



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL**

JOSÉ MANOEL MARTIN HERNANDES FILHO

**ANÁLISE DE FATORES DE RISCOS E EFEITOS DEVIDOS ÀS
INSTALAÇÕES DE ERBs (Estações Rádio Base) PARA
COMUNICAÇÕES CELULARES**

Florianópolis

2002



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL**

JOSÉ MANOEL MARTIN HERNANDES FILHO

**ANÁLISE DE FATORES DE RISCOS E EFEITOS DEVIDOS ÀS
INSTALAÇÕES DE ERBs (Estações Rádio Base) PARA
COMUNICAÇÕES CELULARES**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil.

Orientador: Roberto Lamberts, Dr.

Co-Orientador: Norberto Hochheim, Dr.

Florianópolis

2002

JOSÉ MANOEL MARTIN HERNANDES FILHO

**ANÁLISE DE FATORES DE RISCOS E EFEITOS DEVIDOS ÀS
INSTALAÇÕES DE ERBS (Estações Rádio Base) PARA
COMUNICAÇÕES CELULARES**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e aprovada em 29/08/2002 em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Dr. Roberto Lamberts – (Orientador)

Prof. Dr. Jucilei Cordini
(Coordenador do CPGEC)

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Norberto Hochheim
(UFSC - Co-Orientador)

Prof. Dr. Ricardo Rütther (UFSC)

Prof. Dr. Vera Bins Ely (UFSC)

HERNANDES F^o, José Manoel Martin

Análise de Fatores de Riscos e Efeitos devidos às Instalações de ERBs (Estações Rádio Base) para Comunicações Celulares

184p

Dissertação: Mestrado em Engenharia Civil (Construção Civil)

Orientador: Roberto Lamberts

1. Comunicações celulares 2. ERBs 3. movimentação imobiliária 4. poluição visual 5. efeitos psicológicos 6. efeitos biológicos

I. Universidade Federal de Santa Catarina II. Título

**A Deus e à minha família
Maria Helena, Fernando e Eduardo.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu grande amigo, protetor e companheiro inseparável, que me deu forças para contornar todos os obstáculos e poder viver este momento.

À minha esposa Maria Helena, por acreditar em mim, pelo seu amor, carinho e compreensão pela minha ausência.

Ao meu filho Fernando, pelo incentivo e pelo incansável apoio que me dedicou em todos os momentos e a qualquer hora.

Ao meu filho Eduardo que soube entender os impedimentos e os instantes explosivos e de preocupações.

Ao meu pai, que nas poucas palavras que a mim dirigiu, ensinou-me conhecimentos, que nortearam minha vida para a retidão e honestidade.

Ao Prof. Roberto Lamberts pelo tempo dedicado na orientação deste trabalho, pela oportunidade e pela confiança em mim depositada.

Ao Prof. Norberto Hochheim, pela credibilidade e apoio demonstrados na orientação dos trabalhos desenvolvidos.

Ao Prof. Luiz Roberto Prudêncio Júnior pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Antonio Edésio Jungles, pelo incentivo, amizade e companheirismo.

À Prof^a. Janaíde Cavalcante Rocha, pelo incentivo e amizade.

Ao Prof. Cláudio Emmanuel Pietrobon pela responsabilidade assumida na realização deste Curso de Pós-Graduação.

RESUMO

Uma nova tecnologia, muitas vezes mascara riscos que produzem efeitos alarmantes e alguns desses, embora relevantes, são detectados somente quando suas conseqüências são irreversíveis. Nessa classificação, encontra-se as comunicações celulares com suas torres, antenas e equipamentos, tendo como suporte, as ondas eletromagnéticas. Este conjunto pode oferecer conseqüências preocupantes tais como efeitos biológicos e psicológicos, efeitos sobre a movimentação imobiliária, poluição sonora e visual. Com o intuito de analisar esses riscos e efeitos, pensou-se neste trabalho que foi desenvolvido com base em revisão bibliográfica, medições de campo e pesquisa com aplicação de questionários às pessoas envolvidas com o problema, tendo como origem o assunto em pauta; as ERBs (Estações de Rádio Base), para comunicações celulares. Os resultados encontrados indicam a existência desses problemas que de maneira direta ou indireta afetam o ambiente e a vida, causando insegurança aos moradores das proximidades dessas torres. Estes declararam que o aumento na incidência de descargas elétricas está ligado diretamente à implantação da torre com as antenas. O comércio imobiliário encontra restrições na aceitação dos imóveis disponíveis para venda e locação nos arredores das torres. Espera-se que os resultados deste estudo possam vir a ser fonte de informações, permitindo-se a correção de tais riscos, ou pelo menos que os mesmos sejam considerados na elaboração de legislação para implantação de novas ERBs.

Palavras-chaves: Comunicações celulares, ERBs , movimentação imobiliária, poluição visual, efeitos psicológicos, efeitos biológicos

ABSTRACT

A new technology sometimes disguises risks that produce alarming effects, which, although relevant, are only detected when their consequences are irreversible. The cellular communications with their towers, antennas and equipments, having the electromagnetic waves as support, are part of this group. They can cause worrying consequences, such as biological and psychological effects; influences on the real estate movement, as well as resonant and visual pollution. Aiming to analyze these risks and effects, this study was developed based on a bibliographical review, on field measurements and on a research applying questionnaires to the subjects involved with the problem, having the ERBs (Base Radio Stations) for cellular communications as reference. The findings indicate the existence of the mentioned problems that directly or indirectly affect the environment and life, causing insecurity to the people who live near those towers. They stated that the increase in the incidence of electric discharges is directly linked to the implantation of the towers with the antennas. The real estate trade finds restrictions in the acceptance of the available properties for sale and lease surrounding the towers. We hope that the results of this study can become a source of information, allowing the correction of such risks, or at least that they are considered in the legislation elaboration when implanting new ERBs.

Key words: cellular communications, ERBs, real estate movement, visual pollution, psychological effects, biological effects

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA	18
1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	21
1.3 LIMITAÇÕES	22
1.4 OBJETIVOS	22
1.4.1 Objetivo Principal	22
1.4.2 Objetivos Específicos.....	23
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 HISTÓRIA DO TELEFONE	25
2.2 MEMÓRIA DA TELEFONIA NO BRASIL	26
2.3 O CONCEITO CELULAR.....	29
2.3.1 Sistemas Analógicos – Primeira Geração.....	38
2.3.2 Sistemas Digitais – Segunda Geração.....	38
2.3.3 Celulares Geração 2,5	39
2.3.4 Celulares Geração 3G	41
2.4 COMUNICAÇÕES CELULARES	41

2.5	EXTENSÃO DO RÍSCO.....	53
2.5.1	A Contaminação Invisível.....	53
2.5.2	Efeitos Biológicos.....	55
2.5.2.1	Efeitos Térmicos	58
2.5.2.2	Efeitos Não Térmicos.....	60
2.5.2.3	Efeitos Oculares.....	63
2.5.2.4	Efeito nos Testículos.....	63
2.5.2.5	Efeitos Neurológicos	65
2.5.2.6	Limites de Exposição	66
2.5.2.7	Medidas de Proteção	73
2.5.3	Poluição Sonora.....	76
2.5.3.1	O Aparelho Auditivo	76
2.5.4	Descargas Atmosféricas	78
2.5.4.1	Origem das Cargas.....	78
2.5.4.2	Descargas Atmosféricas em Estruturas Altas	81
2.5.4.3	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA).....	82
2.6	O DIREITO E A TELECOMUNICAÇÃO	83
2.6.1	Aspectos Jurídicos	83
2.6.2	Direito Ambiental.....	87
3	METODOLOGIA.....	93
3.1	INTRODUÇÃO	93
3.2	PESQUISA DE OPINIÃO.....	94
3.2.1	A Coleta de Dados	94
3.2.2	Elaboração do Questionário.....	94
3.2.3	A Amostra	96

3.2.3.1	Amostras com Escolha Racional.....	97
3.3	REALIZAÇÃO DA PESQUISA	97
3.3.1	Aplicação do Questionário	98
3.3.1.1	Moradores.....	101
3.3.1.2	Corretores Imobiliários	102
3.3.1.3	Comerciantes e Prestadores de Serviços	103
3.3.1.4	Fórmulas Matemáticas.....	104
3.3.2	Coleta de Dados e Documentos	105
3.3.3	Tratamento e Análise dos Dados Coletados.....	106
4	FATORES DE RISCOS E SEUS EFEITOS.....	108
4.1	EFEITOS SOBRE A COMERCIALIZAÇÃO IMOBILIÁRIA...	108
4.1.1	Análise dos Valores Coletados com os Moradores.....	108
4.1.1.1	Moradores - Amostragem Geral.....	108
4.1.1.2	Moradores - Análise de Comparativa.....	118
4.1.2	Valores Coletados com os Corretores Imobiliários	126
4.1.2.1	Corretores Imobiliários – Amostragem Geral	126
4.2	EFEITOS PSICOLÓGICOS E DANOS MATERIAIS	144
4.3	EFEITOS DA POLUIÇÃO SONORA.....	151
4.3.1	A Origem da Poluição Sonora nas ERBs.....	151
4.4	EFEITOS DA POLUIÇÃO VISUAL.....	152
4.4.1	Anatomia Ocular	152
4.4.2	Poluição Visual.....	153
4.5	DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - FATORES DE RISCOS.	164
4.5.1	Verificação de Campo.....	166

5 CONCLUSÕES.....	169
5.1 CRITÉRIOS A OBEDECER PARA IMPLANTAÇÃO.....	171
5.2 CRITÉRIOS PÓS-IMPLANTAÇÃO	173
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	174
5.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	174
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
ANEXOS	183

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – A torre, antenas e o container	19
FIGURA 2.1 – História da Telefonia no Brasil-(ANATEL, 2001)	27
FIGURA 2.2 – Quantidade de telefones fixos – (ANATEL, 2001).....	28
FIGURA 2.3 – Conceitos de cobertura para comunicações móveis	31
FIGURA 2.4 – Conceito de célula – (ABRICEM, 2000).	32
FIGURA 2.5 – Sistema Celular – (ABRICEM, 2000).....	32
FIGURA 2.6 – Integração Celular – (ABRICEM, 2000).....	33
FIGURA 2.7 – Subdivisão celular – (ABRICEM, 2000).....	35
FIGURA 2.8 – Conceito de célula “guarda chuva” - (RODRIGUES, 2000).....	37
FIGURA 2.9 – Evolução da telefonia celular no Brasil – (ANATEL, 2001).....	40
FIGURA 2.10 – Torre de celular (fixa)	45
FIGURA 2.11 – Torre de celular (móvel)	46
FIGURA 2.12 – Espectro de frequências – (ANATEL, 1999).....	48
FIGURA 2.13 – Modelo Ondulatório e Corpuscular	50
FIGURA 2.14 – O espectro eletromagnético	51
FIGURA 2.15 – Espectro Eletromagnético (parcial).....	52
FIGURA 2.16 – Interação da energia radiante e material biológico	58
FIGURA 2.17 – Limites de intensidade sonora	76
FIGURA 2.18 – Distribuição de cargas elétricas.....	79
FIGURA 2.19 – Descargas elétricas sucessivas.....	80
FIGURA 4.1 – Satisfação de moradia após a instalação da torre.....	111
FIGURA 4.2 – Preocupação em morar próximo a uma torre de celular.....	116

FIGURA 4.3 – Qual o motivo de morar neste bairro	119
FIGURA 4.4 – O que modificou por morar perto da torre	120
FIGURA 4.5 – Se pudesse escolher, moraria próximo a uma torre?	122
FIGURA 4.6 – Compraria um imóvel próximo a uma torre?	123
FIGURA 4.7 – Qual o receio em morar próximo a uma torre	125
FIGURA 4.8 – Tempo de comercialização de imóveis.....	127
FIGURA 4.9 – Que variação ocorreu na oferta de imóveis.....	131
FIGURA 4.10 – Percentual do aumento na oferta de imóveis	132
FIGURA 4.11 – Índice percentual da diminuição na oferta de imóveis	133
FIGURA 4.12 – Como variaram os valores dos imóveis próximos às torres ..	135
FIGURA 4.13 – Variação dos valores dos imóveis próximos das torres.....	135
FIGURA 4.14 – Índice percentual da diminuição nos valores dos imóveis.....	137
FIGURA 4.15 – Dificuldade para encontrar interessados por imóveis	138
FIGURA 4.16 – Índice de recusa aos imóveis próximos das torres	138
FIGURA 4.17 – Valor dos aluguéis dos imóveis próximos às torres.....	140
FIGURA 4.18 – Variação percentual no valor dos aluguéis próximos às torres	141
FIGURA 4.19 – Índice de aceitação dos imóveis para locação	143
FIGURA 4.20 – Espaços compartilhados	154
FIGURA 4.21 – Beira-mar Sul em Florianópolis	155
FIGURA 4.22 – Visão da Mesquita encoberta pela torre	156
FIGURA 4.23 – Arquitetura da Mesquita	156
FIGURA 4.24 – Mesquita encoberta	157
FIGURA 4.25 – Fachada de uma concessionária de veículos.....	157
FIGURA 4.26 – Proximidade entre torre e prédio	158
FIGURA 4.27 – Torre móvel no jardim do restaurante.....	159

FIGURA 4.28 – A antena e o meio ambiente.....	160
FIGURA 4.29 – Ponto alto na cidade de Maringá – Paraná	161
FIGURA 4.30 – Morro da Cruz em Florianópolis – SC	161
FIGURA 4.31 – Destaque na paisagem.....	162
FIGURA 4.32 – Antenas no Morro do Mirante	163
FIGURA 4.33 – Sinalização, pára-raios e antenas	164
FIGURA 4.34 – Posições de leitura da resistência do aterramento.....	167

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – Quantidade de telefones fixos	28
TABELA 2.2 – Diferença entre os sistemas móveis de comunicações	31
TABELA 2.3 – Evolução da telefonia móvel celular no Brasil	40
TABELA 2.4 – Telefonia celular nas Américas	41
TABELA 2.5 – Espectro da Radiopropagação (RODRIGUES, 2000)	47
TABELA 2.6 – Frequência, comprimento de onda e suas aplicações	49
TABELA 2.7 – Restrições básicas para campos elétricos e	68
magnéticos variáveis no tempo, até 10GHz	68
TABELA 2.8 – Níveis de referência para exposição ocupacional para telecomunicações (ambiente controlado).....	71
TABELA 2.9 – Níveis de referência para exposição do público em geral para telecomunicações (ambiente não controlado).....	71
TABELA 3.1 – Identificação dos moradores entrevistados	101
TABELA 3.2 – Identificação dos corretores imobiliários entrevistados	102
TABELA 4.1 – Tempo de residência dos pesquisados	108
TABELA 4.2 - Mora em imóvel próprio ou alugado.....	109
TABELA 4.3 – Opção de escolha do local para morar.....	109
TABELA 4.4 – Opção de escolha do local para morar.....	110
TABELA 4.5 – Prazer de morar no local após a instalação da torre	111
TABELA 4.6 – Se pudesse escolher, moraria perto da torre?	113
TABELA 4.7 – Intenção de compra de imóveis próximos a uma torre.....	113
TABELA 4.8 – Preocupação em morar próximo a uma torre para celular	115
TABELA 4.9 – A torre ou parte dela é avistada pelo morador	117

TABELA 4.10 – O que o levou a morar neste bairro.....	118
TABELA 4.11 – Prazer de moradia após a instalação da torre.....	120
TABELA 4.12 – Podendo escolher, moraria ou não próximo a uma torre?	122
TABELA 4.13 – Compraria um imóvel próximo a uma torre de celular?	123
TABELA 4.14 – Receio em morar próximo a uma torre de celular	124
TABELA 4.15 – Tempo de comercialização de imóveis	127
TABELA 4.16 – Comercializa imóveis em todos os bairros	128
TABELA 4.17 – Imóveis comercializados por mês	129
TABELA 4.18 – Tem conhecimento sobre a localização das torres	129
TABELA 4.19 – Variação da oferta de imóveis próximos das torres.....	130
TABELA 4.20 – Variação porcentual do aumento na oferta de imóveis	132
TABELA 4.21 - Variação porcentual da diminuição na oferta de imóveis	133
TABELA 4.22 – Alteração dos valores dos imóveis próximos às torres.....	134
TABELA 4.23 – Variação porcentual da diminuição nos valores dos terrenos próximos às torres.....	136
TABELA 4.24 – Dificuldade para encontrar interessados por imóveis próximo das torres	137
Tabela 4.25 – Índice de recusa aos imóveis próximos das torres de celulares	138
TABELA 4.26 – Variação no valor dos aluguéis dos imóveis	139
TABELA 4.27 – Variação no valor dos aluguéis dos imóveis	140
TABELA 4.28 - Variação da diminuição no valor dos aluguéis dos imóveis próximos das torres.....	141
TABELA 4.29 – Aceitação de locação dos imóveis próximos das torres	142

1 INTRODUÇÃO

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA – MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

O surgimento de uma nova tecnologia é sempre seguido por uma série de temores e preconceitos sobre possíveis problemas que possam vir a acompanhar essa inovação.

A telefonia celular está associada a uma nova tecnologia, que tem como finalidade a superação do problema da comunicação entre as pessoas, podendo proporcionar às mesmas uma possível melhora na qualidade de vida e no seu entendimento.

Impelida pela necessidade compulsiva de uma interação cada vez mais rápida e evoluída entre as pessoas, a comunicação celular experimentou uma demanda explosiva junto a humanidade.

Sua aceitação, analisada sob a ótica do conforto pessoal, aconteceu de maneira extraordinariamente rápida, porém a sua implantação efetiva fez com que houvesse uma proliferação das instalações de torres, antenas e equipamentos. Cada conjunto dessas unidades, passou a ser denominada de Estação Rádio Base (ERB), por intermédio das quais são recebidos ou irradiados os sinais desse novo meio de comunicação.

Uma ERB pode utilizar várias antenas “omni-direcionais” que parecem mastros, medindo de 3 a 4,5 metros de comprimento, e são suportadas por torres ou postes, que de acordo com a tecnologia empregada, o

tipo de serviço prestado, a frequência a ele consignada e a densidade de tráfego, têm entre 15 a 60 metros de altura, acima do solo



FIGURA 1.1 – A torre, antenas e o container

Também, as ERBs, podem ser instaladas no topo de edifícios, fato este que vem a colaborar com a diminuição da poluição visual.

A explosão desenfreada dessas instalações, gerou polêmicas, dúvidas e questionamentos, principalmente sobre os possíveis efeitos biológicos que as mesmas poderiam causar.

O Brasil, desprovido de qualquer legislação sobre o assunto, adotou normas e limitações oriundas de organismos internacionais e procura sob pressão, regulamentar as condições de uso das características de emissão dos sinais desse tipo de comunicação, porém deixou ao encargo das

administrações municipais as normas e regulamentações pelas quais sejam definidos as instalações das torres, antenas e equipamentos necessários. Investidas de tal competência normativa, não é difícil se encontrar legislações municipais invadindo a esfera de competência da União Federal.

De acordo com a Lei Federal 9.972, em seu artigo 1º, cabe à ANATEL a responsabilidade quanto à regulamentação e à deliberação das normas técnicas para a instalação de torres, porém conforme o artigo 30 da Constituição Federal, cabe à administração municipal, controlar a ocupação do solo e a localização das torres dentro da cidade, de modo que as mesmas não interfiram no cotidiano e no bem estar dos moradores.

Afirma a Constituição Federal que compete ao município “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”.

Assim, regionalmente, promovem-se encontros e reuniões, nas quais temos a participação de políticos, dirigentes municipais, líderes de comunidade de bairros e entidades de classe, com a finalidade de discutir sobre novos projetos de lei que visem regulamentar as instalações de antenas transmissoras de ondas eletromagnéticas de frequência de 3 kHz a 300 GHz. Esse intervalo compreende a faixa de frequências utilizadas na quase totalidade das telecomunicações, incluindo rádio difusão, televisão, microondas e telefonia celular, além de outras aplicações.

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Pela importância que se apresenta, o problema deve ser analisado sob todos os seus desdobramentos e possíveis conseqüências. Qualquer análise lógica deve procurar uma solução onde as novas tecnologias desenvolvidas, sejam implantadas, devidamente regulamentadas e racionalmente utilizadas pelo homem, de maneira que não venham a oferecer risco algum ao seu semelhante, à sua propriedade e ao meio ambiente.

Muita literatura, muitos estudos, teses e trabalhos têm sido desenvolvidos com intuito de mostrar a influência das instalações das ERBs sobre os usuários do sistema de comunicação ou mesmo ao cidadão comum, não usuário (efeitos biológicos).

Porém, o problema que ora queremos abordar e que passa a ser a justificativa deste trabalho, é o de estendermos a preocupação e os estudos a outros riscos e efeitos provenientes das instalações das ERBs, tais como poluição visual, poluição sonora, anomalias atmosféricas, verificação da movimentação imobiliária das áreas adjacentes, efeitos psicológicos sobre os moradores das proximidades das mesmas e danos materiais.

Desta forma, passamos a nos referir a este trabalho e/ou pesquisa, como a dissertação que se intitula: “Análise de fatores de riscos e efeitos devidos às instalações de ERBs (Estações Rádio Base), para comunicações celulares”.

1.3 LIMITAÇÕES

O objeto de nosso estudo é de domínio privado e isto foi um sério limitador à obtenção de parâmetros significativos para o desenvolvimento de nosso trabalho, no que diz respeito ao acesso para o ambiente das ERBs a fim de efetuar medições de ruídos causadores de possível poluição sonora, bem como na medição de valores de aterramentos existentes, que oferecem influência direta na eficiência dos sistemas de proteções contra descargas atmosféricas (SPDA).

Na realização da pesquisa junto a população, encontramos resistência por parte das pessoas, que às vezes se omitiram em responder algumas perguntas, ou até mesmo se recusaram a nos receber.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Principal

O objetivo principal desta dissertação foi analisar, através de revisão bibliográfica, trabalho de campo, consultas e pesquisas, os prováveis fatores de riscos e seus efeitos ao meio ambiente e à população, devido as instalações de ERBs para comunicações celulares, tais como:

- Poluição visual;
- Poluição sonora;
- Efeitos devido a ocorrência de descargas atmosféricas;
- Efeitos psicológicos aos moradores do local;

- Danos materiais, e principalmente;
- Os efeitos sobre a movimentação imobiliária nas áreas próximas às ERBs.

1.4.2 Objetivos Específicos

Além de analisar os fatores de riscos e os seus efeitos, este trabalho pretendeu objetivar:

- a) – estudo de casos específicos inerentes.
- b) – indicativos que sinalizem diretrizes para implantações de novas ERBs.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação encontra-se organizada da seguinte forma:

O **presente capítulo** introduz o tema abordado, justifica a realização do trabalho, apresenta seus objetivos, hipóteses e limitações.

No **capítulo 2** é feito uma revisão bibliográfica sobre o assunto abordado, mostrando conceitos, procedimentos recomendados e normas adotadas para implantação e utilização das ERBs bem como a legislação existente. São considerados neste capítulo, os efeitos biológicos, atualmente em estudos.

O **capítulo 3** descreve a metodologia utilizada no trabalho, para a coleta de dados e medições de valores que possam trazer subsídios de interesse.

No **capítulo 4**, faz-se a descrição e análise dos resultados, para os prováveis riscos e efeitos considerados.

No **capítulo 5**, apresentam-se as conclusões do trabalho, diretrizes para futuras implantações de ERBs e sugestões para novas pesquisas de estudos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRIA DO TELEFONE

Segundo FORNARI (1984), cabe a um ilustre brasileiro, o Padre Roberto Landell de Moura, a glória de haver sido um pioneiro da telecomunicação. Nasceu em porto Alegre a 21 de janeiro de 1861, e estudou em São Leopoldo (Rio Grande do Sul) e na Universidade Gregoriana de Roma (Itália). Em 1892, foi morar no Estado de São Paulo, como pároco na cidade de Campinas, dedicando-se simultaneamente ao seu ministério sacerdotal e aos estudos científicos.

De acordo com FORNARI (1984), em Campinas, Landell teria deduzido o princípio: “Todo movimento vibratório tende a transmitir-se na razão direta de sua intensidade, constância e uniformidade de seus movimentos ondulatórios, e na razão inversa dos obstáculos que se opuserem à sua marcha e produção”. E daí teria originado o grande postulado: “Dai-me um movimento vibratório tão extenso quanto a distância que nos separa desses outros mundos que rolam sobre nossa cabeça, ou sob nossos pés, e eu farei chegar minha voz até lá.”

Ainda, segundo FORNARI (1984), quando Landell de Moura foi para São Paulo, levou consigo misteriosos embrulhos que continham peças de um aparelho de sua invenção e fabricação e com o qual, segundo afirmava, poderia falar, sem se utilizar fios, com outra pessoa a quilômetros de distância.

O Jornal do Comércio, do Rio de Janeiro, noticiou a nova e sensacional demonstração que constituiu um sucesso, a transmissão e

recepção sem fio, das palavras faladas, feitas do alto da Avenida Paulista para o Alto de Sant'Ana, numa distância de cerca de oito quilômetros, com a presença, entre outras testemunhas, do Cônsul C. P. Lupton, da Inglaterra.

Vale observar que isto teria ocorrido, mais de um ano antes da primeira e rudimentaríssima experiência de Guglielmo Marconi na primavera de 1895 e seis anos antes de seu primeiro radiograma. Landell de Moura teria transmitido sons em 1893 ao passo que Marconi começou a transmitir apenas sinais em 1894.

FORNARI (1984), diz que Landell conseguiu obter a patente brasileira número 3.279, “para um aparelho apropriado à transmissão da palavra à distância, com ou sem fios, através de espaço, da terra e da água”.

Ainda de acordo com FORNARI (1984), outros inventos de extrema importância levam o nome de Landell, que depois de três anos, grandes dissabores e dificuldades financeiras, viria a conseguir, nos Estados Unidos, em 11 de outubro de 1904 a patente de número 771.917, do transmissor de ondas e em 22 de novembro, sob números 775.337 e 775.846, as patentes do telefone sem fio e do telégrafo, respectivamente.

De volta ao Brasil, teria tentado entregar seus inventos ao então Presidente Rodrigues Alves, que lamentavelmente não o atendeu.

2.2 MEMÓRIA DA TELEFONIA NO BRASIL

De acordo com a memória divulgada pela ANATEL, o primeiro telefone teve origem em 1875 e se desenvolveu conforme a cronologia mostrada na FIGURA 2.1, até a privatização da Telebrás em 1998.

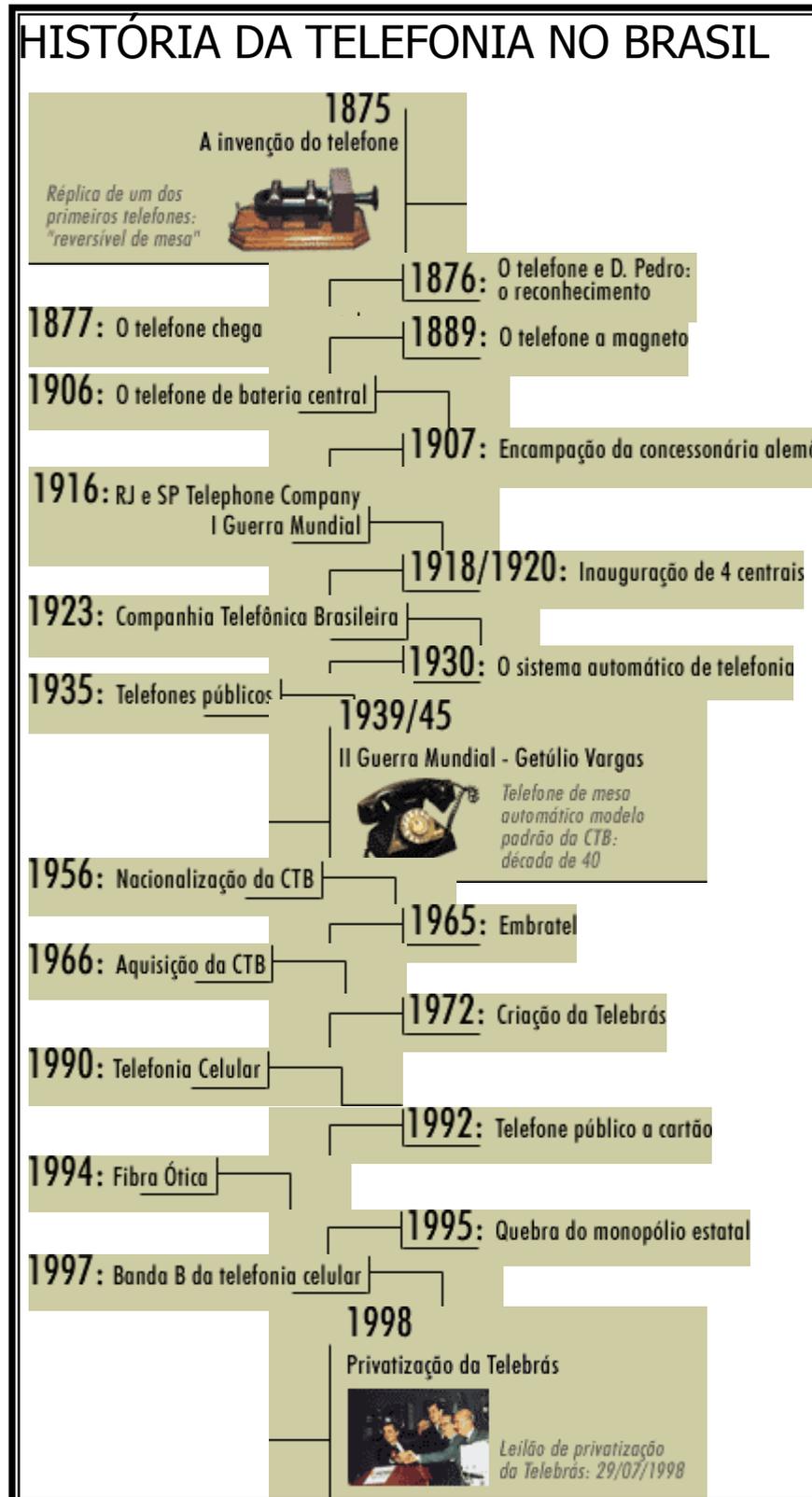


FIGURA 2.1 – História da Telefonia no Brasil-(ANATEL, 2001)

Também, segundo estudos apresentados pela ANATEL, a telefonia fixa teve um crescimento moderado, porém constante. A mesma moderação é prevista para os próximos anos como é mostrado na TABELA 2.1 e FIGURA 2.2 a seguir.

TABELA 2.1 – Quantidade de telefones fixos

ANO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
QUANT. (milhões)	13,3	14,6	16,5	18,8	22,1	27,8	38,3	40,5	45,1	49,6	53,8	58,1

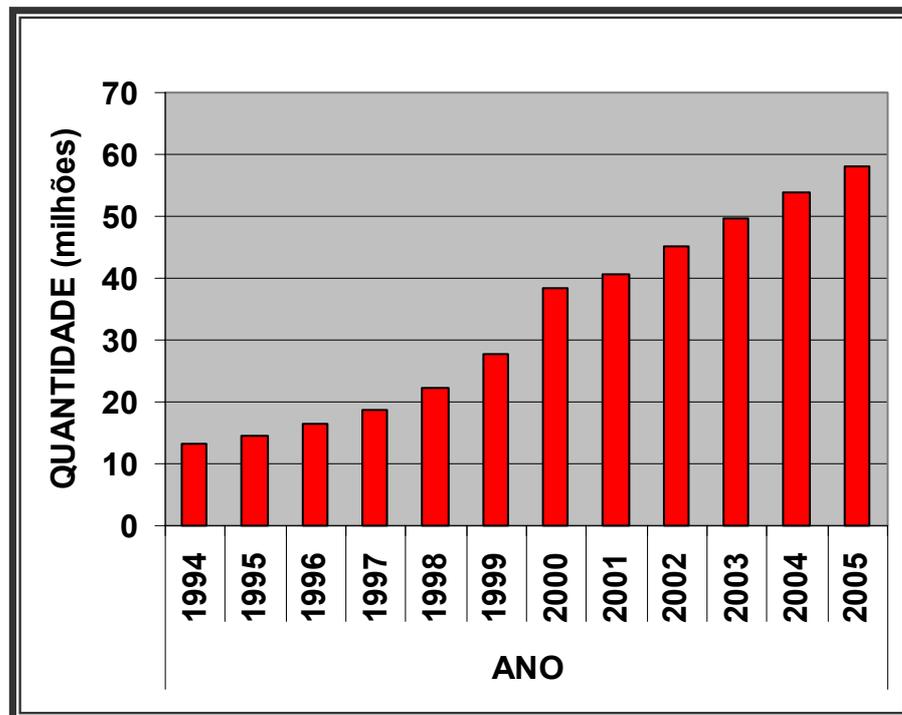


FIGURA 2.2 – Quantidade de telefones fixos – (ANATEL, 2001)

2.3 O CONCEITO CELULAR

Oficialmente, as primeiras aplicações de rádio de que se tem notícia, já se caracterizavam como comunicações móveis e datam do início do século 20.

No desenrolar da primeira guerra mundial os navios e aviões já contavam com esse equipamento de comunicação e após esse período, os rádios comunicadores passaram a fazer parte da vida humana, particularmente no setor de segurança pública.

A partir de 1980, as comunicações móveis adquiriram um caráter mais pessoal. Os sistemas de rádio, agora denominados celulares, estenderam a rede telefônica para os automóveis e pedestres. Uma nova expressão passou a fazer parte do cotidiano: as comunicações pessoais.

Os sistemas de rádio celular conectam um terminal móvel a um “outro usuário”, em geral através da rede de telefonia pública comutada, podendo este segundo, estar utilizando aparelho fixo ou também móvel.

O serviço celular opera através da divisão de uma cidade ou região em pequenas áreas geográficas chamadas células, sendo cada uma dessas áreas servidas por um conjunto de transmissores e receptores de baixa potência. Cada célula dispõe de um número razoável de canais com o objetivo de prover serviços para diversos usuários ao mesmo tempo. À medida que o usuário se movimenta através de uma cidade, ou uma região, o telefone celular passa automaticamente de uma célula para a seguinte, sem sofrer qualquer interrupção.

O conceito de telefonia celular foi desenvolvido nos laboratórios da AT&T, nos EUA, em 1947, porém os primeiros testes, com o objetivo de explorar aplicações comerciais, foram conduzidos apenas em 1962. O primeiro sistema comercial foi implantado em Tóquio em 1979. O primeiro sistema celular Norte Americano começou a operar em Chicago em 13 de outubro de 1983, (SCHNEIDERMAN, 1997 apud ABRICEM, 2000).

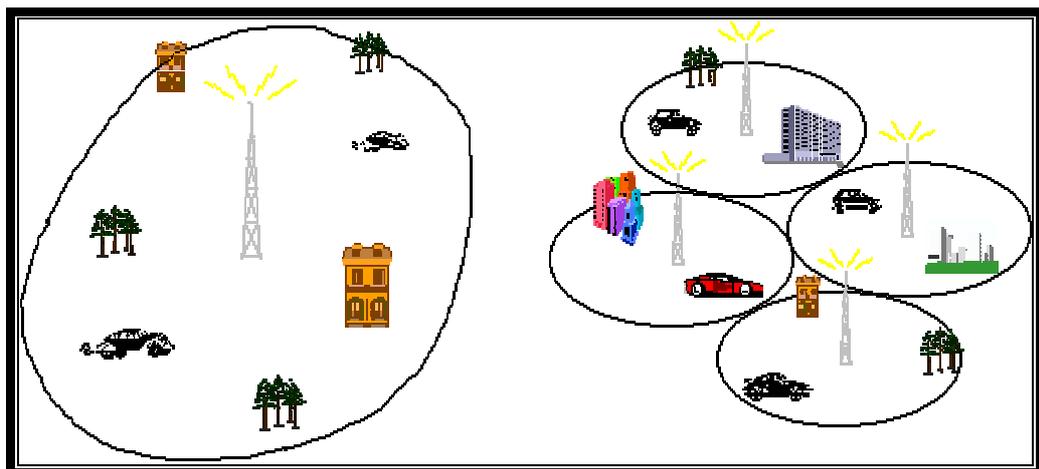
Antes de o conceito celular ser introduzido, a forma tradicional de se tratar as comunicações móveis (através de rádio), era considerar o problema de forma semelhante à radiodifusão instalando-se transmissores de alta potência no ponto mais alto de uma determinada localidade a fim de transmitir sinais em direção ao horizonte, com alcance entre 60 a 80 quilômetros ao redor da antena. Este sistema embora apropriado para uma área de grande concentração urbana, por suas limitações, não permitia a utilização simultânea por um grande número de usuários (pequena capacidade de canais de comunicação).

