

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA - IEE**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**

**GESTÃO AMBIENTAL E NEGÓCIOS DO SETOR ENERGÉTICO**

**OS IMPACTOS CAUSADOS PELAS ESTAÇÕES TRANSMISSORAS DE SINAIS DE**

**RADIOFREQUÊNCIA – ESTUDO DE CASO**

**REGIÃO DA AVENIDA PAULISTA, PACAEMBÚ E SUMARÉ.**

**JAIME LÚCIO RIBEIRO PASSOS**

**NILTON JAIME DE SOUZA**

**THIAGO RIGHI**

**SÃO PAULO**

**2007**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Célio Bermann, pela compreensão demonstrada com os problemas enfrentados pelo nosso grupo de trabalho e sua concordância em nos orientar nesta empreitada, demonstrando todo seu altruísmo.

Não menos demonstrou o Prof. Dr. Lineu Belico dos Reis, que prontamente nos atendeu e se colocou a disposição para analisar o trabalho e colaborar no que fosse necessário. Sua participação na Comissão Julgadora muito nos honrou.

Ao Dr. Kleiber Tadeu Soletto pela amizade e disposição de contribuir com seus conhecimentos, agregando um valor inestimável ao presente trabalho.

A todos os colegas de turma com os quais pudemos compartilhar experiências e trocar conhecimentos que nos serão de grande utilidade pela vida afora.

A todos os professores do 1º curso de especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético que com tanta competência nos conduziram, transformando-se nos baluartes que nos propiciaram chegar a este resultado.

## RESUMO

Neste estudo apresenta-se a problemática que envolve a implantação de estações transmissoras de sinais de radiofrequência. Faz-se uma exposição dos possíveis impactos causados a população dos seus entornos, ao meio ambiente, e apresentam-se as questões de segurança que envolve estas instalações e as radiações eletromagnéticas de maneira geral.

**Palavras-chave:** telecomunicações; campo eletromagnético; radiação; compatibilidade eletromagnética; poluição ambiental.

## SIGLAS PRINCIPAIS

- ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações
- ANSI – American National Standards Institute
- CEM – Campos Eletromagnéticos
- ERB – Estações Rádio Base
- ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
- NRPB - National Radiological Protection Board
- OMS – Organização Mundial da Saúde, WHO – World Health Organization
- RF – Rádio Frequência
- SAR - Specific Absorption Rate (taxa de absorção de energia específica)

## SUMÁRIO

<b>Agradecimentos.....</b>	<b>ii</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>iii</b>
<b>Siglas Principais.....</b>	<b>iv</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Panorama Geral.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Urbanização.....	1
1.1.2 Surgimento da Questão Ambiental.....	2
1.1.3 A Internalização da Q. A. no Cenário Internacional.....	3
1.1.4 A Comissão Mundial sobre M. A. e Desenv. (CMMDA).....	6
1.1.5 A Internalização da Questão Ambiental no Caso Brasileiro.....	7
1.1.6 Democracia.....	8
1.1.7 Transparência e Índices de Sustentabilidade.....	9
1.1.8 O Risco na Sociedade Contemporânea.....	9
1.1.9 A Exposição aos Campos Eletromagnéticos.....	11
<b>1.2 Teoria Eletromagnética.....</b>	<b>15</b>
1.2.1 Radiação.....	15
1.2.1.1 Radiação Natural.....	15
1.2.1.2 Radiação Artificial.....	16
1.2.2 Classe de Radiação.....	16
1.2.2.1 Radiação Ionizante.....	16
1.2.2.2 Radiação Não Ionizante.....	17
1.2.3 Efeitos da Radiação.....	18
1.2.3.1 Efeitos térmicos.....	19
1.2.3.2 Efeitos não térmicos.....	19
1.2.4 Tipos de Radiações.....	19
1.2.4.1 Radiação Corpuscular.....	19
1.2.4.2 Radiação Eletromagnética.....	19
1.2.5 Detecção da Radiação Eletromagnética.....	19
1.2.6 Poluição Eletromagnética.....	20
1.2.7 Ondas e campo eletromagnético.....	21
1.2.8 Espectro Eletromagnético.....	25

1.3 A evolução da tecnologia eletromagnética.....	25
1.3.1 O Rádio.....	26
1.3.2 A Televisão.....	26
1.3.3 O Radio Móvel.....	27
1.3.4 O Radio Móvel Celular.....	27
1.4 As telecomunicações no Brasil.....	27
<b>2. Impactos e Interferências das Estações Transmissoras de RF.....</b>	<b>31</b>
2.1 Impacto Visual.....	31
2.2 Interferência na Paisagem de Áreas Tombadas.....	37
2.3 Impactos à Saúde.....	38
2.3.1 Efeitos Térmicos.....	39
2.3.2 Efeitos Não-Térmicos.....	40
2.3.3 Interação da Radiação Eletromagnética com a Matéria.....	44
2.3.4 Constante Dielétrica e Condutividade nos Tecidos.....	44
2.3.5 Profundidade de Penetração da Radiação.....	45
2.3.6 Taxa de Absorção Específica (SAR).....	46
2.4 Interferências Eletromagnéticas.....	48
2.4.1 Ambiente Eletromagnético.....	48
2.4.2 Compatibilidade Eletromagnética (CEM).....	49
2.5 Interferência em Equipamentos Eletromédicos.....	49
2.6 Interferência Em Veículos.....	52
2.7 Impacto às Aves.....	54
2.8 Poluição Sonora.....	56
2.9 Vibração.....	56
2.10 Poluição Atmosférica.....	57
2.11 Riscos À Segurança.....	57
2.11.1 Descargas Atmosféricas.....	57
2.11.2 Fragilidade Mecânica.....	58
2.11.3 Interferência com Tráfego Aéreo.....	60
2.12 Prejuízos Patrimoniais.....	60
2.13 Impacto ao Solo.....	60
2.14 Percepção de Risco.....	61

<b>3. Regulamentação.....</b>	<b>62</b>
<b>3.1 Padrões e Normas Internacionais.....</b>	<b>62</b>
<b>3.2 Legislação no Brasil.....</b>	<b>65</b>
<b>4. A Competência Municipal.....</b>	<b>72</b>
<b>5. Legislação no Município de São Paulo.....</b>	<b>74</b>
<b>6. O Caso - Avenida Paulista e Região do Pacaembu e Sumaré.....</b>	<b>77</b>
<b>6.1 Valores Med. px. a Sist. de TV e Rádio da Reg. da Av. Paulista.....</b>	<b>78</b>
<b>7. Aspectos Metodológicos.....</b>	<b>80</b>
<b>8. Conclusão.....</b>	<b>83</b>
<b>9. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>88</b>
<b>10. Glossário.....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo A.....</b>	<b>104</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Panorama Geral

### 1.1.1 URBANIZAÇÃO

Embora as primeiras cidades tenham aparecido há mais de 3.500 anos a.C., o processo de urbanização moderno teve início no século XVIII, em consequência da Revolução Industrial, desencadeada inicialmente na Europa.

No início do século XX, muitos países importantes tomaram medidas para formalizar leis baseadas em princípios urbanísticos, devido à necessária reconstrução física a que se viram obrigadas algumas cidades depois da II Guerra Mundial.

A Inglaterra foi o primeiro país do mundo a se urbanizar, tendo já em 1850 mais de 50% da população urbana. O Brasil conhece o fenômeno da urbanização propriamente dita somente em meados do século XX.

Nos últimos duzentos anos, a população humana residente nas cidades aumentou de 5% para 50%. As estimativas para 2030 são de mais de dois terços da população mundial morando em centros urbanos [73].

A urbanização vertiginosa dos últimos quarenta anos não é, ao contrário do que imaginam alguns, simples subproduto de uma estrutura rural fundiária injusta, ou de um tipo de agricultura cada vez mais mecanizada e menos intensiva em termos de absorção de mão-de-obra. É principalmente, movida pelo desejo da juventude rural de acesso a oportunidades, bens materiais, conhecimentos e vivências, que só a urbe tem como oferecer, precisamente pela sua imensa gama de oportunidades de contato [71].

Ao mesmo tempo em que a industrialização se intensifica, o ambiente é invadido por diferentes tipos de poluentes, aumentando inicialmente, a poluição do ar. Episódios de intensa poluição aérea ocorreram na Europa e América do Norte na metade do século XX, como exemplo, o grande fog de Londres em 1952. Com isso, houve o advento de legislações que propiciaram a diminuição da propagação de partículas pesadas como dióxido sulfúrico. No entanto, aumentou a concentração de gás carbônico e outras partículas menores. Além da falta de saneamento básico e coleta de esgoto, poluindo as águas e o depósito irregular de resíduos sólidos, trazendo a poluição do solo.

As cidades possuem uma função ativa na modificação dos sistemas de reciclagem naturais que mantêm o ecossistema em equilíbrio através dos ciclos biológicos, limpeza das águas e ar e reciclagem de nutrientes. Enquanto antigamente tais funções não eram valorizadas devido ao pequeno número de habitantes terrestres, hoje, está havendo mudanças de tal ordem que a população mundial corre o risco de vários problemas de saúde. A mudança mais radical até o momento tem sido no clima, com o aumento da temperatura do planeta. O mundo urbanizado (um quinto da população mundial) contribui com três quartos das emissões de gases poluentes na atmosfera. Como consequência da mudança climática haverá diminuição de alimentos, de água potável, e do controle de infecções [73].

### **1.1.2 Surgimento da Questão Ambiental**

É incorreto afirmar que a questão ambiental surge somente após a II Guerra Mundial com o crescente desenvolvimento pelo qual o mundo passou. Basta um raciocínio rápido para verificar quanto tempo o homem vive sobre a superfície terrestre modificando-a e a resposta aponta a cerca de 2 a 3 milhões de anos. Segundo o Manual Global de Ecologia (1996), pode-se afirmar que é apenas nos últimos 200 anos que o homem passou a afetar o meio ambiente global de maneira significativa. O Manual fez referência ao período de 200 anos no qual mundo passou por uma importantíssima revolução em seu modo de produção e utilização dos recursos naturais, a qual se convencionou chamar de Revolução Industrial. A partir disso, por que é consenso entre especialistas ambientais dizer que a questão do meio ambiente surge no Pós-guerra?

Com o processo de Revolução Industrial o homem passou a intervir na natureza de maneira predatória e sem precedentes, mas essa intervenção chegou a níveis de exploração extremos justamente no pós-II Guerra, acelerando-se nos últimos 40 anos, quando o mundo passou por um desenvolvimento enorme com o surgimento de novas tecnologias. O consenso do surgimento dessa questão após 1945 vem do fato de que o ponto de referência para análise está situado na tomada de consciência sobre a importância e complexidade da problemática após esse período, tendo em vista a preocupação generalizada que o tema fez surgir no cenário internacional.

O consenso do início dessa questão está no período em que a discussão, ou o debate sobre ela ganhou notoriedade internacional e não em quando surge o tema, por exemplo.

Já nos anos de 1960, são identificados grupos organizados que tomaram a questão ambiental como um novo movimento histórico a fim de questionar o sistema internacional vigente, principalmente no que diz respeito ao modelo econômico capitalista. A tomada de consciência sobre a importância da questão ambiental não se dá somente por esses grupos da sociedade civil, que levaram a denominação de ecologistas. Ao contrário, a questão ganhou espaço no debate acadêmico e é a partir desse fato que podemos afirmar com segurança que a internalização da problemática ambiental se deu de fato no contexto pós-45. Illich, Gorz e outros Ecologistas apontaram nos anos 60 e 70 a questão ambiental como imprescindível dentro de qualquer sociedade e seu respectivo governo. Desse modo estavam pensando a questão ambiental sob um enfoque político.

Algumas disciplinas que nunca tinham trabalhado a questão ambiental como objeto de estudo principal passaram a atentar para os fenômenos sociais e localizar a importância da problemática ambiental na sociedade contemporânea.

### **1.1.3 A Internalização da Questão Ambiental no Cenário Internacional**

Segundo Leila da Costa Ferreira [37], as Ciências Sociais até pouco não se preocupavam com o tema do meio ambiente, dedicando-se às questões clássicas sobre o progresso, o Estado, as lutas de classe, a racionalidade humana, etc. Após a II Guerra Mundial, a sociedade contemporânea se tornou extremamente complexa, ocasionando uma expansão das preocupações dos cientistas sociais, que passaram a estudar os novos movimentos sociais, organizações comunitárias, as novas relações de poder, etc.

Nesse contexto de redefinição dos objetos de estudos, os cientistas sociais têm contato com o tema do meio ambiente, surgindo alguns estudos ambientais. A produção intelectual sobre o assunto é vasta, inclusive no caso brasileiro. As explicações dadas ao processo de internalização são várias. Leila da Costa Ferreira em seu artigo “Sociologia Ambiental, Teoria Social e a Produção intelectual no Brasil” [37], valendo-se da argumentação de John A. Hannigan [45], diz que a marginalização da questão ambiental pelos sociólogos pode ter sido dada às falhas do determinismo

geográfico e biológico e também pelo pensamento vigente desses teóricos, que a questão do meio era um obstáculo ao progresso. Mesmo os teóricos clássicos como Durkheim, Marx e Weber, acabaram por tratar a questão de maneira tangencial.

Portanto, a marginalização da questão ambiental desapareceu no pós-guerra, quando houve uma expansão das preocupações dos cientistas sociais sob novos temas e uma redefinição de seus objetos de estudo. Mas é a partir dos anos 60 que a questão ambiental ganhou força de fato, passando a ser incorporada pelas agendas de governo, movimentos sociais, setores empresariais, intelectuais, etc., permanecendo no debate internacional propiciado pelo clima cultural dos anos 60 até meados dos 80, impregnado de radicais críticas ao industrialismo, ao armamentismo, etc.

Durante os anos 60 e 70, a questão ambiental ganhou a notoriedade internacional da qual se vinha falando, sendo vista pelos Ecologistas Radicais como uma questão política baseada na relação entre Estado e Sociedade civil, como é o caso de Illich e Gorz. Esses pensadores ambientais estavam fazendo uma crítica radical ao sistema capitalista, na qual buscavam uma mudança social. Os ecologistas radicais centralizadores acreditavam ser a ação normativa do Estado o agente da mudança social, já os descentralizadores esperavam ser os movimentos sociais, a partir da democratização da sociedade civil, os agentes da mudança social.

A partir dos anos 80, a complexidade social é tamanha que não permite mais a distinção entre Estado e sociedade civil, fazendo a discussão dos ecologistas radicais sobre qual seria o agente responsável pela mudança social perdesse força. Nessa década de 80, a questão ambiental dá um passo importante no cenário internacional. Iniciaram-se implementações de políticas públicas ambientais por parte dos governos dos Estados nacionais, surgindo várias secretarias ambientais, grupos ambientalistas de pressão internacional (devido às facilidades das comunicações), etc. Também ocorreu o fortalecimento dos Partidos Verdes, principalmente na Europa, enfim, a questão ambiental na década de 80 é de fato internalizada pelos Estados nacionais e também pela sociedade civil.

Essa internalização acarretou numa mudança de paradigma sobre a questão do meio ambiente. Até a década de 80, os Ecologistas radicais pensavam a problemática ambiental como uma questão política. É então a partir desses anos que a problemática ambiental passou a ser trabalhada como uma construção social por diversos autores, chamados de Ecologistas Moderados, ou seja, há a percepção da complexidade da

questão do meio ambiente pelos intelectuais, a qual não pode mais ser pensada de maneira unilateral, havendo a necessidade de ser pensada interdisciplinarmente.

