposição dos Trabalhadores a EMF na União Européia: Os desafios e a situação. O Sr. Georges Herbillon apresentou comentários sobre os trabalhos em andamento na Comunidade Européia para revisão da Diretiva 2004/40/EC, que trata essencialmente da exposição ocupacional, com previsão para publicação dos resultados em fins de 2010.

#### 7.3.4. Desenvolvimento de legislação nacional.

- Padrões recentes: A experiência brasileira: Foi feita apresentação conjunta, pela ANATEL, falando sobre campos eletromagnéticos de radiofreqüência (9 kHz a 300 GHz) e pelo CEPEL, tratando de freqüências relativas a ELF (baixa freqüência), mostrando-se as experiências nas duas áreas, na emissão da Lei Federal nº 11.934, emitida em 5 de maio de 2009.
- Revisão de padrões: A experiência da Bélgica: Foi feita apresentação mostrando a alteração das diretrizes existentes desde agosto de 2005, considerando as pesquisas e estudos realizados ao longo de 2005 a 2009. As novas diretrizes prevêm limites menores até quatro vezes em relação às diretrizes da ICNIRP.

□ Legislação sob discussão: Na Arábia Saudita, Tanzânia e Líbano:

o O representante da Comissão de Comunicações, Informações e Tecnologia (CITC) da Arábia Saudita apresentou a regulamentação utilizada no país, feita com base nas diretrizes da ICNIRP e informou que atualmente encontra-se em andamento projeto para medições em cooperação com organizações Acadêmicas e de pesquisa, que possuem um programa de informação ao público e que realizam seminários e respondem a solicitação de informações sobre radiação não ionizante;

o O representante do Departamento de Práticas sobre Radiação Não Ionizante da Tanzânia fez comentários sobre medições realizadas em estações de base e sobre o Seminário realizado visando prover informações para desenvolver uma legislação harmonizada utilizando como base o modelo de legislação da OMS;

o A representante do Líbano (Ministério de Saúde Pública) informou que a legislação nacional está sob revisão, mas que a maior preocupação ocorre com relação aos campos de baixa freqüência, motivo pelo qual o Ministro do Meio Ambiente estabeleceu um projeto para realização de medições de campos magnéticos gerados por cabos elétricos, transformadores, geradores de potência, assim como um estudo em colaboração com o Ministério da Saúde Pública com o objetivo de avaliar a associação entre a ocorrência de leucemia infantil aguda e a exposição a campos ELF, no país.

#### 7.3.5. Recomendações Nacionais sobre os efeitos campos eletromagnéticos de RF em crianças.

- A Doutora Emilie da OMS comentou sobre as recomendações e políticas relacionadas ao uso de telefonia móvel por crianças, informando sobre as conclusões do Fact Sheet 193/2000 da OMS, que diz:

##### WHO Fact Sheet 193 (2000)

*"Informações científicas atuais não indicam a necessidade de qualquer precaução especial para o uso de telefonia móvel. Se os indivíduos estão preocupados, eles podem optar por limitar a exposição à RF, de seus filhos ou suas, por intermédio da limitação da duração das chamadas, ou usando dispositivos hands-free para manter o telefone longe da cabeça e do corpo".*

- Comentou ainda que pesquisas sobre os efeitos do uso de telefonia móvel por crianças permanecem com alta prioridade na Agenda de Pesquisas da OMS (ELF e RF), e que nas diretrizes atuais sobre exposição à RF da ICNIRP e do IEEE não há diferenciação entre o uso de telefonia móvel por crianças ou por adultos, uma vez que nos limites já são considerados fatores de segurança, não havendo necessidade de redução destes para crianças.
- Emilie informa ainda que o Comitê Científico Europeu (SCENIHR) não tem nenhuma recomendação específica em relação aos cuidados com crianças, mas recomenda que "a exposição de possíveis grupos sensitivos da população, tais como crianças, poderiam ser investigados levando em conta modelos numéricos adequados"; além disso, enfatiza aquele comitê que informações sobre possíveis efeitos causados por campos RF em crianças, podem estar limitados.
- Informa também que a União Européia não tem uma política direcionada para crianças, mas que em Abril, o Parlamento Europeu (PE) aprovou uma resolução que "chama a atenção, neste contexto, para o apelo à prudência da coordenadora dos estudos do projeto INTERPHONE, Elisabeth Cardis, para que, à luz do conhecimento atual, recomende, tão rápido quanto possível, que telefones móveis não sejam utilizados por crianças além de limites razoáveis e que sejam preferidos os telefones fixos". Comenta, também, sobre o grande número de propostas de investigação dos efeitos nocivos da exposição de múltiplas fontes de EMF, particularmente no que diz respeito às crianças, condenando campanhas publicitárias agressivas por operadores de telefonia móvel, incluindo, por exemplo, a venda de telefones móveis concebidos exclusivamente para crianças ou pacotes destinados a adolescentes.