RODRIGUES (2000), em sua dissertação de Mestrado mostra as características técnicas do sistema de telefonia celular (técnicas de modulação, sistemas analógicos e digitais), técnicas de acesso, planejamento de freqüências e aspectos de rádio-propagação. Nesta, o mesmo ressalta as diferenças básicas entre os sistemas móveis convencionais e os celulares, que são mostrados na TABELA 2.2, seguinte (RODRIGUES, 2000).

TABELA 2.2 – Diferença entre os sistemas móveis de comunicações

SISTEMAS MÓVEIS CONVENCIONAIS	SISTEMAS CELULARES
baixa densidade de usuários	alta densidade de usuários
não reutilizam frequências	fazem reuso de frequências
alta potência de transmissão	baixa potência de transmissão
antenas elevadas	antenas pouco elevadas
grande área de cobertura	área de cobertura dividida em células
sem expansão celular	expansão modular teoricamente ilimitada

A Figura 2.3 a seguir ilustra a mudança no conceito de comunicações móveis (RODRIGUES, 2000).



a - cobertura convencional

b - cobertura celular

FIGURA 2.3 – Conceitos de cobertura para comunicações móveis

O conceito celular tratou o problema de cobertura, de maneira totalmente diferente; abandonou o modelo de radiodifusão e passou a utilizar transmissores de baixa potência, em grandes quantidades e cada um deles designado especificamente para atender apenas uma pequena área, denominada célula. A FIGURA 2.4, a seguir, apresenta de forma esquemática esse modelo.

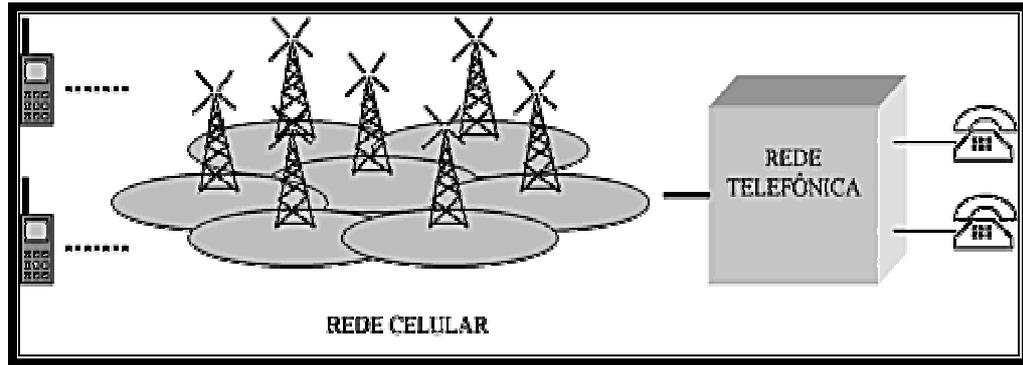


FIGURA 2.4 – Conceito de célula – (ABRICEM, 2000).

Ao reduzir as áreas de cobertura e criar um grande número de pequenas células, tornava-se possível, teoricamente, reutilizar o mesmo conjunto de freqüências em cada uma das diferentes células, ou seja, todas as freqüências disponíveis poderiam ser utilizadas em cada uma das células.

Em alguns casos, como nos sistemas celulares analógicos, devido a interferência entre os telefones móveis que, localizados em células adjacentes, estariam utilizando as mesmas freqüências, o processo não ocorre de uma maneira perfeitamente como descrito, portanto na prática, há a necessidade de se pular algumas células adjacentes para se poder utilizar as mesmas freqüências novamente, como mostrado na FIGURA 2.5, seguinte.

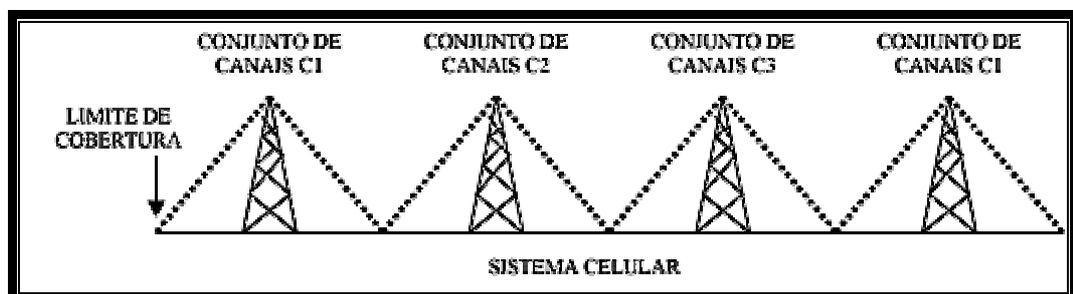


FIGURA 2.5 – Sistema Celular – (ABRICEM, 2000)

Observa-se na figura que o conjunto de canais C1 é utilizado em duas células suficientemente distantes uma da outra. No entanto a idéia básica de reutilização de freqüências mostrou-se perfeitamente válida, permitindo-se a criação de mais de um circuito telefônico móvel a partir de um mesmo canal, reutilizando-o em diferentes partes da cidade ou região. Assim, o rádio celular foi uma evolução natural das comunicações móveis, em função da necessidade de prover capacidade adicional de rádio em uma determinada área geográfica (CALHOUN, 1988 apud ABRICEM, 2000).

O desenvolvimento dessa tecnologia inovadora levou a exigir que aparelhos fossem agrupados de tal forma a existir uma integração funcional entre os mesmos, cuja forma esquemática representamos a seguir, pela FIGURA 2.6.

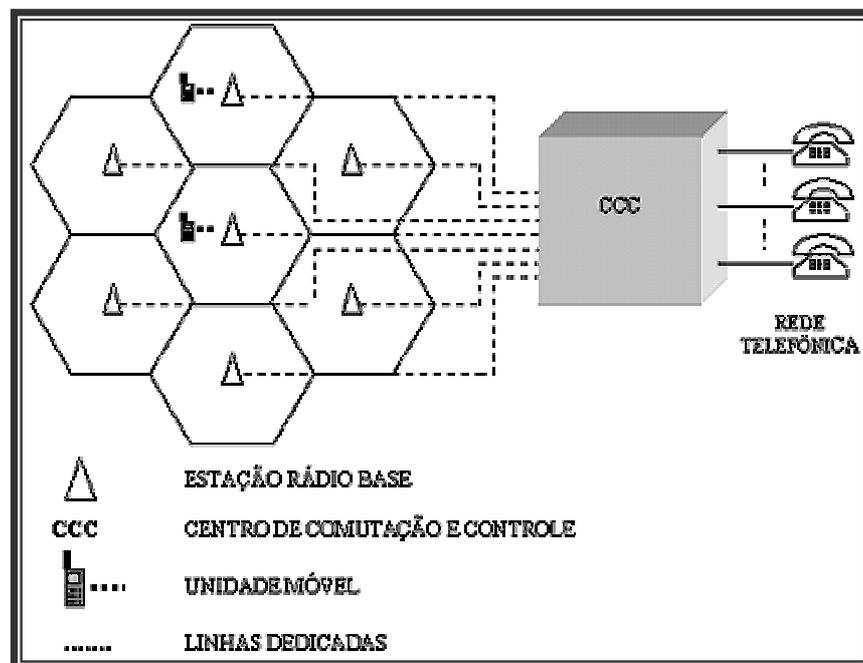


FIGURA 2.6 – Integração Celular – (ABRICEM, 2000)

Os principais componentes desse sistema são o Centro de Comutação e Controle (CCC), a Estação Rádio Base (ERB) e a Unidade Móvel.

O CCC é o elemento de controle dos sistemas celulares. É responsável pela comutação das chamadas para as células, faz a interface com as redes telefônica convencionais, monitora o tráfego para efeito de emissão das contas telefônicas, realiza testes diagnósticos de serviços e propicia a gerência de toda a rede.

A unidade móvel do assinante constitui-se basicamente em um transceptor portátil de voz e dados, desenvolvido para comunicar-se com os rádios das estações base em qualquer dos canais alocados. Opera em modo *full-duplex*, possuindo um caminho de ida e um de retorno em relação à estação base, que são os *links* reverso (móvel para base) e direto (base para móvel). Além da comunicação de voz, a estação móvel também se comunica com a estação base através de suas funções de controle e sinalização. Possui um modem extremamente rápido que permite a sincronização imediata na frequência determinada pelo CCC (RODRIGUES, 2000).

A célula, com sua ERB é a interface entre a Unidade Móvel e o CCC. Recebe sinais e comando do CCC, envia ou recebe tráfego para a Unidade Móvel. O diâmetro dessas células pode variar de 1 a 40 quilômetros.

Em certas células, tais como aquelas localizadas em áreas de alta densidade demográfica, o aumento de tráfego local pode levar ao esgotamento de recursos (utilização de todos os canais disponíveis) da célula. No entanto, a capacidade do sistema pode ser aumentada através da diminuição do tamanho

da célula, associado sempre à diminuição da potência das ERBs dessas células. A redução da extensão do raio da célula permite que as faixas de frequências possam ser reutilizadas, agora a distâncias menores. Esse tipo de abordagem permite que as operadoras acomodem o tamanho das células em função do crescimento da população (BLACK, 1997 apud ABRICEM, 2000).

Como desvantagem do processo, teremos um aumento no número de ERB. Uma redução do raio da célula por um fator “k”, aumentará o número de ERBs por um fator “k²”.

Estas características podem ser observadas na FIGURA 2.7 a seguir.

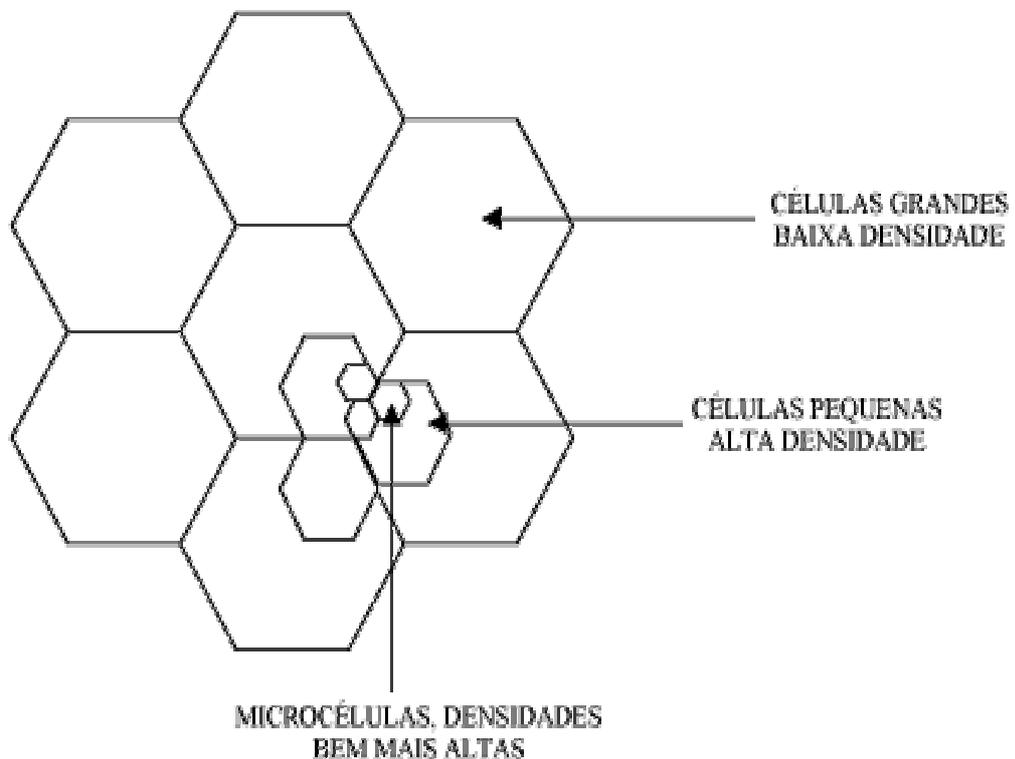


FIGURA 2.7 – Subdivisão celular – (ABRICEM, 2000)

A mobilidade é uma das principais características dos sistemas de comunicação celular. Esse conceito significa que uma chamada celular, originada em qualquer lugar e em qualquer momento dentro da área de serviço, pode ser mantida sem interrupção enquanto o assinante está em movimento. Isso se deve ao mecanismo de *handoff*, que é um processo de troca de frequência das portadoras alocadas ao móvel, conforme este muda da região de cobertura de uma ERB para a de outra.

Na prática, problemas podem surgir pelo fato dos móveis trafegarem nas mais diferentes velocidades. Veículos a altas velocidades passam pela região de cobertura em questão de segundos enquanto que pedestres podem não precisar de nenhum *handoff* no decorrer de uma chamada. Particularmente, com a adição de microcélulas (células de algumas centenas de metros de raio) para prover capacidade, o CCC pode rapidamente ficar sobrecarregado se usuários a altas velocidades estão constantemente sendo transferidos entre células muito pequenas. Muitos esquemas foram e estão sendo desenvolvidos para lidar com o tráfego simultâneo de móveis a altas e baixas velocidades, ao mesmo tempo em que minimizam a intervenção do CCC para o *handoff* (RAPPAPORT, 1996).

Embora o conceito celular ofereça claramente um aumento de capacidade através da adição de células, na prática é difícil para provedores de serviços celulares encontrar novas localidades para instalar estações base, especialmente em áreas urbanas. Devido às dificuldades encontradas, fica mais atraente para os provedores instalar canais adicionais e novas ERBs na

mesma localidade de uma célula já existente, ao invés de procurar novas localidades.

Através do uso de diferentes alturas de antenas (frequentemente no mesmo prédio ou torre) e de diferentes níveis de potência, é possível se prover células maiores e menores localizadas numa mesma região. Essa abordagem é conhecida como *célula guarda-chuva (umbrella cell approach)* e é usada para prover grandes áreas de cobertura a usuários em alta velocidade e pequenas áreas de cobertura para usuários a mais baixa velocidade. A FIGURA 2.8 a seguir, mostra o conceito (RODRIGUES, 2000).

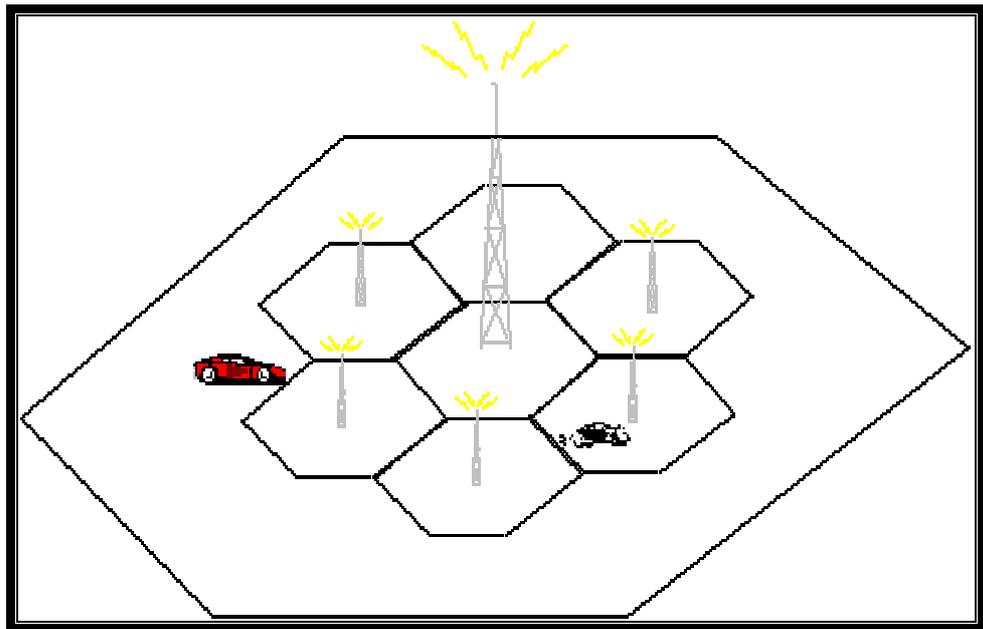


FIGURA 2.8 – Conceito de célula “guarda chuva” - (RODRIGUES, 2000)

Entendido o conceito da divisão territorial denominado célula, suas divisões e subdivisões, compreende-se a necessidade da proliferação das

torres com suas antenas e equipamentos. Todas essas regiões ou micro regiões deverão ter sua estação com sua torre e seus equipamentos.

O conceito da telefonia celular como um simples meio de comunicação pessoal, está mudando a uma velocidade impressionante. Em pouco mais de um ano, o celular agregou mais atributos que qualquer outra ferramenta de uso corporativo; a seguir, apresentam-se as fases de sua evolução.

2.3.1 Sistemas Analógicos – Primeira Geração

Entraram em operação em 1990. Não são adequados para transmissão de dados, apenas de voz.

A técnica de modulação utilizada nos canais de voz é a frequência modulada (FM).

2.3.2 Sistemas Digitais – Segunda Geração

Os sistemas celulares de segunda geração possuem como característica comum o fato de empregarem esquemas de modulação digital também nos canais de voz, e não apenas nos canais de controle como já era feito nos sistemas de primeira geração.

A modulação digital oferece muitas vantagens quando comparada à modulação analógica. Entre elas, pode-se citar: maior imunidade a ruído e a outros efeitos nocivos do canal; maior facilidade e praticidade de se multiplexar várias formas de informação, como voz, dados e vídeo, por exemplo; e maior

segurança nas informações. Além disso, esquemas de modulação digital podem comportar códigos de detecção e/ou eliminação de erros e ainda códigos complexos de codificação e equalização, entre outros, para melhorar o desempenho geral do sistema.

Os celulares de segunda geração deram início à internet móvel.

2.3.3 Celulares Geração 2,5

Sua utilização teve início em 2000 na Coreia e em 2001 na Europa, Estados Unidos e Brasil. Estes celulares permitem transmissão de áudio e vídeo e internet sem fio.

Entre os novos serviços de telecomunicações, alguns são infelizmente necessários no atual momento do país. Os aparelhos celulares de clientes de alguns bancos agora tocam, por exemplo, todas as vezes que são feitos saques em terminais financeiros ou pagamento com cartões de crédito; uma proteção segura contra golpes. Outro serviço novo é o rastreamento de veículos automotivos por meio de satélites.

A oferta de novas modalidades de serviços promete crescer de forma explosiva nos próximos anos e constitui a prioridade absoluta de todas as operadoras de serviços.

O número de usuários de telefones celulares no Brasil, desde a venda do primeiro aparelho, com tecnologia analógica, em 1990, apresentou um crescimento vertiginoso a partir de 1998 quando ocorreu a privatização do sistema. A TABELA 2.3 e a FIGURA 2.9 a seguir mostram o crescimento real

até 2001, bem como as previsões apontadas para os anos de 2002 até 2005 (ANATEL e ACCENTURE 2001).

TABELA 2.3 – Evolução da telefonia móvel celular no Brasil

ANO	NUMERO DE USUÁRIOS	OCORRÊNCIAS DE DESTAQUE NO PERÍODO
1990	1.000	É vendido o primeiro aparelho celular, com tecnologia analógica, no Brasil, por U\$22.000
1994	800.000	-
1997	4,5 milhões	-
1998	7,3 milhões	O sistema Telebrás é privatizado Saem as primeiras licenças para a banda B Surtem os aparelhos celulares digitais
1999	15,3 milhões	Lançamento do celular pré-pago
2000	21,6 milhões	-
2001	29,5 milhões	Leiloadas as bandas D e E de telefonia móvel
2002	37,9 milhões	Empresas das bandas D e E começarão a operar e impulsionarão a GERAÇÃO 2,5 de aparelhos
2003	45,5 milhões	Desenvolvimento da GERAÇÃO 2,5 de aparelhos, atingindo a 7 milhões de usuários previstos
2004	52,6 milhões	A TERCEIRA GERAÇÃO de celulares, com capacidade para videoconferência e internet mais rápida, deverá chegar ao Brasil
2005	58,0 milhões	A hipernet deverá substituir a internet, dando vez a uma série de serviços na velocidade da luz, com aproximadamente 34 milhões de usuários desses serviços

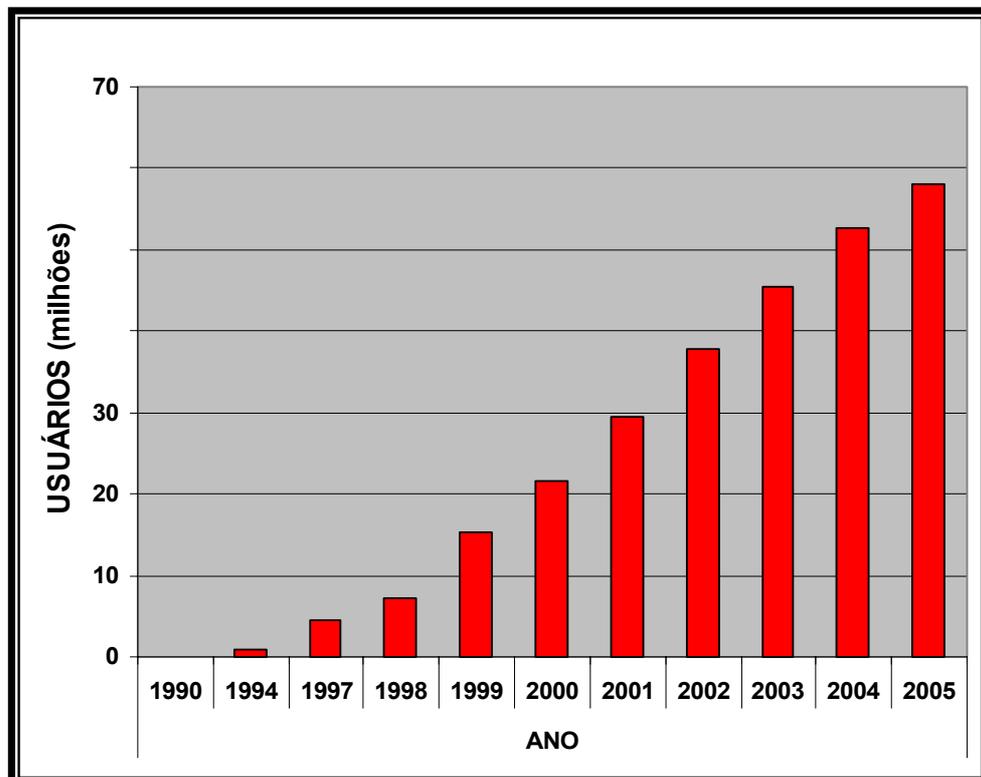


FIGURA 2.9 – Evolução da telefonia celular no Brasil – (ANATEL, 2001)

O movimento dos números dos usuários da telefonia celular, no Continente Americano está mostrada na TABELA 2.4, seguinte.

TABELA 2.4 – Telefonia celular nas Américas

País	Número de assinantes (mil)					Crescimento médio anual (%) 1995-1997	Difusão (%)	
	1990	1995	1996	1997	% que ocupa no continente		por 100 habitantes	Do total de assinantes de telefonia
Bolívia	-	7,2	20,3	116	0,2	301,4	1,5	17,8
Colômbia	-	274,6	522,9	1.264,80	1,8	114,6	3,5	19,2
Equador	-	49,8	59,9	160,1	0,2	79,3	1,3	15,1
Peru	1,7	73,5	201	435,7	0,6	143,5	1,8	20,9
Venezuela	7,4	400	581,7	1.071,90	1,5	63,7	4,6	27,7
México	63,9	642	1.021,90	1.747	2,5	65	1,8	15,9
Chile	13,9	197,3	335,4	410	0,6	44,2	2,8	13,6
Argentina	12	340,7	568,3	2.012,50	2,8	143	5,6	23
Paraguai (1)	-	15,8	32,9	32,9	0	44,3	0,7	15,7
Uruguai	-	40	79,7	149,7	0,2	93,5	4,6	16,4
Brasil	0,7	1.285,50	2.498,20	4.400	6,2	85	2,7	22,6
Estados Unidos	5.283,10	33.785,70	44.043,00	55.312,30	77,70	28,00	20,60	24,50
Canadá (1)	583	2.589,80	3.420,30	3.420,30	4,80	14,90	11,40	15,90
Américas	5.994,30	40.051,90	53.877,70	71.181,40	33,30	33,30	9,00	22,80
Mundo	11.192,30	88.640,90	144.245,40	213.757,40	100,00	55,30	3,70	21,50

(1) - Dados de 1996
Fonte: União Internacional de Telecomunicações e Panorama Setorial

2.3.4 Celulares Geração 3G

Permitirá videoconferências pelo celular em tempo real. Dará origem a uma internet mais veloz que as domésticas de banda larga.

2.4 COMUNICAÇÕES CELULARES

Toda comunicação via rádio caracteriza a existência de um transmissor e um receptor que propagam os sinais como radiações eletromagnéticas.

A radiação eletromagnética é definida como a propagação de energia através do espaço na forma de ondas ou partículas. Alguns fenômenos eletromagnéticos podem ser mais bem explicados se a energia for considerada onda, enquanto outros são melhor entendidos tomando a energia como fluxo de partículas, os fótons. Fótons associados ao raio-X e raios gama (com frequências muito altas), têm um elevado nível de energia associado. No outro lado do espectro eletromagnético, os fótons associados a ondas de frequências baixas, como os da telefonia celular, têm muita menos energia. Para uma comparação simples, temos que a energia de um fóton associado ao raio-X é bilhões de vezes maior que a de um fóton associado a uma onda relativa ao telefone celular.

Um outro conceito que se faz necessário entender, denomina-se ionização que é a ação pela qual elétrons são arrancados de átomos e moléculas. Este processo pode produzir mudanças moleculares que trazem danos ao tecido biológico, incluindo efeitos sobre o DNA, o material genético. A absorção de um fóton de raios-X ou gama pode produzir ionização e conseqüente dano biológico, devido ao conteúdo de alta energia do fóton.

São radiações ionizante as partículas α , β , prótons, nêutrons e as ondas eletromagnéticas X e gama (estas desprovidas de massa).

Entende-se por radiação não ionizante (RNI) aquela que não tem energia suficiente para ionizar o átomo de uma substância, porém é capaz de produzir a excitação dos elétrons, fazendo com que a energia interna desse átomo aumente, podendo resultar na liberação de calor (efeito térmico) (ANATEL, 1999).

No espectro eletromagnético, as RNI, encontram-se na faixa de frequências compreendidas entre 0 Hz a 300 GHz. Relacionado a efeitos biológicos em seres vivos (patologias), essas radiações são divididas em duas faixas; baixa e alta frequência.

Nas RNI de baixa frequência (0 Hz a 10 kHz), embora existam estudos a nível mundial, nos quais pesquisadores indicam uma incidência maior de alguns tipos de câncer em pessoas que tenham proximidade com subestações de energia ou linhas de alta tensão em 60 Hz, nenhum desses estudos conseguiu comprovação epidemiológica desta incidência.

Vários países dispõem de normas e limites de exposição a essas ondas de baixa frequência, consideradas para área de trabalhadores e áreas públicas. No entanto, não existem equipamentos individuais de proteção para este tipo de radiação, exigindo-se quando necessário, um levantamento da intensidade do campo elétrico e magnético no local, a fim de que os mesmos sejam identificados e tenham posterior restrição de acesso e permanência controlada.

Esses campos eletromagnéticos de baixa frequência (60 Hz no Brasil), podem induzir correntes elétricas no nosso corpo e gerar efeitos na superfície, como eriçar nosso cabelo. Eles podem também afetar marcapassos cardíacos e outros implantes metálicos. Choques causados pelo contato com objetos eletricamente carregados são outros efeitos.

Também esses campos de baixa frequência, causam irritação das células sensoriais, nervosas e musculares, Quanto maior a intensidade do campo, maior o efeito.

O organismo humano pode compensar freqüentemente interações fracas. Campos de maior intensidade causam estresses que podem conduzir a danos irreversíveis à saúde, sob certas circunstâncias.

Nas radiações ionizantes de alta freqüência (10kHz a 300 GHz), os efeitos biológicos são completamente diferentes, com suas patologias típicas, causadas por variações térmicas.

As radiações eletromagnéticas ocorrem naturalmente, mas em intensidades muito baixas, quando comparadas às radiações artificiais. O marcante desenvolvimento e a proliferação, nas últimas décadas, de aparelhos eletrônicos de usos industriais, militares, domésticos, ou para aplicações médicas, que emitem uma grande variedade de energia irradiante não-ionizante, aumentaram consideravelmente as fontes artificiais de radiações eletromagnéticas (MICHAELSON, 1972 apud LAMPARELLI, 1988). Essas fontes podem ser de dois tipos: emissoras intencionais e não-intencionais (ou de radiação incidental). As emissoras intencionais típicas incluem as antenas transmissoras de rádio e televisão, instalações de radar e telecomunicações. As fontes não intencionais incluem os equipamentos elétricos e eletrônicos de uso industrial ou comercial, que podem de alguma maneira irradiar algum tipo de onda eletromagnética.

Em 1939, o físico americano Albert Wallace Hulst começou a desenvolver um aparelho que foi denominado megatron, e que é um gerador de microondas para radar. Dez anos depois Percy Lebaron Spencer, outro físico americano percebeu que um copo de leite gelado, deixado perto do megatron, ficava quente, toda vez que o aparelho emitia ondas de radar. Este fato experimental só podia ter uma explicação: a colisão das moléculas de

água entre si, pois uma molécula de água é uma molécula polar, isto é, possui um momento magnético associado a um campo magnético intrínseco. Este momento magnético que é uma grandeza vetorial acaba oscilando com uma frequência igual à frequência da microonda incidente. Esta oscilação provoca fricção entre as moléculas de água e esta fricção produz calor que pode ferver a água. Todos os órgãos sensoriais que regulam o corpo humano operam usando pequenas correntes elétricas. É preciso saber até que ponto os campos eletromagnéticos emitidos por aparelhos e antenas para comunicações celulares, podem afetar a eletricidade biológica.

Enquanto não se determina o real efeito das antenas de telefonia celular, a proliferação desses equipamentos desperta medo e alimenta fantasias. Erguidas em quintais, terrenos baldios e ao lado de casas e prédios, essas estruturas gigantes revestidas de metal, são vistas com receio por grande parte da população. Elas podem ser do tipo fixas ou móveis.



FIGURA 2.10 – Torre de celular (fixa)



FIGURA 2.11 – Torre de celular (móvel)

O espectro das RNI compreende os campos eletromagnéticos de baixa frequência, radiofrequência, microondas, infravermelho, radiação visível e ultravioleta.

O sistema de telecomunicações opera nas faixas de frequências que compreendem o espectro das radiofrequências e microondas.

No Brasil, como nos Estados Unidos, as transmissões entre terminais móveis e ERB são feitas na faixa de 824MHz a 849MHz e as transmissões entre as ERBs e terminais móveis utilizam a faixa de 869MHz a 894MHz. A potência irradiada pelo telefone móvel, segundo seus manuais, oscila em torno de 600 miliwatts. Essa potência transportada por uma onda eletromagnética é suficiente para aquecer a carcaça metálica da bateria que alimenta o telefone móvel.

Diante do exposto, cabe uma indagação sobre o que pode ocorrer no cérebro humano, cuja massa contém acima de 70% de água.

As radiofrequências estão divididas em função de suas frequências conforme TABELA 2.5 que vem a seguir.

TABELA 2.5 – Espectro da Radiopropagação (RODRIGUES, 2000)

Frequências	Mecanismos de propagação	Aspectos de sistema	Tipos de serviço
ELF (30 - 300 Hz)	onda "guiada" entre a ionosfera e a superfície da Terra e refratada até grandes profundidades no solo e no mar	antenas (cabos aterrados) gigantescas; taxas de transmissão muito baixas (1 bps)	comunicação com submarinos; minas subterrâneas; sensoriamento remoto do solo
VLF (3 - 30 kHz)	onda "guiada" entre a camada D da ionosfera e a superfície da Terra e refratada no solo e no mar	antenas de tamanho viável têm ganho e diretividade muito baixos; taxas de transmissão muito baixas	telegrafia para navios com alcance mundial; serviços de navegação; padrões horários
LF (30 - 300 kHz)	onda "guiada" entre a camada D da ionosfera e a superfície da Terra até 100 kHz, com a onda ionosférica tornando-se distinta acima desta frequência	antenas de tamanho viável têm ganho e diretividade muito baixos; taxas de transmissão muito baixas	comunicação de longa distância com navios; rádio-difusão e serviços de navegação
MF (300 - 3000 kHz)	onda de superfície a curta distância e em frequências mais baixas e onda ionosférica a longa distância	possibilidade de uso de antenas de 1/4 de onda e antenas diretivas com múltiplos elementos	rádio-difusão, rádio-navegação e alguns serviços móveis
HF (3 - 30 MHz)	onda ionosférica acima da distância mínima; onda de superfície a distâncias curtas	uso de antenas log-periódicas e conjuntos horizontais de dipolos; sistemas de poucos canais	fixo ponto-a-ponto; móvel terrestre, marítimo e aeronáutico; rádio-difusão
VHF (30 - 300 MHz)	propagação em visibilidade; difração; tropodifusão (ondas espaciais)	antenas Yagi (dipolos múltiplos) e helicoidais; sistemas de baixa e média capacidade	fixo terrestre; móvel terrestre e por satélite; rádio-difusão; rádio farol
UHF (300 - 3000 MHz)	propagação em visibilidade; difração; tropodifusão (ondas espaciais)	efeitos de refração; multipercursos; difração pelo relevo; espalhamento troposférico.	fixo terrestre; radar móvel terrestre e por satélite; radio-difusão e TV; celular e PCS (Personal Communication Systems)
SHF (3 - 30 GHz)	propagação em visibilidade	antenas de abertura; sistemas de alta capacidade	fixo terrestre e por satélite; móvel terrestre e por satélite; sensoriamento remoto; radar
EHF (30 - 300 GHz)	propagação em visibilidade	antenas de abertura; sistemas de alta capacidade	rádio acesso fixo e móvel; sistemas por satélite; sensoriamento remoto

Os campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo, encontrados na natureza e em inúmeras aplicações práticas, abrangem uma extensa faixa de frequências, mostradas na FIGURA 2.12, seguinte (ANATEL, 1999).

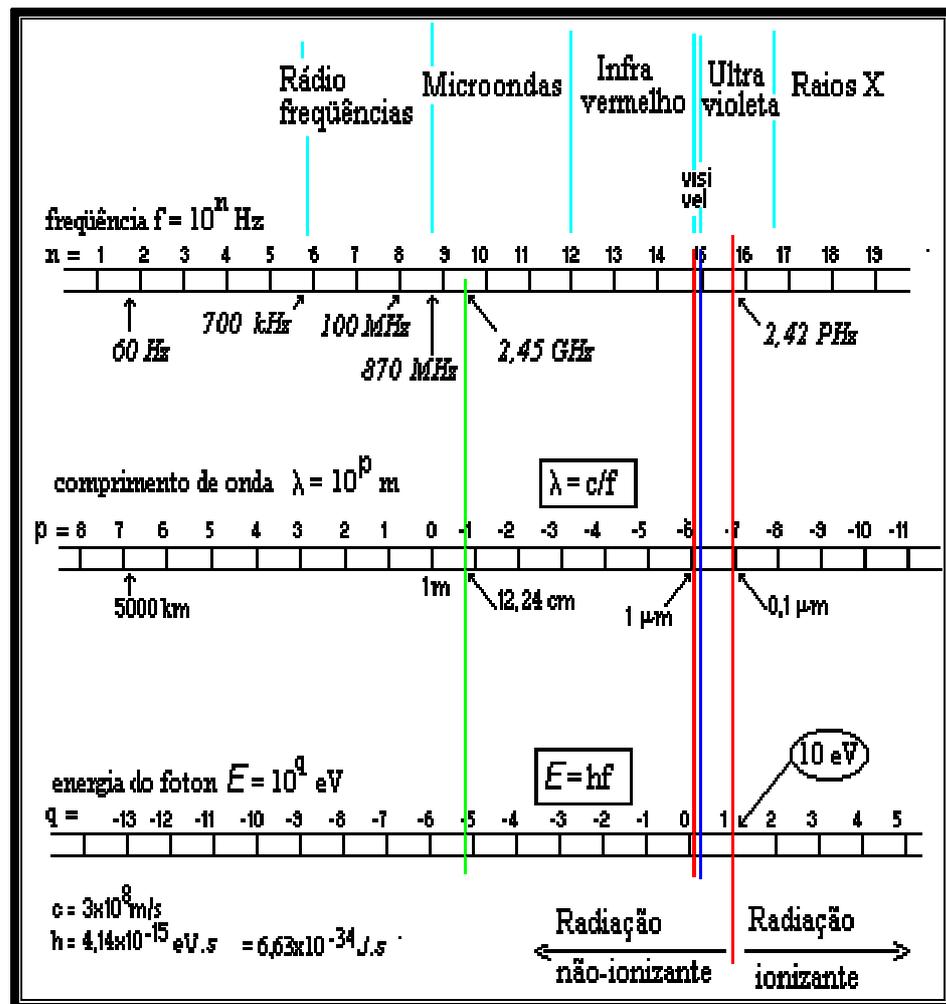


FIGURA 2.12 – Espectro de frequências – (ANATEL, 1999)

Observação : significado dos prefixos das unidades, no sistema internacional (SI) : k (quilo) = 1000 = 10^3 ; M(mega) = 1000000 = 10^6 ; G(giga) = 10^9 ; T(tera) = 10^{12} ; P(peta) = 10^{15} ; (centi)=1/100 = 10^{-2} , μ (micro) = 1/1000000 = 10^{-6} ; n (nano) = 10^{-9}
eV (elétron-volt) = unidade de energia igual a variação de energia de um elétron quando submetido a uma diferença de potencial de 1 volt.