Os ecologistas dessa época são chamados de moderados por pensarem reformas para a sociedade, incluindo a participação de novos e diversos agentes transformadores, como ONGs, relações de cooperação e ajuda mútua, ou a própria atuação do movimento ecológico, etc. Embora continuem a criticar o modelo consumista do sistema capitalista, os moderados aceitam esse modelo e propõem mudanças para ele, como por exemplo a famosa teoria sobre o Desenvolvimento Sustentável [27], enfim, esses ecologistas estão pensando problemas da modernidade global analisando temas urbanos.

O debate internacional sobre a temática é acirrado por algumas catástrofes ecológicas, como, por exemplo, os acidentes em Three-Mile Island (1979), Love Canal, Bophal (1984) e Chernobyl (1986). Estas últimas acirraram o debate público e científico, colocando no centro do debate a questão dos riscos nas sociedades contemporâneas. Nesses debates, a busca de soluções para os problemas contemporâneos e por um desenvolvimento racional dá vida à teoria do desenvolvimento sustentável. Segundo o relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), o principal objetivo deste conceito é a satisfação das necessidades e aspirações humanas. Em sua essência, o desenvolvimento sustentável “é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas” [24]. Para Leila Ferreira, esse é o momento que assuntos como qualidade de vida e cidadania, a partir de uma perspectiva ambiental, passaram do nível local para o global.

Nessa etapa do desenvolvimento da questão ambiental como uma questão fundamental nas Relações Internacionais contemporâneas e das Ciências Sociais em geral, surgiu a necessidade de estudos específicos na área ambiental de alcance mundial. Dada essa necessidade, é criada, em 1983, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) pela Assembléia Geral da ONU.

É fato, portanto, que nos anos 80 a questão ambiental está na agenda e no cenário mundial. Um exemplo empírico desse debate pode ser localizado no relatório da CMMAD, publicado em 1987, baseado nos estudos realizados pela Comissão.

#### 1.1.4 A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMDA)

A CMMAD é criada em 1983, pela Assembléia Geral da ONU devido à necessidade de pesquisas específicas de cunho científico na área do meio ambiente. É presidida por Gro Harlem Brundtland, da Noruega. No prefácio do relatório da CMMAD, também conhecido por relatório Brundtland, publicado, em 1987, sob o título de Nosso Futuro Comum [24], a presidente chama a atenção para a tarefa que foi lhe dada e aos 21 membros no total.

Segundo a presidente, havia a necessidade de propor estratégias ambientais de longo prazo para obter um desenvolvimento sustentável por volta do ano 2000, também era preciso achar meios de ajuda mútua entre os países para que se alcançassem objetivos concretos, etc., enfim, a tarefa era um desafio.

Tratava-se de um desafio, devido à situação em que se davam as Relações Internacionais num mundo extremamente belicoso após a II Guerra Mundial. No prefácio de Nosso Futuro Comum, está colocado o desafio maior da Comissão: “persuadir as nações da necessidade de um retorno ao multilateralismo” [24].

A Comissão foi formada por pessoas de diversos países dentre os cinco continentes, todos especialistas na área. Apesar de ter sido criada pela ONU, a CMMAD é um organismo independente não sujeitado ao controle das Nações Unidas. Para Brundtland, o relatório se destina a todas as pessoas do mundo, às empresas privadas e, principalmente, aos governos, suas agências e seus ministérios, em particular à congregação de governos, reunida na Assembléia Geral das Nações Unidas.

A Comissão ressalta que não há nada de idealismo nas propostas e estratégias formuladas no trabalho. Ao contrário, cuidou-se para que as recomendações fossem baseadas na realidade das instituições atuais e no que se poderia e deveria ser feito no momento.

Com a criação de uma comissão de estudos ambientais pela ONU, em 1983, fica evidente a internalização da questão ambiental no cenário internacional. No caso brasileiro é possível sentir o início dessa internalização a partir de 1986, com diversos grupos de estudos sendo formados nas Universidades, abertura de cursos de pós-graduação, **latos** e **stricto sensu**, o efervescente surgimento de organizações ambientalistas, o processo constituinte de formulação da Política Nacional do Meio Ambiente, etc.

### **1.1.5 A Internalização da Questão Ambiental no Caso Brasileiro**

Leila da Costa Ferreira, em seu artigo “Sociologia Ambiental, Teoria Social e a Produção Intelectual no Brasil”, traça uma trajetória da institucionalização da questão ambiental no Brasil.

Segundo a autora, a produção intelectual brasileira sobre o meio ambiente sofreu a resistência do debate tradicional com outras ciências, inclusive as sociais, contudo vem ganhando força a partir de grupos de estudos que se organizavam nas universidades (Unicamp, USP e UFSC) nos anos 80 para pesquisa empírica ambiental, ou seja, estava ocorrendo um movimento endógeno no meio acadêmico.

No campo das ciências sociais, inaugurando o debate brasileiro, José A. Pádua reúne os textos de um seminário apresentado no Rio de Janeiro em 1985 e organiza o livro *Ecologia e Política no Brasil* (1987). No momento era discutida a formação do Partido Verde (PV) no Brasil, o qual estava se fortalecendo na Europa, como já foi dito. Os autores deste livro, como Fernando Gabeira, Carlos Minc, Eduardo Viola e outros, puderam se lançar na vida política, não só como militantes, mas também como intelectuais. O livro tratou dos aspectos ambientais, políticos e sociais da questão ecológica.

Leila da Costa Ferreira aponta *Ecologia e Política Mundial* (1991), organizado por Héctor Leis como um ambicioso projeto editorial que visava vincular e comprometer instituições acadêmicas, ONGs e editoras, a fim de realizar uma crítica ao emergente espaço público transnacional do ecologismo. Segundo a autora, Héctor Leis e Eduardo Viola tratam do papel organizador do ecologismo, já os outros textos da coletânea tratam sobre segurança ecológica, agenda ambiental na América Latina, etc.

Em 1995, Daniel J. Hogan e Paulo F. Vieira organizaram a coletânea *Dilemas Socioambientais e Desenvolvimento Sustentável* preocupando-se com temas de natureza global, influenciados pela realização da Conferência da ONU sobre meio ambiente no Rio de Janeiro, mas explicando também a relação dos sistemas sociais e naturais colocando os problemas sócio-ambientais dos países em desenvolvimento [13]. Alguns outros temas são introduzidos, como movimentos ambientais brasileiros, degradação ambiental, urbanização acelerada e descontrolada ressaltando a questão do saneamento básico, etc. Para Leila Ferreira, essa coletânea é de extrema importância porque, a partir dela, modificou-se o enfoque sob o aspecto estritamente político da

questão ambiental para o aspecto social.

Incertezas de Sustentabilidade na Globalização (1996), organizado por Leila Ferreira e Eduardo Viola tratou de processos globais que ultrapassam a visão de Estado, classe social e nação, tendo em vista o surgimento de uma sociedade global. Segundo Leila Ferreira, a questão ambiental e a produção intelectual no Brasil sempre estiveram norteadas e correlacionadas às questões sociais, como desigualdade social, pobreza, inclusão social, etc., e é sob essa perspectiva de Incertezas que foram organizadas.

Dessa maneira, diversos pesquisadores iniciam a caracterizar a questão ambiental como um assunto transversal aos demais temas da sociedade contemporânea. Um grande tema que surge na esteira desse novo olhar sobre o meio ambiente é a questão da sociedade de risco e suas implicações na qualidade de vida dos indivíduos.

### **1.1.6 Democracia**

A democracia é condição estrutural básica para o desenvolvimento sustentável. Neste aspecto, o mundo tem avançado significativamente. De apenas 22 estados democráticos (num total de 154) em 1950, evoluiu para 119 estados democráticos (num total de 192) em 2000.

Com a ampliação do acesso aos meios de comunicação de massa, que fazem circular mais rapidamente a informação, o setor empresarial tende a dar preferência a países que adotaram instituições livres, mídia diversificada, poder judiciário fortalecido, direito de propriedade e mecanismos de controle da corrupção.

As parcerias de empresas com governos não-democráticos estarão, cada vez mais, sob a vigilância de ONGs internacionais, dificultando e até impossibilitando a operação dessas empresas em seus mercados tradicionais. A pressão da opinião pública em seus países de origem tenderá a lhes negar a licença para operar em países sob regimes ditatoriais [5].

### **1.1.7 Transparência e índices de sustentabilidade**

A transparência vem se tornando chave para a sobrevivência no mundo empresarial contemporâneo. Os chamados *stakeholders*, ou seja, todas as pessoas ou entidades influenciadas e envolvidas de alguma maneira pelas atividades de uma organização (empresa, ONG, etc.), cada vez mais exigem mecanismos de diálogo para serem ouvidos. Os *stakeholders* de uma determinada empresa podem ser: empresários do grupo (acionistas), colaboradores (funcionários), fornecedores, consumidores, prestadores de serviços, governos locais, organizações empresariais ou da sociedade civil parceiras, etc.

Um exemplo de mecanismo de escrutínio desenvolvido pela sociedade civil é o índice de Percepção de Corrupção, desenvolvido pela ONG Transparência Internacional. O indicador demonstra a correlação entre corrupção e renda *per capita*. Quanto maior a primeira, menor a segunda.

Mais de 2.000 companhias no mundo já apresentam rotineiramente relatórios de sustentabilidade, documentos mais abrangentes que os tradicionais relatórios financeiros. No Brasil, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) publica a cada dois anos seu Relatório de Sustentabilidade Empresarial, consolidando os dados relativos ao desempenho econômico, ambiental e social de suas associadas.

A percepção contemporânea dos ativos de uma empresa inclui, além de imóveis e máquinas, bens intangíveis como reputação, marca, diálogo com os stakeholders e capacidade de estabelecer parcerias com governos e organizações da sociedade civil. Em 1999, foi criado o Índice Dow Jones de Sustentabilidade para ajudar investidores internacionais a identificar ações diferenciadas no mercado e privilegiar empreendimentos que aliem solidez e rentabilidade financeira a uma postura comprometida com o desenvolvimento sustentável. As ações incluídas nesse índice chegam a valer em média 20% mais que as do Dow Jones tradicional [5].

### **1.1.8 O Risco na Sociedade Contemporânea**

A questão do risco na sociedade contemporânea tornou-se algo presente em nosso cotidiano, não mais restrito a determinados núcleos de discussão e acadêmicos.

“Em março de 1986, um artigo de nove páginas sobre as instalações nucleares de Chernobyl apareceu numa edição em língua inglesa de *Vida Soviética*, sob o título de “Segurança Total”. Apenas um mês depois, na semana de 26-27 de abril, o pior acidente nuclear no mundo – até então – ocorreu na usina”.

James Bellini, *Holocausto High Tech*

As incertezas e o risco sobre a segurança ou a eficácia de certas tecnologias e produtos que consumimos são enormes. No entanto, um fator interessante nesse cenário será destacado adiante ao apontarmos algumas conclusões e o resultado obtido com as entrevistas (questionário – ANEXO A) da pesquisa realizada nesse trabalho.

A modernidade nos traz um mundo de oportunidades, mas também nos apresenta um lado sombrio bastante aparente. Fundadores clássicos de um pensamento social mais complexo, organizado, preocupados com questões epistemológicas que explicassem o surgimento e os mecanismos dessa sociedade industrializada – moderna – como Durkheim, Marx e Weber, viam a era moderna sob distintos aspectos, no entanto, todos a viam como uma era turbulenta.

Os três patriarcas fundadores de um pensamento sociológico disciplinado acreditavam que as possibilidades benéficas abertas pela modernidade superavam os aspectos negativos. Dos três, Weber era o mais pessimista, mas mesmo assim não conseguiu antecipar quão degradante seriam as conseqüências do industrialismo para a sociedade moderna.

A questão ecológica, por exemplo, não estava presente nas preocupações desses pensadores sociais. O meio ambiente era visto exclusivamente como um fornecedor inesgotável de matéria-prima dentro do processo produtivo. A degradação humana era o eixo da preocupação, centralizando toda discussão em torno da exploração econômica da força de trabalho. Essa lógica que permeou o século XIX durante toda a expansão do modelo capitalista de produção e ultrapassou as primeiras décadas do século XX, como demonstramos anteriormente, passou por uma profunda reflexão no contexto pós II Guerra Mundial.

Essa mudança de paradigma nos colocou frente a uma sociedade onde segurança, perigo, confiança e risco se tornaram temas chaves para constatarmos no cotidiano dos indivíduos os dois lados da modernidade. Por um lado estamos diante de

um modelo de desenvolvimento que promete elevar cada vez mais a qualidade de vida das pessoas, satisfazendo suas necessidades. De outro lado, a modernidade é responsável pelo agravamento de uma série de fenômenos que colocam em risco a mesma qualidade de vida que pretende elevar.

A situação de risco somente existe quando há um fator que ameace um indivíduo sofrer algum tipo de dano (saúde / físico, econômico / material, psicológico / moral, etc.). Portanto, para haver risco é necessário que haja um fator de risco, o qual se caracteriza por um objeto ou um conjunto de circunstâncias que tragam ou possam vir a trazer algum dano ao indivíduo ou à coletividade.

Em sua Dissertação de Mestrado, “Verificação dos Níveis de Radiação Emitidos pelas Antenas das ERBs e a Percepção das Comunidades Próximas”, Sidney Carlos da Cruz nos demonstra claramente os diversos fatores que influenciam na decisão das pessoas aceitarem ou rejeitarem riscos. Seguindo a dissertação de Cruz, encontramos a afirmação de que a Organização Mundial da Saúde (OMS) identifica que *“as pessoas podem perceber o risco como tolerável, desprezível, aceitável ou inaceitável, em comparação com os benefícios percebidos. Estas percepções dependem tanto de fatores pessoais, como idade, sexo, cultura e educação, quanto de fatores externos, sobre os quais as pessoas normalmente não têm controle”*. (p.104). Cruz acrescenta que fatores externos citados acima podem ser as informações científicas disponíveis na mídia ou a condição sócio-econômica do indivíduo na sociedade.

### **1.1.9 A Exposição aos Campos Eletromagnéticos**

A preocupação decorrente da exposição dos seres humanos aos campos eletromagnéticos vem recebendo atenção cada vez maior por parte dos meios de comunicação. O termo contaminação eletromagnética tem ocupado, com frequência, as manchetes dos jornais e, mesmo sem informações suficientes, os habitantes das grandes cidades, principalmente, passaram a requerer esclarecimentos variados [54].

Fios e cabos elétricos, além de estarem associados à poluição visual, estão, junto com antenas de radiodifusão e telefonia móvel, associados à poluição eletromagnética.

Os campos elétrico, magnético e eletromagnético são agentes físicos associados ao uso da eletricidade para energia (baixa frequência, 60 Hz) e para comunicações (alta frequência, acima de 9 kHz).

Os campos interagem com os seres vivos provocando efeitos que podem ser danosos à saúde. O campo magnético de baixa frequência foi classificado, em 2001, pelo IARC (*International Association for Research on Cancer*) como um possível agente carcinogênico. A OMS adota valores limites de exposição humana a estes campos definidos pela ICNIRP (*International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection*).

Salienta-se que há grande polêmica sobre os efeitos de campos eletromagnéticos na saúde humana, que se reflete nos limites definidos na legislação de alguns países da Europa: Itália, com limite de exposição de densidade de potência cerca de 4 vezes menor que os do ICNIRP; e Suíça, com limite 100 vezes menor que o ICNIRP.

A principal discussão é em torno de possível facilitador de leucemia infantil, com vários estudos epidemiológicos apontando associação entre sua ocorrência e a exposição a campo magnético de 60 Hz [60].

Em 1979, os pesquisadores norte-americanos Nancy Wertheimer e Ed Leeper fizeram o primeiro estudo associando a incidência maior de leucemia infantil nos bairros de Denver próximos às linhas de energia elétrica.

Nos anos 90, cerca de cem estudos associavam a proximidade das linhas a uma série de doenças.