- Dando continuidade ao tema, a Doutora Emilie informou os países que estão preocupados com a exposição de crianças a EMF e já estabeleceram ou estão em processo de estabelecer regulamentação voltada para a proteção de crianças. São eles: Reino Unido, Irlanda, França, Holanda, Índia, Austrália, Nova Zelândia, Canadá e Estados Unidos da América.
- Finalizou informando sobre os esforços individuais já realizados, tais como:
  - (i) Relatório BioInitiative: recomenda a proteção de crianças em relação a campos eletromagnéticos de radiofrequência (RF EMF) aconselhando o uso de alternativas por telefones fixos em escolas e bibliotecas;
  - (ii) Grupo de especialistas, intitulado “Recurso dos 20” (*The Appeal of the 20*): conduzido por um médico francês conhecido por seus esforços na prevenção do câncer, juntamente com mais 19 especialistas em câncer, assinaram uma petição para alertar sobre os riscos à saúde, relacionados ao uso de telefonia celular, especialmente por crianças;
  - (iii) Associações Médicas: várias associações médicas da Grã-Bretanha, Áustria e de outros países têm solicitado a proibição de publicidade sobre telefones móveis para crianças, o uso de telefone móvel por crianças e a utilização de Wi-Fi nas escolas. Em contrapartida, em Fevereiro de 2009, a Academia Nacional de Medicina da França criticou a precaução feita com base em decisões judiciais no país, dizendo que o uso indevido do princípio da precaução poderia conduzir a uma busca ilusória de "risco zero", o que poderia causar erros, atrasos e disfunções no sistema de saúde.

#### 7.3.6. Base de Dados de Padrões EMF da OMS.

- O grupo responsável pela atualização da base de dados de padrões EMF da OMS solicitou aos participantes subsídios para atualizar suas informações, assim como para comentar sobre a migração do conteúdo para outra base.
- A base de dados concebida pela OMS deverá conter informações detalhadas sobre cada País, em Inglês ou na língua própria de cada país.

#### 7.3.7. Atualização das Atividades de Pesquisas da OMS: Exigências

para novas diretrizes da OMS;

- o Foi apresentada a forma para implementação/revisão de diretrizes adotadas pela OMS.
- o Os tipos de diretrizes existentes são voltados para assuntos tais como: emergência, ênfase em padrões, compreensão de doenças e área política, livro texto e, diretrizes conjuntas.
- o Foi explicado “o que são diretrizes da OMS” e quais são os 8 (oito) passos para sua emissão, conforme a seguir.

*“Diretrizes são recomendações destinadas a ajudar prestadores e beneficiários de cuidados com a saúde e outras partes interessadas a tomarem decisões fundamentadas. Recomendações podem referir-se às intervenções clínicas, atividades de saúde pública, ou as políticas governamentais”*

- Passos

- 1 Âmbito do documento: descrever os problemas existentes com provas e recomendações, as variações, e as lacunas;
- 2 Determinar a composição do grupo de peritos e do processo de consulta;
- 3 Solicitar declaração de interesse;
- 4 Formular perguntas e escolhas dos resultados relevantes;
- 5 Obter, avaliar e sintetizar provas;
- 6 Estabelecer o perfil de risco/benefício (integração com os valores e as provas preferências, a equidade e os custos);