Nas escalas (logarítmicas) de frequência e comprimento de onda, foram destacados alguns valores correspondentes a aplicações práticas bem conhecidas, que são destacadas na TABELA 2.6.

TABELA 2.6 – Frequência, comprimento de onda e suas aplicações

FREQUÊNCIA (f)	COMPRIMENTO DE ONDA (λ)	APLICAÇÕES TÍPICAS
60 Hz	5.000 km	Transmissão e distribuição de energia elétrica
700 kHz	430 m	Estação de radiodifusão AM
100 MHz	3 m	Estação de radiodifusão FM
870 MHz	34 cm	Estação de telefonia celular
2,45 GHz	12 cm	Forno de microondas

Observa-se que, além das escalas de frequência e comprimento de onda, foi incluída uma escala de “energia do fóton”, que passamos a justificar.

As ondas eletromagnéticas têm um conteúdo energético, que se manifesta no dia-a-dia. Basta pensar na energia da luz solar, que se transforma em calor em nossa pele, ou na energia que gera corrente elétrica nas células fotoelétricas.

Foi justamente o efeito fotoelétrico que, junto com outros fenômenos, levou Einstein a considerar que o comportamento da luz, e das radiações eletromagnéticas em geral, pode ser explicado, conforme o fenômeno observado, por um modelo ondulatório, ou por um modelo corpuscular, que pode ser visto pela FIGURA 2.13.

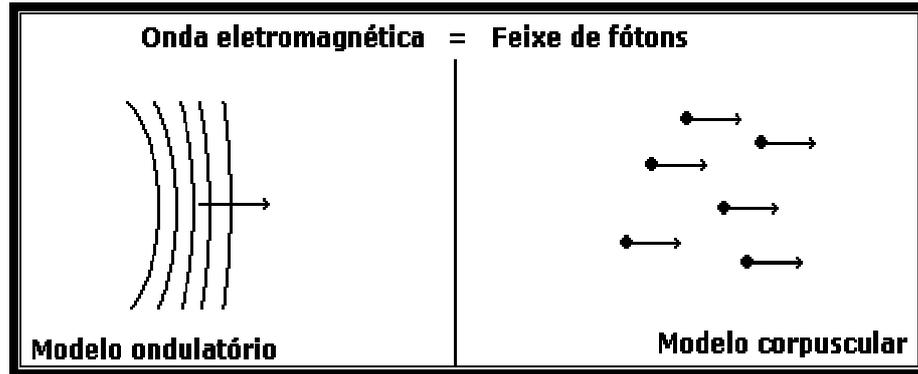


FIGURA 2.13 – Modelo Ondulatório e Corpuscular

Neste segundo modelo, a radiação é representada por um feixe de partículas elementares denominadas fótons, que se deslocam no espaço com a velocidade da luz (300.000 km/s), qualquer que seja a frequência da radiação.

A energia associada a cada fóton individualmente é proporcional à frequência da radiação.

A proporcionalidade entre a energia do fóton e a frequência tem implicações fundamentais no tocante aos efeitos biológicos das ondas eletromagnéticas (ANATEL, 1999).

Observe-se que na FIGURA 2.12 existem as duas regiões distintas do espectro: o das radiações não ionizantes (RNI) e o das ionizantes.

O espectro eletromagnético, mostrado na FIGURA 2.14 a seguir, inclui todas as várias formas de energia eletromagnética desde as de frequência extremamente baixa (ELF), comprimentos de ondas muito longos, até raios-X e raios gama, os quais têm frequências muito altas e correspondentemente comprimentos de onda curtos.

Entre esses dois extremos estão as ondas de rádio, microondas, radiação infravermelha, luz visível e radiação ultravioleta, nesta ordem. A parte da radiofrequência do espectro eletromagnético é geralmente definido como

aquela parte do espectro onde as ondas eletromagnéticas têm freqüências numa faixa de cerca de 3kHz a 300GHz (CLEVELAND e ULCEK, 1999).

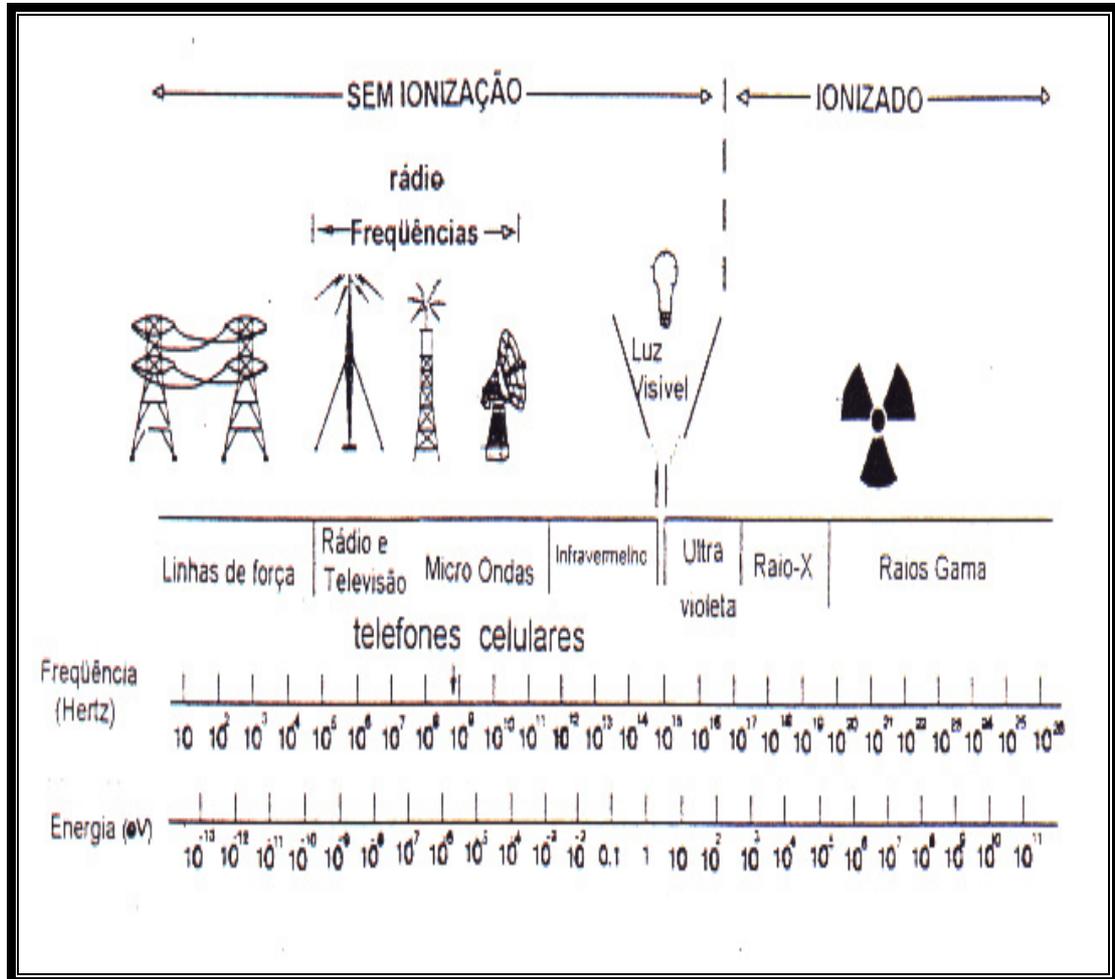


FIGURA 2.14 – O espectro eletromagnético

Ampliando uma parte do espectro eletromagnético anteriormente apresentado, mostramos na FIGURA 2.15, os tipos de radiações eletromagnéticas que correspondem ao raio gama (γ) até as ondas longas, ressaltando para cada tipo, sua freqüência e seu respectivo comprimento de onda.

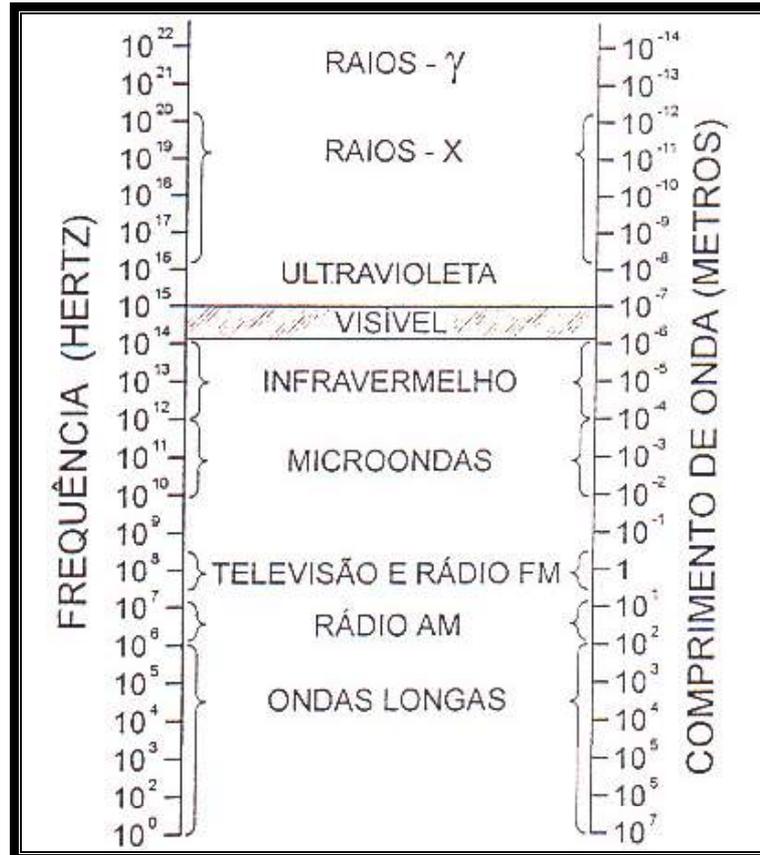


FIGURA 2.15 – Espectro Eletromagnético (parcial)

2.5 EXTENSÃO DO RÍSCO

2.5.1 A Contaminação Invisível

O uso ilimitado e sem controle da energia eletromagnética sob suas múltiplas formas projeta um grave perigo ao homem e ao meio ambiente. Investigações realizadas mostram que essa energia, instituída ao homem pelo próprio homem, pode afetar ao mesmo e ao meio em que vive, de tal maneira que se pode tornar descontrolada.

A vida em nosso planeta apresenta-se em desenvolvimento no interior de um ambiente eletromagnético crescente ao longo dos anos. Nos últimos 90 anos, e mais acentuadamente a partir da década de 40, a sociedade tecnológica tem criado uma contaminação eletromagnética do meio ambiente que tem gerado modificações ambientais de proporções preocupantes.

Nessa utilização sem restrição desse tipo de energia tem criado um meio ambiente cada vez mais perigoso para a vida. As radiações invadem lugares expondo todos os organismos vivos, desde os vírus até os seres humanos a estranhos campos energéticos.

A exposição dos organismos vivos a campos eletromagnéticos anormais, pode originar significativas anomalias em sua fisiologia e funções, assim como novos estados patológicos e modificações das características e quadros clínicos de algumas doenças já existentes.

Segundo WERTHEIMER (1999), professora de Epidemiologia da Universidade do Colorado, Estados Unidos, existe uma conexão entre as linhas de eletricidade com frequência de transmissão a 60 Hz, com a crescente

incidência da leucemia infantil, entre as crianças que habitavam as imediações das mesmas. Na época, as empresas concessionárias de eletricidade não quiseram nem ouvir ou falar sobre o assunto pois já eram suficientemente grande e problemáticos os efeitos atribuídos pelos cientistas, às torres e linhas de alta tensão, que zigzagueavam pelos campos.

Hoje, as investigações de WERTHEIMER (1999) são apenas uma pequena porção de um desafio científico, poderoso e de múltiplas facetas, à presunção de benignidade da energia eletromagnética, tanto na transmissão e distribuição de energia em fabulosas voltagens, como na disseminação dos radares, da utilização das microondas bem como as comunicações celulares.

De acordo com CLEARY (1983) apud ROBERT (1999), a possibilidade de exposição de um grande segmento da população a uma complexa radiação de multifreqüência no ambiente é atualmente uma realidade. Incluem-se aqui as radiações de radiofreqüência, numa faixa de 300 kHz a 300 MHz e as microondas de 300 MHz até 300 GHz.

A necessidade crescente de implantações de novas ERBs para atendimento à explosiva demanda de usuários, aliado à dificuldade cada vez maior em dispor de terrenos que ofereçam as condições técnicas necessárias para assentamento dessas novas estações, tem levado pessoas a cederem, mediante pagamento de aluguel, a cederem parte dos terrenos onde moram, para essas finalidades.

Esta proliferação das antenas para telefonia celular deixou de ser uma preocupação exclusiva para quem vive nas grandes cidades. Erguidas em quintais, terrenos baldios e ao lado de casas e prédios, esse tipo de poluição pouco conhecida, sem cheiro, e até certo ponto invisível, pode interferir em

aparelhos eletroeletrônicos, computadores, marcapassos, e válvulas cardíacas. Podem ocasionar desvalorização imobiliária, efeitos biológicos, psicológicos e temores com a proximidade das mesmas.

Em todas as interações a que estamos submetidos, devemos ponderar todos os riscos e benefícios. A proliferação de ERBs melhora o sinal da telefonia móvel, entretanto ser bombardeado constantemente pelas ondas emitidas por essas estações é um risco a ser ponderado com o máximo cuidado, haja visto que os efeitos aos quais estamos sujeitos são proporcionais ao intervalo de tempo no qual o corpo humano está exposto a essas radiações. Para estarmos livres das radiações emitidas pelo aparelho celular, basta desligá-lo, porém como desligar uma ERB? E os demais riscos e efeitos que a mesma pode nos trazer?

2.5.2 Efeitos Biológicos

O corpo humano é um mecanismo biológico extremamente complexo e, do ponto de vista elétrico, apresenta estruturas de alta condutividade iônica e eletrônica como, por exemplo, as redes de neurônios, os fluidos sanguíneos, o líquido cerebral, etc. Funcionamos também como ótimas antenas receptoras para absorção da radiação eletromagnética. A eficiência da absorção vai depender principalmente das dimensões físicas do corpo e do comprimento de onda da radiação emitida no espaço livre.

Com o advento e o uso generalizado da telefonia celular, surgiu, entre o usuário desse tipo de comunicação, a preocupação com possíveis

efeitos danosos da exposição dos seres humanos às ondas eletromagnéticas associadas a esse tipo de tecnologia. Em meados de 1992, uma ação judicial foi interposta na Flórida, Estados Unidos, alegando que o uso de um telefone celular teria causado câncer cerebral a uma usuária. A ação foi julgada improcedente por uma Corte Federal americana em 1995, por falta de evidências científicas. Outras ações que se seguiram, tiveram o mesmo desfecho. Mas, de qualquer forma, esses acontecimentos provocaram questionamentos para os quais não havia respostas satisfatórias e isso disparou uma onda de pesquisas no mundo todo, com o intuito de encontrar evidências que poderiam ligar radiação eletromagnética ao câncer e outros problemas de saúde (FOSTER e MOULDER, 2000).

Assim, com o aumento da utilização das ondas eletromagnéticas, surge também a preocupação com relação aos efeitos biológicos que possam ser causadas por tal tipo de energia. A pesquisa dos efeitos biológicos das Radiações Não Ionizantes (RNI), tem revelado que tais radiações podem produzir alterações estruturais e funcionais nos organismos irradiados. Essas alterações são devidas não apenas ao aquecimento, mas também a uma interação direta da energia com o sistema biológico.

Propagando-se através de um meio biológico, as ondas eletromagnéticas interagem com ele, ocorrendo uma transferência de energia. Nas radiações de microondas e radiofrequência, a principal troca de energia ocorre entre o campo elétrico e as moléculas polares de água. Conseqüentemente, tecidos, como músculos e pele (com alto conteúdo de água), absorvem relativamente maior quantidade de energia do que o tecido adiposo ou ósseo, de baixo conteúdo de água (MICHAELSON, 1987).

A energia da radiação absorvida pelo material biológico se transforma em energia cinética das moléculas, produzindo o seu aquecimento.

O aumento de temperatura pode ser difuso ou limitar-se a um determinado sítio anatômico específico.

A conseqüência da distribuição e absorção não uniformes do campo é a produção de focos de calor no interior do material biológico. A existência desses focos, particularmente nas regiões com mecanismos menos eficientes de transferências de calor, pode levar a alterações específicas do tecido, mesmo que a temperatura do corpo, como um todo, não cresça significativamente.

Os efeitos biológicos das radiações de radiofrequência e microondas estão condicionados basicamente aos seguintes fatores:

- a) frequência da onda eletromagnética;
- b) penetrabilidade;
- c) densidade de potência;
- d) absorção, reflexão ou difração da onda;
- e) teor de água dos tecidos;
- f) região do corpo irradiada.

Os efeitos biológicos conhecidos e supostos da radiação de radiofrequência e microondas classificam-se em TÉRMICOS e NÃO TÉRMICOS, representado pela FIGURA 2.16, a seguir (EMBRATEL, 2000).

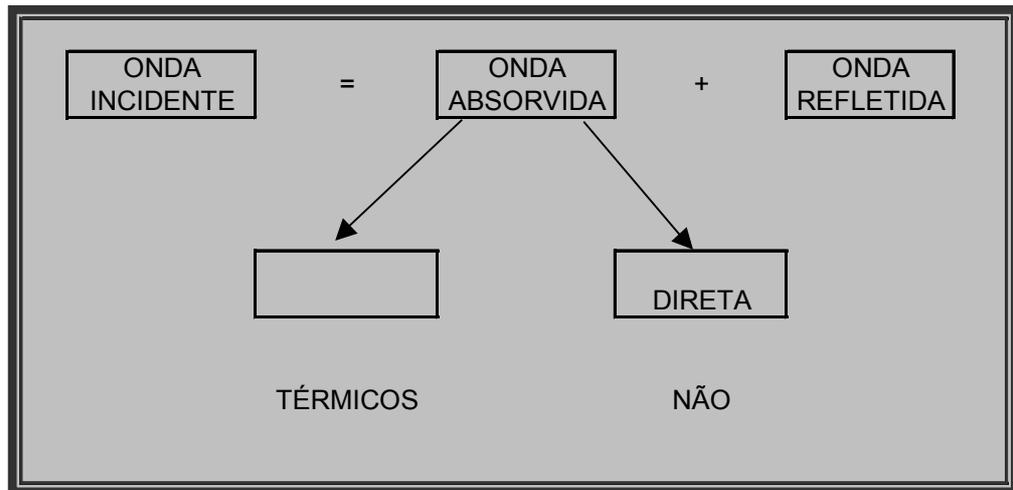


FIGURA 2.16 – Interação da energia radiante e material biológico

2.5.2.1 Efeitos Térmicos

Os efeitos térmicos são aqueles causados por um aquecimento direto dos tecidos biológicos como resultado da absorção da energia eletromagnética num meio dissipativo.

Estes efeitos térmicos têm sido estudados há muitas décadas, e os resultados da absorção dos campos eletromagnéticos por diferentes tipos de tecidos são relativamente bem conhecidos, existindo normas internacionalmente aceitas, que estabelecem limites de exposição, em função da frequência de operação, do tempo de exposição, do tipo do usuário, da orientação do corpo em relação à onda, da polarização do campo eletromagnético, da distância do corpo em relação à fonte que produz a onda, do meio ambiente e das propriedades elétricas do corpo do usuário.

Esses limites são expressos em densidade de potência incidente (por exemplo, em mW/cm²). Um parâmetro dosimétrico largamente utilizado é

a “Taxa de Absorção Específica” ou (SAR – Specific Absorption Rate”), que quantifica a potência absorvida por unidade de massa, (mW/g).

Experiências têm demonstrado que quanto maior a concentração de água em um tecido, menor será a sua penetrabilidade às ondas eletromagnéticas.

Para que um corpo eleve a sua temperatura, como consequência da penetração de energia eletromagnética, deverá ter um diâmetro próximo à $\lambda/10$ (décima parte do comprimento de onda). O efeito térmico dependerá da parte do corpo exposta, da intensidade do campo ou densidade de potência, do tempo de exposição e frequência da onda.

O calor gerado pela radiação no interior dos tecidos é resultante da vibração ou atrito molecular, especialmente das moléculas de água que, funcionando como dipolos, aumentam suas vibrações (movimentos “brownianos”) pela passagem de um campo eletromagnético. Portanto, são mais aquecidos os tecidos que possuem maior teor de água, oferecendo maior obstáculo à passagem da radiação.

A intensidade de calor é diretamente proporcional à intensidade da radiação e inversamente proporcional à sua penetrabilidade. O “stress” do calor ocorre mais freqüentemente pela ação das radiações eletromagnéticas de maior comprimento de onda (ondas longas, médias, curtas e ultracurtas). Quanto menor o comprimento de onda da radiação, maior a sua penetrabilidade. Para as muito baixas freqüências industriais, a correlação de regressão entre comprimento de onda e penetrabilidade inverte-se (EMBRATEL, 2000).

Pode-se, portanto dizer que efeitos térmicos são aqueles cujas alterações são causadas pelo aquecimento do organismo.

2.5.2.2 Efeitos Não Térmicos

Os efeitos não térmicos são, por exemplo, efeitos fisicoquímicos ou eletrofísicos causados diretamente pelos campos eletromagnéticos induzidos, e não indiretamente por um aumento localizado ou distribuído de temperatura.

Alguns efeitos não térmicos reportados na literatura incluem efeitos nos sistemas nervoso, cardiovascular e imunológico, bem como no metabolismo e em fatores hereditários (FISCHETTI, 1993, BREN, 1995 e BRONZINO, 1995). Entretanto, nestas áreas os resultados ainda são polêmicos, não existindo via de regra conclusões definitivas, o que poderá ainda demorar muitos anos.

Alguns resultados são mesmos conflitantes, especialmente devido a técnicas experimentais não muito confiáveis. Por exemplo, (a) os métodos utilizados para caracterizar os sintomas em estudos epidemiológicos; (b) dosimetria em RF e microondas, especialmente em campo próximo; e (c) a presença de influências estranhas não consideradas na interpretação dos resultados.

Efeitos que foram claramente demonstrados incluem a alteração do fluxo de íons através das membranas das células (afetando particularmente as propriedades eletro-fisiológicas das células nervosas), alteração na mobilidade dos íons de cálcio (particularmente nos tecidos do cérebro), alteração na síntese de DNA e na transcrição de RNA e efeitos na resposta de células

normais a moléculas sinalizantes (incluindo hormônios, neurotransmissores e fatores de crescimento) (BERNHARDT, 1992).

Alterações nos fluxos de cálcio em células, na barreira entre o sangue e o cérebro (“blood-brain barrier”, que protege o cérebro de certas toxinas) e no desenvolvimento de tumores cerebrais foram também reportados (FISCHETTI, 1993).

Entre outras, uma incerteza importante é se estes efeitos não térmicos podem ou não ocorrer em taxas de absorção específicas bem abaixo daquelas observadas para os efeitos térmicos. Alguns autores resumem os dados experimentais em cobaias sugerindo que os efeitos aparecem em SAR médias entre 1 a 4 mW/g, e isto tem sido um critério adotado nas normas mais recentes, (STUCHLY, 1995).

Os efeitos não-térmicos, portanto, são aqueles produzidos por níveis de densidade de potência de radiação insuficiente para aquecer os tecidos, ou seja, existe a interação direta do campo eletromagnético da radiação com o organismo.

De acordo com as evidências disponíveis, o efeito mais significativo da absorção de radiação eletromagnética é a conversão de energia absorvida, em calor (MICHAELSON, 1972 apud LAMPARELLI, 1988).

Prejuízos resultantes de exposições a altos níveis de radiação foram estudados em animais, notando-se variações de lesões locais e necrose, até intensos estresses por hipertermia.

Alem disso, lesões foram encontradas nos órgãos internos de animais expostos por prolongados períodos de tempo, durante os quais não se

constatou nenhum aumento significativo de temperatura corporal, nem foram observados sinais de desconforto (WHO, 1981, apud LAMPARELLI, 1988).

Os efeitos não térmicos ou específicos são mais difíceis de serem detectados que os térmicos. Essa dificuldade se deve à natureza da resposta do organismo e à falta de explicações sobre o mecanismo causador do efeito. Os efeitos desse tipo mais freqüentemente relatados são os de ordem neurológica. Em animais, incluem mudanças nos reflexos condicionados, alterações da sensibilidade à luz, som e estímulo olfativo, alterações nas biocorrentes do córtex cerebral e mudanças de comportamento.

MICHAELSON (1972), apud LAMPARELLI (1988), ressalta que a maioria das informações sobre efeitos na saúde se restringe à faixa de microondas e que, mesmo assim, a compreensão dos efeitos biológicos ainda não está completa. No que se refere à radiação de radiofrequência, o conhecimento a respeito dos efeitos biológicos e suas implicações na saúde são muito limitados.

Diante do exposto, torna-se possível dividir os efeitos biológicos das radiações eletromagnéticas não-ionizantes em dois grupos. O primeiro formado por aqueles apresentados em praticamente todos os artigos e que, em vista disso, foram considerados como principais: os efeitos nos olhos, nos testículos e os neurológicos. O segundo grupo, aquele constituído por outros efeitos biológicos, sobre os quais ainda não se tem informação muito precisa, sendo estes os efeitos genéticos, hematopoéticos, neuroendócrinos e cardiovasculares.

2.5.2.3 Efeitos Oculares

O olho é considerado um dos órgãos críticos com relação ao efeito das RNI, sendo bastante suscetível ao efeito térmico. Quantidades relativamente pequenas de energia eletromagnética podem elevar a temperatura das lentes oculares, pelo fato destas não possuírem sistema vascular adequado para as trocas térmicas, o que reduz sua capacidade de dissipação de calor. Por isso, a possibilidade de danos aos olhos, constitui um aspecto muito sério das radiações de microondas e radiofrequência.

O cristalino (lente interna do olho), está muito sujeito a alterações provocadas por radiações eletromagnéticas, pois apresenta algumas características que o tornam particularmente sensível a esse tipo de energia: posição superficial em relação ao corpo; está envolvido por meio aquoso; reduzida vascularização, e suas células germinativas estão situadas na região mais equatorial e superficial. O prejuízo de um tecido é, portanto, mais provável em áreas onde ocorra proporcionalmente um maior aumento de temperatura. Essa elevação térmica do cristalino pode levar à sua opacificação, conhecida como catarata.

2.5.2.4 Efeito nos Testículos

Os testículos também constituem órgãos críticos no que concerne aos efeitos das radiações eletromagnéticas. Isso porque são extremamente sensíveis a elevações de temperatura. Estão mais sujeitos a radiações por dois motivos: localização superficial em relação ao corpo e grande sensibilidade ao

calor por parte das células germinativas. Essas se situam numa faixa de temperatura inferior à temperatura corporal ($\pm 33^{\circ}\text{C}$) e apresentam uma velocidade de redução celular, já em temperatura de 37°C . O aumento de temperatura ocasiona também uma diminuição das células intersticiais, podendo levar à esterilidade (ROMERO, 1980, apud LAMPARELLI, 1988).

Pesquisas com cães, coelhos e ratos, para determinar o limiar para o início de efeitos prejudiciais, mostraram que, a $10\text{mW}/\text{cm}^2$ de densidade de potência, os efeitos patológicos nos testículos incluem degeneração do epitélio que revestem os tubos seminíferos e uma acentuada redução da maturação de espermatófitos. Essa redução da função testicular é devida ao aquecimento e parece ser temporária e provavelmente reversível (McREE, apud LAMPARELLI, 1988).

A exposição da área escrotal à densidade de potências maiores que $50\text{mW}/\text{cm}^2$, pode resultar em vários graus de danos. Embora esses estudos mostrem que altas densidades de potência possa afetar os testículos, sendo as respostas relacionadas com o aquecimento dos órgãos, existem relatos de que as exposições crônicas, de baixa densidade de potência, podem resultar num enfraquecimento da espermatogênese e da função reprodutiva, sem aumento de temperatura mensurável nos testículos (MICHAELSON, 1982).

Em resumo, exposições a microondas em densidade de potência que causam um aumento de temperatura, resultam em lesões testiculares e afetam particularmente a espermatogênese, em experimentos em animais. Há indícios de que as lesões sejam facilmente reversíveis, se não ocorrer necrose.

Numa revisão sobre o assunto, conclui-se que efeitos mais sérios não são esperados em densidades de potência abaixo de 10 mW/cm². Embora se trate de órgãos particularmente sensíveis ao estresse térmico, os efeitos não atribuíveis ao aquecimento, não podem ser descartados (WHO, 1981).

2.5.2.5 Efeitos Neurológicos

Os efeitos da radiação de microondas no sistema nervoso central constituem um dos pontos mais controvertidos nesse campo de bioefeitos. A base original da preocupação com a exposição de seres humanos a baixas intensidades de radiação, deriva de pesquisas epidemiológicas realizadas com trabalhadores sujeitos à exposição ocupacional na União Soviética e em países do Leste Europeu, segundo PRESMAN, (1968) do Departamento de Biofísica da Universidade de Moscou. Essas investigações sugerem vários tipos de alterações reversíveis do sistema nervoso central. A asserção básica dessas pesquisas é de que a exposição à microondas, mesmo em baixas densidades de potência, resulta em distúrbios nervosos. Queixas subjetivas, como dor de cabeça, fadiga, fraqueza, tontura e insônia foram relatadas.

Em experimentos com pequenos animais, exposições crônicas e repetidas em densidade de potência de 10 mW/cm², ou menos, levaram a distúrbios nos reflexos condicionados e alterações comportamentais (WHO, 1981 apud LAMPARELLI, 1988).

Resultados de estudos recentes sobre os efeitos das radiações de microondas no sistema nervoso central de mamíferos, podem ser resumidos como indicativos de que os campos de baixa intensidade podem induzir

mudanças detectáveis. É possível que as microondas interajam com o sistema nervoso central, sem aquecimento significativo.

A falta de compreensão da relação entre efeitos térmicos provocados por baixas intensidades, no sistema nervoso de mamíferos, e as respostas fisiológicas e psicológicas torna difícil determinar verdadeiramente até onde os efeitos das microondas e da radiofrequência são causadas por perturbações térmicas.

2.5.2.6 Limites de Exposição

Em função do crescente número de fontes de energia eletromagnética não-ionizante no ambiente, tornou-se necessária a determinação de limites de exposições seguros para a população em geral, no sentido de prevenir qualquer ocorrência de efeitos prejudiciais, sem contudo restringir excessivamente os usos benéficos dessa radiação.

Para tanto, deve ser feita uma diferenciação entre o efeito em si, e o dano propriamente dito. Isso porque um efeito é uma alteração que pode não representar um prejuízo, se o organismo for capaz de compensá-la, mantendo seu equilíbrio e funcionamento normais, já que o dano prejudica de fato a atividade normal do corpo. Outro ponto importante dos fundamentos para o estabelecimento de limites é a definição da população a ser protegida.

No estado atual do conhecimento, apesar de se reconhecer a existência de diversos efeitos biológicos das RNI, a somente dois destes associa-se risco para a saúde. São eles a indução de corrente no interior do corpo e a absorção de energia, com a conseqüente elevação de temperatura.

Os limiares fisiológicos para esses dois efeitos estão bem estabelecidos; densidade de corrente induzida, superior a 100 mA/m^2 , pode provocar reações adversas em músculos e nervos.

“Efeitos biológicos e na saúde, podem ser verificados com uma elevação da temperatura corpórea superior a 1°C . Em condições ambientais moderadas, este nível de aumento de temperatura resulta da exposição de pessoas a uma SAR – Specific Absorption Rate ou (taxa de absorção específica) de corpo inteiro, de aproximadamente 4W/kg durante cerca de 30 minutos; comprovado cientificamente” (LOURES, 2002).

Observa-se que uma pessoa em repouso, em estado normal de saúde, irradia, sob a forma de calor, cerca de 1 a 2 W/kg .

TABELA 2.7 – Restrições básicas para campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo, até 10GHz

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

(fonte ANATEL, 1999).

Onde:

- f = é a frequência em hertz;
- Devido a não homogeneidade elétrica do corpo, as densidades de corrente devem ser calculadas pela média tomada sobre uma seção transversal de 1cm^2 perpendicular à direção da corrente.
- Para frequências até 100 kHz, valores de pico da densidade de corrente podem ser obtidos multiplicando-se o valor eficaz por $\sqrt{2}$ (1,414). Para pulsos de duração (t_p), a frequência equivalente a ser usada nas restrições básicas deve ser calculada por $f=1/(2t_p)$.
- Para frequências até 100 kHz e para campos magnéticos pulsados, a densidade de corrente máxima associada aos pulsos pode ser calculada pelos tempos de subida/descida e o máximo de variação, no tempo, da densidade de fluxo magnético.
- Todos os valores de SAR devem ter sua média avaliada ao longo de qualquer intervalo de 6 minutos.
- No cálculo do valor médio da SAR localizada, deve ser utilizada massa de 10g de tecido contíguo. A SAR máxima assim obtida deve ser usada para a estimativa da exposição.
- Para pulsos de duração (t_p), a frequência equivalente a ser usada nas restrições básicas deve ser calculada por $f=1/(2t_p)$. Deve-se adicionar que, a fim de evitar efeitos auditivos causados por expansão termoelástica, recomenda-se uma restrição básica adicional, para exposições pulsadas na faixa de frequências de 0,3 a 10 GHz e para exposição localizada da cabeça, ou seja, que a SAR não exceda 10mJ.kg^{-1} para trabalhadores e 2mJ.kg^{-1} para o público em geral, calculando-se a média em 10g de tecido.

De acordo com LOURES (2002), pelas razões acima expostas, uma SAR média, de corpo inteiro, de 0,4W/kg (10 vezes menor), foi escolhida pelo ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, colaborador da Organização Mundial da Saúde), 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 assim, um limite de 0,08W/kg (50 vezes menor), para a SAR média de corpo inteiro.

O corpo humano tem mecanismos termorreguladores, pelos quais um aumento local de temperatura, dentro dos limites tolerados, é rapidamente redistribuído através da circulação do sangue, do suor e outros mecanismos de proteção.

Muito embora existam normas que regulamentam o assunto em muitos países, em se tratando do público em geral e dos trabalhadores, no Brasil, dispomos atualmente das Normas Regulamentadoras NR-15, Anexo 7 e NR-09 da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego (MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 1996).

A NR-15 não estabelece limites de tolerância para exposição ocupacional às RNI. Por outro lado, a NR-9, que estabelece a obrigatoriedade de todas as empresas implantarem um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, em seu item 9.3.5.1, alínea c, dispõe que na ausência de limites de tolerância na NR-15, para efeito de adoção de medidas de controle de riscos ambientais, deverão ser utilizados os valores de limites de exposição ocupacional adotados pela ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em

negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos que os critérios técnicos-legais estabelecidos.

A ACGIH adota limites de exposição ocupacional à radiação de radiofrequência e microondas nas faixas de frequências de 30 kHz a 300 GHz, intervalo que compreende a faixa de frequências utilizadas na quase totalidade das telecomunicações, incluindo rádio difusão, televisão, telefonia celular e microondas, além de outras aplicações.

Várias normas internacionais estabelecem limites de exposição às RNI para exposições ocupacionais e para o público em geral. A ACGIH trata somente dos limites ocupacionais.