Em 1996, em estudo encomendado pela Eletrobrás, a Fundação Oswaldo Cruz conclui que não pode ser afastada a hipótese de que os campos eletromagnéticos estão associados à leucemia e câncer do cérebro.

Em março de 2001, a comissão de proteção radiológica do governo britânico afirmou que morar perto das linhas de alta tensão aumenta a incidência de leucemia em crianças. O relatório diz que o risco é de 1 caso a cada 10 mil por ano em expostos à radiação. O normal é de 1 caso a cada 20 mil.

Neste mesmo ano, no Município de São Paulo iniciou-se processo para a reconstrução de um trecho de 4,6 km da linha de subtransmissão de energia elétrica localizada nos distritos de Vila Leopoldina e Alto de Pinheiros.

O Decreto Federal nº 73.080, de 5 de novembro de 1973, estabelece em seu artigo 1º, que as concessionárias de serviço de energia elétrica deverão adotar, em

novas instalações, as seguintes tensões nominais, para transmissão e subtransmissão em corrente alternada: 750; 500; 230; 138; 69; 34,5; 13,8 quilovolts.

Os sistemas, ditos de subtransmissão, contam com níveis mais baixos de tensão, tais como 34,5 kV, 69 kV ou 88 kV e 138 kV e alimentam subestações de distribuição, cujos alimentadores primários de saída operam usualmente em níveis de 13,8 kV.

Iniciada a reconstrução das linhas com aumento da sua capacidade de energia e, conseqüentemente, agravamento da incidência dos campos eletromagnéticos no entorno, a “Sociedade Amigos do Bairro City Boaçava” aforou ação civil pública sob a alegação da existência de risco à saúde dos moradores, tendo logrado êxito em obter liminar e paralisar as obras da empresa concessionária.

A acusação era a de que o campo eletromagnético formado pelos cabos, que ligam as subestações Bandeirantes e Pirituba, emite radiação dez vezes superior ao nível adotado em países desenvolvidos, como a Itália e a Suíça.

O caso ainda está em andamento e poderá render uma decisão judicial inédita no Brasil, já que os malefícios à saúde provocados por essa radiação ainda não têm consenso científico no país, nem posição oficial do governo [34].

Em 15 de março de 2004 a Prefeitura do Município de São Paulo baseada em estudos e pareceres técnicos disponíveis à época, concluiu pela ausência de riscos à saúde pública e ao meio ambiente e decidiu dispensar do licenciamento ambiental a atividade de reconstrução do trecho da linha de Sub-transmissão de energia elétrica denominada LTA Pirituba-Bandeirantes, circuitos 3 e 4, tendo sido publicados o parecer jurídico e o despacho da dispensa do licenciamento ambiental no Diário Oficial do Município em 16 de março de 2004 [69].

Da mesma forma entendeu o Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (DAIA) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, que os impactos previstos para a implantação da linha de transmissão estavam restritos à área de intervenção, inserida na faixa de domínio da concessionária, sendo pouco significativos e de reduzida extensão, concluindo, assim, que não haveria necessidade de licenciamento ambiental no âmbito do DAIA, pois se tratava de obra de pequeno porte inserida em um único município, cujos impactos previstos seriam de caráter local [67].

No ano de 2004, a Sociedade Amigos do Bairro City Boaçava e Sociedade Amigos de Alto dos Pinheiros – SAAP, solicitaram a reformulação da decisão

municipal com a conseqüente execução do licenciamento ambiental, o que foi indeferido. No entanto, foi determinado que a dispensa deveria se referir, unicamente, ao funcionamento com a tensão de operação no limite de 88 kV, contrariando a concessionária que almejava operar em 138 kV.

Além disso, foi determinado que se providenciasse propostas de normas e padrões para a emissão de radiação eletromagnética no município de São Paulo, o que acabou culminando com a publicação da Portaria nº 80/SVMA/2005, que regulamenta os procedimentos para o controle ambiental da instalação e da operação de subestações e de linhas de transmissão de energia elétrica no município [68].

Atualmente no Município de São Paulo vigora a Portaria 80/SVMA/2005, que estabelece o licenciamento ambiental para a reforma com ampliação da tensão ou da corrente nominal ou a implantação de novas unidades de Linhas de Transmissão e Subestações dos sistemas de geração, de transmissão e de distribuição de energia elétrica, com tensão nominal igual ou superior a 69 kV.

Esta portaria adota os seguintes valores limites de exposição:

- Em locais de acesso livre à população em geral, 4,17 kV/m (kilovolts por metro) e 83,3  $\mu$ T (micro Tesla) respectivamente, mesmos valores sugeridos pelo ICNIRP;
- Para instalações já existentes: 10  $\mu$ T (micro Tesla), calculado como valor médio de 24 horas, em locais de permanência prolongada, entendido como sendo de 4 horas ou mais diárias, tais como escolas, hospitais, residências e locais de trabalho;
- Para novas instalações: 3  $\mu$ T (micro Tesla), calculado como valor médio de 24 horas, em locais de permanência prolongada, entendido como sendo de 4 horas ou mais diárias, tais como escolas, hospitais, residências e locais de trabalho.[64]

A proliferação de torres de estações rádio base (ERB), construídas para atender o aumento da demanda do serviço de telefonia móvel e associada aos vários sistemas geradores de campos eletromagnéticos (CEM), tais como os sistemas de radiodifusão comercial, de televisão, de transmissão de dados, de radar, radiocomunicação, comunicação por satélites, bem como, os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, têm causado muita preocupação entre as populações e, notadamente, junto aos cientistas que desenvolvem pesquisas neste campo.

Os meios científicos, não chegam a negar os evidentes benefícios que as novas tecnologias proporcionam, entretanto, não deixam de ressaltar que nunca na história da humanidade, tantos estiveram expostos a campos eletromagnéticos tão intensos e por períodos de tempo tão longos quanto agora. Essas radiações eletromagnéticas do tipo não ionizante, ao interagir com o meio, em especial com o corpo humano, pode produzir alterações físicas, químicas e biológicas, capazes de causar danos e doenças.

A possibilidade da radiação não ionizante produzir esses malefícios torna necessário o estudo aprofundado da matéria, e não só no campo científico/médico, como também, no jurídico. Nesse último campo, a primeira resposta que se deve obter, para que fiquem perfeitamente configurados os meios de atuação processual, diz respeito à área de enquadramento da problemática apontada: se da Saúde Pública, da Defesa do Consumidor ou da Proteção do Meio Ambiente [51].

Outros impactos estão associados às estações transmissoras de sinais de RF e suas torres, tais como: poluição sonora e visual; vibração (causa incomodo e danos estruturais nos imóveis próximos); riscos à segurança (queda de torres, atração concentrada de raios, interferências em eletrodomésticos e outros dispositivos eletrônicos) e prejuízos patrimoniais (desvalorização e rejeição, dos imóveis residenciais horizontais no entorno das estações, no mercado imobiliário) [56].

## **1.2 Teoria Eletromagnética**

### **1.2.1 Radiação**

Radiação é a propagação de energia através de partículas ou ondas no espaço livre [12]. Há duas formas de radiação:

#### **1.2.1.1 Radiação natural ou radiação de fundo**

Provém de fontes as mais variadas: do solo sobre o qual vivemos, do cimento utilizado na construção das casas e dos prédios, dos alimentos que ingerimos e também do espaço cósmico.

### **1.2.1.2 Radiação artificial**

É proveniente de fontes criadas pelo homem, na sua maioria a partir do fim do século XIX [82].

## **1.2.2 Classes de Radiação**

As radiações eletromagnéticas são caracterizadas pelo seu comprimento de onda, frequência e energia irradiada, sendo divididas em duas classes principais: Radiações Ionizantes e Radiações Não Ionizantes [54].

### **1.2.2.1 Radiação Eletromagnética Ionizante**

Radiações ionizantes, são aquelas que se caracterizam pela capacidade de ionizar átomos da matéria com os quais interagem. A capacidade de ionizar (retirar elétrons) depende da energia dos fótons e do material com o qual a radiação interage. A energia necessária para fazer com que um elétron de valência escape de sua órbita num átomo, varia de 2,5 a 25 eV (  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Joule}$ ) dependendo do elemento[35].

A radiação eletromagnética capaz de destruir ligações, “arrancar” elétrons de material biológico, necessita ser constituída por fótons com pelo menos 10 eV de energia, o que significa que somente radiações com frequência igual ou superior à do ultravioleta curto têm efeito ionizante [70].

As radiações ionizantes vêm sendo estudadas há muito tempo, quanto aos seus efeitos, uma vez que são mais perigosas para os seres vivos, em função da quantidade de energia irradiada e da capacidade de penetração. Seus efeitos dependem das características do sistema irradiado e do tempo de exposição.

Como exemplo, temos as radiações alfa, beta e gama e os raios x. Como principais fontes destas radiações, podemos citar:

- Radiações cósmicas e telúricas
- Materiais de construção
- Radiografias
- Isótopos médicos

- Chuvas radioativas
- Artefatos luminescentes
- Pára-raios radioativos, cuja autorização para a fabricação e instalação foi suspensa pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), através da Resolução No. 4/89. Cabe aos municípios, no âmbito de suas competências, regulamentarem a substituição dos pára-raios que já estavam instalados. Na cidade de São Paulo há o Decreto nº. 33.132/93.
- Pinturas cerâmicas (óxido de urânio)

Os principais efeitos biológicos associados à exposição a estas radiações dizem respeito a leucemias e outros tipos de câncer, cataratas, redução da fertilidade e envelhecimento precoce, entre outros. Segundo pesquisas mais recentes, estas radiações poderiam também potencializar os efeitos de contaminantes químicos do ar. Além de agir e alterar o equilíbrio do indivíduo, estas radiações também atuam sobre a descendência, afetando as gerações futuras, não sendo possível, porém, identificá-la como causa primária [54].

#### **1.2.2.2 Radiação Eletromagnética Não Ionizante**

Radiações não ionizantes, como o nome diz, são as que não produzem ionizações, ou seja, não possuem energia capaz de produzir emissão de elétrons de átomos ou moléculas com as quais interagem. De modo geral, são as radiações que possuam energias menores que 10 eV. [70].

As radiações não ionizantes se estendem desde o 0 (zero) Hz (campo estático) até a faixa de ultravioleta ( $10^{14}$  Hz) [77]. Possuem comprimento de onda  $\lambda$  maiores que 200 nm. Estas radiações compreendem entre outras a radiação ultravioleta, luz visível, infravermelho, microondas, radiofrequências, etc. [70], além das frequências extremamente baixas (ELF), situadas na faixa de 0 a 300 Hz do espectro eletromagnético, da qual fazem parte os sistemas elétricos, que operam em 50/60 Hz [54]. Não são capazes de arrancar elétrons, nem romper ligações químicas, entretanto vários estudos demonstram que algumas destas radiações não são inócuas (por exemplo, as microondas) e por isto as autoridades sanitárias estão se empenhando nos estudos e controle destas radiações. Por enquanto é difícil comprovar seus efeitos [50].

As radiações eletromagnéticas, com comprimentos de ondas ( $\lambda$ ) menores, já fazem parte do ultravioleta remoto, ou raios x moles, cujos feixes são formados por radiação com comprimento de onda entre 15 e 50 nanômetros (milionésimos do milímetro), dependendo da natureza da radiação [70]. Essa forma de radiação penetra menos de 1 milímetro na matéria mais densa como o tampo de uma mesa, mas consegue atravessar moléculas diluídas em um líquido.

As **radiações não ionizantes** apresentam as seguintes características:

- Radiação Ultravioleta: o Sol é o grande emissor. Outros emissores de radiação ultravioleta são as fotocopiadoras, lâmpadas para bronzeamento, tubos fluorescentes e germicidas. A camada de ozônio é responsável por filtrar esta radiação, limitando a parcela da mesma que atinge a superfície da Terra.
- Radiação Infravermelha: Entre os principais emissores, podemos citar os corpos incandescentes e a Terra. Podem provocar lesões na córnea, eritemas, queimaduras, cataratas ou lesões nas terminações nervosas e capilares.
- Radiofrequências e Microondas: São utilizadas em radiodifusão (LF, MF e HF), em televisão (VHF e UHF), telegrafia, telefonia, sistema de detecção por radar, calor em terapias, preparação de alimentos. As microondas podem ser concentradas, formando potentes feixes direcionais.
- Frequência Extremamente Baixa (ELF): Destaca-se a frequência do sistema elétrico, ou seja, 50/60 Hz, também denominada frequência industrial [54].

### 1.2.3 Efeitos da Radiação

Os efeitos biológicos da radiação não ionizante podem ser divididos em efeitos térmicos e não térmicos.

### **1.2.3.1 Efeitos térmicos**

Estão associados ao aparecimento de queimaduras, hemorragias, necrose e lesões locais. Para a Organização Mundial da Saúde, os efeitos térmicos já estão bem caracterizados, tanto no que se refere à forma de atuação, quanto aos efeitos sobre a saúde.

### **1.2.3.2 Efeitos não térmicos**

Persistem algumas dúvidas quanto à efetiva possibilidade de ocorrência de alguns dos sintomas. Tem sido citadas na bibliografia alterações no sistema nervoso, transtornos neurofisiológicos e modificações na conduta, variações na pressão arterial e do ritmo cardíaco, transtornos hormonais e no equilíbrio iônico, alterações na resposta imunológica, efeitos genéticos e celulares, entre outros.

## **1.2.4 Tipos de Radiações**

### **1.2.4.1 Radiação Corpuscular**

A radiação corpuscular é formada por um feixe de partículas: elétrons, prótons, nêutrons, partículas alfa e outras [82].

### **1.2.4.2 Radiação Eletromagnética**

É uma forma de energia que se propaga através de ondas com a combinação de campos elétricos e magnéticos oscilantes, viajando no vácuo ou no ar, na mesma velocidade que a luz [12] - [82].

## **1.2.5 Detecção da Radiação Eletromagnética**

Teoricamente, a detecção da radiação eletromagnética é conseguida pelo seu efeito térmico e essa metodologia é utilizada na aferição energética das ondas, cujas frequências variam entre as que originam os raios X e as ondas radiofônicas. Na faixa de frequência entre

$10^{22}$  e  $10^{19}$  Hz, a medição é feita através dos efeitos ionizantes, usando-se a emulsão fotográfica ou contadores Geiger.

O efeito fluorescente é usado na aferição dos efeitos das ondas de raios ultravioleta. Os pares termelétricos são usados na medição de ondas, cujas frequências situam as radiações infravermelhas. Detetores de cristal e transistores são usados nas medições de ondas de frequência radiofônicas [52].

Na quase totalidade das radiações do espectro eletromagnético, os campos elétricos e magnéticos estão intimamente ligados. Na frequência industrial, os campos podem ser estudados de forma independente. Temos então que os campos ELF podem ser decompostos em um campo elétrico e um campo magnético, cada um com características particulares.

O campo elétrico é dependente da tensão, decrescendo com a distância da fonte e pode ser blindado por qualquer anteparo colocado entre a fonte e o ponto de medição.

O campo magnético não pode ser blindado por anteparos, a não ser com o uso de ligas especiais. Sua magnitude depende da corrente em circulação e, de maneira idêntica ao campo elétrico, decresce com a distância da fonte [82]. Nos EUA os campos magnéticos são medidos frequentemente em Gauss (G) ou miligauss (mG) [55].

### **1.2.6 Poluição Eletromagnética**

A poluição ambiental é uma mudança dos ciclos naturais físico, químicos ou biológicos e energéticos do ar, da água ou do solo causado pela emissão no ambiente de matéria ou energia, capaz de provocar efeitos negativos, primários e secundários.

As ondas eletromagnéticas são classificáveis entre os poluentes físicos (energia no ambiente associada ou não a emissão de matéria), elas influenciam os sistemas biológicos, e os equipamentos (distúrbios nos operadores e avarias das máquinas) [77].