- 7       Formular recomendações; e,  
8       Apresentar o Plano para a implementação e avaliação de impacto.
- o      Na conclusão foi explicado que fazer boas recomendações envolve saber perguntar a questão certa em primeiro lugar formulando-a explicitamente.
  - Desenvolvimento de Critérios para Saúde Ambiental relacionada a campos RF;
    - o      A Representante da OMS, Dr<sup>a</sup> Emilie, comenta sobre as monografias desenvolvidas pelas entidades participantes da OMS.
      - o      Esclarece que para o caso de emissões RF estão aguardando a publicação dos resultados dos estudos feitos pelo Projeto INTERPHONE coordenado pelo IARC para depois concluir a monografia relacionada ao tema.
      - o      Conclui informando sobre o desenvolvimento de uma base de dados sobre: as publicações e periódicos revisados, os estudos sociais, inclusão geográfica da Rússia, China e América Latina, assim como de relatórios ainda não publicados e das revisões recentes e futuras.
  - Atualização do IARC;
    - o      O Senhor Vincent Cogliano informa a publicação da Monografia relacionada a RF que está apenas aguardando a finalização dos estudos do Projeto INTERPHONE, conforme já explicado pela Coordenadora do Projeto EMF.
  - Visão da OMS sobre pesquisa a saúde;
    - o      O Senhor Robert Terry apresenta os princípios e estratégias para a realização de pesquisas sobre saúde, incluindo qualidade, impacto, inclusão, capacidade, prioridade, padrões e as possíveis traduções.
  - Desenvolvimento da Agenda de pesquisa sobre RF da OMS.
    - o      A Dr<sup>a</sup> Emilie informa sobre a atualização da Agenda de Pesquisas da OMS, explicando que a mesma é atualizada periodicamente, sendo que a ultima revisão ocorreu em 2006 e que possivelmente em fins de 2009 haverá outra.
      - o      Informa ainda que a partir de agora os assuntos sociais também estão incluídos na Agenda de Pesquisas da OMS.
- 7.3.8. Revisão de Pesquisas:  Pesquisas Biológicas;
- o      Bernard Veyret iniciou comentando sobre o contexto em que são feitas as pesquisas biológicas. Os motivos são: preocupação pública, diminuição de recursos financeiros, realização da avaliação de riscos a saúde o mais cedo possível – principalmente com relação à RF, e, falta de coordenação entre programas e projetos sobre o tema.
    - o      Apresentou os resultados de pesquisas sobre campos estáticos (MRI) e informou que não existem evidências sobre a existência de câncer e campos ELF e que ainda são poucos os estudos sobre Freqüências Intermediarias (FI), mas os existentes não apresentaram efeitos nocivos à saúde.
    - o      Comentou ainda sobre a revisão de publicações relacionadas à RF e saúde, informando que não existem evidências de efeitos prejudiciais à saúde.
  - Pesquisas Epidemiológicas;
    - o      O Dr Martin Roosli informou sobre efeitos advindos de RF e ELF. Fez comentários sobre os hipersensíveis (EHS) e informou que das pesquisas realizadas até então sobre estações de base de telefonia móvel não foram observados efeitos prejudiciais à saúde.
    - o      Foi estudado o uso de telefone por mulheres grávidas e por crianças até 7 anos, sendo

observado problemas no comportamento em crianças.

o Com relação à existência de leucemia em pessoas que residem nas proximidades de estações de Rádio e TV, os estudos comprovaram o não aumento de riscos.

o Concluiu o Dr. Martin informando que não houve mudanças em evidências desde o ultimo ano. (2008-2009)

Pesquisas em Dosimetria;

o O Doutor Joe Wiart comentou sobre as pesquisas atuais e os desafios futuros, fazendo um paralelo entre a exposição real e de crianças.

o Comentou brevemente sobre a influência da exposição advinda das novas tecnologias.

Relatórios Científicos Recentes.

o O Doutor Eric Von Rongen comentou sobre os problemas encontrados nos estudos relacionados ao Projeto EMF-NET, o que tornou impossível avaliar os resultados, uma vez que estes eram limitados ou inadequados.

o Comentou também sobre os estudos realizados no Canadá relacionado ao comportamento, sistema nervoso e ao sistema cardiovascular, cujos resultados não indicam associação entre campos eletromagnéticos e saúde.

o Informou ainda sobre a atualização do Relatório Anual de 2008 pela Holanda e sobre os resultados de estudos feitos na Austrália quanto ao Relatório BioInitiative.