Entre as normas internacionais mais conhecidas, cabe destacar as emitidas pela FCC – Federal Communications Commission, dos E.U.A, pelo CENELEC – Comité Européen de Normalisation Électrotechnique, da Comunidade Européia e pela ICNIRP – International Commission on Non Ionizing Radiation Protection, órgão independente, cujas diretrizes, são recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (World Health Organization) – OMS (WHO).

As Tabelas 2.8 e 2.9 a seguir apresentam uma comparação entre os limites de exposição (níveis de referência) encontrados nas normas citadas, nas faixas de frequências utilizadas em telecomunicações.

TABELA 2.8 – Níveis de referência para exposição ocupacional para telecomunicações (ambiente controlado).

frequência	E			H			Seq		
	V/m			A/m			mW/cm ²		
	ACGIH	FCC	ICNIRP	ACGIH	FCC	ICNIRP	ACGIH	FCC	ICNIRP
10 kHz			610			24,4			
100 kHz	614		610	163		24,4			
1 MHz	614	614	610	16,3	1,63	1,6			
10 MHz	184	184	61	1,63	0,49	0,16			
100 MHz	61,4	61,4	61	0,163	0,163	0,16	1	1	1
1 GHz							3,3	3,3	2,5
10 GHz							10	5	5
100 GHz							10	5	5

(fonte ANATEL, 1999)

A Tabela 2.8 trata da exposição ocupacional, ou em ambiente controlado, ao passo que a Tabela 2.9 seguinte, refere-se à exposição do público em geral, ou em ambiente não controlado.

TABELA 2.9 – Níveis de referência para exposição do público em geral para telecomunicações (ambiente não controlado)

frequência	E			H			Seq		
	FCC	CENELEC	ICNIRP	FCC	CENELEC	ICNIRP	FCC	CENELEC	ICNIRP
		400	87		16,8	5			
100 kHz		400	87		7	5			
1 MHz	614	275	87	1,63	0,7	0,7			
10 MHz	82,4	27,5	28	0,22	0,07	0,07			
100 MHz	27,5	27,5	28	0,073	0,07	0,07	0,2	0,2	0,2
1 GHz							0,67	0,5	0,5
10 GHz							1	1	1
100 GHz							1	1	1

(fonte ANATEL, 1999)

Onde:

E (V/m) = Intensidade do campo elétrico

H (A/m) = Intensidade do campo magnético

Seq (mW/cm²) = Densidade de potência de onda plana equivalente

FCC = Federal Communications Commission, dos E.U.A.

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists

ICNIRP = Internacional Commission on Non Ionizing Radiation Protection

CENELEC = Comitê Europeén de Normalisation Életrotechnique, da Comunidade Européia.

Observe-se que os níveis recomendados pela ICNIRP são os mais restritivos.

As recomendações da ICNIRP são as mais aceitas internacionalmente. Foram recentemente adotadas no Brasil pela ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações, que passou a exigir, de todas as operadoras de serviços de telecomunicações, declaração que suas estações de radiocomunicação atendem aos limites estabelecidos pela ICNIRP.

Essa medida da ANATEL é muito oportuna, pois a falta de uma norma brasileira, para os limites de exposição não controlada, ou seja, para o público em geral, tem levado vários municípios brasileiros a editar as suas próprias normas. Além de diferirem de um município a outro, essas normas municipais, em muitos casos não obedecem a critérios há muito tempo consagrados em normas internacionais.

Uma vez estabelecidos os limiares fisiológicos para as densidades de corrente induzida e de energia absorvida, foram introduzidas margens de segurança, sob a forma de restrições básicas, a fim de garantir que pessoas possam ficar expostas às RNI sem pôr a saúde em risco.

Com esse objetivo, foram consideradas duas categorias de exposição as RNI: (a) exposição controlada, ou ocupacional e (b) exposição não controlada, ou de público em geral.

O primeiro caso aplica-se a pessoas supostamente conhecedoras dos riscos a que podem estar sujeitas e preparadas para tomar as precauções apropriadas. É o que ocorre, por exemplo, com técnicos de operação e manutenção de antenas transmissoras, que podem permanecer até 8 horas por dia expostos as RNI.

O segundo caso, aplica-se a todas as pessoas, de qualquer idade ou estado de saúde, que podem estar expostas, até 24 horas por dia, a níveis desconhecidos de RNI, muitas vezes sem saber como avaliá-los ou como tomar medidas de precaução.

Essas pessoas não têm consciência de sua exposição a essas radiações e, portanto não se pode esperar que indivíduos do público em geral tomem precauções para minimizar ou evitar a exposição.

É sobre estas considerações que se baseia a adoção de restrições mais rigorosas para a exposição do público em geral, do que para a população exposta ocupacionalmente.

“Estes valores de taxa de absorção, são definidos como restrições básicas e são fundamentados em efeitos biológicos. Como a SAR varia conforme o tipo de tecido biológico e também conforme a frequência do campo eletromagnético (quanto menor a frequência, mais profunda é a atuação das ondas nos tecidos e vice-versa), níveis de referência de exposição são fornecidos, para comparação com valores medidos de grandezas físicas. A concordância com todos os níveis de referência, garante a concordância com as restrições básicas” (LOURES, 2002).

2.5.2.7 Medidas de Proteção

Considerados os efeitos biológicos descritos, de acordo com ANATEL (1999), medidas para a proteção de trabalhadores incluem controles técnicos e administrativos, programas de proteção de caráter pessoal e supervisão médica. Devem-se tomar medidas de proteção adequadas quando

a exposição no local de trabalho resulta acima dos níveis de referência. Como primeiro passo, devem ser aplicados controles técnicos, onde for possível reduzir a níveis aceitáveis a emissão de campos. Tais controles incluem projetos que ofereçam o uso de mecanismos que permitam proteger a saúde.

Controles administrativos, tais como as limitações de acesso e o uso de alarmes audíveis e visíveis, devem ser usados em combinação com os controles técnicos. A utilização dos equipamentos individuais de proteção deve ser obrigatória, porém os controles técnicos e administrativos devem ter prioridade, tanto para os trabalhadores como para o público em geral.

Segundo BARANAUSKAS (2001), a radiação eletromagnética em excesso é uma forma de poluição invisível, para a qual nós, seres humanos, não temos proteção natural.

A obediência aos limites de exposição definidos pelas normas técnicas, não garante que sejam evitadas interferências ou efeitos em dispositivos médicos, como próteses metálicas, marca passos cardíacos, desfibriladores ou equipamentos hospitalares. Não oferece também, nenhuma garantia que o usuário do telefone celular, ou os residentes próximos às ERBs não estejam submetidos a diversos riscos potenciais à sua saúde e segurança.

Estes níveis são estabelecidos, com a finalidade prática de avaliar se a exposição às radiações eletromagnéticas consideradas, tem a possibilidade de superar as restrições básicas.

Um efeito adverso causa prejuízo à saúde, detectável no indivíduo exposto, ou em sua descendência; um efeito biológico, por outro lado, pode ou não resultar em um efeito adverso à saúde.

À medida que as pesquisas avançam e novos resultados aparecem, as normas são atualizadas e novos limites mais restritivos são sugeridos. Entre as muitas dúvidas que ainda estão por ser esclarecidas, é preciso ressaltar-se, por exemplo, de que forma o campo eletromagnético atua em determinadas estruturas, como: (a) nos cromossomos ou nas moléculas de DNA que constituem os genes (FISCHEETTI, 1993), e (b) na alteração da mobilidade dos íons (por exemplo, de cálcio), particularmente em tecidos do cérebro e nas propriedades eletrofisiológicas das células nervosas (BERNHARDT, 1992).

“Tendo em vista o crescimento inexorável em popularidade das comunicações pessoais, parece justificada a necessidade de investigações científicas e abertas ao público, sobre os efeitos biológicos dos sinais de sistema de comunicações móveis atuais e futuros” (KUSTER, 1995).

A ação indesejável dos campos eletromagnéticos sobre tecidos humanos, a poluição causada pela introdução de substâncias que normalmente não estão no ambiente natural ou que nele existem em pequenas quantidades, os impactos ambientais devido as implantações das ERBs para telefonia celular, vem sendo motivo de preocupações, estudos e providências por parte do Poder Público, de órgãos governamentais e organismos internacionais envolvidos no assunto.

Está sendo proposto às empresas de telefonia celular, um sistema automático e remoto de telesupervisão, de pontos estratégicos de cidades onde devem ser necessariamente respeitados os limites de radiação, para segurança biológica das pessoas que circulam pelos arredores.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), também preocupada, está patrocinando um projeto internacional de pesquisa que pretende avaliar os efeitos da exposição aos campos eletromagnéticos, a saúde humana e o meio ambiente, que deverá estar concluído nos próximos anos.

2.5.3 Poluição Sonora

2.5.3.1 O Aparelho Auditivo

Nosso aparelho auditivo é um sistema extremamente refinado e delicado. É através dele que podemos manter nossa comunicação verbal, localizar sons à distancia, possuir o “senso de posição” (que permite saber o que é para cima e para baixo) e equilíbrio.

Poluição sonora é o conjunto de todos os ruídos provenientes de uma ou mais fontes sonoras, manifestadas ao mesmo tempo num ambiente qualquer. Como os ouvidos não estão preparados para resistir a ruídos de alta intensidade por muito tempo, todos sofrem com a poluição sonora, que hoje representa um dos mais graves problemas de ataque ao organismo humano.

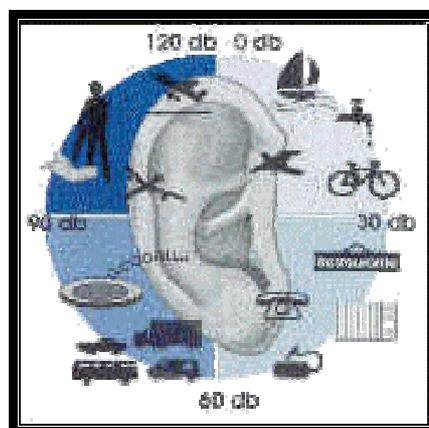


FIGURA 2.17 – Limites de intensidade sonora

Os ruídos encontrados no dia-a-dia, são responsáveis por lesões no aparelho auditivo e podem causar efeitos danosos.

Os principais efeitos negativos são:

- ✓ Distúrbios do sono;
- ✓ Estresse;
- ✓ Perda da capacidade auditiva;
- ✓ Surdez;
- ✓ Dores de cabeça;
- ✓ Alergias;
- ✓ Distúrbios digestivos;
- ✓ Falta de concentração;
- ✓ Aumento do batimento cardíaco.

Segundo SOUZA (2002), se o ruído é excessivo, o corpo ativa o sistema nervoso, que o prepara contra o ataque de um inimigo invisível. O cérebro acelera-se e os músculos consomem-se sem motivo. Sintomas secundários aparecem: aumento de pressão arterial, paralisação do estômago e intestino, má irrigação da pele e até mesmo impotência sexual.

Pesquisa nos EUA, de acordo com SOUZA (2002), mostrou que jovens sob ruído médio inferior a 71 decibéis, entremeados com pulsos de 85 decibéis só a 3% do tempo, tiveram aumentos médios de 25% no colesterol e 68% numa das substâncias provocadoras de estresse: o cortisol. Mas já a partir de 55 decibéis acústicos a poluição sonora provoca estresse, segundo a Organização Mundial de Saúde.

A seguir, alguns valores a serem considerados como limites:

- Ruído com intensidade de até 55 dB não causa nenhum problema;
- Ruídos de 56 dB a 75 dB pode incomodar, embora sem causar malefícios à saúde;
- Ruídos de 76 dB a 85 dB pode afetar a saúde, e acima dos 85 dB a saúde será afetada, a depender do tempo da exposição. Uma pessoa que trabalha 8 horas por dia com ruídos de 85 dB terá, fatalmente, após 2 anos problemas auditivos.

Qualquer ruído acima dos 80 decibéis faz jus a uma proteção dos ouvidos.

2.5.4 Descargas Atmosféricas

2.5.4.1 Origem das Cargas

Segundo CREDER (1995), o raio é um fenômeno atmosférico resultante do acúmulo de cargas elétricas em uma nuvem e a conseqüente descarga sobre o solo terrestre ou sobre qualquer estrutura que ofereça condições favoráveis à mesma.

Existem várias teorias explicativas desse tipo de ocorrência, entre as quais as de Simpson, e a de Elster e Geitel. As duas teorias demonstram que a parte inferior das nuvens está carregada por cargas predominantemente negativas e a parte superior por cargas positivas.

As descargas atmosféricas podem ter seu início tanto da nuvem para a terra, como da extremidade de altas estruturas para a nuvem. As

ocorrências para a terra podem partir tanto de nuvem carregada negativamente como positivamente.

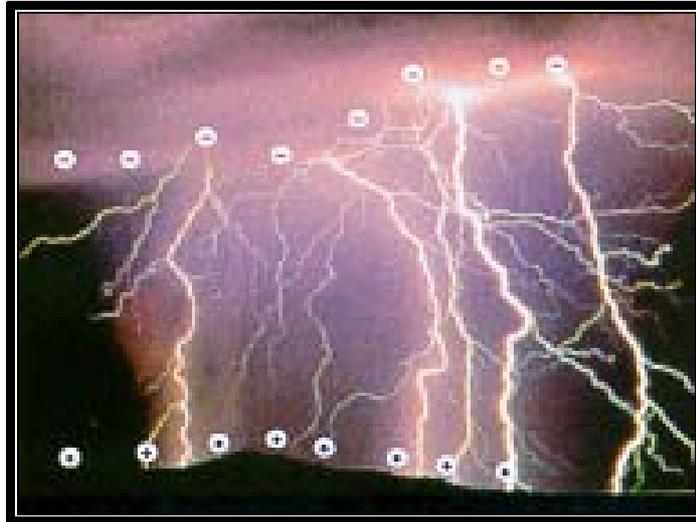


FIGURA 2.18 – Distribuição de cargas elétricas

CREDER (1995), nos afirma que nas descargas negativas, que são as mais freqüentes, o raio é procedido de um canal ionizado descendente (líder), que se desloca no espaço por saltos sucessivos de dezenas de metros. Este deslocamento provoca a formação na superfície da terra, por indução, de cargas elétricas crescentes e de sinal contrário. Assim o campo elétrico da terra torna-se tão intenso que dá origem a um líder ascendente (receptor), que parte em direção ao líder descendente. O encontro de ambos estabelece o caminho da corrente do raio, que se descarrega através do canal ionizado.

O raio atinge o solo ou uma estrutura no local de onde partiu o líder ascendente, por meio de um trajeto não necessariamente vertical. Os pontos de maior intensidade de campo elétrico no solo e nas estruturas, são os próximos da extremidade do líder descendente.

Ao ser completado este caminhamento elétrico, ocorrem várias descargas sucessivas e espaçadas de um tempo que pode variar de 0,003 a 0,1 segundo, e este conjunto constitui um único raio. A duração total de uma descarga é então determinada pelo número de componentes da mesma, cujo valor médio pode ser considerado em torno de 0,2 segundo.

A corrente estabelecida nesse processo tem valor elevado, fazendo com que a temperatura do ar chegue a aproximadamente 3.000°C , provocando a expansão rápida do mesmo ao redor do canal, com ondas de compressão que podem ser ouvidas a grandes distancias (trovões).

No globo terrestre, ocorre anualmente, cerca de três bilhões de descargas atmosféricas, e isto equivale a nove milhões dessas descargas diariamente ou 100 relâmpagos a cada segundo. A grande maioria desses, ocorre sobre os continentes, em regiões tropicais e durante o verão.

O solo brasileiro recebe anualmente cerca de 100 milhões de raios, devido a sua extensão e posição geográfica que favorecem os fenômenos geradores de tempestades tropicais.



FIGURA 2.19 – Descargas elétricas sucessivas

De acordo com GRUBER et al (2002), dados recentes, indicam que em relação ao verão passado, houve neste ano de 2002, um acréscimo de aproximadamente 150% na incidência de raios no Brasil e a poluição crescente, a impermeabilização do solo e a proliferação de ERBs, com suas torres e antenas, são algumas das hipóteses aventadas como causas do fato, embora não haja confirmação das mesmas. O fim do fenômeno “La Niña”, que culminou num aumento da temperatura média do país, resultou em maior número de tempestades de verão.

Benjamin Franklin, político, físico e filósofo, no século 18 enunciou o princípio da conservação da carga, descobriu a natureza elétrica dos raios e inventou o pára-raios, dando origem às pesquisas na área dos fenômenos meteorológicos suas origens e seus efeitos.

2.5.4.2 Descargas Atmosféricas em Estruturas Altas

Na Suíça, sobre o monte San Salvatore, com altura de 640 metros, duas torres treliçadas e esbeltas faziam parte de um laboratório onde Berger desenvolveu seus estudos, onde observando que 25% de todas as descargas na região atingiram essas torres, sendo que uma parte seguia o desenvolvimento da descarga com o líder partindo da nuvem para a terra, porém a maioria dessas descargas ($\pm 75\%$), desenvolvia-se com o líder ascendente ou seja, da estrutura para a nuvem.

A inversão de direção (estrutura – nuvem), do líder inicial ascendente deve-se a alta concentração de campo elétrico na ponta das

estruturas altas e esbeltas, com a conseqüente geração das correntes de descargas pelas pontas.

2.5.4.3 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

No Brasil a Norma NBR 5419/93, Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas, publicada em junho/93, regulamenta as condições necessárias das instalações dos sistemas de proteções contra descargas atmosféricas, compostas por três partes; captores, descidas e aterramento.

A primeira parte, o captor, é a parte do SPDA destinado a interceptar a descarga atmosférica, podendo ser constituído por hastes metálicas, cabos esticados ou condutores em malha, ou pela combinação dos mesmos.

A especificação dos captores é feita com base em um dos seguintes métodos:

- Ângulo de Proteção ou método de Franklin;
- Método da esfera rolante ou fictícia (modelo eletrogeométrico);
- Condutores em malha ou gaiola (método de Faraday).

A segunda parte é composta pelos condutores de descida do SPDA externo, destinado a conduzir a corrente de descarga atmosférica desde o captor até o sistema de aterramento. Estes elementos podem também estar embutido na estrutura.

O sistema de aterramento é a terceira parte e tem como finalidade principal, dispersar para o solo as correntes associadas às descargas atmosféricas, sendo que tal dissipação não deverá elevar os potenciais a níveis perigosos à segurança das pessoas e/ou estruturas.

Devemos observar que a NBR 5419/1993, em seu capítulo 4 (Condições Gerais), adverte que:

- Deve ser lembrado que um SPDA não impede a ocorrência das descargas atmosféricas.
- Um SPDA projetado e instalado conforme a presente Norma, não pode assegurar a proteção absoluta de uma estrutura, de pessoas e de objetos. Entretanto, a aplicação desta Norma, reduz de forma significativa os riscos de danos devido à descarga atmosférica.

2.6 O DIREITO E A TELECOMUNICAÇÃO

2.6.1 Aspectos Jurídicos

“A mudança no cenário do setor de telecomunicações do Brasil inaugurou-se no programa de governo do atual e reeleito Presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, no ano de 1994, como peça fundamental no processo de desenvolvimento nacional, por ser um dos ramos mais atraentes e lucrativos para a alocação de investimentos privados nacionais e internacionais, com imenso potencial tecnológico, e propiciar o ingresso do Brasil no processo mundial caracterizado pela terceira revolução industrial, alçando-o ao patamar competitivo capaz de inseri-lo no mercado dos países desenvolvidos e dos não-periféricos” (NETO e LIMA, 2000, p. 2).

Porém, bem antes de ocorrer essa mudança, o serviço de comunicação telefônica brasileiro era explorado por empresas regionais que obedecendo às poucas normas e regulamentações existentes, ofereciam

qualidade sofrível na prestação desses serviços; seja pela escassez de tecnologia disponível, devido a inibição às importações ou até mesmo devido a falta de fiscalização exercida sobre os mesmos.

A necessidade de uma evolução técnica controlada, porém que atendesse a demanda existente e permitisse uma integração do sistema a nível nacional, deu origem aos dispositivos legais para acompanhamento e controle desse desenvolvimento.

A evolução da legislação regulamentadora do sistema de comunicação no Brasil obedeceu a cronologia seguinte:

- LEI N° 4.117, de 27 de agosto de 1962. Institui o Código Brasileiro de Telecomunicações.
- LEI N° 5.070, de 7 de julho de 1966. Cria o Fundo de Fiscalização das Telecomunicações – FISTEL, destinado a prover recursos para cobrir despesas feitas pelo Governo Federal na execução da fiscalização de serviços de telecomunicações, desenvolver os meios e aperfeiçoar a técnica necessária a essa execução; como determina seu Artigo 1°.
- LEI N° 8.031, de 12 de abril de 1990. Cria o Programa Nacional de Desestatização. Esta lei foi revogada pela de n° 9.491, de 9 de setembro de 1997.
- LEI N° 8.919, de 15 de julho de 1994. Dispõe sobre a instalação do sistema de antenas por titulares de licença de Estação de Radiocomunicações, e em seu art. 1°, determina que:

“Art. 1°. Ao permissionário de qualquer serviço de radiocomunicação é assegurado o direito de instalação da respectiva estação, bem como do necessário sistema ou conjunto de antenas, em prédio próprio ou

locado, observados os preceitos relativos às zonas de proteção de aeródromos, heliportos e de auxílio à navegação aérea.”

- EMENDA CONSTITUCIONAL N° 8, de 15 de agosto de 1995. Altera o inciso XI e a alínea “a” do inciso XII do artigo 21 da Constituição Federal, passando o mesmo à seguinte redação:

Art. 21, XI:

“XI – explorar, diretamente ou mediante concessão a empresas sob controle acionário estatal, os serviços telefônicos, telegráficos, de transmissão de dados e demais serviços públicos de telecomunicações, assegurada a prestação de serviços de informações por entidades de direito privado através da rede pública de telecomunicações explorada pela União; ”

Art. 21, XII, a:

“XII – explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão”:

a) os serviços de radiodifusão sonora, de sons e imagens e demais serviços de telecomunicações;”

- LEI N° 9.295, de 19 de julho de 1996, conhecida como “Lei Mínima”. Dispõe sobre os serviços de telecomunicações e sua organização, sobre o órgão regulador.

- LEI N° 9.472, de 16 de julho de 1997, mais conhecida como Lei Geral de Telecomunicações (“LGT”). Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e o funcionamento de um órgão regulador, a Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL.

- DECRETO N° 2.338, de 07 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento e discorre sobre as competências da ANATEL.

- LEI N° 9.998, de 17 de agosto de 2000. Institui o Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações.

Do teor da LEI N° 9.472, extraímos o seguinte:

Art. 60. Serviço de telecomunicações é o conjunto de atividades que possibilita a oferta de telecomunicação.

§ 1º Telecomunicação é a transmissão, emissão ou recepção, por fio, radioeletricidade, meio óptico ou qualquer outro processo eletromagnético, de símbolos, caracteres, sinais, escritos, imagens, sons ou informações de qualquer natureza.

Art. 74. A concessão, permissão ou autorização de serviço 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.

Ainda de acordo com a LEI N° 9.472, Art. 127. A disciplina da exploração dos serviços no regime privado terá por objetivo viabilizar o cumprimento das leis, em especial das relativas às telecomunicações, à ordem econômica e aos direitos dos consumidores, destinando-se a garantir:

(...)

III – O respeito aos direitos dos usuários;

“Por outro lado, a análise do espectro eletromagnético, ligada evidentemente ao nascimento da radiodifusão, merece verificação em decorrência de seu desenvolvimento no País por conta de seus reflexos no direito positivo constitucional nacional” (FIORILLO, 2000, P. 167).

2.6.2 Direito Ambiental

O espectro eletromagnético, à disposição das pessoas, do Estado ou dos sistemas econômicos baseados no consumo em massa, acabou por propiciar em nosso país, novos rumos no que diz respeito aos direitos da população.

“O adensamento populacional, o surgimento de mais e maiores indústrias, a intensificação das relações de comércio, o alargamento das fronteiras econômicas, a exploração intensiva da agricultura, a dinamização dos meios de transportes e telecomunicação, geram a necessidade de regulação específica. Ao mesmo tempo há, por assim dizer o fenômeno de uma “globalização” dos problemas ambientais, invadindo as mais diferentes esferas do Direito” (CARVALHO, 1999. v.2, p.7).

“O Direito é essencialmente uma coisa viva. É chamado a reger os homens, isto é, seres que se movem, pensam, agem, se modificam. A finalidade da lei não é imobilizar a vida, cristalizando-a, mas permanecer em contato com ela, segui-la em sua evolução e a ela adaptar-se. Daí resulta que o direito tem um papel social a cumprir e o juiz deve dele participar, interpretando a lei não somente segundo seu texto e suas palavras, mas consoante as necessidades sociais que são chamadas a reger e segundo as exigências da justiça e da equidade que constituem seu fim. Em outras palavras, a interpretação não pode ser formal; precisa ser, antes de tudo, real, humana, socialmente útil” (AZEVEDO, 1996, p. 149).

Ainda, de acordo com FIORILLO (2000), para o estudo do denominado direito de antena, particularmente em face do direito ambiental no

Brasil, é necessário compreender dois momentos distintos do direito positivo brasileiro; antes e depois da Constituição Federal de 1988. Foi a partir desta que nosso sistema rompeu a tradicional dicotomia entre os bens privados e públicos.

A Constituição Federal Brasileira, em seu artigo 225 diz: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Desta maneira, “..., ao estabelecer de forma pioneira na história do direito constitucional em nosso país a existência de um bem que tem duas características específicas, a saber, ser de *uso comum do povo*, bem como *essencial à sadia qualidade de vida*, a Constituição formulou inovação verdadeiramente revolucionária no sentido de criar um terceiro gênero de bem que, em face de sua natureza jurídica, não se confunde com os bens público e muito menos com os bens privados” (FIORILLO, 2000, p. 182).

“O município, em face do que determina a Constituição Federal, é livre para organizar-se, consultando seus interesses particulares e observando tão-somente as restrições que balizam os critérios gerais de competência direcionados pela Lei Maior” (FIORILLO, 2000, p. 76).

Esta Constituição Federal diz:

Art. 30. Compete aos Municípios:

(...)

VIII – promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Inserido nesse contexto do direito constitucional, fica estabelecido o direito de todos terem acesso às ondas eletromagnéticas para fins de captar ou transmitir comunicação, preservando as características de qualidade ditadas pela lei.

Esse contexto indefinido, autoriza os advogados e promotores a apoiarem-se nos ditames do Direito Ambiental, a fim de legislar sobre as diretrizes para implantação das ERBs.

São as poluições visual e ambiental que norteiam as inferências dos mesmos em seus estudos e suas alocações pela necessidade, para as implantações das ERBs, de um licenciamento junto aos órgãos de fiscalização ambiental, embora até o momento, não se disponha de elementos técnicos e legais para tal exigência.

A Lei Federal 6.938/81, dá suporte aos mesmos quando em seu artigo 3º, III, define poluição, considerando-a “...a degradação da qualidade ambiental resultantes de atividades que direta ou indiretamente: (a) prejudiquem a saúde, ...”, configurando a ação de campos eletromagnéticos como uma forma de poluição denominada poluição eletromagnética.

Com propriedade, os mesmos se apóiam em jurisprudências e definições incisivas, tais como:

- O jurista FIORILLO (2000, p. 114), comenta o artigo 225 da Constituição Brasileira, onde estabelece que “...o meio ambiente ecologicamente equilibrado é bem de uso comum do povo e essencial à sadia

qualidade de vida, ..." dizendo; "... ao enunciá-lo como essencial à qualidade de vida, o dispositivo recepcionou o conceito de meio ambiente dentro de uma concepção que determina uma estreita e correta ligação entre a tutela do meio ambiente e a defesa da pessoa humana, ...".

- ÉDIS MILARÉ, apud JUNIOR (2000), ressalta que os objetivos do Direito Ambiental, são fundamentalmente preventivos, voltados para o momento anterior à consumação do dano; o do mero risco.

Vale ressaltar que o CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente não expediu nenhuma normativa sobre o assunto.

Da ausência de uma lei federal específica, ficam portanto os municípios incumbidos de legislar sobre o desenvolvimento e ampliação das telecomunicações, no que diz respeito à implantação das ERBs, com suas torres para suporte das antenas e os containeres que contém os equipamentos elétricos e eletrônicos, que geram os sinais de comunicação celular.

Diante do exposto, alguns municípios já providenciaram suas próprias legislações sobre a matéria, estabelecendo restrições e condicionantes destinados a regular as instalações de ERBs em seus territórios estabelecendo:

- PORTO ALEGRE/RS, (Lei 8463/2000): vedação das instalações em determinados locais; condições a limites de potência; apresentação de estudo de viabilidade urbanística; licenciamento junto à Secretaria Municipal de Obra e Viação; Controle das radiações pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente; prazo para adequação das ERBs já instaladas.

- SÃO PAULO/SP, (Decreto 39.603, de 10/07/2000, também conhecido como “Decreto SP”), dispõe: (i) sobre a implantação de antenas, torres e equipamentos de telecomunicações; (ii) sobre os procedimentos para aprovação e fiscalização das respectivas obras; e (iii) sobre a imposição de sanções aos infratores das disposições nele contidas.
- CAMPINAS/SP, (Leis 9580/1997 e 9891/1998 e Decreto 13.261/1999): estabelecimento de limites de densidade de potência; controle por parte da Secretaria Municipal da Saúde; distância mínima com relação à divisa de imóveis vizinhos; exigências de laudo radiométrico; exigência de alvará sanitário para entrada em operação.
- CHAPECÓ/SC, (Lei Complementar 102/2000): estabelecimento de limites de densidade de potência; controle pelo Departamento de Vigilância Sanitária; distância mínima em relação a imóveis confinantes; prazo para adequação das antenas já instaladas; exigência de alvará sanitário para entrada em operação de antenas, penalidades; responsabilidade dos proprietários dos equipamentos, por danos ambientais e sanitários.
- PORTO NACIONAL/TO, (Lei 1.670/00). Dispõe sobre a instalação de antenas transmissoras de rádio, televisão, telefonia celular, telecomunicações em geral e outras antenas transmissoras de radiação eletromagnética. As antenas somente entrarão em operação após a concessão do alvará sanitário pela Secretaria Municipal da Saúde. Limita a densidade de potência total irradiada

em $100 \mu W / cm^2$, em qualquer local passível de ocupação humana. Limita também um recuo de, no mínimo, 300 metros de distância das divisas das aglomerações habitacionais e comerciais, as instalações das antenas.

- RIO DE JANEIRO/RJ, (Decreto 19.260 de 08/12/2000). Dispõe sobre a autorização para a instalação, a título precário, de torres, postes e mastros e de Estações de Radiocomunicação dos Serviços de Telecomunicações. Prevê também, como diretriz, a prioridade ao compartilhamento da estrutura, não o tornando obrigatório, apenas incentivando tal prática.

Tais instalações de ERBs, evidentemente destinam-se a atender as comunidades, no tocante às facilidades e melhorias das telecomunicações e portanto poderia ser pensado este desenvolvimento tecnológico sustentado na garantia do bem estar social, na qualidade de vida e na preservação do meio ambiente.

3 METODOLOGIA

3.1 INTRODUÇÃO

A cada ERB que é instalada, um novo centro de prováveis problemas e insatisfações é criado, tendo como epicentro, o ponto de localização dessa nova torre, com suas antenas e equipamentos, que compõem a nova estação.

O desenvolvimento deste trabalho foi direcionado, segundo uma ótica perfeitamente definida; a análise dos problemas envolvendo o homem e o meio ambiente próximo às ERBs (Estações Rádio Bases).

Para que fossem alcançados resultados confiáveis, foram consultadas por meio de questionários dirigidos, as pessoas que residem nas proximidades destes pontos de irradiação, e também aquelas que por intermédio de uma atividade comercial, estejam direta ou indiretamente ligadas e dependentes dessa região, objeto do estudo.

Há que se admitir e salientar que a obtenção dos dados necessários para a produção e o desenvolvimento deste trabalho teve que superar algumas barreiras.

Na identificação dos problemas homem versus entorno do ponto da ERB (Estação Rádio Base), o receio e constrangimento das pessoas em seus depoimentos pessoais, foi fato marcante.

O acesso restrito ao ambiente das ERBs, limitou a obtenção de dados.

3.2 PESQUISA DE OPINIÃO

3.2.1 A Coleta de Dados

De acordo com GIL (1991), para a coleta de dados nos levantamentos são utilizadas as técnicas de interrogação: o questionário, a entrevista e o formulário. Por questionário entende-se um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado. Entrevista pode ser entendida, como a técnica que envolve duas pessoas numa situação “face a face” e em que uma delas formula questões e a outra responde. O formulário é uma técnica de coleta de dados em que o pesquisador formula questões previamente elaboradas e anota as respostas.

Segundo GIL (1991), uma técnica de interrogação deve possibilitar a obtenção de dados a partir do ponto de vista dos pesquisados.

GIL (1991), afirma que o questionário constitui o meio mais rápido e barato de obtenção de informações nas pesquisas de opinião, além de não exigir treinamento de pessoal e garantir o anonimato.

Em parte deste trabalho, os valores foram obtidos, utilizando-se como instrumento de pesquisa, o questionário.

3.2.2 Elaboração do Questionário

A elaboração de um questionário consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos. Naturalmente não existem normas rígidas a respeito da elaboração do questionário. Todavia, é

possível, com base na experiência dos pesquisadores, definir algumas regras básicas a esse respeito:

- as questões devem ser preferencialmente fechadas, mas com alternativas suficientemente exaustivas para abrigar a ampla gama de respostas possíveis;
- devem ser incluídas apenas as perguntas relacionadas ao problema proposto;
- devem ser evitadas perguntas que penetrem na intimidade das pessoas;
- as perguntas devem ser formuladas de maneira clara, concreta e precisa;
- deve-se levar em consideração o sistema de referência do entrevistado, bem como o seu nível de informação;
- a pergunta deve possibilitar uma única interpretação;
- as perguntas devem referir-se a uma única idéia de cada vez;
- o número de perguntas deve ser limitado;
- o questionário deve ser iniciado com as perguntas mais simples e finalizando com as mais complexas;
- cuidados especiais devem ser tomados em relação à apresentação gráfica do questionário, tendo em vista facilitar seu preenchimento.

Em um questionário, a título de introdução, deve-se procurar fazer perguntas agradáveis ou sugestivas, que despertem imediatamente o interesse, mesmo que nada tenham a ver com o assunto de que se irá tratar. Isto despertará a atenção do interrogado e criará nele uma disposição favorável para responder a entrevista. É boa norma, iniciar com perguntas gerais e ir passando para as particulares.

A concepção dos questionários aplicados ocorreu de maneira a estar intimamente relacionada com as hipóteses e objetivos deste trabalho, a fim de conduzir a respostas positivas ou negativas, porém que demonstrassem a realidade dos fatos.

Neste contexto, um fator relevante, não pode ser ignorado; a distancia cultural que existiu no universo das pessoas que integraram este processo de perguntas e respostas, no qual foram inseridos, o pesquisador e os pesquisados. Por isso os questionários foram elaborados de maneira que as perguntas fossem diretas e simples, procurando respostas objetivas e claras, evitando-se ambigüidade de entendimentos.

3.2.3 A Amostra

A teoria das amostras nos indica que “um número suficientemente grande de casos sorteados para um universo apresenta, quase certamente, os mesmos caracteres do universo”.

Pode-se dizer, no entanto, que a grandeza desse número, depende do grau de certeza que desejamos ter na pesquisa.

Como diz TAGLIACARNE (1986), a lei do cálculo das probabilidades, que governa a teoria das amostras, como também o senso comum, adverte-nos que, quanto maior é o número de elementos considerados, mais seguro será o resultado.

As amostras devem ser constituídas por elementos tomados aleatoriamente, de modo que cada elemento do universo tenha a mesma probabilidade de figurar na amostra. Só assim a amostra representará o

universo e reproduzirá fielmente os vários caracteres, podendo ser submetida aos processos matemáticos.

Deve-se considerar que as pessoas integrantes de nossa pesquisa, estarão, em suas respostas aos questionários, sendo influenciadas pelo próprio estado emocional, uma vez que as mesmas são partes integrantes do processo em questão e estão ligadas diretamente ao problema.

3.2.3.1 Amostras com Escolha Racional

De acordo com TAGLIACARNE (1986), freqüentemente, por motivos práticos, recorre-se, na formação de uma amostra, a métodos não rigidamente casuais adotando-se critérios lógicos. Para esses casos há uma amostra de escolha racional que pode oferecer resultados até melhores que os obtidos com métodos matemáticos mais rigorosos, especialmente quando não é possível obter amostras com elementos suficientemente numerosos.