Dentre os efeitos primários, relacionados à poluição eletromagnética, associados à danos ao homem, às espécies animais e vegetais, podemos destacar os efeitos térmicos resultantes do aquecimento dos tecidos, como por exemplo, queimaduras resultantes da exposição a radiação eletromagnética; catarata (opacidade do cristalino, geralmente irreversível); destruição das células intersticiais (do testículo), levando à esterilidade, entre outros. [84] Destacamos, quanto aos efeitos não térmicos, as possíveis alterações, no fluxo de íons entre as membranas celulares, nas propriedades eletrofisiológicas das células nervosas, no fluxo de cálcio na barreira cérebro-sangue, no sistema imunológico de ratos, aberrações

cromossômicas, leucemia [79], danos ao DNA de vegetais, tais como a *Tradescantia* [73], entre outros.

Evidenciam-se os efeitos secundários da poluição eletromagnética, através dos danos econômicos, gerados pela percepção de risco ou mesmo pelos impactos causados pelas radiações aos equipamentos eletromédicos, veículos, equipamentos eletro-eletrônicos, etc.[18]-[62]

### 1.2.7 Ondas e campo eletromagnético

As ondas eletromagnéticas são originadas em cargas elétricas aceleradas (correntes elétricas alternadas; fontes de luz; antenas; explosões solares; etc.). As ondas eletromagnéticas são ondas constituídas de campos elétrico e magnético. Mesmo quando não projetados para este fim, todo equipamento elétrico ou eletrônico, que funciona com corrente elétrica alternada, pode gerar ondas eletromagnéticas. Os campos ou ondas eletromagnéticas são também conhecidos como ondas de rádio ou, ainda, radiações eletromagnéticas [58].

Denomina-se “campo“ a zona do espaço onde se manifestam forças. A força que um campo exerce sobre as partículas que estão em seu interior é chamada de *intensidade*. Por exemplo, a Lua por ser muito menor que a Terra gera um campo gravitacional menos intenso, e por isso os astronautas pesam menos na Lua do que na Terra.

As cargas elétricas e seu movimento criam campos elétricos e magnéticos, dito, zonas onde se manifestam forças elétricas e magnéticas [35]. Enquanto que os campos elétricos são associados somente com a presença de carga elétrica, os campos magnéticos resultam do movimento físico da carga elétrica (corrente elétrica) [3].

Um campo elétrico E, exerce forças sobre uma carga elétrica, e é expresso em volt por metro [V/m] [3].

Similarmente, campos magnéticos podem exercer forças físicas sobre cargas elétricas, mas somente quando tais cargas estão em movimento. Campos elétricos e magnéticos têm amplitude e direção (i.e. são grandezas vetoriais). Um campo magnético pode ser especificado em duas maneiras – como fluxo de densidade magnética B, expressa em tesla (T), ou como campo magnético H, expresso em ampère por metro [A / m]. As duas quantidades são relacionadas pela fórmula:

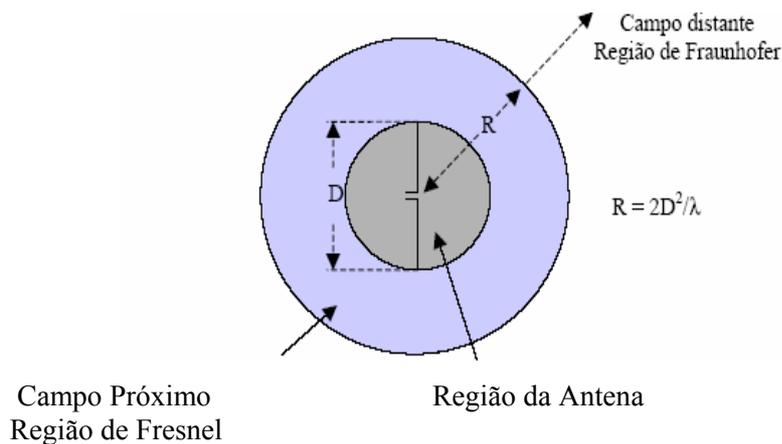
$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$$

Onde  $\mu$  é a constante de proporcionalidade (permeabilidade magnética). No vácuo e no ar, bem como em materiais não magnéticos (inclusive meios biológicos),  $\mu$  tem o valor  $4\pi \cdot 10^{-7}$  quando expresso em henry por metro [H / m].

Portanto, na descrição de um campo magnético, para finalidades de proteção, basta especificar uma das grandezas, B (densidade de fluxo magnético) ou H (campo magnético) [3].

Campos eletromagnéticos mudam de característica com a distância a partir da sua fonte radiante. Para o estudo dos campos de rádio frequência são definidas três regiões distintas. A região de campo próximo, a região de campo intermediário e a região de campo distante são localizadas por esferas de diferentes raios ao redor da antena.

A região de campo próximo está numa distância de aproximadamente " $R < 2D^2/\lambda$ " e a região de campo distante se estende a distâncias de " $R \geq 2D^2/\lambda$ ", onde " $D$ " é a maior dimensão da antena e " $\lambda$ " é o comprimento de onda [58].



**Figura 1 – Regiões de campo próximo e campo distante.**

Na região de campo próximo, os máximos e mínimos dos campos elétricos e magnéticos não ocorrem nos mesmos pontos ao longo da direção de propagação, como no caso do campo distante. Os campos elétrico e magnético não são mais necessariamente perpendiculares e não podem ser caracterizados como ondas. Nesta região, a estrutura do campo eletromagnético é bastante não homogênea. Neste caso, não existe relação direta entre os dois campos e para a caracterização do ambiente eletromagnético são necessárias medições dos dois campos (elétrico e magnético).

Longe da fonte, na região de campo distante, os campos atuam como ondas planas e têm as seguintes características:

- Os vetores de campo elétrico “E” e campo magnético “H” são perpendiculares.
- A razão “E/H” é chamada de impedância de onda “Z” e para o espaço livre é igual a 377 Ω.
- A densidade de potência, “S”, é a potência por unidade de área normal à direção de propagação, e é expressada na unidade W/m<sup>2</sup>.
- A densidade de potência em qualquer ponto é calculada através do produto vetorial entre os vetores de campos elétrico e magnético, ou seja, “S = EH”.
- “S” é também denominado de Vetor de Poynting e representa a densidade de potência e fornece a direção de propagação da energia.

$$S = E \cdot H \quad \text{ou} \quad S = \frac{E^2}{377} \quad \text{ou} \quad S = 377 \cdot H^2$$

- Ambos os campos elétrico “E” e magnético “H” variam com o inverso da distância à fonte, ou seja, “1/r”.
- A densidade de potência “S” varia com o inverso do quadrado da distância à fonte, ou seja, “1/r<sup>2</sup>”.

Nesta situação, campo distante, é suficiente a medição de apenas um dos campos (elétrico ou magnético) ou a medição da densidade de potência [58].

Os especialistas normalmente fazem a distinção entre campos de baixa-freqüência e campos de alta-freqüência [76]. Cada um deles tem uma interação diferente com o organismo [21].

A exposição a CEM variáveis no tempo, resulta em correntes internas no corpo e absorção de energia nos tecidos, que dependem dos mecanismos de acoplamento e da freqüência envolvida.

O campo elétrico interno e a densidade de corrente estão relacionados pela Lei de Ohm :

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}, \quad \text{onde } \sigma \text{ é a condutividade elétrica do meio.}$$

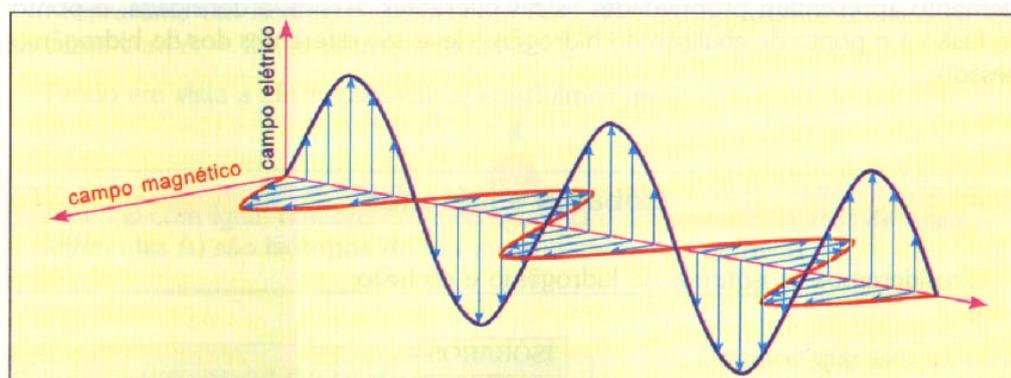
**Tabela 1** - Grandezas elétricas e eletromagnéticas mais utilizadas (SI)

GRANDEZA	SÍMBOLO	UNIDADE
Condutividade	$\sigma$	Siemens por metro (S / m)
Corrente	I	Ampère (A)
Densidade de corrente	J	Ampère por m <sup>2</sup> (A / m <sup>2</sup> )
Frequência	f	Hertz (Hz)
Campo elétrico	E	Volt por metro (V / m)
Campo magnético	H	Ampère por metro (A / m)
Densidade de fluxo magnético	B	Tesla (T) ou Gauss (G)
Permeabilidade magnética	$\mu$	Henry por metro (H / m)

**Fonte:** Diretrizes para limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos variáveis no tempo (até 300 GHz) – tradução do original do ICNIRP.

Os geradores de campos de baixa-frequência (10 hertz para 100 quilohertz) incluem instalações de estradas de ferro, instalações de fornecimento de energia, eletrodomésticos elétricos e terminais de vídeo. Os geradores de campos de alta-frequência (100 quilohertz até 300 gigahertz) originam-se, por exemplo, de transmissores (rádio, televisão, radar, estação rádio-base de sistema de telefonia celular), telefones móveis (radiocomunicação) e fornos de microondas [76].

As leis de Maxwell e suas equações suportam a teoria das ondas eletromagnéticas [52].



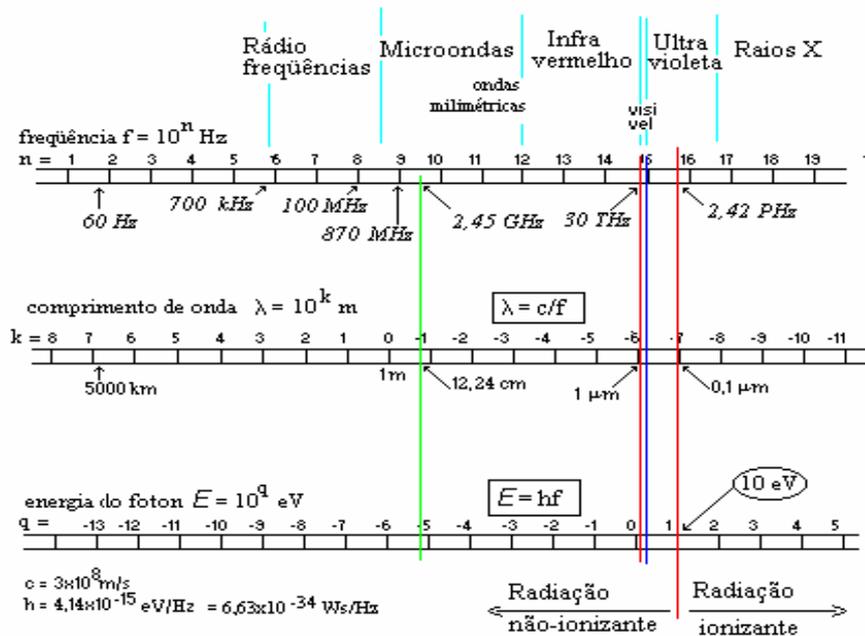
Um modelo da onda eletromagnética.

**Figura 2** – Esboço de uma onda eletromagnética plana monocromática, onde os vetores E e H estão em fase, sendo  $S = E \times H$ , na direção de propagação.

A propagação das ondas é perpendicular aos campos E e H, e é descrita pelo vetor de Poynting:  $S = E \times H$ . Esta grandeza de fundamental importância representa a densidade de potência, medida em watts / m<sup>2</sup> [W/m<sup>2</sup>], no sistema SI [35].

### 1.2.8 Espectro Eletromagnético

Em geral, as ondas eletromagnéticas podem classificar-se segundo três variáveis: energia, frequência e comprimento de onda. A energia é proporcional a frequência. O espectro eletromagnético reúne de forma prática e resumida a classificação das distintas ondas eletromagnéticas em função das três variáveis referidas, permitindo uma clara diferenciação entre elas [11].



**Figura 3** – Espectro Eletromagnético

**Fonte:** Efeitos Biológicos dos Campos Eletromagnéticos de Rádio-Frequências e Microondas, Senise, J.T. – Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia.

### 1.3 A evolução da tecnologia eletromagnética

A palavra eletromagnetismo é originária do grego êlektron, em latim electrum, que se refere à eletricidade, bem como, do magnetismo, do português, espanhol e italiano do séc. XVIII, originários do latim magnetismus, de magnes, significando ímã, magneto [57].

As primeiras observações sobre o fenômeno do magnetismo remontam a 600 anos antes de Cristo e foram feitas por Tales (640-546 a.C.), em Mileto. Mas, somente em 1551, Jerome Cardan fez a distinção entre as propriedades magnéticas devidas ao âmbar e à magnetita, dando oportunidade a diferenciação entre os efeitos dos processos eletrizante e magnetizante [52].

Desde a Antiguidade clássica já se estudavam as liberações de cargas elétricas, por atrito, entre corpos materiais, com seus efeitos associados de atração e repulsão à distância. O físico inglês William Gilbert (1540-1603) foi quem efetivou a primeira sistematização destes fenômenos. Retomando seus estudos, em 1873, o físico escocês J. C. Maxwell publicou as famosas “Equações de Maxwell” (1831-1879), que deram origem a vários inventos e experimentos (Pára-raios, geradores elétricos, telégrafo sem fio, radar,, microondas, técnicas de comunicação em geral, dentre outros). Ao final do século dezenove o físico alemão Hertz (1857-1894) demonstrou a existência das ondas eletromagnéticas (oscilações de campos elétricos e magnéticos propagando-se no espaço ou num meio material, com propriedades análogas às da luz) [57].

A partir deste período, começaram a surgir várias tecnologias que estão fortemente inseridas na sociedade moderna.

### **1.3.1 O Rádio**

Através de uma experiência de laboratório em que o transmissor e receptor encontravam-se a poucos metros de distância um do outro, H.G. Hertz demonstrou que as ondas de rádio poderiam se propagar em um meio sem fio. Já em 1897, M.G. Marconi estabeleceu uma conexão via rádio entre uma estação-base terrena e um barco de reboque distante 18 milhas no Canal da Mancha. A partir de então, um grande número de sistemas e serviços do tipo sem fio desenvolveram-se e proliferaram de forma espetacular [85].

Aqui no Brasil, o padre gaúcho Roberto Landell de Moura foi um pioneiro no estudo e na prática de comunicação eletrônica sem fio. Seus primeiros experimentos em transmissão e recepção sem fio ocorreram com pleno êxito em 1893 e 1894, entre a Avenida Paulista e o Alto de Santana, em São Paulo, a uma distância aproximada de oito quilômetros. Os experimentos de Landell de Moura continuaram, durante alguns anos, com sucesso e foram noticiados na edição de 12 de outubro de 1902 no jornal *New York Herald*. Marconi só conseguiria o mesmo feito alguns anos mais tarde.

### **1.3.2 A Televisão**

Das pesquisas das empresas RCA, nos Estados Unidos; EMI, na Inglaterra e Philips, na Holanda, surgiram os tubos iconoscópicos, sucedidos pelo *orthicon e*

*vidicon*, que possibilitavam a transmissão de imagens reais, a televisão. As primeiras transmissões regulares ocorreram, em 1941, nos Estados Unidos. A partir de 1946, instala-se o mercado de consumo da TV que rapidamente se transformou num dos melhores veículos de propaganda mundial [83].