#### 7.3.9. Incerteza Científica e Preocupação Pública: Controvérsias

##### Científicas e Sociais – Telefonia Móvel;

o A Doutora Danielle Salomon apresentou os principais problemas sociais e científicos relacionados às fontes emissoras de campos eletromagnéticos de RF e o advento da telefonia móvel que fez com que vários grupos, instituições e mídia se voltassem para a radiação proveniente dessas fontes.

A experiência Francesa;

o Camille Fevrier iniciou sua apresentação explicando que na França a preocupação da população cresceu com o aumento de novas instalações de estações de radiocomunicações (Novas Antenas = maior preocupação).

o Informou que o Governo Francês expediu Diretiva proibindo o uso de telefone móvel em escolas primárias e, também, a publicidade com crianças menores de 12 (doze) anos.

o Comentou ainda que para a instalação de estações Rádio Base, o Governo Francês utiliza a abordagem ALARA (Tão baixo quanto razoavelmente aceitável)

A experiência Européia;

o O Doutor Eric Von Rongen enfatizou a posição apresentada em sua palestra sobre os relatórios científicos recentes, de que os resultados existentes até agora não indicam a relação entre campos eletromagnéticos de RF e saúde.

Pesquisa sobre Políticas para introdução de novas Tecnologias

o Shaiela Kandel apresentou um formulário de pesquisa sobre políticas para introdução de novas tecnologias que utilizam RF, cujo desenvolvimento tem o propósito de determinar se uma estrutura utilizada em alguns países possa ser útil para outros países no processo de formulação dessas políticas.

o Assim, solicitou que os países presentes prenchessem o formulário entregasse no próximo dia ou enviasse por email para a OMS.

- O papel da OMS e atividades relacionadas (fac sheets, brochuras para autoridades locais).
  - o A Doutora Emilie comentou sobre os documentos emitidos pela OMS e a função da mesma na divulgação de informações importantes sobre campos eletromagnéticos de RF.
  - o Informou ainda sobre a mudança no estilo utilizado para os FACT SHEET, solicitando que fosse observado o procedimento já comentado em reunião anterior.
  - o Informou também que o fact sheet sobre estação de base será atualizado após a publicação dos resultados do Projeto INTERPHONE.
  - o Solicitou, por fim, comentários sobre o documento relacionado à introdução de legislação por autoridades locais (prefeituras).
  - o A Diretora da OMS, Doutora Maria Neura estava presente à reunião e cumprimentou a todos, enfatizando as palavras da Doutora Emilie.

#### 7.3.10. Assuntos Administrativos:

- Reuniões futuras; Progresso quanto aos fundos de financiamento; e, Próxima reunião do IAC.
  - o Emilie informou sobre a reunião de Luxemburgo que será realizada no período de 6 a 8 de outubro de 2009.
  - o Comentou sobre os fundos de financiamento e sobre a próxima reunião do IAC, que ainda não havia definição sobre a data e local.

7.4. Na reunião do IAC, observou-se que vários países da Europa estão com tendência ao uso do princípio da precaução em sua legislação nacional. A OMS, entretanto, está aguardando os resultados do Projeto INTERPHONE, que já está concluído pelos 13 países participantes e sob análise no IARC.

7.5. Encerrando a reunião do IAC, a Doutora Maria Neura agradeceu a presença de todos os participantes e informou que a Coréia do Sul tinha apresentado convite para sediar a próxima reunião do IAC em 2010, juntamente com o Seminário EMF que ocorrerá em junho de 2010 naquele País

#### ***Resultados da Reunião Conjunta da Sociedade de Bioeletromagnetismo e da Associação Européia de Bioeletromagnetismo***

7.6. A Reunião conjunta BEMS/EBEA foi realizada no período de 14 a 19 de junho de 2009, sendo o trabalho apresentado em 4 plenárias e 6 tutoriais, conforme a seguir:

##### 7.6.1. PLENARY I – RF-EMF EPI AND HUMAN

- Sessão de Poster 1
- Mecanismos de Interação EMF
- Dosimetria I
- Estudos em Animais
- Tutorial 1 – Padrões de Segurança RF
- Tutorial 2 – Ressonância Magnética Médica
- Tutorial 3 – Biofilmes