Na escolha racional, devemos usar todas as noções e dados disponíveis sobre a natureza e composição do universo, em relação à pesquisa que se fará, bem como conhecimento sobre o problema.

3.3 REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa teve seu desenvolvimento dividido em três partes:

- A aplicação do questionário para realização da pesquisa;
- Coleta de dados e documentos;
- Tratamento e análise dos dados coletados.

3.3.1 Aplicação do Questionário

Esta primeira parte foi realizada por meio de uma pesquisa de campo, com aplicação de três tipos de questionários assim dirigidos:

1 – Destinado aos moradores das proximidades das torres, num raio de aproximadamente 100 metros, tendo-se a torre como centro.

2 – Destinado aos corretores imobiliários, intermediários na transação entre o comprador e vendedor de imóveis.

3 – Destinado aos comerciantes e prestadores de serviços, que desenvolvem seus trabalhos em locais situados num raio de 100 metros, tendo a torre como centro.

Estes questionários foram aplicados obedecendo aos seguintes critérios:

- A – Concentração dos trabalhos na cidade de Maringá, no Paraná, residência do pesquisador e cidades vizinhas;
- B – Aplicação dos questionários em cidades mais distantes de Maringá, quando da realização de viagens de trabalho, por parte do pesquisador;
- C - Aplicação dos questionários a moradores e corretores imobiliários, nos passeios esporádicos e reuniões de clube de serviço do qual o pesquisador é integrante, e onde os mesmos estiveram presentes como visitantes.

Assim, o universo de entrevistados, moradores das proximidades das ERBs e corretores imobiliários, escolhidos para aplicação da pesquisa, foi-se formando gradativamente, à medida que as oportunidades foram surgindo e compreendeu pessoas de 12 cidades assim distribuídas nos estados: Paraná (7); São Paulo (2); Rio de Janeiro (1); Rio Grande do Sul (1) e Rondônia (1).

Algumas das ERBs, em torno das quais se desenvolveram as pesquisas estão assim localizadas:

CANBÉ / PR.

- Rua Estados Unidos nº 51
- Avenida Brasil, ao lado do nº 323.

MARINGÁ / PR.

- Avenida Gastão Vidigal – Bairro Aeroporto
- Avenida Mauá, nº1.386.
- Avenida Paissandu – Quadra 39, Data D-4.
- Avenida Prudente de Moraes ao lado do nº 936
- Avenida Carlos Borges nº 898 X Rua Itália.
- Avenida Duque de Caxias nº 264.
- Avenida Pio XII – Quadra 38-A, Data 06.
- Jardim Imperial
- Rua Caracas Quadra M-41, Data D-15.
- Copel, Jardim Alvorada.
- Rua José Moreno Junior Quadra 12, Data 18.
- Avenida João Paulino Vieira Filho, ao lado do nº 752.
- Avenida Guaira nº 270.
- Rua Deputado Ardinal Ribas nº 150.
- Avenida Nildo Ribeiro da Rocha, ao lado do nº 4612.

MARIALVA / PR.

- Avenida Eurico Barros ao lado do nº 137.

NOVA ESPERANÇA / PR.

- Rua Governador Bento Munhoz da Rocha Neto, ao lado do nº 378.

- Avenida São José, ao lado do nº 658.

CURITIBA / PR.

- Rua 24 de Maio, próximo ao nº 416.

PORTO ALEGRE / RS.

- Presídio Feminino Madre Peletier – Poá.

PORTO VELHO / RO.

- Bairro Embratel

RIO DE JANEIRO / RJ.

- Rua Cosme Velho nº 415/302.

A elaboração das perguntas componentes do questionário a serem aplicados na pesquisa, foi pensada de maneira que as respostas obtidas junto aos pesquisados atingissem os objetivos desejados.

As mesmas foram seqüenciadas obedecendo aos critérios recomendados como boa norma, ou seja, inicialmente caracterizando as generalidades e no decorrer do questionário as mesmas foram passando aos objetivos particulares.

Na elaboração do questionário destinado aos moradores, a última das perguntas foi formulada de maneira a dar liberdade de expressão ao pesquisado, porém referente ao assunto em pauta, com a finalidade de avaliar a influência da ERB ali implantada, em sua vida.

Os questionários aplicados aos moradores e corretores imobiliários foram respondidos por escrito pelos pesquisados, e devolvidos ao pesquisador.

3.3.1.1 Moradores

O total de pessoas entrevistadas na modalidade foi de 92, distribuídas em 12 cidades. A distribuição dos participantes de cada cidade, bem como algumas características observadas estão contidas na TABELA 3.1 a seguir.

TABELA 3.1 – Identificação dos moradores entrevistados

CIDADE	NUMERO DE ENTREVISTADOS	NUMERO DE HOMENS	NUMERO DE MULHERES	TEMPO MÉDIO DE MORADIA (ANOS)
MARINGÁ-PR	25	14	11	7
MARIALVA-PR	22	12	10	17
CAMBÉ-PR	12	6	6	15
NOVA ESPERANÇA-PR	11	8	3	10
GUARAPUAVA-PR	8	2	6	16
CURITIBA-PR	1	1	0	não declarado
PATO BRANCO-PR	1	1	0	15
MARÍLIA-SP	6	5	1	2
VERA CRUZ-SP	2	1	1	12
PORTO ALEGRE-RS	1	0	1	31
PORTO VELHO-RO	2	2	0	9
RIO DE JANEIRO-RJ	1	0	1	19
TOTAL	92	52	40	

Nesta tabela, a coluna que define o tempo médio de moradia representa a quantia em anos, de residência no local onde se desenvolveu a pesquisa.

3.3.1.2 Corretores Imobiliários

O questionário destinado a avaliar a movimentação imobiliária em função da implantação das ERBs, foi dirigido predominantemente aos corretores ligados às imobiliárias.

Nesta modalidade foram aplicados 105 questionários, distribuídos em 7 cidades. Cada cidade teve sua participação definida conforme o que mostra a TABELA 3.2 a seguir.

TABELA 3.2 – Identificação dos corretores imobiliários entrevistados

CIDADE	NUMERO DE ENTREVISTADOS	NUMERO DE HOMENS	NUMERO DE MULHERES	TEMPO MÉDIO DE TRABALHO (ANOS)
MARINGÁ-PR	84	58	26	16
MARIALVA-PR	1	1	0	6
CAMBÉ-PR	7	7	0	17
NOVA ESPERANÇA-PR	2	2	0	12
GUARAPUAVA-PR	3	3	0	15
UMUARAMA-PR	7	5	2	10
PORTO VELHO-RO	1	1	0	17
TOTAL	105	77	28	

O tempo médio de trabalho considerado na tabela significa o número de anos que o corretor está ligado à imobiliária, local da pesquisa.

Procurou-se fazer com que todos os corretores pertencentes a cada imobiliária participassem da pesquisa, pois cada um deles “adota”, ou tem mais afinidade com uma determinada região da cidade para melhor

desenvolver o seu trabalho. Este foi um critério pensado, no intuito de colher dados de toda cidade pesquisada.

3.3.1.3 Comerciantes e Prestadores de Serviços

Na proposta do trabalho, como anteriormente citado, pensou-se em três modalidades de pessoas a serem questionadas.

Os comerciantes e prestadores de serviços proprietários ou não de estabelecimentos e que desenvolvem seu labores em locais próximos às torres para celulares, seriam uma das modalidades em foco.

O questionário destinado aos mesmos foi devidamente elaborado e colocado em campo a fim de colher subsídios para os estudos, porém dois motivos nos levaram a abandonar esta terceira modalidade de pesquisados:

1 – Os pesquisados, na maioria das vezes, apenas desenvolvem suas atividades naquele local, não residem no mesmo e, portanto absortos em seus trabalhos, demonstraram desconhecimento sobre o assunto.

2 – Alguns prestadores de serviços, demonstraram total desinteresse em responder as perguntas, ou até mesmo foram impedidos de receber o questionário, por suas atendedoras recepcionistas.

Fatos estes, considerados relevantes, nos levaram a decidir pela não continuidade da pesquisa neste segmento.

3.3.1.4 Fórmulas Matemáticas

De acordo com TAGLIACARNE (1986), a extensão da amostra é fato de grande importância prática porque do número de casos a se considerar, dependem a rapidez e o custo da pesquisa.

Uma vez que no estudo aqui proposto, o tamanho da amostra já foi definido, em função do número de entrevistados (moradores e corretores imobiliários), os cálculos a serem elaborados serão no sentido de se conhecer o valor do erro máximo consentido, em função da confiabilidade a ser estabelecida para os resultados.

O erro ou desvio de uma amostra é dado pela fórmula genérica,

$$\sigma^2 = \frac{p \cdot q}{N}$$

Multiplicando-se os dois termos desta por 3, teremos:

$$(3\sigma)^2 = \frac{9 p \cdot q}{N} \quad \text{se } (3\sigma) = E$$

$$E^2 = \frac{9 p \cdot q}{N}$$

Neste caso, o erro (**E**) é estabelecido em (**3σ**), ou seja, três vezes o valor do desvio padrão médio.

Isto representa uma segurança de 997 por mil, o que é o mesmo que dizer que os resultados conseguidos têm a probabilidade de 997 em mil de

serem verificados dentro dos limites de erro estabelecidos e poderão ser admitidos praticamente como certos ou seja; têm uma margem de confiança de 997 por mil ou 99,7%.

- considerando-se que a confiabilidade dos resultados calculados em nosso caso seja fixada em 95%,

- para tal confiabilidade, nas tabelas de estatísticas: $Z(\alpha/2) = 1,96$

- portanto: $(1,96\sigma)^2 = \frac{1,96^2 \cdot p \cdot q}{N}$

- e finalmente: $E^2 = \frac{3,8416 \cdot p \cdot q}{N}$

Onde temos:

- E = distância porcentual entre o valor determinado e a porcentagem relativa à população (erro máximo consentido).
- p = porcentagem com o qual o fenômeno se verifica.
- q = (100 – p), porcentagem complementar.
- N = tamanho da amostra, número de casos a considerar.

Assim, no nosso estudo, uma vez que temos nossa amostra (N) definida em função do número de entrevistados, já definidos, estudaremos o erro (E) máximo consentido; para mais e para menos, no valor calculado, com 95% de confiabilidade no resultado obtido.

3.3.2 Coleta de Dados e Documentos

Um fator importante e determinante na qualidade da segurança oferecida por uma ERB é o sistema de aterramento das partes metálicas não

energizadas bem como do sistema de proteção contra as descargas atmosféricas, instalados na mesma.

Os ruídos emitidos por alguns dos equipamentos que compõem ou que são necessários para o funcionamento de uma ERB, são também fatores a considerar.

A obtenção de dados por medições a fim de avaliar cada caso, deve ser feita nos ambiente das ERBs. Considerando-se que o domínio das mesmas é totalmente privado, o acesso a esses ambientes foi dificultado sobremaneira.

Para avaliar algumas características do aterramento de uma ERB, foram efetuadas algumas medições envolvendo as instalações da mesma, na cidade de Marialva, Paraná.

Uma parte integrante de uma ERB, que tem sido objeto de questionamentos é a torre que sustenta as antenas de comunicação celular. Esta oferece um visual que fere o meio ambiente e desta forma será motivo de destaque a fim de que a extensão desse efeito seja mostrada, no intuito de avaliar a poluição visual oferecida.

Desta maneira, a fim de atender todos os objetivos pretendidos neste estudo, foram dirigidos os trabalhos propostos.

3.3.3 Tratamento e Análise dos Dados Coletados

Os dados coletados junto aos moradores (excluídos aqueles obtidos com a pergunta com resposta livre sobre o assunto), bem como a

totalidade daqueles obtidos junto aos corretores imobiliários, receberam tratamento estatístico.

As declarações oferecidas pelos moradores ao questionamento com resposta livre, permitiram avaliar a influência psicológica das ERBs sobre as pessoas que habitam seus arredores.

As fotografias e dados coletados com medições foram analisados de maneira documental.

4 FATORES DE RISCOS E SEUS EFEITOS

4.1 EFEITOS SOBRE A COMERCIALIZAÇÃO IMOBILIÁRIA

4.1.1 Análise dos Valores Coletados com os Moradores

4.1.1.1 Moradores - Amostragem Geral

Consideradas as regiões pesquisadas bem como a totalidade dos moradores das proximidades das ERBs (92 pessoas) e sabendo que nestas, as instalações para comunicações celulares têm pouca idade; aproximadamente 5 anos, podemos observar que mais de 70% das pessoas pesquisadas tem conhecimento das mesmas, em seus bairros, desde suas implantações, pois residem alí a mais de 5 anos.

A TABELA 4.1 seguinte traduz o questionamento primeiro das perguntas dirigidas aos pesquisados, sobre o tempo de moradia dos mesmos naquele local.

TABELA 4.1 – Tempo de residência dos pesquisados

Intervalo (anos)	Ocorrência	
	(frequência)	(%)
1 a 5	26	28,3%
6 a 10	18	19,6%
11 a 15	14	15,2%
16 a 20	17	18,5%
21 a 30	11	12,0%
mais de 30	2	2,2%
não responderam	4	4,3%
Total	92	100,0%

Para um maior conhecimento das características dos moradores, fez-se o questionamento quanto a propriedade do imóvel onde residiam, ficando mostrado que quase 90% eram proprietários dos mesmos, de acordo com o que nos apresentam os dados contidos na TABELA 4.2.

TABELA 4.2 - Mora em imóvel próprio ou alugado

Condição	Ocorrência	
	(frequência)	(%)
Próprio	80	87,0%
Alugado	12	13,0%
Total	92	100,0%

Interessante notar que este local para a moradia aconteceu de maneira voluntária, fato este comprovado por 62,2% das pessoas questionadas, quando perguntadas pelo qual motivo teria escolhido aquele bairro para morar. Veja a TABELA 4.3.

TABELA 4.3 – Opção de escolha do local para morar

Condição	Ocorrência		Erro (E) ± (%)	Intervalo	
	(frequência)	(%)		Menor	Maior
Livre escolha	61	62,2%	9,6%	52,6%	71,8%
Falta de opção	3	3,1%	3,4%	-0,3%	6,5%
Necessidade	15	15,3%	7,1%	8,2%	22,4%
Valorização Imobiliária	19	19,4%	7,8%	11,6%	27,2%
Total	98	100,0%			

Observa-se aqui, que a frequência total mostrada nesta tabela, ultrapassou o número de pesquisados (92). Isto se deve ao fato de que foi dada liberdade de resposta a mais de um dos itens constantes das opções de respostas.

Um estudo comparativo feito a partir das respostas dos homens e das mulheres, moradores das proximidades das ERBs, compiladas em separado, nos permite fazer uma análise de sensibilidade entre as duas classes pesquisadas.

Observa-se pela TABELA 4.4, a contribuição de cada uma dessas classes, na definição da escolha do local para morar.

TABELA 4.4 – Opção de escolha do local para morar

Condição	Ocorrência	
	Homens	Mulheres
Livre escolha	56,9%	70,0%
Falta de opção	3,5%	2,5%
N	17,2%	12,5%
Valorização Imobiliária	22,4%	15,0%
	100,0%	100,0%

- a) - Na classe feminina, houve predominância pela escolha pura e simples na definição do local para morar.
- b) – Os homens demonstraram serem mais influenciadas pelo investimento imobiliário que as mulheres.

Nas proximidades do local onde se implantou uma torre, observou-se junto aos moradores, uma influência negativa devida a mesma.

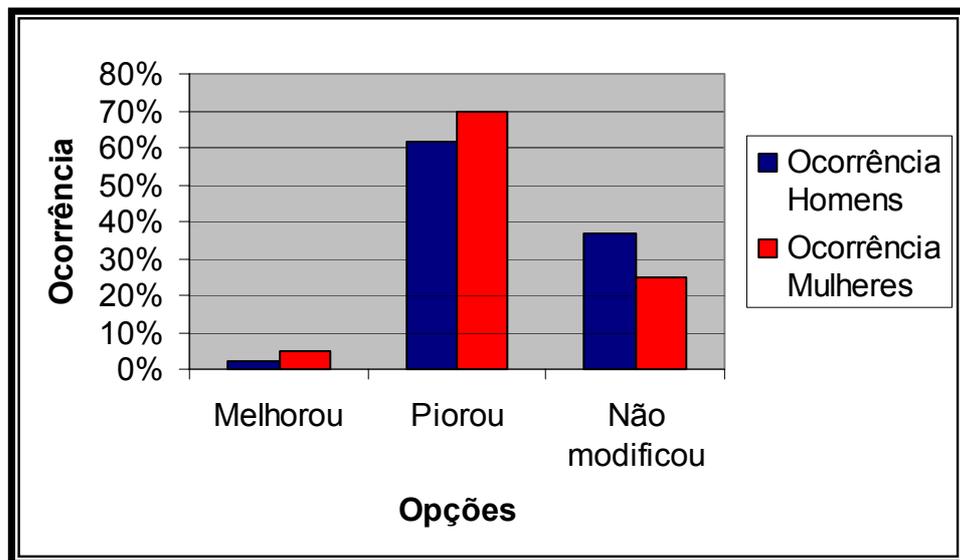
Vê-se pela TABELA 4.5 apresentada a seguir, que a maioria dos moradores afirmou estarem insatisfeitos com a nova situação. Nela, 65,2% dos pesquisados declararam ter piorado o prazer de morar naquele local, com a presença da torre.

TABELA 4.5 – Prazer de morar no local após a instalação da torre

Condição						
	3	3,3%	3,6%	-0,4%	6,9%	
	60	65,2%	9,7%	55,5%	74,9%	
Não modificou	29	31,5%	9,5%	22,0%	41,0%	
Total	92	100,0%				

Vale aqui ressaltar que esses valores foram calculados baseando-se em uma confiabilidade de 95% sobre os mesmos de acordo com as considerações matemáticas já apresentadas.

Os homens e as mulheres contribuíram para esses valores, da seguinte forma.

**FIGURA 4.1** – Satisfação de moradia após a instalação da torre

As mulheres, ao mesmo tempo em que opinam em maior quantidade que os homens numa melhora, declaram também em maior índice que os homens, que piorou as condições de ali morar.

É necessário também, analisar o seguinte:

- a) – As pesquisas se desenvolveram nas mais diversas e diferentes regiões,
- b) – A idade de implantação das ERBs, não foi motivo determinante para a escolha da região a ser pesquisada.

Em vista disso, ocorreram alguns resultados surpreendentes para a pergunta desta última tabela, tais como:

- 1) – Moradores das cidades de Marialva opinaram em 100% o índice de piora no prazer em morar no local, após a implantação das ERBs nas proximidades.
- 2) Na cidade de Maringá, moradores de um edifício, foram unânimes em afirmar que a instalação da ERBs próximo a eles, ocasionou uma qualidade melhor no “sinal” do aparelho celular dos mesmos e portanto melhorou seu prazer em morar naquele local.

Para a maioria desses moradores, a vida não modificou, bem como sua preocupação. A existência de uma ERB não oferecia qualquer objeção em adquirir imóvel nas suas proximidades.

Duas das perguntas dirigidas aos moradores interrogados tinham por objetivo a verificação das intenções futuras dos mesmos, influenciadas pela experiência de já estar residindo nas proximidades de alguma ERB. Uma delas aventava a possibilidade de escolha, caso pudesse, em morar ou não; próximo a uma torre para celular. Este questionamento, não atrelava a resposta à propriedade do bem imóvel. Os dados obtidos neste caso estão apresentados na TABELA 4.6 apresentada a seguir.

TABELA 4.6 – Se pudesse escolher, moraria perto da torre?

Condição	Ocorrência		Erro (E) ± (%)	Intervalo	
	(frequência)	(%)		Menor	Maior
Sim	6	6,5%	5,0%	1,5%	11,6%
Não	86	93,5%	5,0%	88,5%	98,5%
Total	92	100,0%			

A outra pergunta relacionada às futuras pretensões dos pesquisados, argüia sobre a intenção de comprar ou não, um imóvel próximo a alguma torre para celular. A seguir mostramos os resultados obtidos pela TABELA 4.7.

TABELA 4.7 – Intenção de compra de imóveis próximos a uma torre

Condição					
	(frequência)	(%)		(%)	Menor
Sim	10	10,9%	6,4%	4,5%	17,2%
Não	82	89,1%	6,4%	82,8%	95,5%
Total	92	100,0%			

A liberdade de escolha por morar ou para comprar, mostrou por parte dos pesquisados, uma definição quase unânime na recusa para ambas as condições.

Os indicadores coletados mostram índices muito próximos de 90% a favor da resposta negativa para as duas perguntas.

Ressalta-se que os cálculos de probabilidades feitos sobre estes valores coletados nos mostram um erro consentido de ± 5 a 6%, podemos afirmar que no universo total, a recusa por essas duas opções, existirá na ordem de 88 a 98% e 82 a 95%, respectivamente, com 95% de confiabilidade.

A estas posições, podem-se relacionar alguns valores particularizados que chamam a atenção, por exemplo:

a) – Das respostas obtidas para a escolha de morar próximo a uma ERB, apenas seis moradores afirmaram a aceitação dessa condição.

b) – Sobre comprar ou não um imóvel próximo a uma ERB, 10 das 92 pessoas responderam sim.

Tanto a totalidade das pessoas que integram o item (a), como 9 entre as 10 que compõem os integrantes do item (b), residem no mesmo edifício da cidade de Maringá, e que coincidentemente foram os mesmos que afirmaram sentir melhor prazer em morar nesse local, após a instalação da ERB, em vista de que o “sinal” do celular melhorou.

As opiniões dos interrogados ficaram divididas quando os mesmos foram argüidos quanto ao que mais causa preocupação a cada um, pelo fato de residir próximo a uma ERB.

Segundo os moradores, a falta de segurança oferecida pela presença da torre metálica, e a possibilidade de que a mesma venha a cair, são fatores relevantes e que também oferecem preocupação.

Mais uma vez, foi notado que 6 dentre as 7 manifestações sobre a inexistência de qualquer preocupação com a presença da torre com as antenas para comunicação celular, foram dos mesmos moradores do edifício já anteriormente citado, da cidade de Maringá.

Noutras cidades, como Nova Esperança, foram coletadas informações junto a maioria dos moradores de um mesmo edifício, e dentre os 11 pesquisados, apenas 1 respondeu afirmativo sobre a compra do imóvel nas

condições fixadas no questionário. Os valores e índices arrolados estão contidos na TABELA 4.8 a seguir.

TABELA 4.8 – Preocupação em morar próximo a uma torre para celular

Condição	Ocorrência		Erro (E) ± (%)	Intervalo	
	(frequência)	(%)		Menor	Maior
Não existe preocupação alguma	7	5,1%	3,7%	1,4%	8,9%
Tem receio que a torre venha a cair	30	22,1%	7,0%	15,1%	29,0%
Tem receio que faça mal à sua saúde	71	52,2%	8,4%	43,8%	60,6%
Simplesmente não se sente seguro	28	20,6%	6,8%	13,8%	59,0%
Total	136	100,0%			

Ressalta-se que também para esta pergunta, foi dada liberdade ao questionado, de se manifestar em mais de uma das opções oferecidas.

Causou surpresa e chamou a atenção, o fato de que quando perguntado aos moradores, se avistavam a torre ou parte dela, a partir de algum ponto de sua casa; registramos que 60% das 10 respostas negativas foram coletadas junto aos moradores do mesmo edifício já citado, da cidade de Maringá; ou seja, aqueles que demonstram não ter preocupação alguma com a torre, também não avistam a mesma.

O efeito biológico, com mais de 50% das escolhas, foi a causa de maior preocupação dentre os entrevistados, e isto provavelmente deva-se ao fato de que este efeito seja o assunto mais discutido e avaliado, quando se estuda ou se pesquisa os efeitos prováveis da ação de um campo eletromagnético.

A participação da classe feminina, bem como da masculina, para com essa preocupação está explicitada na FIGURA 4.2 seguinte.

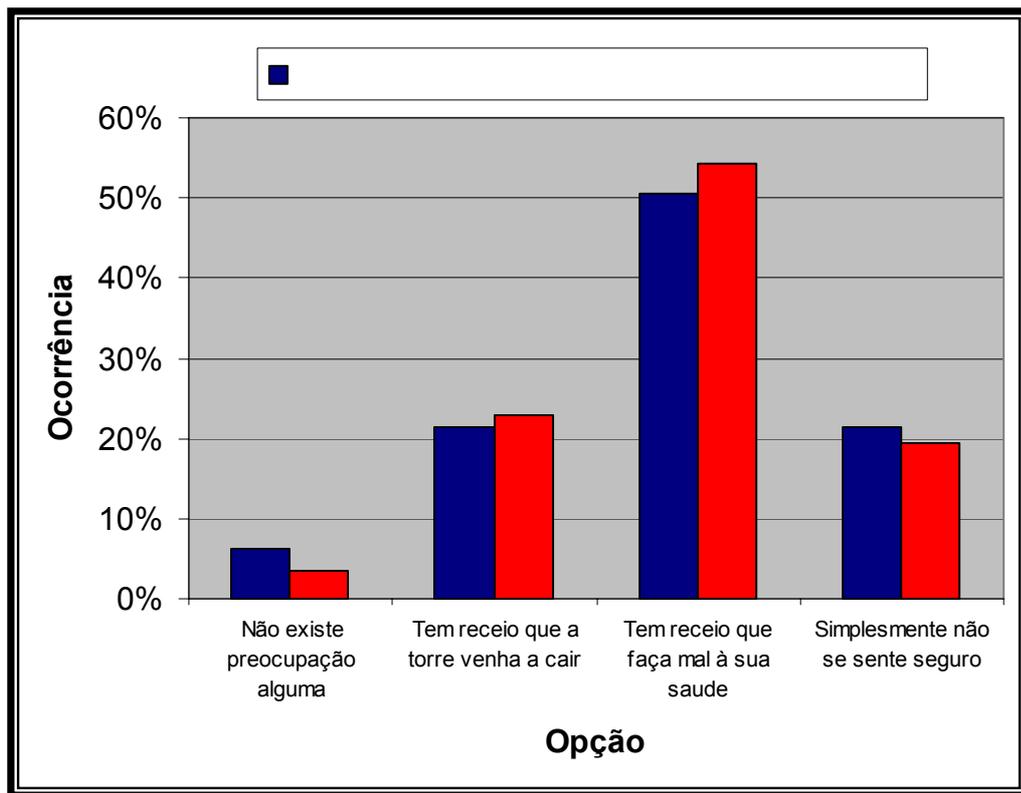


FIGURA 4.2 – Preocupação em morar próximo a uma torre de celular

Como a esta pergunta foi dada a liberdade de mais de uma opção de resposta, verificou-se que a proximidade maior ou menor entre a torre e a residência do morador, não modificava sua preocupação com relação ao efeito biológico, ao passo que as demais opções oferecidas para escolha de resposta eram influenciadas, ou até nem eram referenciadas à medida que a moradia do interrogado e a torre ficavam mais distantes.

Pelos valores colhidos com os questionados, 81 pessoas avistam a torre, de um ponto qualquer de sua residência, de maneira total ou parcialmente.

A TABELA 4.9 seguinte mostra os dados coletados para este questionamento.

TABELA 4.9 – A torre ou parte dela é avistada pelo morador

Condição	Ocorrência		Erro (E) ± (%)	Intervalo	
	(frequência)	(%)		Menor	Maior
Sim	81	88,0%	6,6%	81,4%	94,7%
Não	10	10,9%	6,4%	4,5%	17,2%
Não responderam	1	1,1%	-	-	-
Total	92	100,0%			

Uma vez que nos cálculos desenvolvidos para os erros consentidos, a confiabilidade fixada foi de 95%, não temos razão alguma para duvidar de que num raio de 100 metros, entre 81 e 94% dos moradores das proximidades de uma torre para antena de comunicação celular, avistam a mesma, de um ponto qualquer de sua residência.

4.1.1.2 Moradores - Análise de Comparativa

Algumas opções de respostas merecem considerações quanto aos elevados índices a elas relacionadas.

Com o intuito de verificação da repetição ou semelhança entre esses destaques, foram construídos tabelas e gráficos comparativos, com os resultados obtidos a partir de perguntas feitas junto aos moradores de quatro cidades dentre as visitadas; Cambé, Marialva, Maringá e Nova Esperança.

Vejamos a TABELA 4.10 e FIGURA 4.3 a seguir.

TABELA 4.10 – O que o levou a morar neste bairro

Condição	Cidade			
	Cambé	Marialva	Maringá	Nova Esperança
Livre escolha	64,3%	45,8%	69,2%	66,7%
Falta de Opção	7,1%	4,2%	3,9%	0,0%
Necessidade	21,4%	16,7%	7,7%	0,0%
Valorização Imobiliária	7,1%	33,3%	19,2%	33,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Ao se comparar as respostas quando perguntado, qual foi o motivo determinante na escolha por morar naquele bairro; a opção de livre escolha superou as demais nas quatro cidades. Em duas delas; Marialva e Nova Esperança, a valorização imobiliária teve a atenção dirigida pelos moradores, como opção de destaque em segundo plano, com 33,3% das intenções.

É interessante notar que na cidade de Nova Esperança, as opções de “falta de opção” e “necessidade” não obteve nenhuma indicação, mostrando uma tendência mais definida para a movimentação imobiliária daquela cidade.

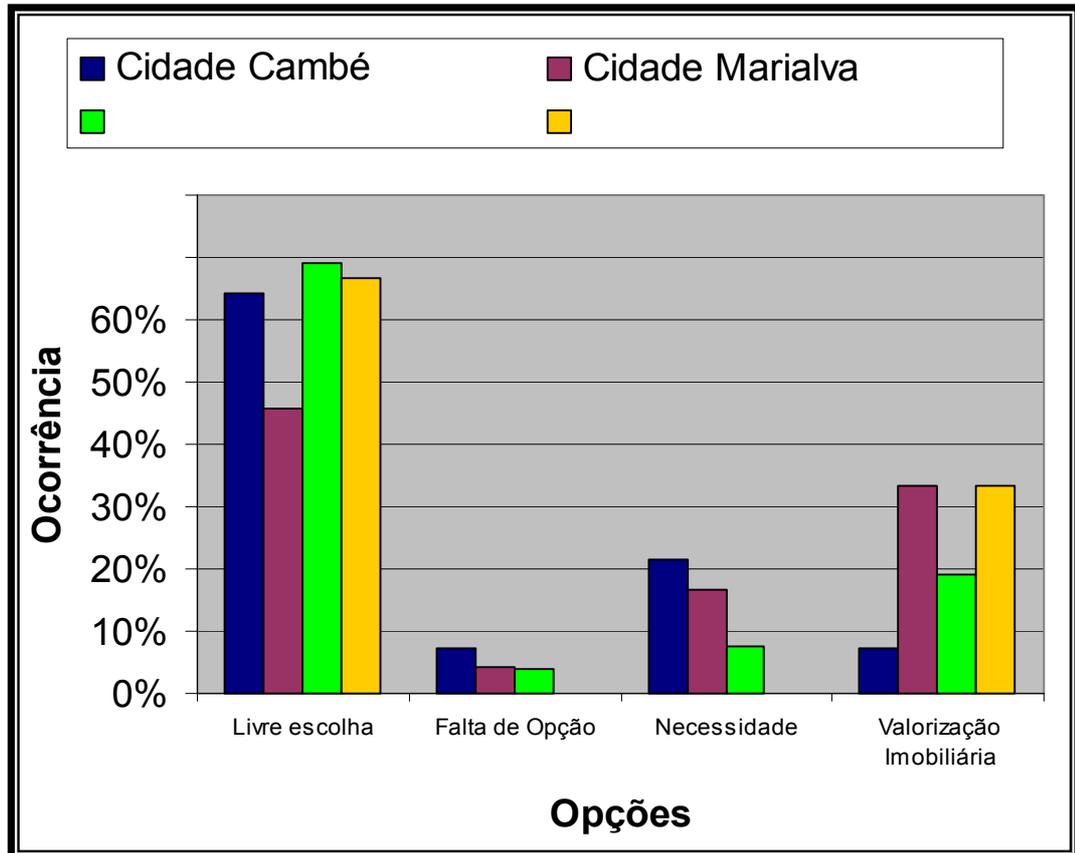


FIGURA 4.3 – Qual o motivo de morar neste bairro

Na cidade de Cambé, a “necessidade”, na escolha para moradia ficou em segundo lugar enquanto poucos; apenas 7,1% dos pesquisados pensaram em “valorização imobiliária”.

Colocando lado a lado, os valores obtidos com as respostas dadas à pergunta: Após a instalação da torre para antena de comunicação celular em seu bairro, seu prazer em morar nesse local, melhorou, piorou ou não

modificou, percebe-se uma enorme diversificação de opiniões dos moradores, como vemos na TABELA 4.11 e FIGURA 4.4, a seguir.

TABELA 4.11 – Prazer de moradia após a instalação da torre

Condição	Cidade			
	Cambé	Marialva	Maringá	Nova Esperança
Melhorou	0,0%	0,0%	12,0%	0,0%
Piorou	91,7%	100,0%	32,0%	45,5%
Não modificou	8,3%	0,0%	56,0%	54,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

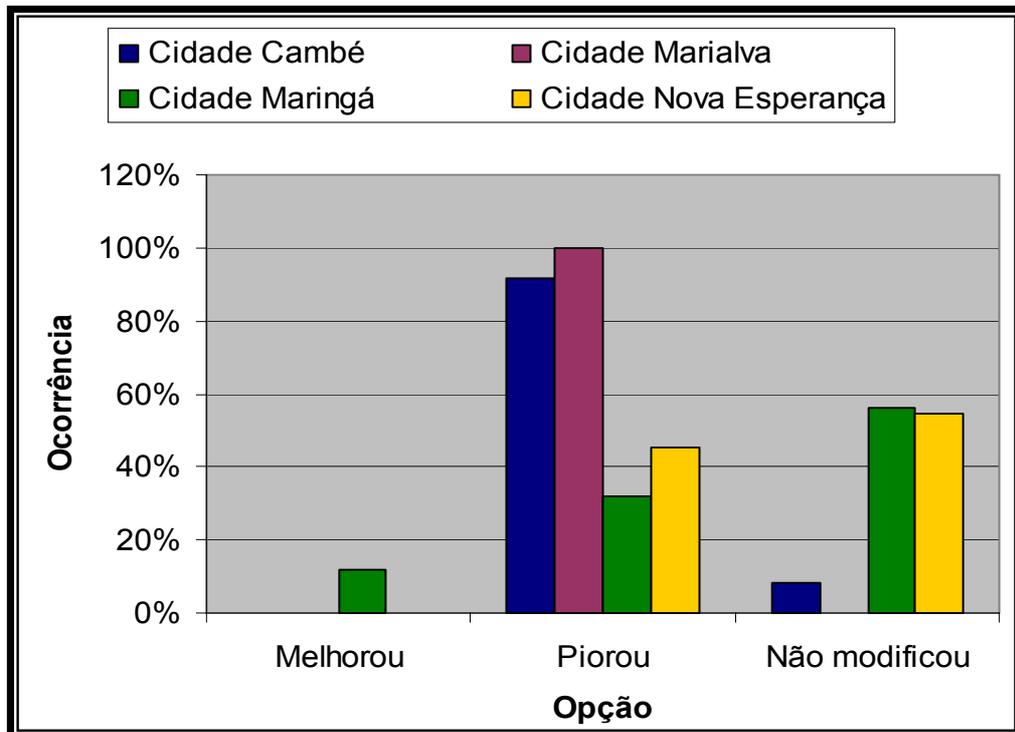


FIGURA 4.4 – O que modificou por morar perto da torre

Maringá ofereceu o resultado mais heterogêneo e isto ocorreu, como já anteriormente citado, devido a representatividade mostrada pelos moradores de um mesmo edifício que responderam com 12% das intenções, dizendo que houve uma melhora no prazer, em função de ter ocorrido melhora

no “sinal” de seus celulares, diferentes das outras três cidades, cujos moradores foram unânimes em dizer que nada melhorou.

Em Marialva, foi surpreendente constatar que 100% dos moradores interrogados opinaram pela condição de ver piorado o seu prazer de moradia após a instalação da torre.

Pesquisado o motivo dessa unanimidade, verificou-se que recentemente teriam ocorrido descargas atmosféricas no local, acarretando danos materiais aos moradores. Estes atribuíram a ocorrência à presença da torre ali instalada.