### **1.3.3 O Rádio Móvel**

A utilidade dos Sistemas Rádio Móvel foi inicialmente reconhecida pelos serviços de segurança pública, tais como os departamentos de polícia e bombeiros, conservação de florestas, manutenção de rodovias e serviços públicos em geral. Em seguida, os setores privados, tais como os de geração e distribuição de eletricidade, petróleo, cinema, manutenção de sistemas telefônicos, serviços de transporte, frotas de táxis e caminhões passaram a fazer uso da tecnologia rádio móvel.

### **1.3.4 O Rádio Móvel Celular**

Em 1975, depois de um longo período de negociações envolvendo as indústrias de telecomunicações e o FCC (Federal Communications Commission), uma banda de 40 MHz na faixa de 800-900 MHz foi liberada para uso do sistema celular. O ano de 1978 marca, assim, uma nova era da História das telecomunicações, quando o primeiro sistema celular entra em teste de campo.

A década de noventa registra um crescimento dos sistemas celulares, atingindo números exorbitantes em todo o mundo [85].

## **1.4 As telecomunicações no Brasil**

Em 7 de setembro de 1922, na Exposição do Centenário da Independência, foi montada no alto do Morro do Corcovado a estação experimental Rádio Corcovado pela Westinghouse e também a estação experimental da Western Electric na Praia Vermelha. A era do rádio brasileiro foi inaugurada com a fundação, em 20 de abril de 1923, da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro por Edgard Roquete Pinto e Henry Morize. Em pouco tempo o rádio comercial tornou-se popular e foi logo usado como instrumento oficial do governo de Getúlio Vargas, que criou a Agência Nacional e o programa a *Hora do Brasil*. Em 1954, o rádio transmitiu a carta-testamento de Vargas após o seu suicídio.

Em 18 de setembro de 1950, ocorre a primeira transmissão de TV através da TV Tupi de São Paulo, inaugurada pelo jornalista e empresário Assis Chateaubriand. Gradativamente, os aparelhos de TV começaram a chegar aos lares brasileiros, exercendo um importante papel social na vida do nosso país. Em 1953, foi criada a TV Record em São Paulo. Em 1965, no Rio de Janeiro, é inaugurada a Rede Globo de Televisão, responsável pela difusão das telenovelas e do jornalismo televisivo moderno em nosso país. No ano de 1967, é inaugurada a Rede Bandeirantes de TV pelo empresário João Saad. Após a falência da TV Tupi, em 1980, o empresário e apresentador Silvio Santos conseguiu a concessão para colocar no ar o Sistema Brasileiro de Televisão (SBT).

Até a metade da década de 1950 o Brasil vivia uma fase embrionária das telecomunicações, com a precariedade dos serviços telefônicos e de televisão. O Plano de Metas do governo de Juscelino Kubitschek, cujo *slogan* desenvolvimentista era: "crescer cinquenta anos em cinco", deu a partida para a viabilização da interiorização do desenvolvimento. Era necessário, então, um sistema nacional de telecomunicações para facilitar e agilizar a difusão de informações para atingir a "integração nacional" [83].

Em 1960, quando da visita do presidente norte-americano Eisenhower a Brasília, foram instalados vinte teletipos para a cobertura do evento. Pela primeira vez no Brasil, radiofotos foram enviadas de Brasília e do Rio de Janeiro para os Estados Unidos. Dois anos antes a RADIOBRÁS, do grupo americano RCA Victor, inaugurou o serviço de comunicação por Telex entre o Brasil e os Estados Unidos, que em seguida foi estendido a outros países. O Serviço Nacional de Telex foi criado em 1960 e interligava Brasília, São Paulo, Campinas, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Na futura Capital Federal foi instalada uma rede telefônica urbana moderna, porém as ligações interurbanas foram esquecidas. Os serviços de telefonia ainda não eram confiáveis e o país continuava "sem comunicação". Ainda em 1960 foram inauguradas doze novas emissoras de TV no Brasil. As comemorações da inauguração da "novacap" foram transmitidas pela televisão por meio de uma rota de microondas de cerca de mil e duzentos quilômetros de extensão [83].

Durante todo o período do Estado Novo o rádio esteve regulamentado pelos decretos 20.047 e 21.111, de 1931 e 1932, respectivamente, ambos emitidos por Vargas, durante o Governo Provisório, que sucedeu a Revolução de 30. Eles foram os primeiros atos legais do país a regular a radiodifusão, que apenas começava e funcionava amadoristicamente.

A legislação instituída pela Revolução de 30 - que surpreendentemente perdurará até 1962, quando o Congresso Nacional aprovou o Código Nacional de Telecomunicações - tratava a radiodifusão utilizando conceitos que se fixaram definitivamente no setor: bem

público, serviço público, interesse nacional, propósitos educacionais, o Estado como poder concedente, a empresa privada como operadora principal do serviço. Ela também inaugurou no Brasil o “trusteeship model”, americano, que coloca o Estado como detentor do espectro eletromagnético e de poder para conceder seu uso, e o empresariado como fiel depositário daquele espectro, que pode usá-lo para gerar lucro, por tempo determinado, dentro de limitações legais impostas pelo governo federal.

Do ponto de vista de política de regulação, podemos concluir que os decretos 20.047 e 21.111, de 1931 e 1932, respectivamente, e os subseqüentes deles derivados, que detalharam um ou outro de seus aspectos, foram as bases sobre a qual se assentou o desenvolvimento do rádio no Brasil. O fato de Vargas tê-los mantidos incólumes, enquanto base legal, revela que a forma de organização do serviço por eles estabelecida servia plenamente à ditadura. Isto é, embora copiados do sistema de leis de um país democrático – os Estados Unidos - em sua essência são autoritários, porque concentram todo o processo de concessão, fiscalização e controle no Poder Executivo. Não há qualquer possibilidade de ingerência da sociedade civil.

Na verdade, a cópia foi seletiva, vez que não foram levados em conta os dispositivos legais que criaram a Federal Communication Commission e mecanismos de audiência das comunidades americanas servidas por emissoras de rádio, entre outros que tornavam a regulamentação dos Estados Unidos concordante com a democracia liberal lá reinante [61].

O efetivo desenvolvimento das telecomunicações no Brasil teve início com os governos militares. O Movimento Militar de 1964, preocupado com a integração nacional do país em virtude de sua Doutrina de Segurança Nacional, e ao mesmo tempo reconhecendo ser fundamental para o desenvolvimento nacional uma infra-estrutura moderna de telecomunicações (inclusive postais), tomou uma série de medidas para disciplinar e consolidar esse campo.

Em 1967 foi criado o Fundo Nacional de Telecomunicações (FNT). Ainda nessa década, através do CONTEL, o Brasil passou a participar do sistema internacional de telecomunicações por satélite, afiliando-se ao INTELSAT. O Ministério das Comunicações, criado no governo Castelo Branco, em 1967, abarcou os serviços e concessões de todas as telecomunicações e dos correios. A EMBRATEL, criada em 1965, tinha como objetivo principal a integração nacional através do sistema de Discagem Direta a Distância (DDD).

Em 28 de fevereiro de 1969, a EMBRATEL colocou em funcionamento a estação terrena de Tanguá I e a estação rastreadora de Itaboraí, com a transmissão experimental, via satélite, da bênção do Papa Paulo VI diretamente do Vaticano. Oficialmente a primeira transmissão, via satélite, ocorreu em 6 de março de 1969, mostrando o lançamento da Apolo

IX. Em 20 de julho do mesmo ano, o povo brasileiro, emocionado e incrédulo, assistiu pela televisão ao pouso do módulo espacial Eagle, transportado pela nave Apollo 11, com o astronauta Neil Armstrong pisando o solo lunar no Mar da Tranqüilidade. Em 1970, o Brasil inteiro vibrava, em frente dos aparelhos de TV, com a seleção nacional de futebol conquistando o tri-campeonato mundial no México.

No governo de Ernesto Geisel, a TELEBRÁS, criada no governo Médici em 1972, propiciou um substancial desenvolvimento do setor com o investimento de dez bilhões de dólares. Em 1974 foi inaugurado o sistema internacional de discagem direta (DDI). As figuras principais desse importante momento das telecomunicações brasileiras foram José de Alencastro e Silva, Euclides Quandt de Oliveira e Hygino Corsetti.

Em março de 1972, o governo militar homologou um sistema de televisão em cores, o PAL-M. O surgimento da TV em cores no Brasil coincide com a ascensão da Rede Globo que propiciou uma ampla gama de possibilidades ao telespectador. A televisão transformou de vez os hábitos da população brasileira através de telejornais, novelas, transmissões internacionais esportivas e outros eventos. Em 1985, o Brasil possuía 126 aparelhos de TV por mil habitantes. Na década de 1990 a grande novidade foi a implantação da TV por assinatura [83].

Ainda, Na década de noventa, houve uma explosão da instalação de antenas do serviço de telefonia móvel celular. Dois fatores contribuíram para este processo. O primeiro consistiu no grande investimento do poder público em tecnologia da informação celular, numa etapa que precedeu o movimento das privatizações. O segundo foram as próprias privatizações, que substituíram a lógica do planejamento, típica da prestação de serviços pelo poder público, pela lógica da concorrência, característica do mercado privado [53].

## **2. IMPACTOS E INTERFERÊNCIAS DAS ESTAÇÕES TRANSMISSORAS DE RF**

O meio ambiente é um sistema formado pelo homem, seu entorno e suas inter-relações, entendendo-se como entorno a tudo aquilo que rodeia e interage com o homem, seu meio físico, seu meio biológico, as condições familiares e sociais, as condições econômicas e políticas, a educação, as tecnologias, legislações e costumes.

Qualquer alteração que se produza sobre um deles, repercutirá necessariamente sobre o outro e vice-versa. Por isto, é extremamente difícil prever, de forma genérica, as alterações que se podem produzir; no entanto, no meio físico, se pode prevenir ou minimizar os possíveis impactos que possam ocorrer no ambiente natural e cultural de uma região [20].

Com a “explosão“ da telefonia celular, centenas de antenas foram instaladas nas cidades, sendo que algumas foram instaladas sobre prédios e outras muito próximas de casas e prédios.

Somam-se a isso, subestações e linhas de transmissão de alta tensão, que antes ficavam distantes dos centros populacionais e que hoje estão muito perto das edificações urbanas. Os sistemas de alta tensão geram campos eletromagnéticos de baixa frequência (60 Hz) e também geram campo de alta frequência (MHz) devido, principalmente, ao efeito corona que ocorre nos cabos e equipamentos.

### **2.1 Impacto Visual**

A proliferação de torres e antenas na cidade de São Paulo tem contribuído para produzir um impacto estético considerável ao meio ambiente.

Segundo a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações), órgão que regula a concessão do serviço de telefonia celular, mais de quatro mil Estações Rádio Base (ERBs), têm licença para funcionar na cidade. Para serem instaladas, porém, elas precisam ter alvará da prefeitura.

Até o final do primeiro semestre de 2006, apenas 77 estações de telefonia possuíam alvará. Outras 1.361 ainda estão com processo de autorização em andamento na prefeitura e calcula-se que mais de 5.000 estações estejam instaladas clandestinamente [65].

Para que este panorama se modifique deverá haver uma iniciativa dos órgãos competentes no sentido de priorizar a aplicação da legislação existente, bem como, aperfeiçoá-la e adequá-la no que for cabível. Neste contexto, torna-se altamente relevante o

engajamento da sociedade no sentido de exigir dos poderes constituídos, o cumprimento das suas competências.

Na região da Av. Paulista soma-se as antenas do serviço de rádio e televisão, transmissão de dados, do serviço móvel especializado (SME), também conhecido como Trunking, ou Trunk, ou ainda, Sistema Troncalizado, que é o serviço de telecomunicações móvel terrestre de interesse coletivo que utiliza sistema de radiocomunicação.

Há, por volta de, 42 estações de TV e rádio FM na cidade, 29 delas na região da Avenida Paulista, segundo a Anatel [41].



**Figura 4** – Antenas na região da Av. Paulista

Ações implementadas para a redução do impacto paisagístico podem ajudar a reduzir o contraste ou a incompatibilidade, que do ponto de vista visual, provoca a introdução da nova instalação, na região que a rodeia.

Algumas técnicas básicas implementadas são:

- **Integração:** se refere a todas aquelas medidas que se realizam para conseguir que o elemento potencialmente impactante se transforme em um elemento integrado com a paisagem. Para isto se modifica o desenho, melhoram-se os acabamentos, etc. [80].

- **Camuflagem:** É o grau máximo da integração. Nela, a modificação das características do elemento potencialmente impactante, é tal, que imagens de tijolos, azulejos, pisos, madeira, folhas de árvores e até nuvens podem ser reproduzidas sobre a face externa de um radome. O The Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) define radome como um invólucro agregado à antena visando, geralmente, proteger seu desempenho eletromagnético da degradação oferecida pelos efeitos do ambiente físico onde se expõem. Afora as questões operacionais, os requerimentos estéticos e ambientais impostos pela sociedade agregam compromissos de formato, pintura e camuflagem ao radome. [80] - [36].
- **Ocultação:** A ação mais simples é a de se pintar torres de verde em áreas de vegetação, o uso de microcélulas, e a ocultação de antenas atrás de painéis publicitários.

A adoção de um dos métodos acima e as medidas corretivas que se desenvolvam, depende essencialmente do tipo de projeto que se está avaliando, assim como as características visuais das regiões afetadas [80]. Entretanto, o resultado nem sempre é satisfatório como podemos observar nas imagens abaixo, sendo que algumas são de um extremo mau gosto estético. Algumas alternativas podem interferir inclusive com valores morais e éticos dos cidadãos, como, por exemplo, a antena camuflada em uma cruz de uma igreja cristã. Além do fato de ocultar da população seu direito de conhecer onde estão as antenas para que possam escolher se permanecem ou não dentro do raio de ação destes equipamentos.

Nos Estados Unidos, existem mais de 130 mil antenas de comunicação. 75 % são antenas convencionais. Os restantes 25 %, em alguns casos, são autênticas obras-primas da camuflagem. Por isso, da próxima vez que vir uma pitoresca foto de uma rocha, de um mastro, torre de igreja ou mesmo um cacto, considere a hipótese de existir algo mais do que aquilo que lhe é mostrado. Muitas cidades norte-americanas insistem que as antenas devem ser "escondidas" a todo o custo. Por isso estão desenvolvendo novas e arrojadas técnicas para esconder as antenas [81].

Além do mau gosto estético de alguns destes equipamentos, o desconhecimento da existência destas antenas nos locais utilizados pela população inibe a possibilidade das pessoas decidirem se deverão permanecer próximas ou não das instalações. Desta forma

transformam-se num risco a segurança, do ponto de vista da exposição à radiação e até mesmo num risco de contato físico das pessoas e animais com estas estruturas.



**Fig. 5** - Antena localizada próximo a Condomínio em Caraguatatuba: design integra a paisagem  
Fonte: Revista CREA



**Fig. 6** - Detalhe de radome em prédio de Los Angeles e outras pinturas em radome.  
Fonte: Kramer.Firm's Wireless Site Gallery - <<http://www.kramerfirm.com/cells/index.php>>



**Fig. 7** Antenas junto a Rodovia A1 no sentido Norte-Sul junto ao Carregado – **Portugal**  
**Fonte:** Site Figmento. <<http://www.figmento.blogspot.com/search/label/Oddities-Wonders?max-results=1000>>.