##### 7.6.2. PLENARY II – MRI SAFETY

- Sessão de Poster 2

- RF – EMF e BBB
- Dosimetria II
- Mecanismos de Interação I
- Dosimetria III
- Epidemiologia

#### 7.6.3. PLENARY III – NEW DIRECTIONS

- Estudos “in Vitro” I
- Aplicações Médicas
- Dosimetria IV
- Mecanismos de Interação II
- Estudos “in Vitro” II
- Modelagem Teórica e Prática
- Dispositivos e Modelagem de Instrumentação
- Campos Pulsados
- Estudos em Humanos
- Estudos em Animais
- Epidemiologia
- Riscos, Padrões de Segurança e Política Pública

#### 7.6.4. Tutorial 4 – Estimulação Profunda do Cérebro

#### 7.6.5. Tutorial 5 – Aplicações Médicas

#### 7.6.6. Tutorial 6 – Preservação de Objetos de Arte

#### 7.6.7. PLENARY IV – HOT TOPIC

- Gestão de Conformidade em RF para Redes Móveis
- Tecnologia Completa para Simulações Médicas e Bio-EM

7.7. Foi possível participar da abertura de todas as plenárias que trataram de assuntos relevantes relacionados a campos eletromagnéticos de radiofrequência.

7.8. Nacerimônia de abertura, Niels Kuster, Presidente da Sociedade de Bioeletromagnetismo, deu as boas vindas a todos os presentes, comentando sobre os principais temas do programa.

7.9. A primeira plenária tratou do uso de telefone móvel e sua relação com o câncer, informando-se que mais de 20 estudos epidemiológicos realizados não mostraram risco elevado para existência de tumores intracranial.

7.10. A segunda plenária enfatizou os campos eletromagnéticos de RF pelos scanners de ressonância magnética e por dispositivos de implante médico que podem ser depositados ou absorvidos localmente. Foram discutidos os procedimentos de teste e se a ressonância magnética é utilizada de forma segura.

7.11. Na terceira plenária foram enfocadas duas situações específicas, uma tratando da modelagem

multi-escala para avaliar os efeitos de campos eletromagnéticos não ionizantes em humanos e outra tratou dos recentes avanços nos tratamentos usando nano partículas por hipertermia.

- 7.12. A quarta e ultima plenária foi a mais importante para o Brasil, uma vez que tratou de discutir os rumos da pesquisa sobre campos EMF e a importância ou não da continuidade da realização de estudos e pesquisas. Foram feitas três apresentações com diferentes abordagens.
- 7.13. O primeiro palestrante comentou sobre as novas tecnologias, assim como informou sobre diversos endereços eletrônicos nos quais se podem buscar informações que poderiam levar a se definir se os estudos realizados até então são suficientes ou não.
- 7.14. O segundo palestrante comentou sobre os diferentes tipos de estudos realizados – epidemiológicos, em humanos, em animais, “*in vitro*” – questionando-se: *temos estudos suficientemente relevantes?* A resposta foi não. Enfatizou, desta forma, a necessidade de outros estudos, com ênfase para:
- Epidemiológicos – com reais informações dos operadores.
  - Voluntários – com crianças e grupos sensitivos.
  - Laboratório *in vivo* com humanos.
  - Área médica.
- 7.15. Enfatizou o segundo palestrante que apesar dos inúmeros estudos realizados ainda há necessidade de outros onde existam lacunas em conhecimento.
- 7.16. O terceiro palestrante tratou dos riscos, em contraposição aos benefícios auferidos. Comentou que há preocupação com milhões de coisas no mundo e que precisam de ação governamental e ambiental mais forte, e, no entanto, só estamos preocupados com telefonia celular, radiodifusão, energia elétrica, ressonância magnética (MRI), etc.
- 7.17. Citou inúmeras áreas de preocupação que necessitam de maior atenção do governo, tais como farmacêuticas, fome no mundo, uso de pesticidas, etc. concluindo, no entanto, com a assertiva da necessidade de mais estudos e da adoção de precaução onde for preciso.
- 7.18. Ao final foi aberta a palavra aos participantes, com ampla discussão sobre os temas.
- 7.19. Relativamente aos tutoriais foram tratados desde temas relacionados aos padrões de segurança RF, aplicações medicas, ate a aplicação de RF para preservação de objetos de arte.
- 7.20. Nas sessões de cada plenária foram apresentados estudos relacionados a mecanismos de interação EMF, epidemiologia, dosimetria, efeitos em animais, aplicações *in vitro*, *in vivo* e médicas, além da avaliação dos riscos, padrões de segurança e políticas públicas.
- 7.21. Nos estudos dosimétricos foram apresentadas simulações feitas para avaliação de SAR de corpo inteiro utilizando modelagem para homem, mulher e criança, para várias faixas de freqüências, principalmente para as utilizadas em telefonia móvel.
- 7.22. Foi apresentada também uma modelagem de simulação que pode ser utilizada para tratamento da doença crônica de Parkison para estimulação do cérebro.
- 7.23. Nos estudos *in vitro* foram observados os efeitos da radiação RF no tecido celular humano, para uso em avaliação biológica.
- 7.24. A radiação eletromagnética também é utilizada em procedimentos médicos para cicatrização de operações, união de ossos da perna (3 a 6 meses). A radiação ainda é utilizada em aplicações cardiológicas, traumas e na regeneração do tecido humano em geral.
- 7.25. Foi constatado que no tratamento do câncer o uso de RF pode ser melhor do que a quimioterapia.
- 7.26. Com relação aos padrões de segurança que devem ser respeitados, atualmente há grande