Ao ser oferecido uma condição de escolha, na opção de morar ou não, próximo a uma torre de celular, o resultado mostrou valores extremos em três das quatro cidades comparadas.

Observando a TABELA 4.12 e FIGURA 4.5 seguinte, vemos que excluindo Maringá, nas demais cidades os moradores foram unânimes (100%), na opção negativa. Neste caso, a opção maringaense foi de 24% para a resposta afirmativa e todos que fizeram essa opção eram moradores de um mesmo edifício.

Este edifício em questão, cujos moradores foram pesquisados, estava em final de construção, quando a torre para comunicação celular próximo a ele foi implantada, porém os proprietários dos apartamentos já estavam definidos, uma vez que o mesmo foi construído na forma de condomínio, tendo um tempo prolongado na construção do mesmo. É provável que a melhora citada, principalmente no que diz respeito ao sinal da comunicação celular se dê ao fato de que alguns dos moradores tenham vindo de lugares outros, onde este sinal fosse de pior qualidade.

Também se deve considerar o fato de que estes moradores pesquisados viveram a implantação da torre, concomitantemente à euforia da realização da nova moradia.

TABELA 4.12 – Podendo escolher, moraria ou não próximo a uma torre?

Condição	Cidade			
	Cambé	Marialva	Maringá	Nova Esperança
Sim	0,0%	0,0%	24,0%	0,0%
Não	100,0%	100,0%	76,0%	100,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

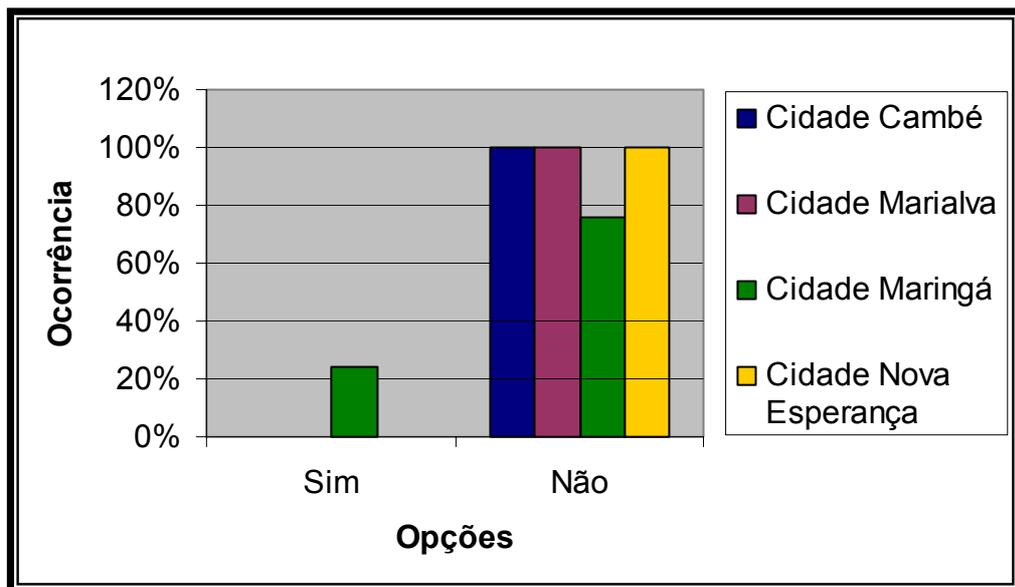


FIGURA 4.5 – Se pudesse escolher, moraria próximo a uma torre?

Tanto na cidade de Cambé como em Marialva, os moradores não relutaram em afirmar em 100%, que não comprariam um imóvel próximo a uma torre para antenas de celular, mostrando coerência com os resultados anteriormente oferecidos.

Estes resultados, bem como os demais que são apresentados na TABELA 4.13 e FIGURA 4.6 a seguir, são compreensíveis quando analisamos a expressão de cada uma das cidades estudadas.

TABELA 4.13 – Compraria um imóvel próximo a uma torre de celular?

Condição	Cidade			
	Cambé	Marialva	Maringá	Nova Esperança
Sim	0,0%	0,0%	36,0%	9,1%
Não	100,0%	100,0%	64,0%	90,9%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

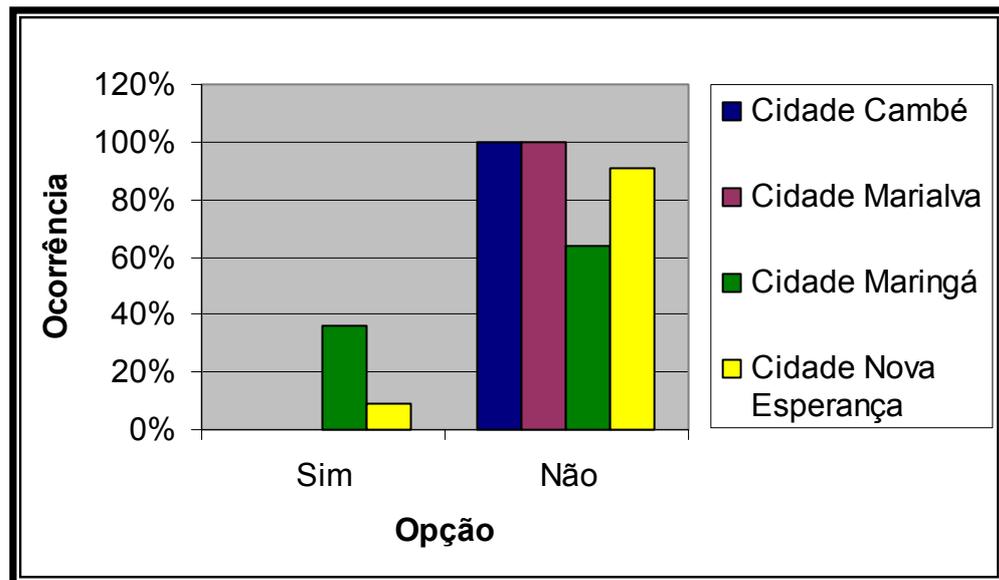


FIGURA 4.6 – Compraria um imóvel próximo a uma torre?

Cambé, Marialva e Nova Esperança têm qualidades semelhantes e bem diferenciadas daquelas oferecidas por Maringá. Supõe-se que o sistema construtivo predominantemente horizontal dessas três cidades permita uma maior visualização das torres implantadas, ao passo que em Maringá, nos

bairros de maior demanda no uso dos aparelhos celulares e portanto maior número de torres necessárias, a verticalização das construções impeçam a visão das mesmas, oferecendo menor influência psicológica aos moradores dos arredores.

Há de se considerar também a existência de uma definição da legislação para utilização do solo urbano de Maringá, ditada pela administração municipal, que cerceia a implantação de torres em determinados locais do perímetro urbano, o que ainda é inexistente nas três outras cidades.

Também, de acordo com a TABELA 4.14 e FIGURA 4.7 mostrada adiante, a comparação dos resultados oferecidos pelos moradores dessas cidades, quanto à preocupação existente pelo fato de estarem ali, próximos das torres, o efeito biológico foi o motivo de maior cuidado.

TABELA 4.14 – Receio em morar próximo a uma torre de celular

Condição	Cidade			
	Cambé	Marialva	Maringá	Nova Esperança
Não existe preocupação alguma	0,0%	2,1%	25,8%	0,0%
Tem receio que a torre venha a cair	6,3%	29,2%	12,9%	18,2%
Tem receio que faça mal à saúde	68,8%	39,6%	45,2%	81,8%
Simplesmente não se sente seguro	25,0%	29,2%	16,1%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

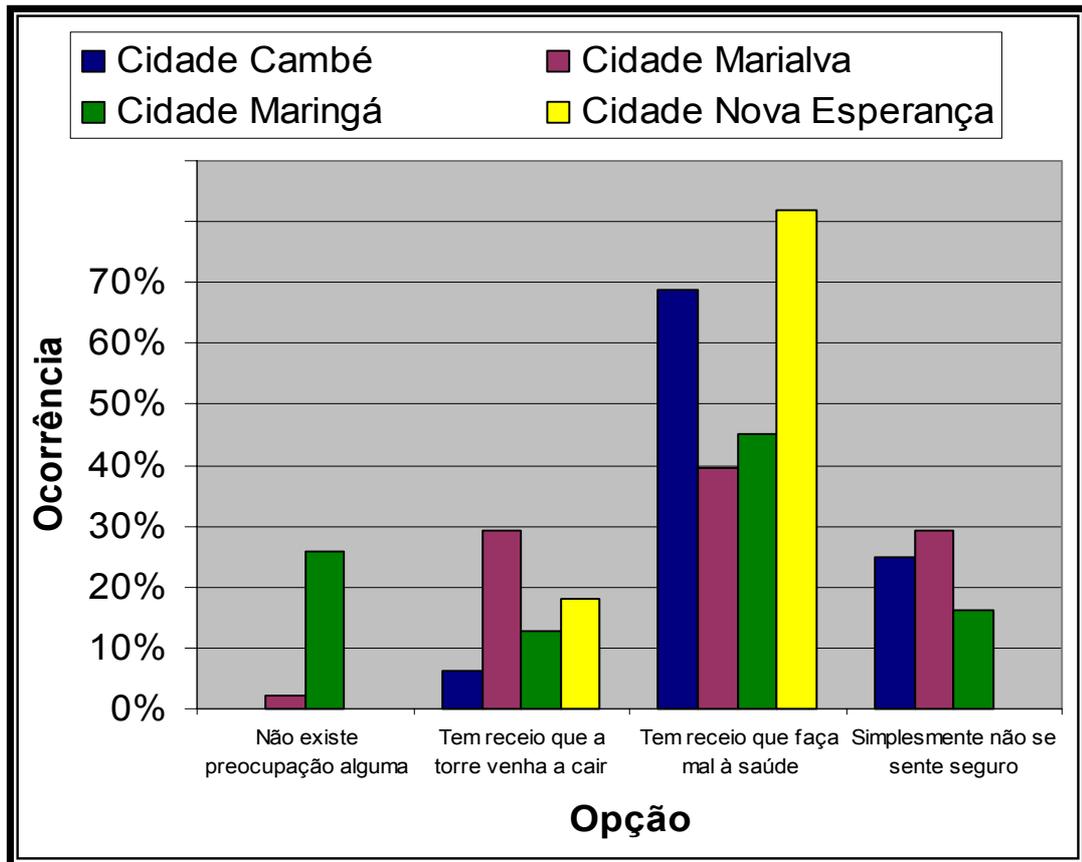


FIGURA 4.7 – Qual o receio em morar próximo a uma torre

Em Cambé e Nova Esperança, a totalidade dos moradores pesquisados têm algum tipo de preocupação causada pela presença da torre.

Maringá, novamente ofereceu maior diversificação nos dados coletados, reafirmando as características anteriormente citadas.

4.1.2 Valores Coletados com os Corretores Imobiliários

4.1.2.1 Corretores Imobiliários – Amostragem Geral

Uma pesquisa com aplicação de 105 questionários, distribuídos em 7 cidades, de maneira pessoal e direta, nos forneceu dados que permitiu fazer uma análise para avaliação do mercado imobiliário residencial, em suas características e qualidades de oferta e procura nas regiões próximas as ERBs para comunicações celulares.

De acordo com o que foi anteriormente descrito na metodologia adotada, estes dados foram colhidos junto de todos os corretores que fazem parte do quadro funcional de cada empresa imobiliária visitada. Isto para que pudéssemos angariar opiniões variadas que representassem da maneira mais fiel possível a realidade do comércio de imóveis da cidade.

Os dados coletados foram analisados de maneira geral, sem distinguir o sexo nem a cidade dos corretores imobiliários questionados, porém, para algumas das perguntas, a título comparativo, também foram relacionados os dados obtidos com as respostas fornecidas pelos homens e pelas mulheres corretoras.

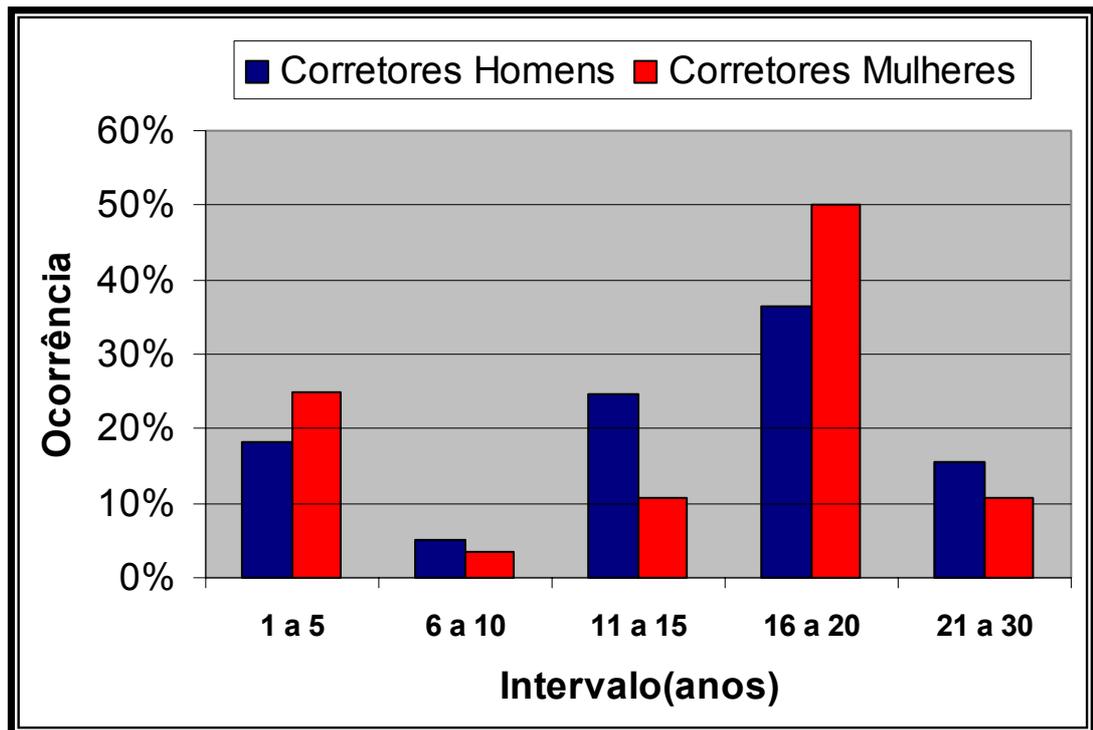
Os três primeiros questionamentos desta categoria tiveram por finalidade a determinação do perfil da empresa intermediadora nas comercializações imobiliárias e estes, bem como os demais, foram dirigidos aos corretores de imóveis que integram seus quadros funcionais.

O tempo de atuação das empresas no mercado está apresentado na TABELA 4.15 e FIGURA 4.8 correspondente, adiante.

TABELA 4.15 – Tempo de comercialização de imóveis

Intervalo (anos)	Ocorrência	
	(frequência)	(%)
1 a 5	21	20,0%
6 a 10	5	4,8%
11 a 15	22	20,9%
16 a 20	42	40,0%
	15	14,3%
Total	105	100,0%

A participação dos homens bem como das mulheres, neste questionamento está representado adiante.

**FIGURA 4.8 – Tempo de comercialização de imóveis**

Pode-se observar que uma grande parcela das empresas imobiliárias (40%) existe nesse mercado com idade que varia entre 16 a 20 anos.

Nesse mesmo intervalo de tempo, é predominante a participação da classe feminina sobre os homens.

A avaliação da extensão geográfica de atuação das empresas bem como seus respectivos volumes de comercialização de imóveis foram questionados e os resultados estão traduzidos pelas TABELAS 4.16 e 4.17, adiante.

Foi perguntado aos corretores integrantes das empresas imobiliárias, se as mesmas comercializavam imóveis em todos os bairros da cidade e os resultados demonstram que não existem reservas de mercado ou divisão de regiões para atuação de cada uma delas. Todas as empresas comercializam imóveis em todos os bairros.

TABELA 4.16 – Comercializa imóveis em todos os bairros

Condição	Ocorrência	
	(frequência)	(%)
Sim	105	100,0%
Não	0	0,0%
Total	105	100,0%

Cada corretor deveria informar qual a quantidade de imóveis a sua empresa comercializa por mês, naquela cidade, contabilizadas apenas as vendas efetuadas, sem considerar as quantidades de locação. Embora a solicitação desses valores tivesse por finalidade apenas a avaliação da potencialidade de comercialização da empresa, alguns entrevistados (1,9%), entenderam como sigilosa essa informação e se recusaram a responder esta pergunta.

TABELA 4.17 – Imóveis comercializados por mês

Quantidade de imóveis	Ocorrência	
	(frequência)	(%)
0 a 5	42	40,0%
5 a 10	47	44,8%
mais de 10	14	13,3%
Não respondeu	2	1,9%
Total	105	100,0%

Alguns corretores têm, por afinidade ou preferência, dirigirem indiretamente seus serviços a determinadas regiões da cidade, porém nada impede que seu campo de trabalho seja estendido para toda a área urbana; assim é importante saber se esses profissionais têm conhecimento de onde estão implantadas as torres para antenas de comunicações celulares em sua cidade.

A grande maioria, 87,6% dos entrevistados tem esse conhecimento; de acordo com o que nos mostra a TABELA 4.18.

TABELA 4.18 – Tem conhecimento sobre a localização das torres

92	87,6%	6,3%	81,3%	93,9%
6	5,7%	4,4%	1,3%	10,2%
7	6,7%	4,8%	1,9%	11,4%
105	100,0%			

O atendimento à demanda de aparelhos celulares, bem como a não existência de “pontos cegos” em uma localidade, exige implantação de novas ERBs e conseqüentemente novas torres de suporte para as antenas.

Baseado nesse preceito, perguntou-se aos corretores imobiliários quais as modificações ocorridas sobre a oferta para venda de imóveis localizados próximos às torres, após suas implantações. Os resultados obtidos foram transcritos de acordo com a tabela seguinte.

TABELA 4.19 – Variação da oferta de imóveis próximos das torres

Oferta de imóveis					
	(frequência)	(%)	(%)	Menor	Maior
	22	20,9%	7,8%	13,2%	28,7%
Diminuiu	32	30,5%	8,8%	21,7%	39,3%
	49	46,7%	9,5%	37,1%	56,2%
Não respondeu	2	1,9%	-	-	-
	105	100,0%			

Os resultados mostrados na tabela anterior, indica uma estabilidade no número de imóveis ofertados, de acordo com 46,7% dos pesquisados.

Neste questionamento, as participações das classes feminina e masculina foram caracterizadas por divergências nos quesitos de respostas, mostradas pela FIGURA 4.9, seguinte.

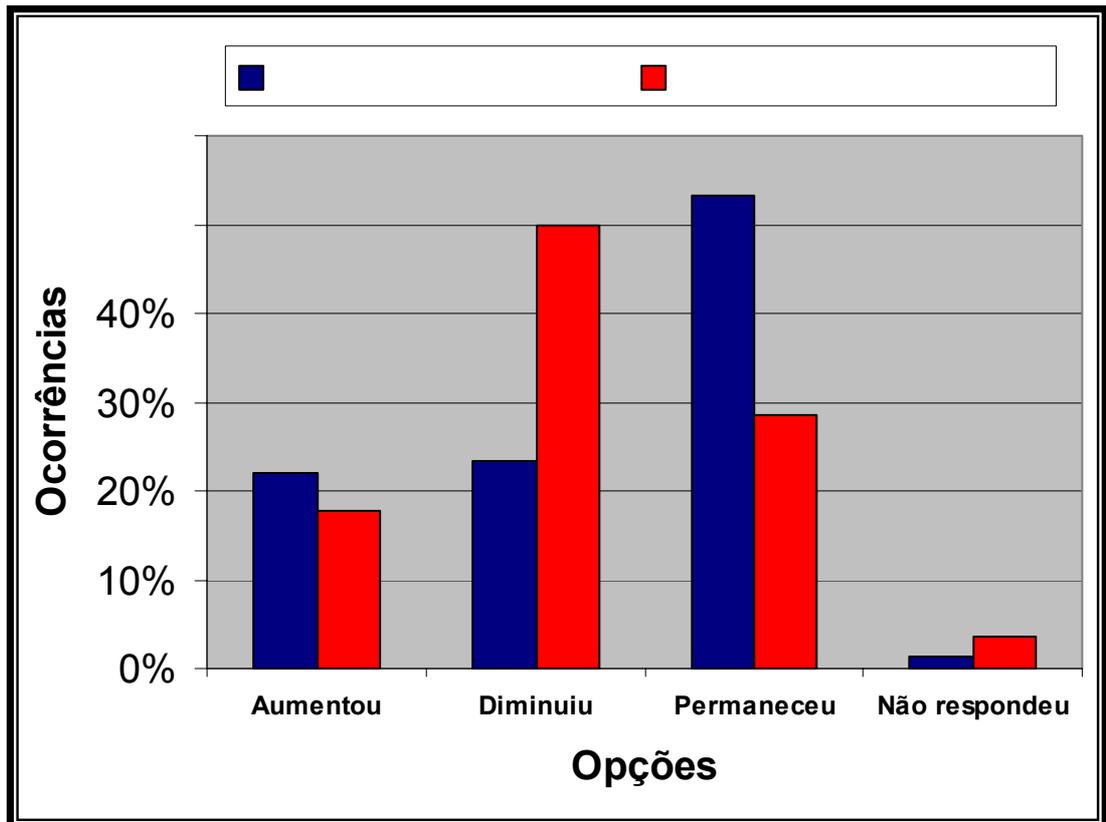


FIGURA 4.9 – Que variação ocorreu na oferta de imóveis

Observa-se um desencontro nas opiniões das duas classes, principalmente nos itens de diminuição e na permanência da oferta de imóveis para a venda.

Dentre os corretores questionados, 20,9% declararam a ocorrência de um aumento nessa oferta de imóveis. Procurou-se verificar pelos dados obtidos qual a variação desse aumento e em que porcentagem o mesmo aconteceu. A TABELA 4.20 e FIGURA 4.10 a seguir mostram essa variação.

TABELA 4.20 – Variação percentual do aumento na oferta de imóveis

Variação do aumento	Ocorrência	
	(frequência)	(%)
10%	6	27,3%
20%	5	22,8%
25%	1	4,5%
40%	5	22,8%
50%	2	9,1%
80%	1	4,5%
90%	1	4,5%
100%	1	4,5%
Total	22	100,0%

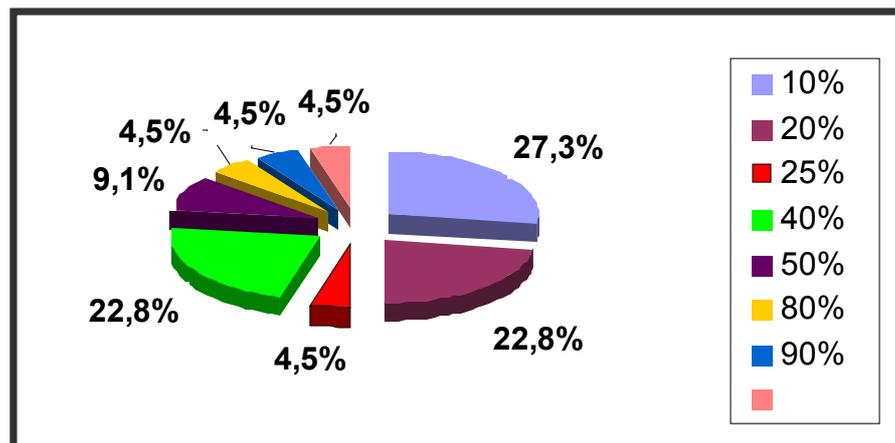


FIGURA 4.10 – Percentual do aumento na oferta de imóveis

Observa-se nesta distribuição que 77,4% dos que informaram ter havido aumento na oferta de imóveis para venda, situados nas cercanias de uma torre, opinaram em até 40% nessa ocorrência.

Também 30,5% dos corretores que participaram das pesquisas, opinaram que aconteceu uma diminuição na oferta de imóveis e aqui também se pensou em verificar a distribuição dessa variação declarada.

A TABELA 4.21 e FIGURA 4.11 a seguir mostram como variou essa diminuição.

TABELA 4.21 - Variação percentual da diminuição na oferta de imóveis

Variação da diminuição	Ocorrência	
	(frequência)	(%)
10%	6	18,8%
15%	1	3,1%
20%	6	18,8%
30%	6	18,8%
40%	1	3,1%
50%	3	9,4%
60%	1	3,1%
80%	1	3,1%
100%	2	6,2%
não definiu	5	15,6%
Total	32	100,00%

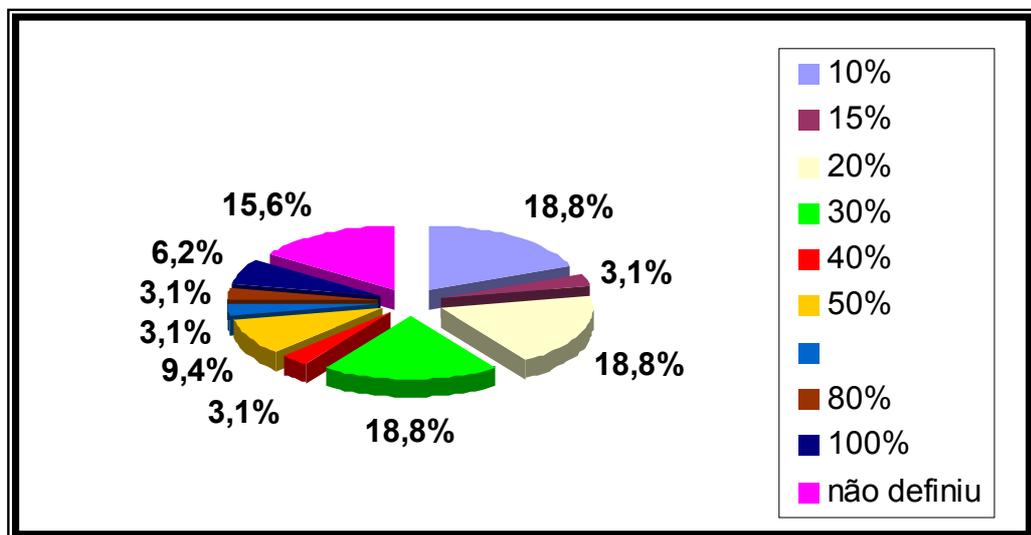


FIGURA 4.11 – Índice percentual da diminuição na oferta de imóveis

Vê-se que quase 60% daqueles que opinaram pela diminuição, se concentraram em índices de até 30% na queda da oferta de imóveis para venda.

Como se viu pelos dados coletados junto aos moradores das proximidades das torres, existe uma grande preocupação dos mesmos quanto a influência que essas possam exercer sobre a saúde. Viu-se também que pouquíssimos entrevistados estariam dispostos a comprar um imóvel próximo a essas torres.

Todo fator que eventualmente possa influenciar a movimentação do comércio imobiliário de algum local, de maneira significativa ou não, desperta interesse e por isso perguntou-se aos corretores se nos valores dos imóveis comercializados próximo às torres ocorreram alterações, e caso tenha ocorrido; qual foi a amplitude dessa ocorrência.

A TABELA 4.22 e FIGURA 4.12, a seguir demonstram que as opiniões ficaram divididas em apenas duas opções, que se mostraram praticamente igualadas, com leve tendência à permanência estável na comercialização, demonstrando coerência nas respostas, quando comparadas com o questionamento anterior.

TABELA 4.22 – Alteração dos valores dos imóveis próximos às torres

Valores dos imóveis	Ocorrência		Erro (E) ± (%)	Intervalo	
	(frequência)	(%)		Menor	Maior
Aumentaram	1	1,0%	1,9%	-0,9%	2,8%
Diminuíram	47	44,8%	9,5%	35,3%	54,3%
Permaneceram	55	52,4%	9,6%	42,8%	61,9%
Não responderam	2	1,9%	-	-	-
Total	105	100,0%			

Apenas um corretor dentre os entrevistados opinou por um aumento nessa comercialização e o valor por ele declarado foi de 5% para uma variação positiva.

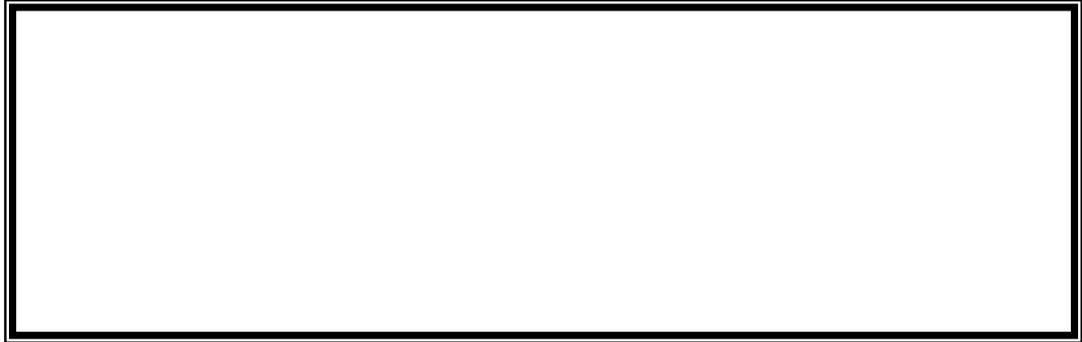


FIGURA 4.12 – Como variaram os valores dos imóveis próximos às torres

As classes masculina e feminina contribuíram novamente com opiniões desencontradas nos dois quesitos do questionamento que apontavam uma diminuição e a permanência dos valores de venda dos imóveis das proximidades das torres para comunicações celulares. Nota-se esse desencontro pela FIGURA 4.13.

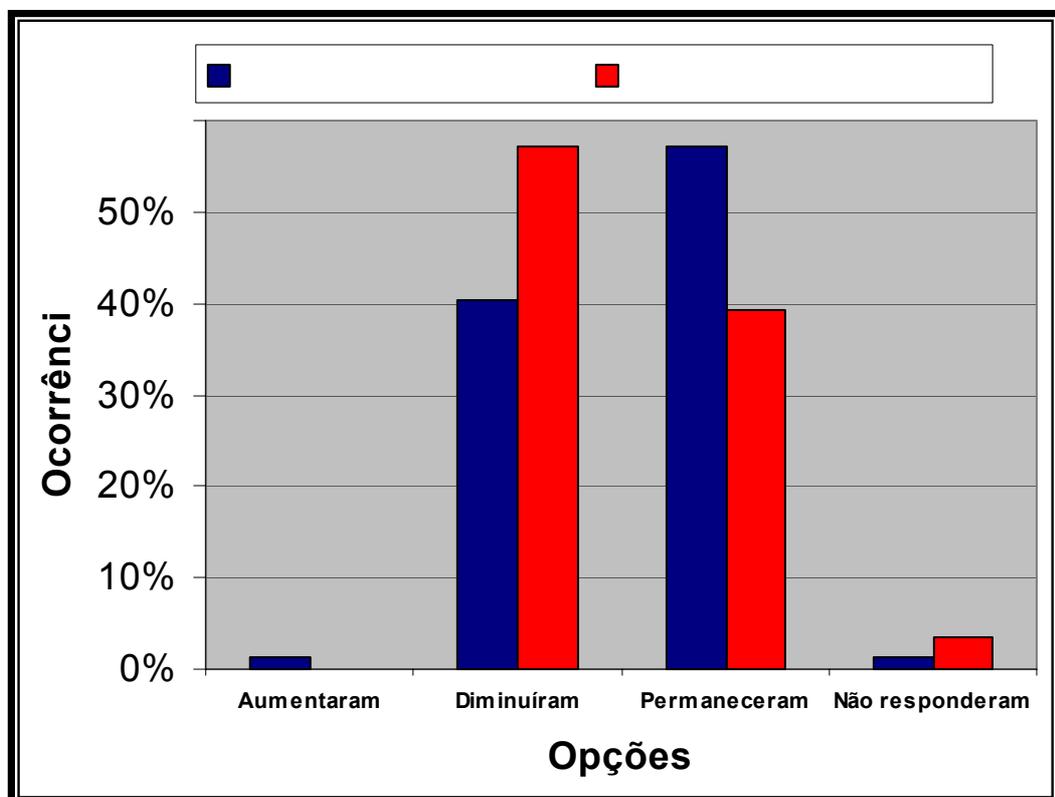


FIGURA 4.13 – Variação dos valores dos imóveis próximos das torres

Na efetiva comercialização, os homens afirmaram com 57,1% de participação, que o valor dos imóveis próximo às torres permaneceu após suas instalações; já as mulheres, na mesma porcentagem apontam que esse valor caiu.

Essa controvérsia pode ser entendida, se recordarmos a metodologia proposta, que pressupõe os corretores atuando em regiões diferentes da mesma cidade, por adoção ou afinidade ao bairro. As ofertas, bem como os valores dos imóveis nessas diferentes regiões, poderiam estar sofrendo influências outras, que não as implantações das torres para celulares, vindo a causar oscilações nessas duas características questionadas; se analisadas estas regiões, separadamente.

Como houve um índice considerável (44,8%) de opiniões favoráveis a que tenha ocorrido uma diminuição no valor de venda desses imóveis, procurou-se listar essa variação negativa a fim de avaliar a grandeza da mesma. Assim compilaram-se os dados obtidos na TABELA 4.23 e FIGURA 4.14 a seguir, para que se possa visualizar a distribuição das opiniões.

TABELA 4.23 – Variação porcentual da diminuição nos valores dos terrenos próximos às torres

Variação da diminuição nos valores	Ocorrência	
	(frequência)	(%)
10%	10	21,8%
15%	3	6,5%
20%	10	21,8%
25%	3	6,5%
30%	10	21,8%
40%	2	4,3%
50%	6	13,0%
100%	2	4,3%
Total	46	100,0%

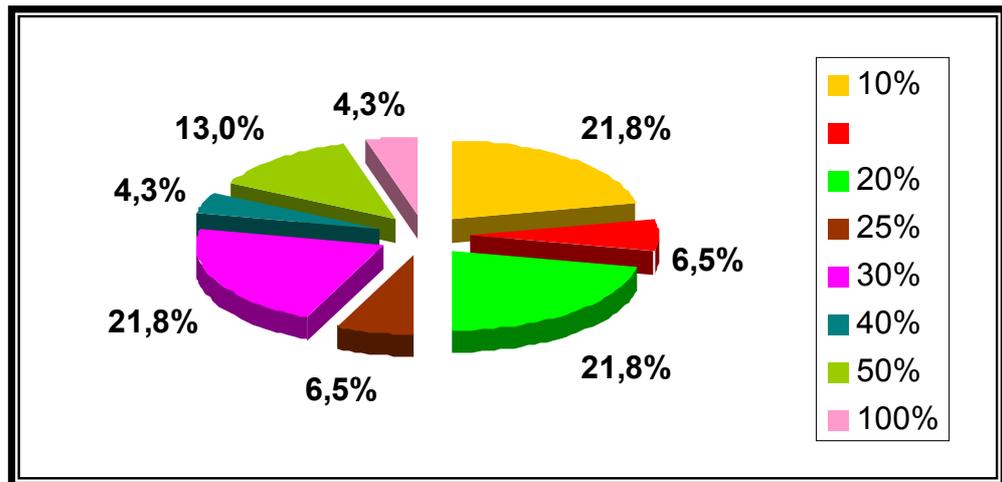


FIGURA 4.14 – Índice percentual da diminuição nos valores dos imóveis

Também neste questionamento, quase 80% dos corretores que indicaram ter ocorrido uma diminuição no valor de venda dos imóveis próximo às torres, se concentraram em índices de até 30% de variação.

As pessoas, não se privam em ter um aparelho celular e as comodidades que o mesmo oferece, porém são contrárias à condição de morar nas proximidades de uma ERB pois como se vê pela TABELA 4.24 e FIGURA 4.15 seguintes; 59,0% dos corretores entrevistados declararam ter dificuldades para encontrar interessados nos imóveis à venda, localizados nas proximidades das torres de celulares.