**Fig. 8** Estação imitando palmeira (junto a uma rodovia no Sul da Califórnia - **Los Angeles**)  
**Fonte:** Kramer.Firm's Wireless Site Gallery - <<http://www.kramerfirm.com/cells/index.php>>



**Fig. 9** antena na torre do sino da igreja em Pomona, California.  
**Fonte:** Kramer.Firm's Wireless Site Gallery - <<http://www.kramerfirm.com/cells/index.php>>



**Fig. 10** – Forma de cactos integrado a paisagem de Fountain Hills, Arizona  
**Fonte:** Kramer.Firm's Wireless Site Gallery - <<http://www.kramerfirm.com/cells/index.php>>



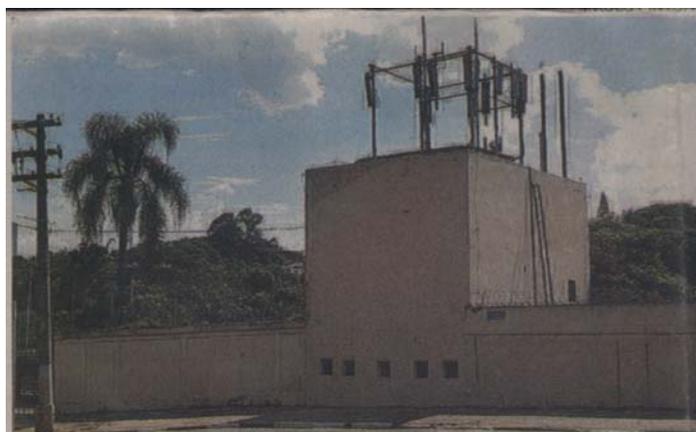
**Fig. 11** – Estação instalada na figura de um bizão localizada em Carr, Colorado.

## 2.2 Interferência na Paisagem de Áreas Tombadas

Imóveis e bairros tombados de São Paulo estão sendo invadidos por antenas de telefonia celular, mesmo sem licença ou com pedido negado para operar.

O bairro do Pacaembu foi uma das primeiras vítimas da corrida das operadoras por sinais de transmissão.

Até 24 de setembro de 2005, foram identificadas seis antenas irregulares. A mais emblemática estava instalada no Estádio do Pacaembu, tombado pelo Condephaat em 1995 [6].



**Fig. 12** - antena irregular no estádio do Pacaembu

Também na antiga sede da Prefeitura, o Palácio das Indústrias, no Parque D. Pedro II (São Paulo/SP), igualmente tombado pelo Condephaat, havia uma antena de telefonia celular instalada [6].



**Fig. 13** - antena no Palácio das Indústrias

A corrida das antenas não poupou um marco da cidade, a Torre do Relógio, no Jaguaré, zona oeste da cidade, mirante dos anos 30, tombado em 1999. Na área de preservação (raio de 300 metros no entorno), foi instalada ilegalmente uma antena de telefonia celular, e recentemente teve seu pedido de regularização negado pelo Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo (Compresp) [6].



**Fig. 14** - antena interferindo na paisagem (ao fundo o Mirante do Jaguaré)

### **2.3 Impactos à Saúde**

Publicações recentes alertam para os riscos de câncer, insônia, hipertensão e outros males provocados pelas radiações eletromagnéticas. Apesar de existirem questionamentos sobre os níveis de campos eletromagnéticos, realmente prejudiciais ao ser humano, uma série de países já adota normas que estabelecem valores máximos admissíveis para estes campos [58].

A organização Mundial de Saúde não tem um posicionamento final sobre os efeitos dos campos eletromagnéticos sobre os seres humanos, mas recomenda redução na duração das ligações para o estritamente necessário, sendo patrocinadora desde 1996 do projeto EMF (*Electromagnetic Fields*), que tem o objetivo de estudar os possíveis riscos associados ao uso dos telefones móveis e a emissão das estações rádio base.

A agência americana FDA – *Food and Drug Administration*, órgão regulador dos setores de medicamentos e alimentação está investigando com outras agências e órgãos

internacionais a relação dos efeitos das radiações de microondas e doenças. A mesma declarou que não aceita o argumento amplamente difundido de que não há comprovação científica de que a exposição à radiação eletromagnética pode causar efeitos adversos, cabendo, portanto empreender esforço significativo para se chegar a um diagnóstico mais confiável sobre sua segurança.

### 2.3.1 Efeitos Térmicos:

São chamados de efeitos térmicos geralmente aqueles resultantes de um aquecimento do tecido, como por exemplo, queimaduras resultantes da exposição ao Sol. Entretanto, ao contrário do infravermelho, radiações de comprimento de onda menor, como radiofrequência e microondas, não são somente absorvidas pelas camadas mais superficiais. Assim, podem ocorrer alterações em tecidos mais profundos, sem que estas sejam notadas.

A seguir estão listados alguns efeitos térmicos:

- **Catarata** - O olho é considerado um órgão crítico em relação ao efeito de radiações Não-Ionizantes, sendo particularmente suscetível ao efeito térmico. Assim, pequena quantidade de energia pode danificar o cristalino, causando catarata (opacidade do cristalino, geralmente irreversível). O motivo de o cristalino ser particularmente sensível deve-se ao fato deste estar localizado em uma região superficial e estar envolvido por meio aquoso. Estudos estimam que exposições a radiação superior a 500 MHz, com densidade excedendo  $150 \text{ mW/m}^2$ , por um tempo suficientemente longo, podem causar danos graves ao cristalino;
- **Testículos** - Os testículos também constituem um dos órgãos críticos a efeitos térmicos das radiações eletromagnéticas, por serem extremamente sensíveis a elevações de temperatura. O aumento da temperatura pode levar a destruição das células intersticiais, levando à esterilidade. Exposições a microondas resultam em lesões testiculares e afetam a espermatogênese [84].

### 2.3.2 Efeitos Não-Térmicos

Os efeitos não-térmicos são efeitos bioquímicos ou eletrofísicos causados pelos campos magnéticos induzidos, e não diretamente pelo aumento de temperatura, ou ainda por interações de colisões de partículas como prótons, elétrons, nêutrons e íons com o material estudado. Embora os estudos sobre tais efeitos gerem polêmica devido a resultados conflitantes, podemos citar algumas conseqüências dos efeitos não-térmicos registradas na literatura.

- **Fluxo de Íons** - Alguns estudos mostraram que a radiação eletromagnética pode alterar o fluxo de íons entre as membranas celulares, alterando o funcionamento celular em processos como síntese de DNA e transcrição de RNA. Outros efeitos relacionam-se a alterações das propriedades eletrofisiológicas das células nervosas, podendo, assim, gerar problemas neurológicos.
- **Barreira Cérebro- Sangue** - A barreira que existe entre o compartimento vascular e o tecido que regula a passagem de substâncias para dentro e fora do cérebro é chamada barreira cérebro-sangue. Alterações no fluxo de cálcio na barreira devido às microondas sugerem um efeito não-térmico.

Estudo em ratos com pulsos de radiofrequência de  $30\mu\text{W}/\text{cm}^2$  indicaram significativa alteração no estado da barreira.

- **Sistema Imunológico** - Alterações no sistema imunológico de ratos foram constatadas quando a taxa de absorção atingiu valores maiores que  $0,4\text{ mW}/\text{g}$ . Além disso, foram detectadas importantes alterações na química sanguínea e no sistema endócrino quando os valores de taxa de absorção ultrapassaram  $1\text{ mW}/\text{g}$ .
- **Câncer** - Entre as questões que persistem é o modo como radiações de baixa frequência e sua potência podem alterar cadeias de DNA, causando mutações nas células. Novas normas em relação às emissões de radiação estabelecem limites mais restritivos aos valores considerados prejudiciais à população [84].

Estudos epidemiológicos, laboratoriais “in vitro” e “in vivo” feitos em animais, células e seres humanos mostram que há controvérsias entre si. Uns constatam efeitos adversos à saúde a níveis não térmicos, por outro lado outros não relatam relacionamento entre a

exposição a campos eletromagnéticos e efeitos adversos. Tais estudos são ainda prejudicados pela não replicação, ou por não ter estimativas precisas de valores de exposição.

Devido a estas contradições, por um lado não se pode afirmar que os campos eletromagnéticos provocam efeitos adversos à saúde, e por outro tampouco se pode evidenciar, de forma conclusiva, que não há relação [28].

A radiação eletromagnética é absorvida pelo corpo humano e, portanto, existem razões para que haja preocupação com seus possíveis efeitos sobre a saúde das pessoas.

A radiação do tipo **não ionizante** e, portanto, seus efeitos são totalmente diversos daqueles provocados pela radiação **ionizante** produzida, por exemplo, por aparelhos de raios-X. O que diferencia essas duas fontes de radiação é a frequência na qual operam. Nas frequências extremamente altas, nas quais operam os equipamentos de raios-X (na faixa de 1 milhão de MHz), as partículas eletromagnéticas irradiadas possuem energia suficiente para quebrar ligações químicas (ionização), e provocar danos no material genético das células, levando potencialmente ao desenvolvimento de câncer e de defeitos congênitos. Tal fenômeno não ocorre nas frequências mais baixas, nas quais operam os sistemas de comunicação móvel: na faixa de 800 MHz (sistemas em operação nas bandas A e B) ou 1800 MHz (sistemas nas bandas D e E). Essa constatação não significa que a radiação dos componentes de um sistema móvel celular não produza efeitos biológicos, mas apenas nos permite afirmar que esses efeitos não são similares aos da radiação ionizante [78].

Pesquisas realizadas acabaram comprovando apenas os efeitos térmicos produzidos por este tipo de radiação em seres humanos, os quais são conseqüências do aquecimento dos tecidos (moléculas) devido à absorção de energia eletromagnética, diferente dos danos causado por radiação ionizante que possui energia suficiente para arrancar elétrons das moléculas, causando radicais livres. Geralmente consideramos como Não-Ionizantes emissões de energia até 10 eV e com comprimento de onda maior que 200 nm. Esta faixa compreende radiação ultravioleta, infravermelho, luz visível, radiofrequências principalmente em microondas [84].

Há diferenças entre as radiações eletromagnéticas naturais, para as quais ao longo da evolução o nosso corpo adaptou-se adquirindo uma determinada proteção, e a radiação produzida artificialmente, um fenômeno bastante recente, de cerca de um século. O fator que difere a luz natural como a do sol, da tecnologicamente produzida é a coerência existente na segunda.[28] Coerência é um termo usado na física óptica para expressar monocromaticidade e colimação. A monocromaticidade caracteriza uma luz pura, com uma faixa muito estreita de comprimento de onda, o que estabelece concentração de energia. A direcionalidade da luz é

caracterizada por um feixe colimado, bastante estreito e paralelo. As ondas do feixe estão ordenadas em espaço e correlacionadas em tempo. Analogamente é comparável a grupos de soldados marchando em ritmo sincrônico [42]. Esta coerência afeta significativamente os organismos vivos, que igualmente possuem atividades elétricas coerentes, pré condicionando-os a uma alta sensibilidade à radiação de RF, de uma maneira atérmica [28]. Estes efeitos são baseados na absorção sequencial de dois fótons, que podem ser explicados através dos conceitos fotofísicos. Quando um campo eletromagnético for suficientemente intenso e no comprimento de onda adequado, parte das moléculas que se encontram no estado fundamental (S<sub>0</sub>) irá passar para o estado excitado (S<sub>1</sub>) absorvendo um fóton. Se o tempo de vida neste estado for suficientemente longo, esta molécula poderá absorver um segundo fóton passando do primeiro estado excitado S<sub>1</sub> para outro estado excitado qualquer (S<sub>2</sub>). Assim, haverá um aumento da absorção efetiva do material. Em nível molecular podemos pensar que sob altas intensidades de radiação as moléculas encontram-se principalmente nos estados excitados e conseqüentemente a transmitância será reduzida, ou seja, haverá uma maior absorção de energia [43].

Um número cada vez maior de cientistas acredita, agora, na existência de efeitos biológicos atérmicos significativos, induzidos por campos EMs não-ionizantes de baixa intensidade, ELF ou RF/MW, não modulados ou com modulação (AM, FM ou pulsada), de longa duração.

No dia 24 de julho de 1998, 28 cientistas, convocados pelo “National Institute of Environmental Health Sciences” (NIEHS/USA), decidiram, por 19 a 9 votos, que os campos eletromagnéticos ELF são possíveis carcinogênicos [79].

Esta conclusão se deu após um ano de estudos, incluindo três simpósios e uma reunião final intensiva de 10 dias, para revisão e debate da literatura científica e médica disponível [79]. Considera a base de trabalho da IARC – International Agency for Research on Cancer, que comporta uma classificação da carcinogenicidade das substâncias para os humanos, que se divide em cinco grupos: o grupo 1, dos agentes carcinogênicos, o grupo 2A, dos prováveis agentes carcinogênicos, o grupo 2B, dos possíveis agentes carcinogênicos, o grupo 3, em que o agente não é classificável pela sua carcinogenicidade, e o grupo 4, em que o agente provavelmente não é carcinogênico [75].

Em outubro de 1998, o “Workshop on Possible Biological and Health Effects of Radio Frequency (RF/MW) Electromagnetic Fields”, na Universidade de Viena, aprovou a seguinte Resolução de Viena: “Os participantes concordaram que os efeitos biológicos de exposições aos campos eletromagnéticos da faixa de radiofrequência, mesmo em baixas intensidades de

energia, estão cientificamente estabelecidos. Entretanto, o atual estado de consenso científico é insuficiente para estabelecer padrões de exposição confiáveis. A evidência existente demanda um aumento no esforço de pesquisa sobre possíveis impactos sanitários e sobre o estabelecimento adequado de exposição e dose - [Hyland, 2001]” [79].

Em suma, os cientistas do campo do bioeletromagnetismo estão convencidos que os CEM artificiais induzem efeitos biológicos. Alguns deles, verificados em laboratórios, são similares aos mecanismos bioquímicos reputados como responsáveis por efeitos neurológicos, como perda da memória recente, enquanto outros estão associados ao desenvolvimento de doenças sérias como câncer, mal de Alzheimer e mal de Parkinson, entre outras.

Tem sido observado que os efeitos biológicos e epidemiológicos induzidos por ELF ou RF/MW, são bastante similares: efluxo do  $Ca^{++}$ , redução de melatonina, ruptura das fitas do DNA, aberrações cromossômicas, leucemia, câncer de mama e cerebral, distúrbios neurológicos e abortamentos [79].

No que tange a campos elétricos e magnéticos de baixa frequência, a partir do estudo precursor de Wertheimer e Leeper vários outros trabalhos foram desenvolvidos focalizando prioritariamente os campos magnéticos, uma vez que os campos elétricos teriam menores efeitos sobre os seres vivos e, por não terem sido associados efeitos na saúde, a menos de interferências em alguns modelos de marca-passo, os quais podem vir a apresentar funcionamento inadequado na presença de campos elétricos.

As pesquisas sobre os campos eletromagnéticos têm se desenvolvido em três frentes principais, ou seja, pesquisas “in vitro”, pesquisas “in vivo” e estudos epidemiológicos.

As principais pesquisas realizadas nos vários países referem-se basicamente a estudos epidemiológicos nos quais se procurou correlacionar a exposição aos CEM com o aparecimento de determinadas patologias.

O câncer, pelas suas características agressivas e pelo impacto que causa na comunidade, tem sido a principal patologia pesquisada nos estudos.

No Brasil, as pesquisas desenvolvidas concentram-se basicamente na Fio-Cruz (Fundação Oswaldo Cruz da UFRJ), sendo as conclusões destas pesquisas bastante semelhante, em alguns aspectos, àquelas obtidas pelas pesquisas internacionais.

Os demais estudos brasileiros concentraram sua atenção na medição de valores dos campos elétrico e magnético existentes nas linhas de transmissão e subestações, comparando-se estes com aqueles estabelecidos como limites pelas entidades reguladoras internacionais.