preocupação com os dispositivos chamados MRI (Messaging Radiation Image), utilizados para ressonância magnética, tanto com a exposição ocupacional dos profissionais que atuam nessa área médica, como com os pacientes que necessitam dessa avaliação.

## **8. POSIÇÕES E CONTRIBUIÇÕES BRASILEIRAS**

- 8.1. O Brasil apresentou a contribuição: “*Report on National Activities in Brazil -14<sup>th</sup> International Advisory Committee meeting*”.
- 8.2. Na décima quarta reunião do IAC, a abordagem nacional sobre a regulamentação de telecomunicações relacionada a Radiação Não Ionizante foi tratada, assim como sua atualização em relação ao que foi informado em 2008, com ênfase para:
  - Lei Federal sobre exposição a campos eletromagnéticos de radiofreqüências - EMF;
  - Futuras atividades em decorrência de Lei Federal sancionada;
  - Atividades desenvolvidas no período;
  - Informações ao público.

1 Durante a reunião foram apresentados relatórios dos estudos que estão sendo realizados, em nível mundial, pelos mais diversos organismos de pesquisa, sobre a exposição humana a campos eletromagnéticos de radiofreqüência, para a apreciação dos participantes da reunião do IAC, conforme mencionado no item 7 acima.

## **2 ATIVIDADES DECORRENTES**

- 9.1. Como atividades decorrentes, inclui-se a análise dos assuntos descritos no item deste relatório, destacando-se os seguintes:
  - Implementação das atividades decorrentes da Lei Federal sancionada.
  - Atualização da regulamentação sobre o assunto, se pertinente.
  - Atualização de informações constantes da base de dados da OMS, em função da Lei nº 11.934/2009.

## **10. DOCUMENTOS RELEVANTES**

Os documentos considerados na reunião do IAC estão disponíveis com a Chefe da Delegação e os relacionados à reunião da Sociedade de Bioeletromagnetismo podem ser encontrados na página da Internet no seguinte endereço: <http://bioem2009.org/>

## **11. PARECER DO(S) COORDENADOR(ES)**

11.1. Os trabalhos desenvolvidos pela Administração brasileira nas Reuniões, tanto do IAC como da Sociedade de Bioeletromagnetismo foram concluídos em conformidade com os objetivos propostos na Proposta de Composição de Delegação.

11.2. A Administração Brasileira tem participado desde 2004 das reuniões do Comitê Consultivo da OMS, o IAC. Nestas reuniões são apreciados assuntos de interesse da Administração brasileira, relacionados a campos eletromagnéticos de radiofreqüência, que merecem posicionamento de acordo com os estudos realizados no âmbito da Gerência de Engenharia do Espectro.