TABELA 4.24 – Dificuldade para encontrar interessados por imóveis próximo das torres

Condição	Ocorrência	
	freqüência	%
Sim	62	59,0%
Não	41	39,1%
Não responderam	2	1,9%
Total	105	100,0%

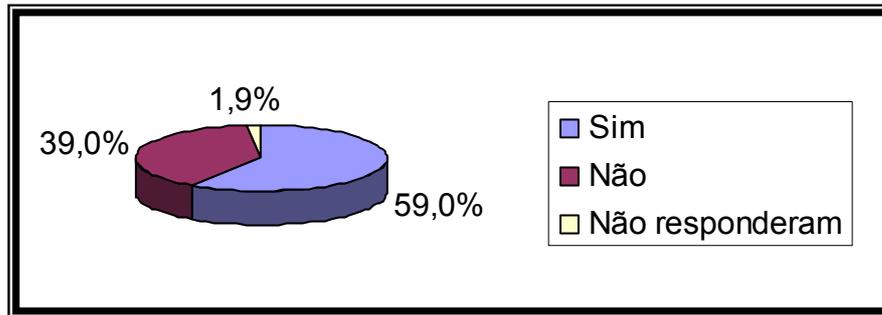


FIGURA 4.15 – Dificuldade para encontrar interessados por imóveis

Para avaliar o tamanho dessa dificuldade, foi questionado sobre o índice de recusa por parte do interessado, ao ser-lhe oferecido para compra, um imóvel próximo às torres e os resultados estão transcritos na TABELA 4.25 e FIGURA 4.16 a seguir, onde somam-se 73,3% de recusas.

Tabela 4.25 – Índice de recusa aos imóveis próximos das torres de celulares

Condição	Ocorrência		Erro (E) ±	Intervalo	
	Quantidade	Porcentagem		Limite Inferior	Limite Superior
Não existe recusa	26	24,8%	8,3%	16,5%	33,1%
Recusa muito baixa	37	35,2%	9,1%	26,1%	44,3%
Recusa muito alta	38	36,2%	9,2%	27,0%	45,4%
Recusa mediana	2	1,9%	2,6%	-0,7%	4,5%
Não responderam	2	1,9%	-	-	-
Total	105	100,0%			

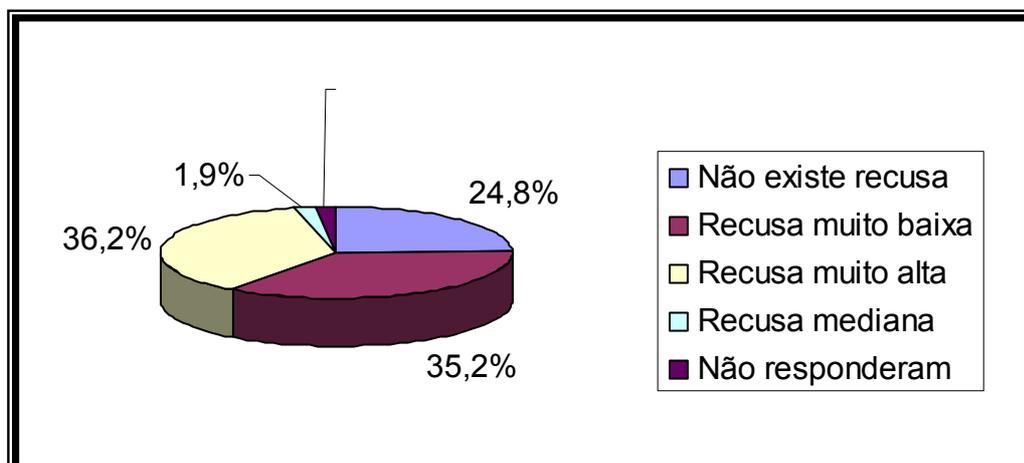


FIGURA 4.16 – Índice de recusa aos imóveis próximos das torres

Estas informações são justificadas quando comparados estes, aos resultados obtidos junto aos moradores das proximidades das torres que demonstraram recusa quase que total à provável moradia ou aquisição de um bem imóvel com as características citadas aqui. A preocupação dos mesmos quanto ao possível efeito biológico que as torres pudessem ocasionar, reforçam essas tomadas de posições.

Outro setor representativo do mercado imobiliário é o do aluguel de imóveis residenciais, assim dois questionamentos foram dirigidos aos corretores, com a finalidade de avaliar a movimentação imobiliária de locação e 53,3% dos mesmos declararam não ter havido modificação alguma no valor dos aluguéis dos imóveis próximo às torres. Dos 105 corretores entrevistados, 29 deles, disseram e definiram os índices de diminuição dos valores dos aluguéis.

O índice de aumento no valor dos aluguéis declarado por 3 dos corretores, foi de 20% e 7 dos entrevistados disseram simplesmente que o valor dos aluguéis diminuiu muito, porém não definiram o valor dessa variação.

As TABELAS 4.26 e 4.27, bem como a FIGURAS 4.17 a seguir, qualificam todos os resultados obtidos.

TABELA 4.26 – Variação no valor dos aluguéis dos imóveis

Valor dos aluguéis	Ocorrência		Erro (E) ± (%)	Intervalo	
	freqüência	%		Menor	Maior
Não modificou	56	53,3%	9,5%	43,8%	62,9%
Aumentou	3	2,9%	3,2%	-0,3%	6,0%
Diminuiu	29	27,6%	8,6%	19,1%	36,2%
Diminuiu muito	7	6,7%	4,8%	1,9%	11,4%
Não responderam	10	9,5%	-	-	-
Total	105	100,0%			

Alguns valores interessantes podem ser observados, quando

listadas em separado as participações das classes masculina e feminina.

TABELA 4.27 – Variação no valor dos aluguéis dos imóveis

	Corretores	
Não modificou	58,44%	39,29%
	3,90%	0,00%
	22,08%	42,86%
	9,09%	0,00%
	6,49%	17,86%
Total	100,00%	100,00%

Esta movimentação é mais dependente do corretor da classe masculina, pois de acordo com os dados acima, enquanto 17,86% das mulheres não responderam a pergunta formulada, apenas 6,49% dos homens não o fizeram. Esta ausência de resposta por parte das duas classes deve-se aos corretores que somente praticam a venda de imóveis.

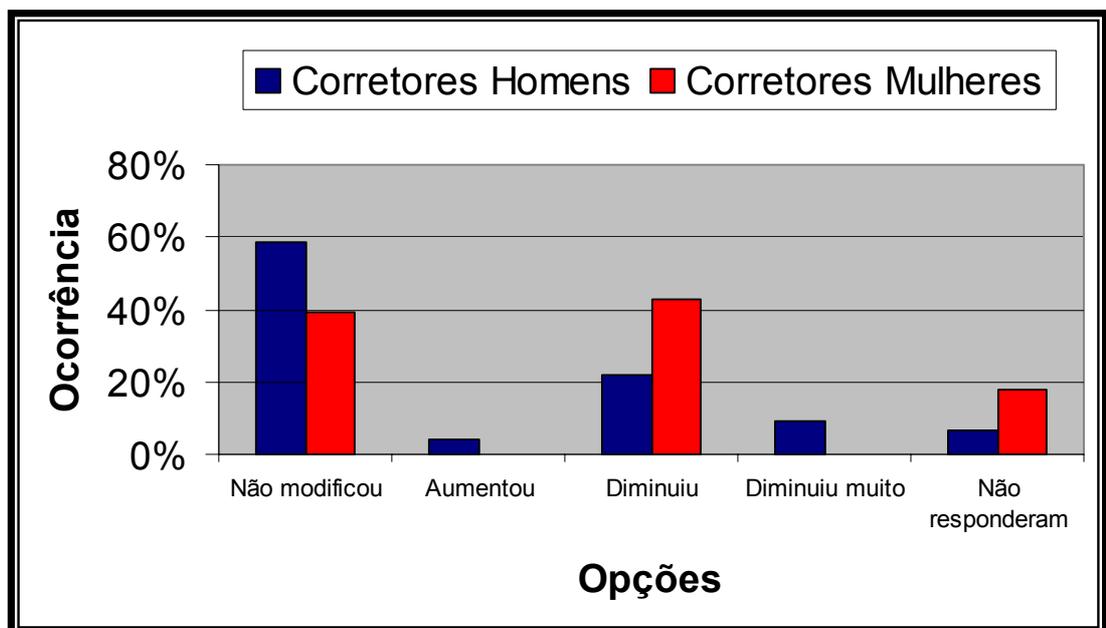


FIGURA 4.17 – Valor dos aluguéis dos imóveis próximos às torres

Mais uma vez, para a pergunta formulada, as repostas dos homens e das mulheres foram contraditórias na definição dos itens componentes do questionamento.

Também neste caso, procurou-se verificar como variou a diminuição declarada para o valor dos aluguéis, de acordo com as respostas concedidas pelos corretores e corretoras pesquisadas, e isto pode ser visto a seguir.

TABELA 4.28 - Variação da diminuição no valor dos aluguéis dos imóveis próximos das torres

Variação da diminuição nos valores	Ocorrência	
	freqüência	%
10%	8	27,6%
15%	1	3,4%
20%	5	17,3%
25%	1	3,4%
30%	10	34,5%
40%	2	6,9%
50%	2	6,9%
Total	29	100,0%

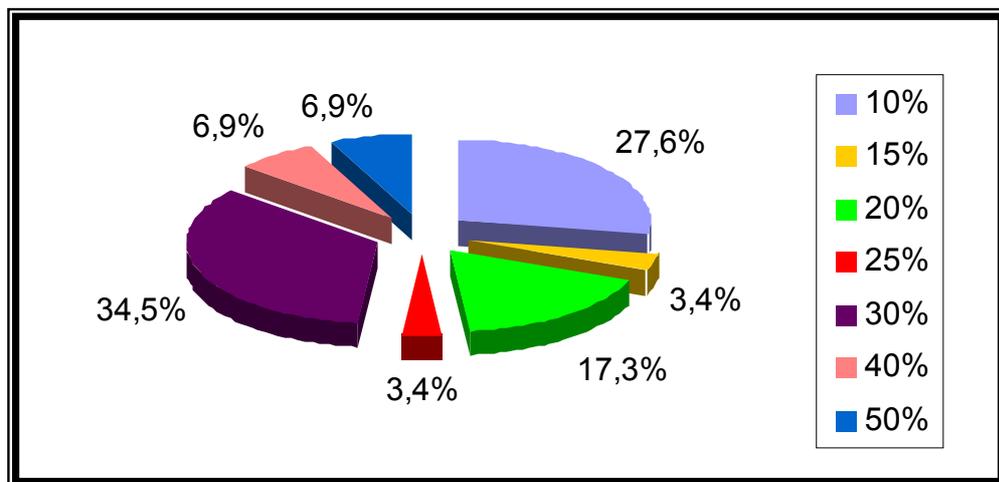


FIGURA 4.18 – Variação percentual no valor dos aluguéis próximos às torres

Vê-se que dos corretores que declararam ter ocorrido uma diminuição no valor de locação dos imóveis próximos às torres de comunicações celulares, 86,2% dos mesmos opinaram por um índice de até 30% de queda.

Os imóveis disponíveis para locação, localizados próximo às torres para celulares, quando oferecidos aos futuros inquilinos; têm aceitação imediata, recusa imediata, aceitação normal ou somente é aceito caso seja esta a última opção?

Esta foi uma das perguntas dirigidas aos corretores, para a qual, obteve-se as respostas constantes na TABELA 4.29 e FIGURA 4.19, a seguir.

TABELA 4.29 – Aceitação de locação dos imóveis próximos das torres

Condição	Ocorrência		Erro (E) ± (%)	Intervalo	
	freqüência	%		Menor	Maior
Aceitação imediata	2	1,9%	2,6%	-0,7%	4,5%
Recusa imediata	1	0,9%	1,8%	-0,9%	2,7%
Aceitação normal	53	50,5%	9,6%	40,9%	60,0%
Em última opção	38	36,2%	9,2%	27,0%	45,4%
Pequena recusa	2	1,9%	2,6%	-0,7%	4,5%
Não responderam	9	8,6%	-	-	-
Total	105	100,0%			

Os índices expostos, não condizem com os resultados obtidos junto aos moradores entrevistados.

Aqui, 50,5% dos corretores garantiram que para esses imóveis, a aceitação de locação é normal, ao passo que de acordo com o que foi mostrada na TABELA 4.6, anteriormente apresentada, 93,5% dos moradores pesquisados e que residem nas proximidades de uma torre para celulares, disseram que caso pudesse escolher, não moraria ali.

Ressalta-se que este questionamento não atrelava a resposta à propriedade do imóvel.

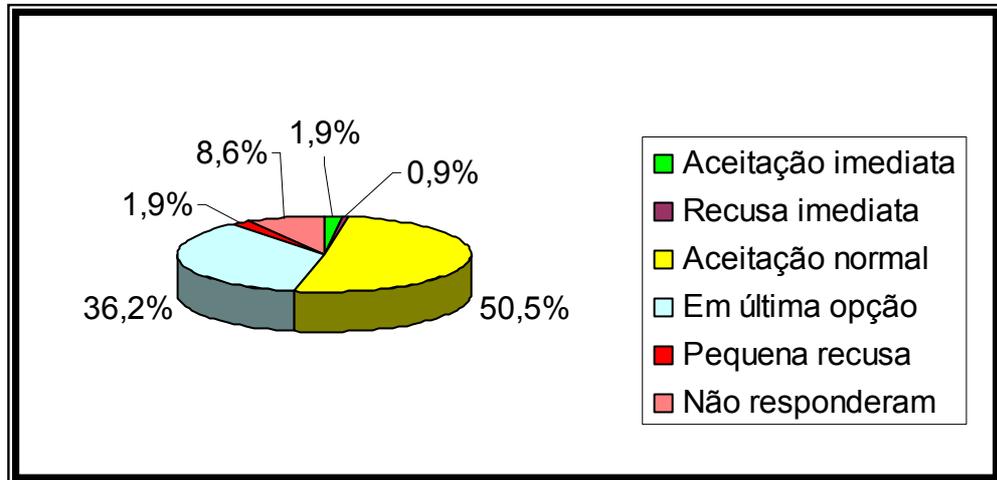


FIGURA 4.19 – Índice de aceitação dos imóveis para locação

É interessante observar que nos cálculos efetuados sobre esse valor citado, constante da TABELA 4.6 (93,5%), obteve-se um erro consentido de 5,0%.

Considerando que o cálculo desse erro consentido foi feito para uma confiabilidade fixada em 95%, de acordo com o formulário matemático apresentado na metodologia, nos é permitido dizer que; com 95% de confiabilidade, não existe razão alguma para não acreditarmos que entre 88,5% e 98,5% do universo total dos moradores não tenha a mesma recusa, contradizendo, portanto, a afirmação dos corretores.

4.2 EFEITOS PSICOLÓGICOS E DANOS MATERIAIS

O envolvimento emocional que marca a chegada de uma nova e intrigante participante no cenário ambiental local, aliado às informações desencontradas a respeito do perfil esquelético ali colocado de forma polêmica e rápida, definem um entorno de influência na implantação de uma torre de suporte das antenas para comunicações celulares.

Este cenário pode exercer definição direta no psíquico de cada morador de suas proximidades, com maior ou menor intensidade, de acordo com a distância que os separam e do visual oferecido.

Na pesquisa efetuada, em um dos questionamentos foi dada liberdade de expressão ao pesquisado, para que o mesmo externasse livremente a sua opinião sobre o assunto que estava sendo abordado, ou seja, as instalações das ERBs.

Assim, para melhor entender as declarações oferecidas pelos participantes desta pesquisa, serão mostrados alguns detalhes e informações a respeito de algumas das cidades onde a mesma se desenvolveu.

Na cidade de Cambé, Estado do Paraná, a ERB considerada foi implantada em um terreno central, de frente para uma das principais avenidas da cidade, onde se misturam lojas comerciais com uma predominante e tradicional área residencial. Esta teve uma implantação recente, de poucos meses antecedentes à data de realização do estudo.

A torre foi montada a poucos metros das residências circunvizinhas e o impacto provocado nos moradores das proximidades a esta foi alarmante.

Vejamos algumas das declarações expressadas pelos pesquisados da cidade de Cambe, Paraná:

- “Dizem que as antenas teriam que ficar a pelo menos 40 metros de residências. Aqui, porém, fica a menos de 2 metros...” (Comerciante, morador do local a 5 anos em imóvel alugado).
- “Percebemos, após a instalação da antena, grande incidência de raios que estão danificando aparelhos elétricos, inclusive meu aparelho de TV, o que nunca aconteceu em vinte e dois anos que aqui resido. Sem contar os danos à saúde que não sabemos bem quais são, mas sabemos que eles existem”. (Costureira, morando ali, em imóvel próprio a 22 anos).
- “Depois da instalação da torre tivemos muitos transtornos em minha casa. A principal causa é a preocupação com a saúde. Além disso, em dias de chuva, queima o motor do portão (3 vezes queimado), computador, telefone sem fio, etc.”. (Comerciante, morador em imóvel próprio a 29 anos).
- “Acho que não devemos ser contra o progresso, que devemos aplaudir e usufruir toda comodidade que esses meios nos proporcionam. Mas deveria ser considerado o ser humano... , a sua saúde ...”. (Socióloga e escrituraria, moradora do local a 9 anos, em imóvel alugado).
- “Temos informações para não usar aparelho celular em postos de gasolina, aviões e outros departamentos. Se há perigo em determinados lugares, com certeza a instalação de antenas no centro da cidade a consequência será maior”. (Professora, moradora em imóvel próprio a 16 anos).

De uma maneira geral, os moradores entrevistados dessa cidade, mostraram uma grande preocupação com a saúde, e estão cautelosos quanto ao aumento da incidência de raios na região. Os danos materiais são motivos de grande preocupação.

Na cidade de Marialva, Paraná, a ERB considerada fica em uma região estritamente residencial, onde coletamos as declarações:

- "... depois de implantada, tem apresentado vários problemas como: queima de aparelhos eletrodomésticos, desvalorização dos terrenos, interferência nos aparelhos de televisão...". (Supervisora educacional, há 20 anos morando ali, em imóvel próprio).
- "Existe o fato de atrair raios danificando eletrodomésticos, pode vir a cair. Não existem interessados em comprar terrenos próximos". (Construtor, morando em imóvel próprio há 21 anos).
- "Na casa em que morávamos, não tínhamos tanta insônia...". (Horticultor, mora ali, em imóvel próprio a quatro anos).
- "Após a instalação dessa torre para comunicação celular tivemos vários transtornos como, por exemplo, a danificação de aparelhos telefônicos (três até agora), de ventilador, etc. Além disso, tínhamos um terreno ao lado da torre, no qual, nossa intenção era construir uma casa, entretanto, após a implantação dessa torre, perdemos o interesse em fazer tal realização e acabamos vendendo o terreno, por um preço inferior...". (Motorista, residente há 20 anos no local, em imóvel próprio).

- “ ... existe o risco de que venha a desabar sobre nós. Já viram como balança com os temporais?” (Do lar, moradora a 4 anos em imóvel próprio).
- “ ... descobri que fiz um péssimo negócio pois já tive um aparelho de telefone queimado e uma televisão. Meu pai de 62 anos quase morreu com o impacto de um raio...”. (Aposentada por invalidez, residente no local há três anos, em imóvel próprio).
- “Já tentei vender meu imóvel. Além de estar desvalorizado por causa da torre, quando os interessados na compra de meu imóvel viram a torre tão próxima, desistiram da compra...”. (Aposentado, morador há 20 anos no local, em imóvel próprio).
- “Depois que a torre foi construída tive grandes problemas porque meu terreno fica bem embaixo da torre e tenho duas casas para alugar, ... não consegui alugar uma delas. As pessoas falam que nem de graça querem morar aqui”. (Do lar, moradora do local há 20 anos, em imóvel próprio).
- “Na construção da torre, em parte eu colaborei, cedendo a minha casa para guardar materiais de construção, servindo água gelada. Eu não tinha noção de quanto essa torre, um dia, ia me prejudicar tanto.... Se acordo no meio da noite, com um temporal, tenho que correr e desligar os aparelhos, No meu quintal acho parafuso, arruela, ..., vivo preocupada pois essa torre pode desabar em minha casa”. (Pensionista, moradora há 14 anos no local, em imóvel próprio). Esta moradora declarou ainda que procurou fazer um seguro da casa, porém foi recusada pela seguradora. Diz que em 1992, seu imóvel teria sido

avaliado em R\$25.000,00; hoje vale apenas R\$15.000,00 e ninguém quer comprar.

Da cidade de Nova Esperança, Estado do Paraná, transcrevemos duas declarações com diferentes tempos de moradia:

- “Desde o tempo em que moro ao lado da torre, nunca aconteceu de dar interferências ou queimar eletrodomésticos como dizem. Até agora também não percebemos nada de errado na saúde de nossa família.... Porém, a única preocupação é uma chuva muito forte, podendo prejudicar a estrutura da torre, vindo a mesma a cair”. (Estudante, há um ano morando no local, em imóvel próprio).
- Depois da instalação das duas torres, nas proximidades do condomínio onde moramos, houve interferência nos aparelhos de TV, com sobreposição de canais e muita interferência nos aparelhos de telefone A luz que fica no alto da torre penetra nos quartos e atrapalha”. (Professora, moradora no local, em imóvel próprio a 13 anos).

Na cidade de Maringá, Estado do Paraná, foram coletadas as mais desencontradas e opostas declarações, desde a desinformação ao desinteresse, como veremos nas transcrições que seguem:

- “... moro perto de duas antenas. Quando escolhi este local para morar não tinha nenhuma. A minha maior preocupação é com a nossa saúde ...”. (Do lar, moradora há dois anos nesse local, em imóvel próprio).

- “Precisa ser mais bem estudado; o progresso e o avanço tecnológico às vezes exigem sacrifícios de nossa parte”. (Agropecuarista, morador há 22 anos nesse local, em imóvel próprio).
- “Depois da torre o sinal do celular melhorou”. (Aposentada, moradora há 10 anos no local).
- “Acho que é um progresso para a população. Não receio problema algum”. (Engenheira, moradora há 10 anos no local, em imóvel próprio).
- “Descaso da administração pública com a sociedade. Projeto mal elaborado, ou seja, jogado à população para que ela se adapte às antenas e não ao contrário, como deveria ser...”. (Engenheiro Civil, perito, morador do local há 3,5 anos, em imóvel próprio).

Da cidade de Marília, Estado de São Paulo foram coletadas as declarações seguintes, que relacionam a implantação das ERBs e seus efeitos sobre os moradores dos locais próximo a elas:

- “Talvez por falta de informações, proprietários e inquilinos ainda não estão atentos que os problemas com as imagens na TV e os riscos de desvalorização rondam as proximidades das torres,.... Quem já está no local fica meio despercebido, porém quem vai comprar, quer distância das torres”. (Engenheiro Civil, avaliador, morador do local há 30 anos, em imóvel próprio).
- “Grande poluição visual, terrenos ficam difíceis de comercialização e construção. Quando não existe visualização da torre, após 150 ou 200 metros dela, os problemas ficam quase inexistentes”. (Administrador de condomínio, há quatro anos morando no local).

- “Nas proximidades da torre, até aproximadamente 70 metros de distancia, os imóveis perdem de 30 a 35% do valor. As 3 casas mais próximas da torre, além da queda de valor, são difíceis de comércio”. (Imobiliária, residente há seis anos no local, em imóvel próprio).
- “Depois da instalação da torre e sua ativação, ocorreram fatos novos em minha residência. A minha televisão, por exemplo, sai de sintonia freqüentemente; o portão eletrônico da casa, raramente funciona no primeiro comando, as lâmpadas queimam com freqüência; e são lâmpadas frias”. (Engenheiro Agrônomo e Advogado, morador do local em imóvel próprio).
- “Ocorre problemas diretos quando os imóveis estão na mesma quadra da torre; poluição visual, recusa para a locação e aquisição, desvalorização”. (Imobiliária, estabelecido no local a 12 anos).

Dentre as declarações obtidas junto aos moradores entrevistados da cidade de Guarapuava, Paraná, citamos uma:

- “A torre, além de causar um grande impacto visual (poluição), traz várias complicações para o bairro; atrai raios. Já tive problemas duas vezes. Não está de acordo com as normas do zoneamento da cidade e na minha opinião, o Município deveria ser punido pela aprovação de projetos deste tipo em áreas residenciais”. (Arquiteta, moradora a 2 anos no local, em imóvel próprio).

Da cidade de Pato Branco, Paraná:

- "... não se respeita o cidadão, não se pesquisa a comunidade sobre o assunto. Está na hora de se dar um basta nisso, e esclarecer a população sobre os pontos negativos e os positivos (se é que existem)". (Engenheiro Agrônomo, residente no local a 15 anos, em imóvel próprio).

Embora algumas cidades, onde esta pesquisa exploratória tenha se desenvolvida, aqui não foram citadas, bem como outras respostas que nesta síntese não estão constadas, transmitem qualificações e características análogas àquelas transcritas.

4.3 EFEITOS DA POLUIÇÃO SONORA

4.3.1 A Origem da Poluição Sonora nas ERBs

Normalmente, partes dos equipamentos e instalações de uma Estação Rádio Base (ERB), estão contidos em um container. Outras partes são suportadas pela torre. Tanto o container como a torre, são geralmente metálicos.

No interior do container estão instalados os equipamentos elétricos e eletrônicos, que funcionam em corrente alternada (CA), em corrente contínua (CC) e radio frequência (RF). Esses equipamentos de recepção e transmissão dos sinais de comunicação, devem operar em ambiente sob uma temperatura controlada e refrigerada por meio de aparelhos condicionadores de ar.

Tais aparelhos, quando em funcionamento podem encontrar condições favoráveis para produção e propagação de ruídos, que durante o período diurno podem passar até despercebidos, porém estes, no período noturno podem vir a se tornarem inimigos do sono da vizinhança.

Outro fator que tem motivado discussões inflamáveis, são os grupos geradores, destinados ao fornecimento de energia elétrica aos equipamentos das ERBs, quando e onde para as mesmas, não existem redes para alimentação de energia, mesmo que provisórias ou de emergência.

Nesta condição, se existente, os problemas se agravam pois o motor do conjunto gerador de eletricidade, em funcionamento, emite ruídos altos e graves ininterruptamente, podendo ultrapassar os limites de tolerância e aceitabilidade do organismo humano.

Quando alguma destas situações ocorre, geralmente dão origem a discussões que acabam por serem dirimidas mediante intervenções judiciais com processos e insatisfações de ambas as partes envolvidas.

4.4 EFEITOS DA POLUIÇÃO VISUAL

4.4.1 Anatomia Ocular

O aparelho visual é composto por um conjunto sensorial constituído pelo olho, via óptica e centros visual; e um conjunto não sensorial representado pelos vasos sanguíneos e nervos. A órbita, pálpebras, conjuntiva e o aparelho lacrimal são responsáveis pela proteção do olho enquanto que os músculos oculomotores asseguram sua mobilidade.

Já citado anteriormente, o olho é considerado um dos órgãos críticos com relação ao efeito das radiações eletromagnéticas não ionizantes, sendo bastante suscetível ao efeito térmico. Na existência da poluição visual, sem dúvida alguma ele é o mais afetado.

Leonardo da Vinci (1452-1519), célebre pintor, inventor e anatomista, disse que; “o olho, a janela da alma, é o principal meio pelo qual a compreensão pode apreciar mais completa e abundantemente as obras infinitas da natureza; o ouvido é o segundo”.

4.4.2 Poluição Visual

A aceitação imediata e praticamente verticalizada do aparelho celular, fez com que as concessionárias dos serviços de telecomunicações ampliassem os sistemas de recepção e transmissão dos sinais e para tanto se fez necessário a implantação de novas ERBs e portanto, novas torres com suas antenas.

Alguns pontos críticos das cidades, e também os chamados de pontos cegos exigiram estudos para distribuição e melhoria do sinal celular, com instalações de novas ERBs.

Estas condições, para serem atendidas, obrigaram as concessionárias dos serviços a praticar verdadeiras garimpagens de terrenos que pudessem atender as necessidades e exigências técnicas dos novos empreendimentos.

Em alguns casos, o terreno passou a ser compartilhado por uma ERB e uma construção comercial, como se pode observar na FIGURA 4.20, seguinte.

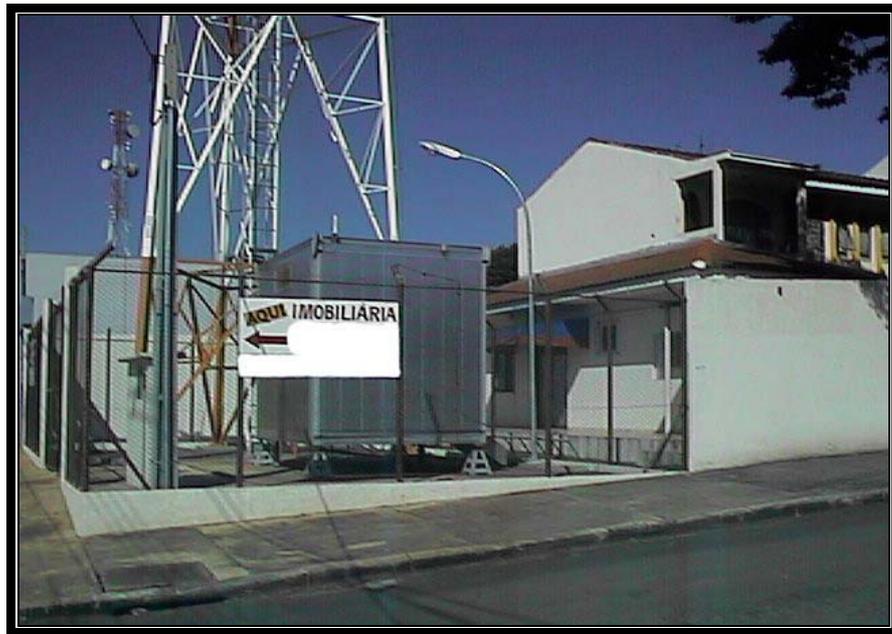


FIGURA 4.20 – Espaços compartilhados

Quase que na totalidade das situações, a falta de opção e a obrigatoriedade do local, foram fatores geradores de instabilidades entre as empresas de telecomunicações e os moradores das localidades, culminando em distúrbios, discussões, passeatas e mandados de segurança, no intuito de impedir a implantação de uma nova integrante do bairro.

A consequência desses procedimentos, além da insatisfação dos moradores locais, foi a ocorrência de um verdadeiro ataque ao meio ambiente, no que diz respeito à poluição visual. Verdadeiros expoentes de aço treliçado,

imponentes, passaram a interpor-se em destaque, ferindo a visão entre as pessoas e o meio ambiente.



FIGURA 4.21 – Beira-mar Sul em Florianópolis

Obras de destaque arquitetônico, sofrendo interferência visual que embora não tenha sua beleza afetada, involuntariamente tornam-nas despercebidas. Estas obras podem não estar ao lado da torre, estão na proximidade, porém dependendo do ângulo de observação visual predominante na circulação tanto de pessoas como de veículos, o efeito é notado, e pode ser visto nas FIGURAS 4.22, 4.23 e 4.24 a seguir, onde a bela arquitetura da Mesquita fica impedida de ser vista, dependendo do ponto da visão do transeunte.



FIGURA 4.22 – Visão da Mesquita encoberta pela torre

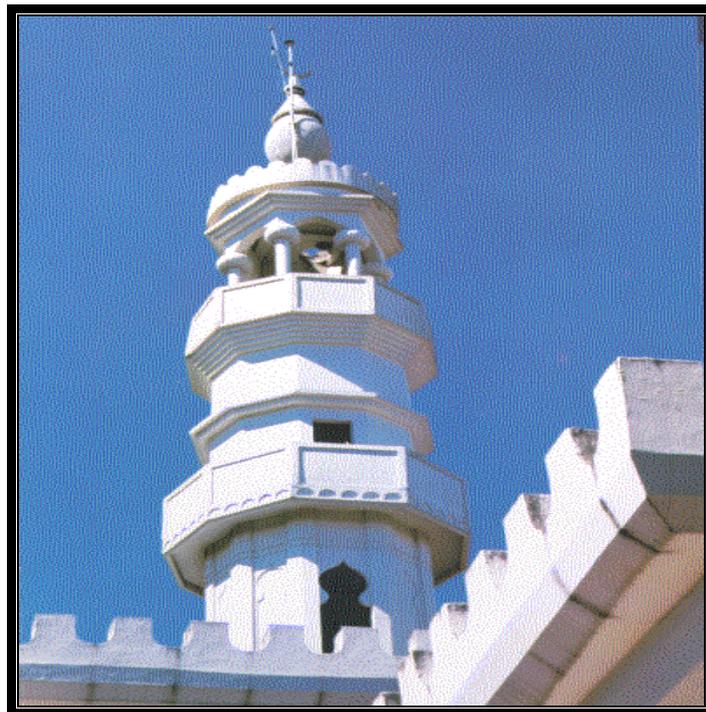


FIGURA 4.23 – Arquitetura da Mesquita



FIGURA 4.24 – Mesquita encoberta

Fachadas de edifícios, cuidadosamente projetadas, em pouco tempo passam a ter novo visual, quando uma torre destinada a comunicação celular é construída; embora às vezes, outras instalações também colaboram com o fato mostrado na figura seguinte.

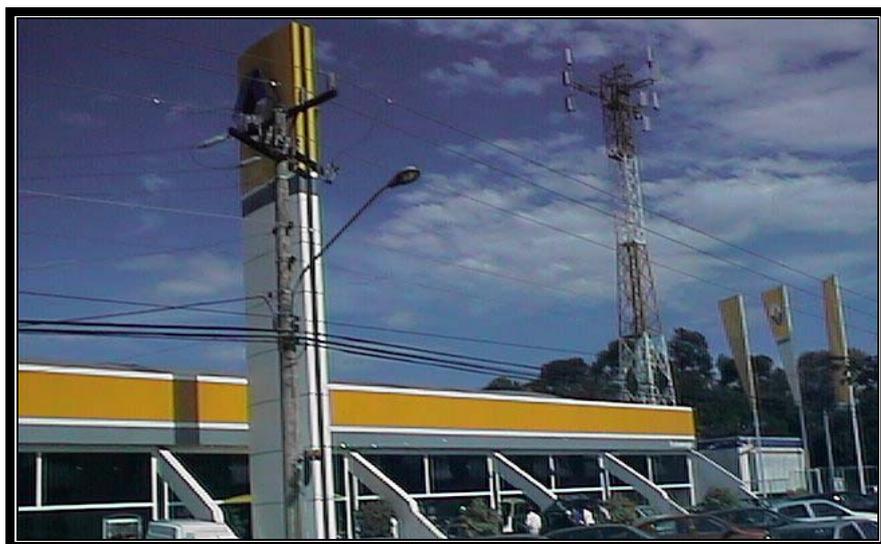


FIGURA 4.25 – Fachada de uma concessionária de veículos

Os bairros onde se fazem necessário a implantação das torres, na maioria das vezes são compostos de terrenos de dimensões médias a pequenas e normalmente são populosos, daí a justificativa pelas ERBs.

Com essas características, quando encontrados, esses terrenos não oferecem as condições ideais e necessárias para as instalações desejadas, no que diz respeito aos afastamentos mínimos recomendados para com as construções adjacentes.

Assim, não é difícil encontrar as ERBs construídas muito próximas dos prédios, sejam eles comerciais, residenciais e mesmo edifícios públicos, o que podemos ver pela figura seguinte.

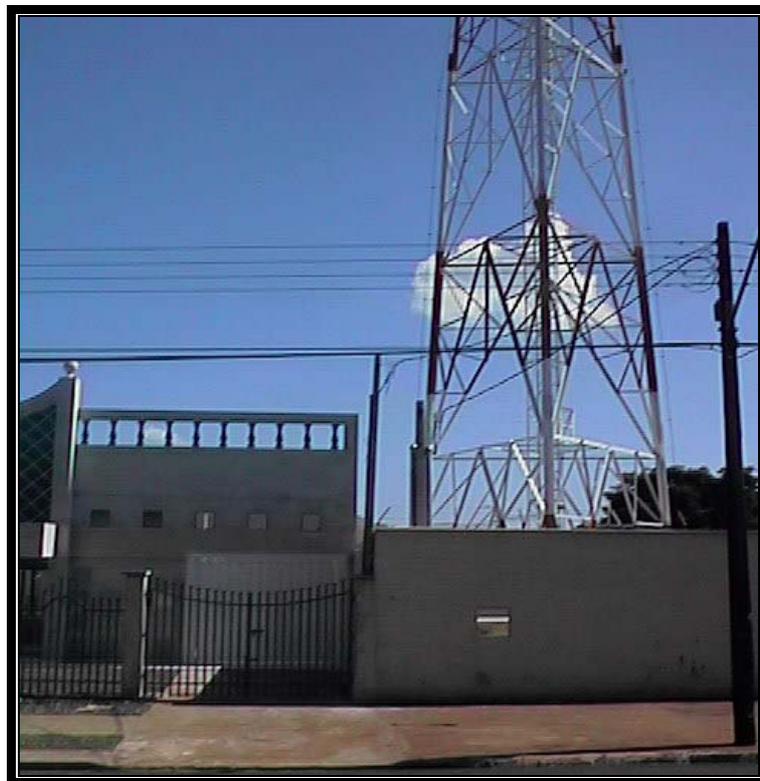


FIGURA 4.26 – Proximidade entre torre e prédio

Também em jardins particulares, onde estações móveis com suas torres entremeiam as plantas ornamentais e arbustos muito bem cuidados, como pode ser visto na cidade de Manaus, no Estado do Amazonas, em um restaurante.