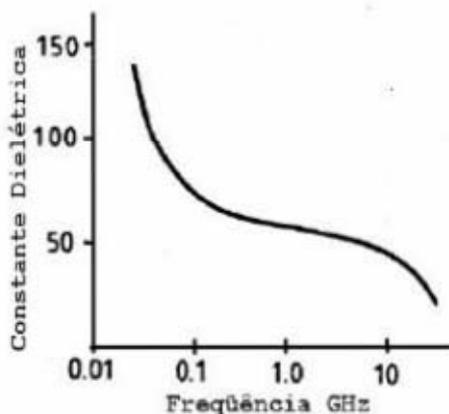
Os principais efeitos biológicos associados à exposição a radiações eletromagnéticas **ionizantes** dizem respeito a leucemias e outros tipos de câncer, cataratas, redução de fertilidade e envelhecimento precoce, também poderiam potencializar os efeitos dos contaminantes químicos do ar, entre outros. As radiações **não ionizantes** têm seus riscos menos conhecidos, os efeitos nocivos são mais lentos, mas, segundo alguns estudos, um longo período de exposição acarreta efeitos similares [54].

### 2.3.3 Interação da Radiação Eletromagnética com a Matéria

O efeito causado pela radiação eletromagnética na matéria é resultado da transferência de energia desta radiação para o material afetado. Tais efeitos podem ser térmicos, se ocasionarem o aquecimento do material, ou não térmicos, caso a interação do campo com o material não libere quantidade significativa de calor. Entre os fatores responsáveis pela absorção estão: constante dielétrica, condutividade, geometria e conteúdo de água existente no referido corpo. No caso do corpo humano a composição do tecido é tal que diferentes faixas de frequência correspondem a diferentes taxas de condutividade e de constante dielétrica.

### 2.3.4 Constante Dielétrica e Condutividade nos Tecidos

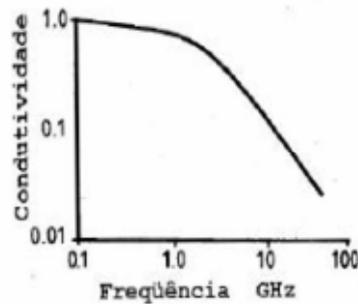
Como podemos ver nos gráficos mostrados nas figuras 15 e 16 a constante dielétrica e condutividade variam significativamente com a elevação dos valores de frequência, nos tecidos. Por outro lado, a constante dielétrica relativa do sangue é elevada especialmente na faixa entre 10 e 100 MHz. Isto se deve a polarização das membranas; acima de 100 MHz elas perdem sua influência; acima de 10 GHz a constante reflete o conteúdo de água no sangue [84].



**Figura 15** – Constante Dielétrica em função da frequência

A condutividade dos tecidos decresce bruscamente para valores de frequência acima de 1 GHz, como podemos verificar na figura 16. Em tecidos gordurosos, existe uma dependência linear entre o conteúdo de água e condutividade. Assim, um tecido que contenha 20% de água apresenta o dobro da condutividade de um tecido com 10% de água.

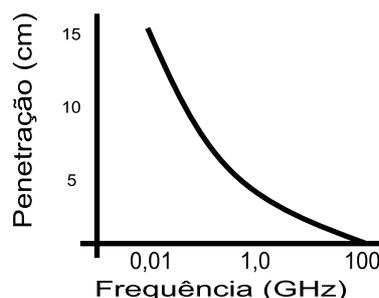
Por exemplo, a 900 MHz, um tecido com 6% de água apresenta condutividade de 0,4 S/m e com 60% é de 4 S/m. Considerando que a potência absorvida por uma onda incidente de campo elétrico  $E$  em um tecido de condutividade  $\sigma$  é dada pela expressão:  $P = \sigma E^2 / 2$ , podemos inferir que a potência absorvida pelo tecido com 60% de água é dez vezes maior do que com 6% [28].



**Figura 16** – Condutividade em função da frequência.

### 2.3.5 Profundidade de Penetração da Radiação

Outro efeito a ser considerado é a profundidade de penetração ou efeito pelicular da radiação em uma substância. Variando em função do tipo de tecido e da frequência. O gráfico abaixo mostra a dependência da profundidade de penetração em função da frequência para tecidos vivos,  $\delta$  diminui com aumento da frequência. Sendo governado pela seguinte equação:  $\delta = ( \rho / \pi f \mu )^{1/2}$ , onde  $\rho$  é a resistividade em ohm metro ( $\Omega.m$ ) e  $\mu$  a permeabilidade magnética do tecido [28].



**Figura 17** - Variação da profundidade de penetração em tecidos com a frequência.

### **2.3.6 Taxa de Absorção Específica (SAR):**

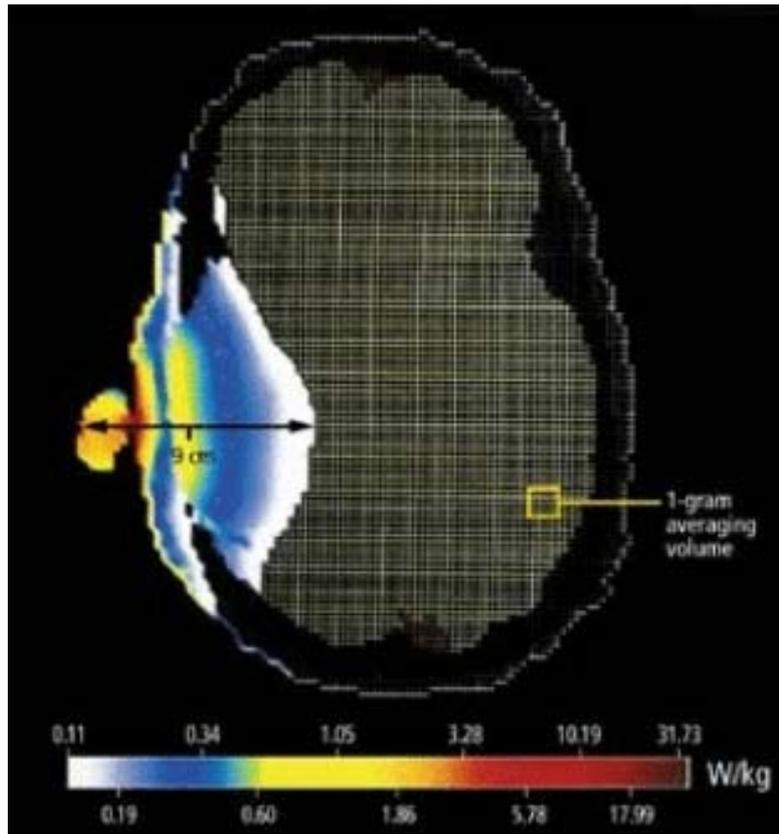
Esta grandeza determina a taxa de potência absorvida pelo tecido por unidade de massa. Entre os fatores que alteram a taxa de absorção estão os calores específicos do tecido e a densidade do mesmo. No caso do corpo humano a taxa de absorção é menor no tecido gorduroso do que nos músculos, devido à presença de água [84].

A absorção de energia pelo tecido depende de parâmetros do campo incidente: frequência, polarização da onda, intensidade do campo e se o campo que o tecido estiver exposto é de campo perto ou de campo distante; geometria do corpo exposto, propriedades dielétricas dos tecidos considerados e também de fatores referentes à reflexão e aterramento.

Ressalta-se que quanto maior for o eixo do indivíduo que estiver paralelo ao campo elétrico da onda plana incidente, obter-se-á valores máximos de absorção (SAR). A quantidade de absorção também depende do tamanho do indivíduo. Para indivíduo padrão médio de referência, a frequência de ressonância é de 70 MHz, para indivíduos mais baixos e crianças este valor se aproxima de 100MHz e para pessoas mais altas este valor é inferior a 70 MHz. Se a pessoa estiver aterrada o valor é duas vezes menor.

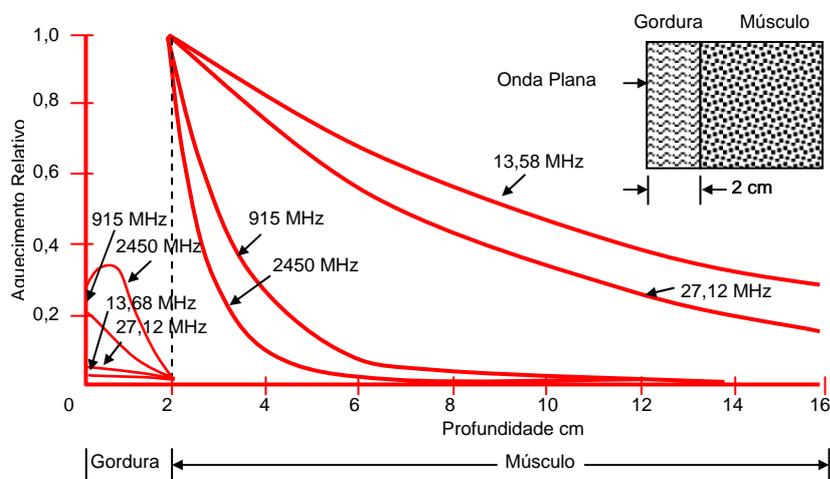
Para determinados dispositivos que operam na faixa de frequência acima de 10 MHz, como aquecedores dielétricos e telefones móveis, a exposição humana pode ocorrer sob condições de campo próximo, nesta região a absorção de energia com a frequência é muito diferente daquela descrita para as condições de campo distante. Estudos utilizando dados experimentais e de modelamento numérico constataram que na região de campo próximo de telefones móveis, os campos emitidos podem ser predominantemente campos magnéticos e produzir altos níveis de absorção de SAR localizado na cabeça, pulsos, troncos e tornozelos. Nestas condições, os valores de SAR de corpo inteiro e de SAR local variam consideravelmente com a distância da fonte ao corpo [28].

A figura 18 mostra o efeito da energia absorvida (SAR) nos tecidos humanos através de um modelo computacional da cabeça humana para uma radiação de telefone celular típico. Verifica-se que a maior parte da energia é absorvida dentro dos primeiros 2 cm do crânio. Há uma barra de escala de 1-9 cm mostrando a referência dimensional [28].



**Figura 18** - Distribuição de energia irradiada por um telefone móvel (600 mW - 835 MHz).  
 Fonte: OM Gandhi, Universidade de Utah.

No corpo humano, o aquecimento relativo, devido a SAR, é menor no tecido gorduroso do que nos músculos, tal fato deve-se a diferença na quantidade de água. O aquecimento no músculo decai exponencialmente com a penetração, sendo a constante maior para frequências menores, conforme podemos observar na figura 19.



**Figura 19** - Aquecimento relativo dos músculos e gordura em função da frequência.  
 Fonte: referência [28].

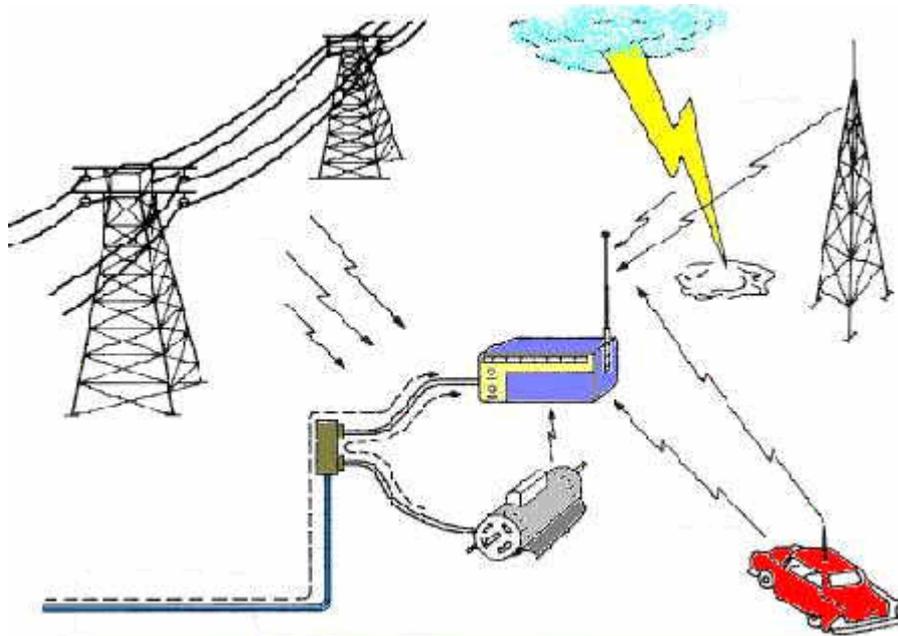
## 2.4 Interferências Eletromagnéticas

Além dos problemas de segurança pessoal existe o problema da **interferência** entre os equipamentos. Telefones que sintonizam rádio, celulares que alteram balanças eletrônicas, bancos de dados alterados por pulsos de radar, etc. Os exemplos são vários e a própria imprensa, vez por outra, noticia casos de interferência devido à “poluição eletromagnética”.

Os componentes internos de determinados equipamentos podem passar a demodular (identificar e passar a reproduzir) os sinais de uma transmissão originária de antenas próximas. Isso explica o fato de um teclado musical ou um telefone, mesmo público, passar a transmitir emissoras de rádio, o que é comum na região da Av. Paulista [41].

### 2.4.1 Ambiente Eletromagnético

O Ambiente Eletromagnético é o resultado do funcionamento de aparelhos, equipamentos ou sistemas adicionados ao ruído ambiente no qual estes aparelhos, equipamentos ou sistemas funcionam (ruído atmosférico; triboelétrico (gerado por corpos em atrito); espacial: sol, estrelas...) [86].



**Fig. 20** - Ambiente Eletromagnético.

## **2.4.2 Compatibilidade Eletromagnética (CEM)**

A Compatibilidade Eletromagnética é a capacidade de um sistema, equipamento ou dispositivo elétrico ou eletrônico funcionar no seu próprio ambiente eletromagnético com uma margem de segurança e com os níveis ou desempenhos projetados, sem sofrer ou causar degradações inaceitáveis que resultem em interferências eletromagnéticas (I.E.M.) [7].

Atualmente, muitos países já exigem certificados de conformidade com as normas estabelecidas, como por exemplo, o mercado europeu que adotou a Diretiva CEM 89/336/EEC e a marca CE ou os Estados Unidos que exigem conformidade dos produtos importados com as normas da FCC (Federal Communication Commission).

No Brasil, a compatibilidade eletromagnética é uma matéria recente e ainda pouco estudada e desenvolvida. Não existem normas nacionais próprias.

A Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) publicou recentemente uma resolução (Resolução 237 - Nov. 2000) relativa a certificação de equipamentos de telecomunicação considerando-se os aspectos de Emissão, Imunidade e Resistibilidade.

Interferência eletromagnética (IEM) ou “electromagnetic interference” (EMI), é a ocorrência de alterações funcionais em um determinado equipamento devido a sua exposição aos campos eletromagnéticos [86].

## **2.5 Interferência em Equipamentos Eletromédicos**

Os efeitos das EMIs são particularmente preocupantes quando ocorrem em equipamentos eletromédicos (EEM), pois muitas vezes estão monitorando parâmetros fisiológicos importantes ou mesmo dando suporte à vida de pacientes.

Este problema vem se agravando em função do número crescente de equipamentos presentes no ambiente hospitalar: equipamentos ligados diretamente às atividades médicas, equipamentos de apoio e infra-estrutura hospitalar e equipamentos portáteis trazidos ao ambiente hospitalar pelos profissionais, pacientes e visitantes, como é o caso da telefonia móvel celular. Particularmente nos hospitais da Região da Avenida Paulista, Pacaembu e Sumaré, além destes equipamentos, apresenta-se como agravante, as emissões oriundas das inúmeras antenas, de vários sistemas de telecomunicações, instaladas na região.