11.3.A participação permitiu a Agência analisar os recentes estudos e relatórios, definindo a melhor abordagem a ser utilizada na comunicação com a população e com autoridades do poder público.

## **12. ASSINATURAS E CARIMBOS**

**Coordenador da CBC 2**

**Secretaria Executiva do GC-CBC / Assessoria Internacional - AIN**

## ANEXO VIII

Monitoramento Ambiental dos Campos Eletromagnéticos - Bairro Belvedere					
Coordenadas X	Coordenadas Y	Valores medidos do Campo Elétrico (V/m)	Coordenadas X	Coordenadas Y	Valores medidos do Campo Elétrico (V/m)
610741	7791139	0,69	611275	7791495	3,77
611243	7792449	0,79	610788	7791556	3,78
611250	7792178	0,79	610764	7791520	3,80
611250	7792178	0,79	611560	7791635	3,84
611376	7792381	0,85	611560	7791635	3,84
611255	7792187	0,86	611540	7791160	3,88
611255	7922187	0,86	611611	7791168	3,95
611385	7791956	0,94	610896	7791405	3,96
611123	7792106	0,94	611262	7791417	4,00
611078	7792020	1,05	611321	7791453	4,00
611207	7791972	1,07	611569	7791141	4,11
611362	7791932	1,20	611280	7791907	4,11
610731	7791310	1,22	610772	7791552	4,12
610500	7791241	1,23	611445	7791603	4,15
611283	7792368	1,33	610947	7791586	4,15
611430	7791913	1,36	611511	7791209	4,19
611381	7791967	1,37	611565	7791283	4,20
610723	7791770	1,39	611429	7791723	4,21
611477	7792397	1,43	610590	7791167	4,22
610560	7791268	1,43	611704	7791122	4,22
611168	7791970	1,52	611704	7791122	4,22
611469	7792106	1,53	611447	7792074	4,23
611086	7791948	1,54	611517	7792187	4,25
611075	7791947	1,54	611505	7791192	4,28
611264	7792439	1,55	611277	7791345	4,29
611079	7791856	1,55	611657	7791512	4,30
611153	7792037	1,56	611413	7791401	4,30
611192	7792364	1,64	611179	7792309	4,31
610642	7791307	1,73	610671	7791607	4,36
611185	7792044	1,76	611653	7791416	4,37
611456	7791257	1,78	611582	7791308	4,37
611456	7791257	1,78	610952	7791335	4,38
611465	7791465	1,79	611192	7791648	4,38
611465	7791465	1,79	610788	7791549	4,39
611470	7791277	1,80	610624	7791144	4,40
611470	7791277	1,80	611660	7791469	4,42
611161	7792459	1,92	611373	7791791	4,43
611348	7791349	1,93	611184	7791479	4,47
611510	7791641	1,96	611642	7791404	4,48
611275	7792170	1,99	611187	7792305	4,48
611494	7792298	2,00	611565	7791646	4,52
611293	7792387	2,05	611565	7791646	4,52