FIGURA 4.27 – Torre móvel no jardim do restaurante

Mesmo que longe dos prédios, mesmo que para outros fins, inserem-se com destaque no meio ambiente.



FIGURA 4.28 – A antena e o meio ambiente

Em algumas localidades, a topografia praticamente plana da cidade, faz com que os pontos de maiores altitudes sejam pontos de concentração de antenas destinadas não só para comunicações celulares, mas também para transmissão e recepção de sinais de televisão, de rádio e telefonia fixa. Em consequência tem-se além da poluição eletromagnética, a imposição de um grande impacto visual.

A FIGURA 4.29, a seguir, mostra uma concentração de antenas na cidade de Maringá, no Estado do Paraná em um dos pontos mais altos da cidade.



FIGURA 4.29 – Ponto alto na cidade de Maringá – Paraná

Também, a cidade de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina tem seu ponto crítico, onde diversas estruturas suportam as antenas existentes no local denominado de Morro da Cruz.

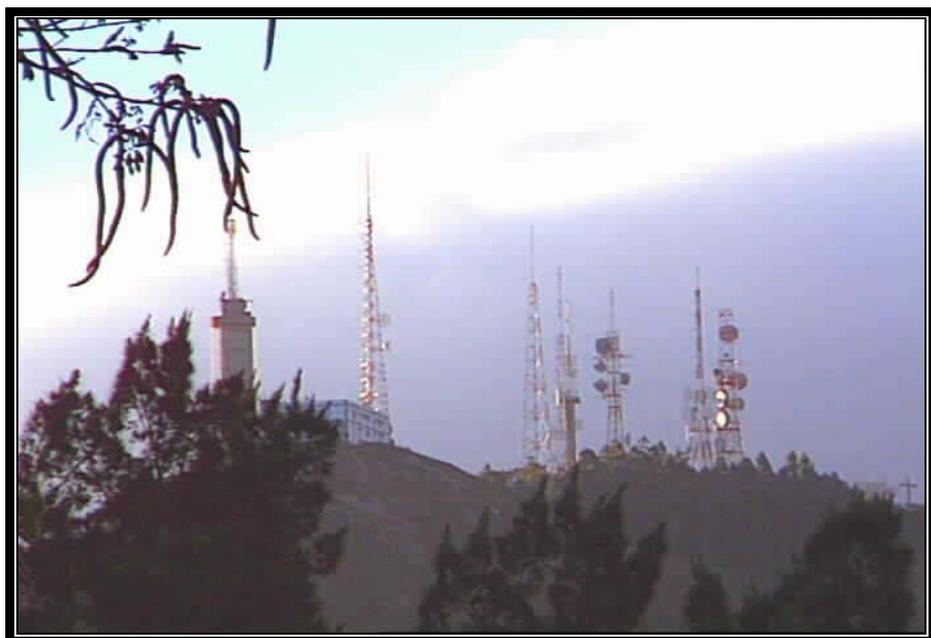


FIGURA 4.30 – Morro da Cruz em Florianópolis – SC

Que olhado por um outro ângulo, nos mostra um destaque impressionante na paisagem.

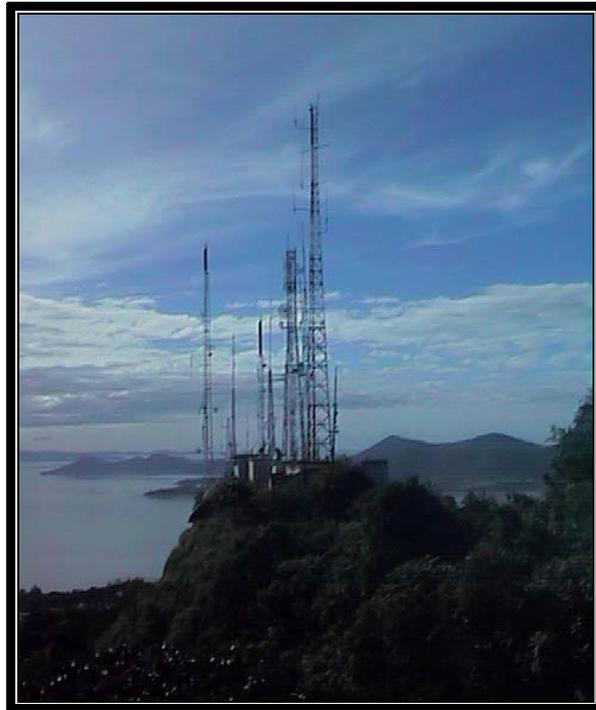


FIGURA 4.31 – Destaque na paisagem

Na cidade de Joinville, Santa Catarina, no Morro do Mirante, também pode ser avistado o congestionamento de antenas destinadas aos mais diversos sistemas de transmissão/recepção de sinais, voz e imagem.



FIGURA 4.32 – Antenas no Morro do Mirante

4.5 DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - FATORES DE RISCOS

Todas as estruturas que compõem as ERBs, recebem as instalações de um SPDA, devidamente dimensionadas do captor ao aterramento, e para tanto, alguns pontos críticos devem ser observados.



FIGURA 4.33 – Sinalização, pára-raios e antenas

Com relação ao condutor de descida, para sistemas isolados, é previsto por norma um espaçamento entre este e as instalações metálicas do volume a proteger.

Normalmente, no topo da torre, temos pontos alimentados eletricamente como a iluminação de sinalização para proteção ao voo. Essa alimentação geralmente é tubulada (tubulação metálica), partindo do interior do container até o ponto, ou pontos. Na ocorrência de uma descarga atmosférica, a proximidade dessa instalação com o condutor de descida do SPDA; se existir, pode ocasionar corrente induzida, vindo a causar danos às instalações no interior do container.

Com relação ao aterramento, vários são os fatores de influência sobre os resultados a serem requeridos quando da construção do mesmo, por isso cuidados devem ser tomados com os seguintes pontos:

- 1 – A disponibilidade de espaço as vezes reduzido, para se implantar uma ERB, pode levar a um sistema de aterramento muito próximo das divisas com os terrenos vizinhos, e nestes a existência de partes metálicas próximas a esse aterramento, pode acarretar efeitos danosos com uma descarga atmosférica. A Norma Brasileira diz que para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas, o arranjo e as dimensões do sistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento.
- 2 – De acordo com a NBR 5419/93, em solos de alta resistividade, as instalações de aterramento podem interceptar correntes fluindo pelo solo, provenientes de descargas atmosféricas ocorridas nas proximidades.
- 3 – Em solos de baixa resistividade, cuidados especiais devem ser tomados quanto às tensões de passo e de contato, caso o local apresente risco para pessoas ou animais.

4 – A natureza do solo deve ser considerada na definição do sistema de aterramento. Os terrenos rochosos exigem eletrodos de aterramento em anel ou embutidos nas fundações da estrutura.

4.5.1 Verificação de Campo

No espaço de domínio de uma ERB, a fim de verificar, o sistema de aterramento existente, foram efetuadas três medições, utilizando-se um medidor de resistência de terra tipo EARTH TESTER TYPE-3235, com tomada de valores como mostrado na FIGURA 4.34, a seguir.

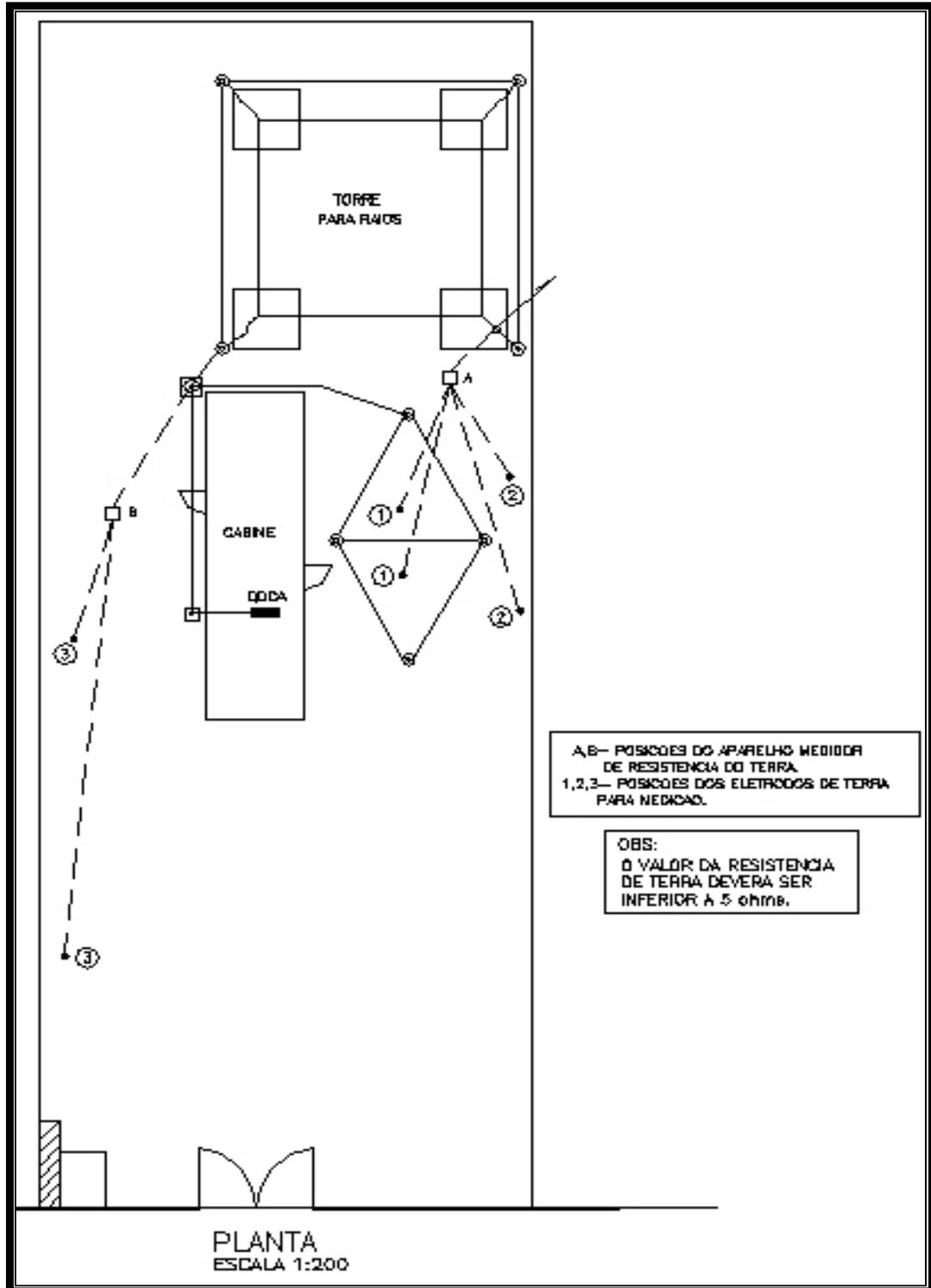


FIGURA 4.34 – Posições de leitura da resistência do aterramento

Onde:

A e B – são posições do aparelho medidor de resistência do aterramento;
1, 2, 3 – são posições dos eletrodos de terra para se obter as medições.

Foram obtidos os seguintes valores:

Medição 1 – sobre a malha de terra existente: valor medido = 2,0 ohms.

Medição 2 – a 1,0 metro do muro de divisa a direita: valor medido = 3,5 ohms.

Medição 3 – a 1,0 metro do muro de divisa a esquerda: = 2,0 ohms.

Verificando-se assim que o valor do aterramento existente para as instalações dessa ERB em estudo, encontra-se abaixo do permitido pelos projetos de montagem da mesma, que especifica um valor máximo de 5,0 ohms.

Verificações importantes devem ser destacadas, considerando-se o terreno onde se acha implantada esta ERB, olhando-o frontalmente:

- O terreno a sua direita, próximo do ponto de medição 2, é vazio, sem construções;
- No terreno à esquerda da ERB, existem construções;
- O valor do aterramento verificado com a medição 3, embora longe da malha do terra das instalações da ERB, foi igual ao obtido com a medição 1, sobre a malha de terra;
- Foi verificado que muito próximo aos pontos considerados para a medição 3, existe o sistema de aterramento da medição de energia elétrica que alimenta as instalações da ERB, bem como o aterramento da medição de energia que alimenta a residência vizinha.

5 CONCLUSÕES

A implantação das ERBs para comunicações celulares, é sem dúvida de extrema necessidade para a expansão do sistema de telefonia móvel para melhoria no atendimento ao usuário. Os problemas consequentes desse desenvolvimento apresentam-se conjugados não só no espaço físico ocupado pelas mesmas, mas estendida ao seu campo de influência.

Evidenciou-se a dificuldade no acesso ao ambiente das ERBs, bem como a deficiência na obtenção de informações para qualificação dos riscos e efeitos possíveis de serem ocasionados pela torre, antenas e container, que operam suportados nas ondas eletromagnéticas.

Relacionado aos efeitos biológicos, para os quais, se fez uma revisão bibliográfica, pode-se observar que não existe comprovação efetiva de que a utilização dos telefones celulares, bem como as torres com suas antenas, façam mal à saúde.

Assim, enquanto perdurar esta dúvida, e não se conclua o projeto de pesquisa patrocinado pela Organização Mundial da Saúde, para avaliar os efeitos da exposição aos campos elétricos e magnéticos, com término previsto para 2005, é importante alertar para os possíveis riscos; os usuários dos celulares e aquelas pessoas que direta ou indiretamente estão sujeitas às influências das radiações eletromagnéticas emitidas pelas ERBs, especialmente as relacionadas com os “Efeitos não Térmicos”.

A ausência de metodologia definida na legislação para implantação das ERBs, na maioria dos municípios, os prazos exíguos estipulados pela

ANATEL para as novas instalações a fim de melhorar a qualidade das prestações de serviços e as pesadas multas impostas se descumpridas as regras, leva o processo à reprovação, por parte da população, causando mal estar e desentendimentos.

A presença da torre é forte e atua de modo marcante no cotidiano dos moradores das proximidades da mesma, notadamente naqueles que a avistam total ou parcialmente. Essa atuação causa desconforto e apreensão nessas pessoas que relacionam de maneira direta o aumento na incidência de descargas atmosféricas e conseqüentes prejuízos materiais à existência da mesma, danos nos aparelhos eletrodomésticos.

Psicologicamente, estes moradores se sentem desprotegidos. A falta de segurança oferecida pela presença da torre, com a possibilidade de que a mesma venha a cair é preocupante, embora o maior receio dos mesmos seja com relação à possibilidade de prejuízos à sua saúde.

As pessoas entendem que para que se torne possível a utilização desta nova tecnologia com qualidade e eficiência, existe a necessidade da parceria, porém é imprescindível que nesta, também deva existir qualidade. O avanço tecnológico deve ser impulsionado para o bem comum das pessoas, respeitando as limitações que tais avanços apresentam.

Provavelmente devido a uma intenção de preservação e proteção de mercado, exista nítida relutância por parte dos corretores imobiliários em aceitar o fato da existência da desvalorização dos imóveis próximos das torres, porém, as declarações dos moradores pesquisados, atestam essa realidade.

Esta afirmação, por parte dos moradores, é de grande importância, uma vez que a mesma tem efeitos prejudiciais ao seu próprio patrimônio, que

em situação de normalidade, sempre é severamente defendido. O alto índice de recusa pela aquisição de imóveis nessas condições, mostra que a implantação de uma torre causa efetivamente uma desvalorização dos imóveis localizados nos seus arredores.

Por sua vez, o impacto visual oferecido por uma torre, em contraste com a natureza é causa de desconforto à sensibilidade do olho humano e indignação sobre a verdadeira necessidade de sua imponência. O incentivo às instalações de ERBs em topos de edifícios, com imposição de normas mais flexíveis e menos exigentes para tal, implicaria em menor agressão à paisagem urbana.

Não menos importante e embora com menor incidência, os problemas sonoros que podem ser detectados; originados com o condicionador de ar e o sistema de geração própria de energia elétrica, devem merecer providências e atenção uma vez que a qualidade ambiental é parte integrante do sistema de vida almejado.

Assim, cuidados devem ser tomados quando das instalações desses equipamentos, implantando-se sistema de isolamento acústico para o aparelho condicionador de ar e atenuador de ruídos para o sistema de geração própria, afim de que esses tipos de problemas possam ser sanados, ou reduzidos a níveis admissíveis ao sistema auditivo humano, e normalizados.

5.1 CRITÉRIOS A OBEDECER PARA IMPLANTAÇÃO

Diante do exposto, pelos impactos que possam ou poderão existir, ao nível de proposição, as concessionárias poderiam não só analisar, corrigir ou readaptar o ambiente, mas também oferecer ao mesmo um meio de

compensação e melhorias que possam valorizar o local, obedecendo alguns critérios já normalizados por alguns municípios como lei, tais como:

- Os containeres de equipamentos devem ser instalados a uma distância mínima de 5 metros das divisas laterais e de fundo; e de 10 metros do alinhamento predial.
- Compartilhamento da mesma torre, por todas as concessionárias da mesma modalidade de serviço.
- Construção dos sistemas de aterramentos a uma distância mínima de 5 metros das divisas dos terrenos adjacentes.
- Desenvolver estudos no sentido de reestruturar a arquitetura das torres, tornando-as mais integradas às paisagens urbanas e de modo a minimizar seus efeitos visuais.
- Implantar, em parceria com o município, projetos de utilização de espaços nas proximidades do local de implantação da ERB, que venham a anular a possibilidade de desvalorização imobiliária.
- Dispensar atenção ao tratamento paisagístico dos arredores influenciados pela ERB, oferecendo desenvolvimento tecnológico, sem ferir o delicado trabalho construtivo da natureza.
- Manter um plano de monitoramento do nível de densidade de potência nos limites da propriedade da ERB, nas edificações vizinhas, nos edifícios com altura igual ou superior a antena, num raio de 200 metros e nas áreas próximas suscetíveis de riscos com as radiações eletromagnéticas.

- Respeitar, efetivamente, nas implantações das ERBs, um distanciamento de no mínimo igual a altura da torre, de prédios públicos, escolas, parques e praças.
- Respeitar um distanciamento de no mínimo 300 metros das edificações destinadas a clínicas, hospitais e afins, na definição da implantação de uma ERB.

5.2 CRITÉRIOS PÓS-IMPLANTAÇÃO

Depois de instalada uma ERB, as concessionárias dos serviços de telefonia celular deveriam se comprometer a:

- Manter um controle para avaliação das radiações com medições dos níveis e densidade da potência, com as antenas em pleno funcionamento, com todos os canais em operação.
- Desenvolver planos de comunicação social visando a prevenção de riscos e comportamento em caso de emergência.
- Compensar o direito de uso do espaço público, com investimentos em áreas sociais, educação e saúde.
- Financiar, em regime constante, os trabalhos necessários bem como os equipamentos para monitoramento dos padrões de emissão de radiação de cada ERB instalada, em cada município.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sentido primordial em disciplinar as instalações das antenas transmissoras de ondas eletromagnéticas de frequência de 3 kHz a 300 GHz e equipamentos afins, limites estes entre os quais está inserida a comunicação celular, tem o intuito de garantir uma convivência pacífica entre o homem e a tecnologia.

A comunicação celular, é o marco inicial de uma nova dimensão na troca de informações, voz e imagem em tempo real. Uma nova tecnologia, gerenciada e direcionada para a solução dos problemas da intercomunicação entre seus usuários e deve pautar seu caminho para um único direcionamento, a proteção e a preservação da vida humana e o meio ambiente, com qualidade.

5.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento deste trabalho foi marcado pelo pioneirismo no assunto, no que diz respeito aos riscos e efeitos propostos a serem analisados e problemas ocorreram, que podem ser redirecionados:

- Na elaboração dos questionários a serem aplicados junto aos moradores e corretores imobiliários, outros quesitos podem ser acrescentados às perguntas do questionário, de maneira a permitir um aprofundamento maior no assunto.
- Uma vez que o problema em estudos está ligado a uma população muito grande, a extensão da amostra é fato de grande importância, assim recomenda-se que a mesma deva ser aumentada.

- Poderão ser dirigidos estudos individualizados para cada um dos riscos e seus respectivos efeitos.
- Poderá ser desenvolvido um estudo da opinião de pessoas que não estejam diretamente afetadas pela influência de uma ERB, a fim de se obter uma avaliação diferencial sobre o assunto.

Assim, cumpridas as considerações apresentadas, ter-se-ia subsídios para estudos com resultados mais próximos da realidade existente, para o universo considerado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRICEM, 2000 (Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética), tradução, na íntegra, realizada por membros do (GEB), Grupo de Estudos de Efeitos Biológicos, da ABRICEM, do documento “Guidelines for limiting exposition to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)”, emitido em 1998 pela ICNIRP – International Commission for Non-ionizing Radiation Protection e recomendado pela OMS/WHO – Organização Mundial da Saúde, setembro 2000.

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). Threshold limit values (TLVs) for physical agents in the work environment “RF/MICROWAVE RADIATION” the frequency range from 30 kHz to 300 GHz (1998-1999).

ANATEL, 1999 – Agência Nacional de Telecomunicações. Diretrizes para Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos Variáveis no Tempo (até 300 GHz). Brasília, dezembro de 1999.

ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), “Diretrizes para Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos, Variáveis no Tempo (até 300 GHz)”, tradução de “Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Eletomagnetic Fields (up to 300 GHz)”, (publ. em Health Physics, vol. 74, n. 4. em abril, 1998), 1999.

ANSI, ANSI/IEEE, C95.1-1992: “IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Eletromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz”, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, NY 10017, 1992.

- AZEVEDO**, Plauto Faraco. Aplicação do Direito e Contexto Social. São Paulo : ed. RT, 1996. p. 149.
- BARANAUSKAS**, Vitor. O Celular e seus Riscos. Campinas, São Paulo : Ed. Do Autor, 2001.
- BERGER**, K. and Anderson, R. B., Electra n° 41 – pp 23-37.
- BERNRHARDT**, J.H., “Non-Ionizing Radiation Safety: Radiofrequency Radiation, Electric and Magnetic Fields”, Physics on Medicine and Biology, 1992.
- BLACK**, U. “Emerging Communications Technologies”, 2nd ed., Prentice Hall, 1997.
- BREN**, S.P.A.,”Reviewing the RF Safety Issue im Cellular Telephones”, IEEE Engineering in Medicine and Biology, May/June 1996,pp.109-115.
- BRONZINO**, J.D., “The Biomedical Engineering Handbook”, CRC Press & IEEE Press, 1995, pp. 1388-1389, e Section IX-“Biologic Effects of Nonionizing Electromagnetic Fields”, pp. 1380-1440.
- CALHOUN**, G., “Digital Cellular Radio”, Artech House, 1988.
- CARVALHO**, Carlos Gomes. Legislação Ambiental Brasileira. São Paulo : Ed. LED, 1999. v.2, p.7.
- CLEARY**, S. F., “Microwave Radiation Effects on Humans”, BioScience, 33(4): 269, 1983
- CLEVELAND**, Jr., D.M. Sylvar, J.L. Ulcek and E.D. Mantipty, “Measurement of Radiofrequency Fields and Potential Exposure from Land-mobile Paging and Cellular Radio Base Station Antennas.”Abstracts, Seventeenth Annual Meeting, Bioelectromagnetics Society, Boston, Massachusetts, p. 188, 1995.

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. Ed. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 13ª Edição, Rio de Janeiro, 1995.

EMBRATEL, 2000 (Empresa Brasileira de Telecomunicações – Coordenadoria de Segurança do Trabalho, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional) “Exposição às Radiações Eletromagnéticas Não Ionizantes de Radiofrequência e Microondas”, 2000.

EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION (CENELEC). Human exposure to electromagnetic fields high frequency (10 kHz to 300 GHz), 1995.

FCC (FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION), “New Guidelines and Methods for Evaluating the Environmental Effects of Radiofrequency Radiation”, Washington, 1996.

FCC (FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION, 96-326: “FCC Updates its Guidelines for Evaluating the Environmental Effects of Radiofrequency Emissions; Action Implements Telecom Act Provisions (ET Docket N° 93-62)”, Report N°DC 96-76, 1°/8/96.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. O direito de Antena em Face do Direito Ambiental no Brasil. São Paulo : Ed. Saraiva, 2000.

FISCHETTI, M., “The cellular phone scare”, IEEE Spectrum, June 1993, pp.43-47.

FORNARI, Ernani. O “Incrível” Padre Landell de Moura. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, Coleção General Benício. 2nd ed., 1984.

FOSTER, K. R. and **MOULDER**, J. E. Are mobile safe? IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), 2000.

FREITAS, Vladimir Passos. Direito Ambiental em Evolução. Curitiba : Ed. Juruá, 1998.

GANDHI, O.P. (ed.), "Biological Effects of Eletromagnetic Radiation," IEEE Engineering in Medicine and Biology, 6(1): 14-58, 1987.

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa, 3ª ed. Ed. Atlas, São Paulo, 1991.

GOTTLOBER, H. and **HENRICHS**, K. "Can mobile phones affect your health?," Telecom Report International, vol. 18, nº 3, 1995, pp.26-29.

GRUBER, J. e Li, Rosamaria W. C., Revista da Piscina,Nº58. Tempestades de Verão: o perigo dos raios, pp 15-17, São Paulo, 2002.

<http://geocities.yahoo.com.br/poluiçãosonora/efeitos.htm>., acessado em 11/05/2002.

<http://www.medstudents.com.br/artigo>., acessado em 11/05/2002.

<http://www.pr.gov.br/iap/elemag01.html>., acessado em 12/05/2002.

IBAMA. Programa Nacional de Educação Ambiental e Controle da Poluição Sonora. <http://www.ibama.org.br/atuacao/conqual/silencio.htm>, acessado 11/05/2002.

ICNIRP (International Comission on Non-Ionizing Radiation Protection) – "Guidelines for Limiting Exposition to Time-Varying Electric and Electromagnetic Fields, (up to 300 GHz). Health Physics, vol. 54, n. 4, April 1998.

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Human Exposure to Radiofrequency Fields from Portable and other Communication Devices. Dezembro, 1992.

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz., abril, 1992.

JUNIOR, João Gualberto P. Poluição Eletromagnética. Disponível no endereço eletrônico <http://www.pr.gov.br/iap/elemag.html> , acessado em 12/05/2002.

KUSTER, N., “Do Mobile Phones Pose a Health Hazard?”, Radiaton Research, 1895-1995, Tenth Int’l Congress of Radiation Research, Germany, Aug. 27 th – Sept. 1 st, 1995, Congress Proc., vol. 2; Congress Lect., pp. 1072-1075, ISBN 3-00-000842-X.

KUSTER, N., **BALZANO** Q. and **LIN**, J. Eds., “Mobile Communications Safety”, London, 1997.

LAMPARELLI, Claudia Condé, **FILHO**, Antonio Alessio e **HERNANDEZ**, Jesus Gonzalez. Radiações de microondas e radiofrequência – Efeitos biológicos. Ambiente, vol.2, n.1, 1988.

LARA DUCA, Antonio. “Efeitos Biológicos das Radiações Não Ionizantes e Medidas de Proteção”, TELESP, 1984.

LOURES, Sérgio Rocha. Revista do CREA-Pr., n.15, p.6, janeiro, 2002.

MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS. Segurança e Medicina do Trabalho. Editora Atlas S.A. – São Paulo, Brasil, 1996.

MARTENS, L., “Calculation of the eletromagnetic fields induced in the head of an operator of a cordless telephone”, Radio Science, vol. 30,nº 1, Jan-Febr. 1995, pp. 283-290.

MEIRELLES, Hely Lopes. Direito Administrativo Brasileiro. Malheiros Editores. 1990.

MICHAELSON, S. M., “Human Exposure to Nonionizing Radiant Energy – Potential Hazards and Safety Standards” (Invited Paper), Proc. Of the IEEE, vol. 60, nº 4, April 1972, pp. 389-421.

MICHAELSON S. M. and **JAMES** C. L., “ Biological Effects and Health Implications of Radiofrequency Radiation, Plenum Press, USA, 1987.

MOULDER, J. E. Cellular Phone Antennas (Base Stations) and Human Health, 2000.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), “Radiation NON-ionizing”, 1979.

NETO, Messod Azulay e **LIMA**, Antonio Roberto Pires de. O Novo Cenário das Telecomunicações No Direito Brasileiro. Rio de Janeiro : Ed. Lúmen Júris, 2000.

PRESMAN, Alexandr S., “Electromagnetic Fields and Life”, 1968.

RAPPAPORT, Theodore S., “Wireless Communications – Principles & Practice”, Prentice Hall Communications Engineering and Technologies Series, 1996.

ROBERT, F. Cleveland Jr. And **JULCEK**, Jerry L. “Federal Communications Commission Office of Engineering & Technology”, OET BULLETIN – 56, fourth edition, August, 1999.

RODRIGUES, Marcio Eduardo da Costa. Telefonía Celular, Rio de Janeiro, abril, 2000. Dissertação (Mestrado - Departamento de Engenharia Elétrica) – PUC.

SALLES, A.A., “Efeitos Biológicos da Telefonía Celular”, Telemo 96, Curitiba, PR, 22-25/julho 1996, vol.1,pg.501-506.

SCHNEIDERMAN, R. “Future Talk – The Changing Wireless Game”, The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), New York, 1997.

SCHWAN, H.P., “Biological Effects of Non-Ionizing Radiation: Cellular Properties and Interactions”. Ann. Biomed. Eng. 16: 245-263, 1988.

SENISE, J. T., “Sobre Normas de Segurança para Exposição a Campos Eletromagnéticos de Rádio-Freqüência e Microondas”, Telemo 96, Curitiba, PR, 22-25/julho 96, vol. 1, pg 507-512.

SOUZA, Fernando Pimentel. Professor Titular, UFMG. disponível <http://www.icb.ufmg.br/lpf/2-14.html>, acessado em 11/05/2002.

STUCHLY, M.A., “Mobile Communication Systems and Biological Effects on their Users”, The Radio Science Bulletin, nº 275, December 1995, pp. 7-13.

TAGLIACARNE, Guglielmo. Pesquisa de Mercado: Técnica e Prática. São Paulo : Ed. Atlas S.A., 2ª ed., 3ª tiragem, maio, 1986.

U.S. FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION, Office of Engineering and Technology, “Evaluating Compliance with FCC-Specified Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Radiation”, “OET Bulletin 65, Edition 97, Washington, D.C., August, 1997.

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, Rockville, MD 20857. “FDA Talk Paper, Update on Cellular Phones.” February, 1997.

WERTHEIMER, Nancy, “Federal Communicatios Commission Office of Engineering & Technology”, OET BULLETIN – 56, fourth edition, August, 1999.

WHO (World Health Organization – Organização Mundial da Saúde), (OMS), “Electromagnetic Fields (300 Hz to 300 GHz), 1981.

YAMAO, Yasushi e NAKAJIMA, Nobuo. The Future Generations of Móbile Communications Based on Broadband Access Technologies. IEEE Communications, dezembro, 2000.

ANEXOS

QUESTIONÁRIOS

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
ANÁLISE DE FATORES DE RISCOS E EFEITOS DEVIDO ÀS
INSTALAÇÕES DE ERBs, PARA COMUNICAÇÕES CELULARES**

Consulta nº _____ Data: ____/____/____ ERB _____

Localização da ERB: _____

Data da Implantação da ERB: ____/____/____ Cidade _____

Nome do Entrevistado: _____

Rua _____ N° _____

Atividade Profissional _____

1 – Reside neste endereço a quantos anos? _____ anos

2 – O imóvel no qual reside é: próprio ___ alugado ___

3 – Que motivo o levou a morar neste bairro?
por livre escolha _____
por falta de opção _____
por necessidade _____
prevendo a valorização
imobiliária _____

4 – Após a instalação da torre para antena de
comunicação celular em seu bairro, seu
prazer em morar nesse local,
melhorou _____
piorou _____
não modificou _____

5 – Caso pudesse escolher, você moraria nas proximidades de uma torre para antenas de comunicações celulares?	sim _____ não _____
6 – Você compraria um imóvel próximo a uma torre para antenas de celulares?	sim _____ não _____
7 – Qual a sua maior preocupação por morar próximo a uma torre para antenas de comunicação celular?	Não existe preocupação nenhuma _____ Tem receio que a torre venha a cair _____ Tem receio que faça mal a sua saúde _____ Simplesmente não se Sente seguro _____
8 – De algum ponto de sua casa, você enxerga a torre de celular, ou parte dela?	Sim _____ não _____

9 - Escreva sua livre opinião sobre este assunto que estamos abordando.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
ANÁLISE DE FATORES DE RISCOS E EFEITOS DEVIDO ÀS
INSTALAÇÕES DE ERBs, PARA COMUNICAÇÕES CELULARES**

Consulta nº _____ Data: ____/____/____ ERB _____

Localização da ERB: _____

Data da Implantação da ERB: ____/____/____ Cidade _____

Nome do Entrevistado: _____

Nome da Imobiliária: _____

Rua _____ N° _____

1 – Sua empresa comercializa imóveis nesta cidade a quantos anos?

_____ anos

2 – Sua imobiliária comercializa imóveis em todos os bairros desta cidade?

sim _____ não _____

3 – Quantos imóveis sua imobiliária comercializa por mês nesta cidade?

entre 0 e 5 _____

entre 5 e 10 _____

mais de 10 _____

4 – Você tem conhecimento de onde estão instaladas as torres das antenas para comunicação celular nesta cidade?

sim _____ não _____

<p>5 – Após a instalação das torres para as antenas de celulares, a oferta de imóveis próximos a elas, modificou em qual percentagem?</p>	<p>aumentou _____%</p> <p>diminuiu _____%</p> <p>permaneceu _____</p>
<p>6 – A instalação da torre ofereceu influência direta em que quantidade média nas vendas mensais de imóveis próximo a cada uma delas?</p>	<p>Nenhuma _____</p> <p>entre 0 e 5 imóveis _____</p> <p>entre 5 e 10 imóveis _____</p> <p>mais de 10 imóveis _____</p>
<p>7 – Os valores dos imóveis comercializados próximos a essas torres, sofreram alterações? Em qual percentagem?</p>	<p>aumentaram _____%</p> <p>diminuíram _____%</p> <p>permaneceram _____</p>
<p>8 – Você tem tido dificuldade em encontrar interessados por imóveis a venda nas proximidades dessas torres?</p>	<p>sim _____ não _____</p>
<p>9 – Ao oferecer um imóvel a venda próximo a uma dessas torres, o índice de recusa pelo mesmo é:</p>	<p>não existe recusa _____</p> <p>muito baixo _____</p> <p>muito alto _____</p>

<p>10 – O valor dos aluguéis dos imóveis próximo a essas torres modificou em que percentagem?</p>	<p>não modificou _____ aumentou _____% diminuiu _____%</p>
<p>11 – Os imóveis disponíveis para locação próximo a essas torres, quando são oferecidos ao futuro inquilino tem:</p>	<p>aceitação imediata _____ recusa imediata _____ aceitação normal _____ só é aceito caso seja a última opção _____</p>

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
ANÁLISE DE FATORES DE RISCOS E EFEITOS DEVIDO ÀS
INSTALAÇÕES DE ERBs, PARA COMUNICAÇÕES CELULARES**

Consulta nº _____ Data: ____/____/____ ERB _____

Localização da ERB: _____

Data da Implantação da ERB: ____/____/____ Cidade _____

Nome do Entrevistado: _____

Nome da Empresa : _____

Rua _____ N° _____

1 – Sua empresa está estabelecida neste endereço a quanto tempo?	_____ anos
2 – Este imóvel onde está sua empresa é:	próprio _____ alugado _____
3 – Se alugado, você teria interesse em compra-lo definitivamente?	sim _____ não _____
4 – Com relação à existência de uma torre para comunicação celular próximo ao seu estabelecimento comercial, qual a sua preocupação?	nenhuma _____ muita preocupação _____

<p>5 – Devido a instalação da torre para antenas de comunicação celular, o volume de vendas em seu comércio.</p>	<p>aumentou _____%</p> <p>Diminuiu _____%</p> <p>não modificou _____</p>
<p>6 – Com relação à existência de uma torre para comunicações celulares próximo ao seu estabelecimento, seus clientes:</p>	<p>são indiferentes _____</p> <p>estão preocupados ____</p>