611268	7791948	2,06	611582	7791691	4,53
611269	7791957	2,06	611144	7791378	4,56
611434	7792057	2,07	610846	7791425	4,58
611419	7792350	2,10	611561	7791275	4,68
611358	7792350	2,12	610617	7791159	4,72
611109	7792226	2,19	610445	7791435	4,73
611461	7791947	2,25	611547	7792067	4,77
611204	7792357	2,26	610819	7791397	4,78
611487	7792399	2,27	611410	7792274	4,79
611122	7792027	2,29	611592	7791672	4,80
611444	7792334	2,30	611592	7791672	4,80
611375	7792374	2,36	611100	7792417	4,81
611410	7791883	2,37	611506	7791197	4,82
610795	7791778	2,38	610714	7791535	4,82
611416	7792260	2,40	610706	7791506	4,85
611278	7791920	2,49	611485	7791847	4,88
611494	7792285	2,50	611446	7791587	4,92
611331	7792299	2,50	611529	7792282	4,94
611507	7792285	2,50	611516	7791175	4,96
610994	7791515	2,51	611561	7791641	5,00
611068	7791941	2,52	611410	7791795	5,00
611657	7791442	2,55	611417	7791619	5,01
611386	7791529	2,56	611035	7791978	5,02
610738	7791518	2,57	610448	7791445	5,04
611478	7792311	2,58	611179	7791474	5,04
611288	7791929	2,60	611641	7791548	5,11
611311	7792402	2,66	611619	7791348	5,15
611131	7792104	2,66	611568	7791142	5,18
611461	7792324	2,66	611492	7792145	5,22
611175	7792378	2,68	611582	7791619	5,22
611281	7791926	2,73	611582	7791619	5,22
611449	7791237	2,74	611375	7791604	5,27
611449	7791237	2,74	611597	7791146	5,28
611375	7792296	2,75	611302	7792426	5,32
611628	7791085	2,75	611154	7791306	5,34
611628	7791085	2,75	611574	7791575	5,35
611512	7791219	2,79	611574	7791575	5,35
611623	7791090	2,79	611529	7792337	5,43
611623	7791090	2,79	611515	7791657	5,46
611515	7792289	2,80	611637	7791374	5,47
611486	7792305	2,80	611638	7791392	5,49
611150	7792030	2,80	611508	7791895	5,53
610905	7791612	2,80	611612	7791369	5,54
611247	7792304	2,81	611616	7791707	5,60
610632	7791134	2,81	611530	7792323	5,60
611282	7791844	2,82	610927	7791341	5,62
611474	7792222	2,85	611591	7791614	5,62
611447	7792240	2,85	611591	7791614	5,62
611225	7792265	2,86	611513	7791682	5,64
611285	7792251	2,91	611477	7791836	5,68
611364	7791870	2,92	611601	7791598	5,70
611415	7791775	2,95	611601	7791598	5,70

611477	7792059	2,99	611609	7791586	5,72
611326	7792449	2,99	611609	7791586	5,72
611348	7792321	3,00	611058	7792362	5,77
611500	7792210	3,00	611476	7791782	5,78
611574	7791293	3,00	611592	7791610	5,79
611205	7791158	3,00	611592	7791610	5,79
611028	7791439	3,02	611575	7791679	5,81
611155	7791165	3,02	611592	7791611	5,81
610444	7791370	3,05	611575	7791679	5,81
611651	7791413	3,11	611592	7791611	5,81
611649	7791528	3,11	611539	7791562	6,04
611615	7791176	3,11	611602	7791597	6,11
611660	7791478	3,17	611602	7791597	6,11
610950	7791907	3,18	611770	7791229	6,16
611377	7792385	3,20	611692	7791267	6,19
610879	7791746	3,20	611135	7792309	6,22
611144	7792387	3,22	611824	7791218	6,27
611527	7792016	3,25	611654	7791262	6,29
611299	7791815	3,26	611598	7791325	6,37
611443	7791237	3,27	611728	7791096	6,38
611443	7791237	3,27	611728	7791096	6,38
610574	7791199	3,28	611551	7791635	6,40
611517	7791178	3,29	611551	7791635	6,40
610949	7791371	3,29	611790	7791228	6,58
611404	7792270	3,31	611784	7791227	6,58
611611	7791231	3,45	611569	7791627	6,67
610914	7791892	3,47	611569	7791627	6,67
611328	7791768	3,48	611804	7791222	6,93
611097	7792247	3,49	611730	7791142	7,32
610804	7791727	3,52	611730	7791142	7,32
611193	7792285	3,55	611716	7791160	7,37
611394	7791473	3,55	611716	7791160	7,37
610906	7791506	3,56	611667	7791270	7,66
611012	7791434	3,58	611715	7791251	7,72
611403	7792360	3,60	611738	7791219	7,90
611376	7792449	3,65	611720	7791182	8,04
611627	7791089	3,69	611720	7791182	8,04
611627	7791089	3,69	611716	7791170	8,71
611361	7791589	3,69	611716	7791170	8,71
611442	7791623	3,70	610916	7791929	8,78
611512	7792370	3,70	611723	7791192	9,42
611519	7791170	3,72	611723	7791192	9,42
611562	7791644	3,75	611718	7791244	9,86
611514	7791634	3,75	610894	7791922	10,06
611562	7791644	3,75	610916	7791928	10,45
611089	7792302	3,77			