Nos últimos anos, muitas instituições internacionais, como a “Food and Drug Administration” (FDA) Administração Federal de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos da América, publicaram resultados de estudos associando incidentes ocorridos em equipamentos médicos com a proximidade de telefones portáteis.

O trabalho intitulado “Interferência eletromagnética em equipamentos eletromédicos ocasionada por telefonia celular” publicado na Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 18, n. 3, p. 141-149, set/dez 2002, (S.C.B. Cabral, S.S. Mühlen – 2002), quantificou e classificou as alterações funcionais perceptíveis em determinados equipamentos eletromédicos quando expostos aos campos elétricos produzidos por telefones celulares, operando nas potências média e máxima. Inicialmente foi realizada a medida da intensidade do campo elétrico produzido pelo telefone celular operando nas potências média e máxima, a diversas distâncias da antena receptora de medida. Em seguida os equipamentos eletromédicos selecionados foram expostos aos campos elétricos medidos anteriormente. Os resultados das etapas experimentais permitiram observar um número significativo de alterações funcionais nos equipamentos eletromédicos testados, com graus variáveis de severidade. [18]

A certificação de conformidade dos equipamentos médicos à norma de segurança elétrica NBR-IEC 60601-1 (6) vem sendo implantada no Brasil desde 1994. No entanto, essa norma não engloba os ensaios de CEM, tornando necessária a adoção de outra norma, a NBR-IEC 60601-1-2/97 (7), que prevê ensaios destinados a verificar a imunidade (campo elétrico máximo que o equipamento médico suporta sem alterar seu funcionamento) e a emissão (campo elétrico emitido pelo equipamento durante o funcionamento). Ela estabelece que os equipamentos médicos devem ser imunes a campos elétricos de até 3 V/m, e que não devem emitir campos elétricos acima de 30 dB $\mu$ V/m (31,6  $\mu$ V/m) na faixa de 30 MHz a 230 MHz, e de 37 dB $\mu$ V/m (70,6  $\mu$ V/m) na faixa de 230 MHz a 1.000 MHz, se o equipamento for classe B, isto é, para uso exclusivo em ambiente hospitalar. Esses valores definem uma condição de operação segura na maior parte dos casos, mas não oferecem garantia absoluta contra a ocorrência de IEM.

Essa norma só passou a ser obrigatória a partir de 2002, principalmente em razão da falta de laboratórios equipados e credenciados para realizar os ensaios, além do fato de incidir somente no processo de comercialização dos equipamentos novos. Os equipamentos já existentes nos hospitais, muitos deles projetados e construídos antes das atuais preocupações e das regras de CEM, estão isentos de certificação, sendo, portanto o controle das IEM voluntário e de responsabilidade exclusiva do próprio hospital [17].

Os equipamentos que foram ensaiados são produtos de gerações tecnológicas diferentes, sendo a maioria fabricada entre os anos de 1994 e 2000. Foi observado que mesmo os equipamentos mais recentes apresentaram susceptibilidade aos campos elétricos emitidos pelo telefone celular, talvez porque o projeto destes equipamentos ainda não considere os problemas de Interferência Eletromagnética. [18]

**Tabela 2** - Alterações funcionais nos equipamentos eletromédicos testados

<b>Equipamento</b>	<b>Interferências Observadas</b>
Bomba de Infusão	- Chaveamento de “rede” para “bateria” sem ausência de tensão da rede; - Disparo do alarme de oclusão sem ocorrência de oclusão; - Parada do equipamento; - Disparo do alarme de vazão livre (sem a ocorrência da mesma).
Monitor Cardíaco	- Alteração na forma de onda apresentada; - Disparo no alarme de taquicardia; - Desligamento do equipamento.
Oxímetro de Pulso	- Alteração na leitura; - Desligamento do equipamento; - Alteração da frequência do bip
Medidor de Pressão não Invasivo	- Insuflamento do manguito sem a realização de leitura; - Leitura incorreta dos valores e pressão.

**Fonte:** Revista Brasileira de Engenharia Biomédica/ v. 18 / n. 3

Concluiu-se que um número significativo de equipamentos eletromédicos não é adequado para operar em ambientes hostis do ponto de vista eletromagnético, apresentando alterações no seu funcionamento. Em tais situações, os pacientes podem ser submetidos a uma condição de risco ainda maior do que aquela decorrente de sua própria condição clínica [18].

No setor privado, os hospitais da região da Avenida Paulista reagem ao crescimento das antenas com a blindagem das salas. Santa Catarina e Nove de Julho, dois dos três consultados, instalaram a blindagem a fim de bloquear a radiação e evitar a interferência da poluição eletromagnética aos equipamentos. [41]

No Hospital Santa Catarina, localizado na própria Avenida Paulista, o processo começou na década de 90. O centro cirúrgico, o CTI (Centro de Terapia Intensiva) e as salas

destinadas à eletroencefalografia já possuem a blindagem. No final de 2005, foi a vez do setor de cardiologia.

O gerente de infra-estrutura do Hospital Santa Catarina, o engenheiro clínico Antônio Barroqueiro, diz que a interferência em áreas não-protetidas é tamanha que a televisão de uma sala de espera, desligada, transmite duas rádios ao mesmo tempo.

No Nove de Julho, também na região da Paulista, a implantação da proteção foi concluída a cinco anos [41].

Apesar do primeiro impacto de uma IEM envolver a segurança do paciente, existem outras implicações, como o aumento dos custos de manutenção (uma vez que os equipamentos podem ser considerados defeituosos e encaminhados para os serviços técnicos sem necessidade), a indisponibilidade de equipamentos e conseqüente paralisação do serviço médico, a perda da confiabilidade do resultado dos exames etc. Além disso, há necessidade de oferecer aos equipamentos certificados um ambiente condizente com sua certificação, seja para assegurar um cenário de real compatibilidade entre eles, seja para respeitar as condições contratuais de garantia perante o fabricante [18].

Também podem ser suscetíveis à interferência de radiofrequências, marca-passos cardíacos e desfibriladores [41].

Os marca-passos são circuitos eletrônicos desenvolvidos para fornecer estímulos periódicos ao órgão necessitado.

O tipo mais utilizado é o marca-passos cardíaco, porem, existem também marca-passos para outras arritmias, como por exemplo, as provocadas pela doença de Parkinson.

Pacientes com distúrbios não controlados de hidrocefalia ou hipertensão encefálica têm necessidade da implantação de válvulas de drenagem do líquido. Estas válvulas, por suas características, funcionam como antena receptora, podendo sofrer interferências e terem seu funcionamento prejudicado [12].

## **2.6 Interferência Em Veículos**

Estudo realizado no ambiente eletromagnético urbano com a finalidade de analisar as interferências em veículos automotores, que incluiu medições em diversos locais da cidade de São Paulo e no interior do Estado, concluiu que:

Alem de alarmes, outros equipamentos embarcados podem ser afetados. A utilização de um telefone celular ou outros sistemas de comunicação dentro do veículo, também pode causar influências no funcionamento de alguns sistemas eletrônicos veiculares. O pesquisador

considerou que a cidade de São Paulo é a que mais apresenta regiões com concentração de campos eletromagnéticos na América do Sul.

Com as novas tecnologias eletrônicas introduzidas nos automóveis, eles se tornam cada vez mais expostos às interferências eletromagnéticas e necessitam de técnicas mais apuradas de desenvolvimento e testes para evitá-las [62].

No cenário brasileiro, a introdução da norma PROCONVE 5 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), restringiu os limites de emissões de gases poluentes dos veículos Diesel. Os sistemas de injeção eletrônicos substituíram os antigos sistemas mecânicos.

Outra motivação para a eletrônica dos motores veiculares é a integração com outros subsistemas cada vez mais presentes em veículos como sistema de frenagem antitravamento de rodas (freios ABS), piloto automático, computadores de bordo, sistema de controle de frota via satélite, airbags, sistemas de controle de tração, entre outros.

O tema Compatibilidade Eletromagnética (CEM) em veículos com motores Diesel torna-se então cada vez mais importante com a introdução das Unidades de Controle do Sistema de injeção eletrônico (ECU) micro-processadas.

O sistema de injeção eletrônico Diesel é composto de vários elementos ou dispositivos que são suscetíveis à radiação EM como ECU, chicote elétrico, sensores e atuadores.

As principais fontes de perturbações na ECU são:

- Transmissores de Telecomunicações;
- Emissoras de TV e Rádio;
- Serviços de Rádios;
- Equipamentos eletrônicos instalados nos veículos;

No caso de um veículo Diesel com sistemas eletrônicos, o item mais suscetível a interferências é o chicote elétrico. Este funciona como antena, que capta os sinais eletromagnéticos e introduz ruídos no sistema.

Todas as falhas dos sensores e atuadores do sistema de injeção eletrônico Diesel são monitorados pela Unidade de Comando. Após a diagnose de um erro detectado o sistema reage conforme estratégia previamente definida. Perturbações no sistema de injeção eletrônico podem causar as seguintes reações:

- Desligamento do motor – Caso seja detectada alguma falha em componentes críticos do sistema (sensor de pressão do combustível, de rotação do motor, atuador de injeção, etc.);

- Redução de potência do motor – Caso de falha considerada não essencial para o funcionamento do motor ou que o sistema possa utilizar informação de um outro sensor para continuar realizando suas funções até que o sistema seja reparado;
- Indicação de falha no painel – Como exemplo, quando o sinal original do sensor está em nível lógico zero, porém, devido a uma interferência no chicote, a leitura efetuada pela ECU é errada, i.e. nível lógico um. Se este não for um erro crítico para o sistema, a reação consiste apenas em gravá-lo na memória de falhas e avisar o motorista através de uma lâmpada, led ou mensagem no painel.

Estudos demonstram que o investimento em tratamento de CEM para ECU's representa cerca de 1 a 5% do custo total de desenvolvimento da unidade de comando [9].

Em alguns países da Europa e dos EUA, as indústrias têm de fabricar seus equipamentos atendendo às legislações vigentes de controle de interferência eletromagnética.

Apesar de não haver registro de algum acidente ocasionado por interferência eletromagnética no Brasil, relata-se o caso em que uma empresa teve de fazer um "recall" devido a problemas no sistema de alarme de uma série de carros importados. São conhecidos casos em que houve a necessidade de a indústria alterar o projeto de sistemas de antena de rádio e painel de instrumentos [62].

## **2.7 Impacto às Aves**

Além da concorrência do rádio, telefone e, mais recentemente, e-mail, os pombos-correio agora enfrentam outro problema com a tecnologia. Torres de telefonia celular podem estar interferindo com o mecanismo natural que as aves usam para retornar ao seu ponto de partida.

Utilizando o aparelho denominado "SQUID" (superconducting quantum interference detecting magnetometer) vários cientistas detectaram e identificaram dentro de organismos vivos, depósitos de um material magnético denominado magnetita . Este mineral está presente no sistema nervoso central, na forma de unidades de cristais celulares ligados de uma maneira específica e sempre associados com abundantes conexões neurais. Recentemente este material agora chamado, "órgão magnético", foi capaz de detectar com grande precisão, a força, a

polaridade e a direção do campo magnético da Terra. Os pombos correios apresentam nos neurônios cerebrais grande quantidade de magnetita [48].

Segundo a Royal Pigeon Racing Association, entidade inglesa que organiza corridas com as aves, o número de retornos de pombos-correio vem caindo nos últimos dois anos, em contraste com o aumento no número de torres de telefonia celular instaladas. Acredita-se que os pombos usam pontos de referência na paisagem, além do campo magnético do planeta, para encontrar o caminho de volta. O sinal emitido pela torres atrapalharia a capacidade do pombo de sentir o campo magnético, impedindo o seu retorno.

Infelizmente, o único meio de determinar com certeza se isto está acontecendo é amarrar unidades GPS às aves, como já é feito com falcões-peregrinos e albatrozes. O problema é que estas unidades ainda são grandes demais para serem carregadas pelos pombos, impossibilitando seu uso.

Pesquisas feitas por cientistas alemães em 1999 reforçam a hipótese de que a radiação eletromagnética tem um impacto negativo "ainda não totalmente definido" nos pombos. As cobaias ficavam estressadas, doentes, e evitavam chegar perto da fonte do sinal. Criadores que vivem perto de torres de telefonia observaram o mesmo efeito em seus pombos, com um alto índice de perda de aves [72].

Algumas espécies de aves, como o pombo-correio, por exemplo, também sofrem com a poluição eletromagnética. Isso porque uma das teses sobre como que ele se orienta durante o vôo para achar o caminho correto para voltar para casa defende que essa orientação é dada pelas ondas eletromagnéticas dos pólos da Terra. Mesmo a quilômetros de distância, as aves sempre voltam ao local onde nasceram ou foram criadas. O pombo-correio é capaz de localizar seu ponto de regresso mesmo de olhos vendados, mas tem dificuldade de se orientar em regiões com grande campo magnético, onde existem muitas linhas de energia elétrica e antenas de telecomunicações. Não é raro, por exemplo, se encontrar pombos-correio “perdidos” nas proximidades da avenida Paulista, no centro de São Paulo, onde existe uma concentração de antenas de rádio, televisão, celulares e para a recepção de sinais de satélites de comunicação. Algumas pesquisas realizadas no exterior mostraram que essas aves costumam “perder a rota” quando se cria um campo magnético por meio de um ímã colocado a suas costas [1].

Um estudo de Steiner e Bruderer em 1999 indicou que os pombos-correios podem perceber os campos de radiofrequência (RF) com muita intensidade próximo a transmissores de ondas curtas e podem ter uma “relutância geral” para pousarem em locais próximos [39].

## 2.8 Poluição Sonora

Os aparelhos de ar condicionado, instalados para manter a temperatura dos equipamentos de telecomunicações, são fontes emissoras de ruídos em uma estação de telefonia celular.

Em 1980, a Organização Mundial de Saúde reconheceu que o ruído pode perturbar o trabalho, o descanso, o sono e a comunicação nos seres humanos, pode prejudicar a audição e causar ou provocar reações psicológicas, fisiológicas e talvez até patológicas [38].

O ruído contínuo equivalente dos sistemas refrigeradores instalados nas estações rádio base do sistema de telefonia celular não deveria ultrapassar 45 dB [80].

## 2.9 Vibração

As construções modernas com estruturas e paredes de concreto armado, embora mais resistente, transmitem melhor as solicitações e amortecem pior as vibrações. Cada dia mais, as pessoas, em suas casas, sentem ou "ouvem" vibrações, e delas se queixam, referindo-se principalmente ao incômodo noturno e o receio de danos superficiais ou mesmo estruturais às edificações.

Esta situação conduz a uma importância crescente das vibrações mecânicas como um fator de incômodo para as pessoas.

Os efeitos das vibrações podem classificar-se em três grupos:

1. Incômodo para as pessoas;
2. Mau funcionamento de equipamentos sensíveis (em hospitais, laboratórios técnicos e científicos, e até em habitações);
3. Danos nas edificações (em particular nos edifícios e monumentos antigos).

A incômodo para as pessoas pode ainda subdividir-se em quatro graus:

1. Nociva para a saúde, envolvendo geralmente ferramentas vibratórias;
2. Inconveniente ou impeditiva da realização normal de trabalho;
3. Excessiva, eventualmente tolerável em situações transitórias, como por exemplo, durante uma viagem, ou provocada por obras limitadas no tempo;
4. Sensível, no sossego da habitação ou em outros locais de lazer ou repouso [66].

A vibração usualmente está associada às máquinas rotativas, aos propulsores e aos escoamentos. Podemos dar como exemplo, os geradores de energia, compressores de ar, bombas rotativas, sistemas de refrigeração e meios de transporte em geral.

Tais equipamentos, mesmo que munidos de suspensões adequadas, sempre apresentam alguma vibração (mesmo que residual) originada pela operação normal que pode ser amplificada ao longo da vida útil.

## **2.10 Poluição Atmosférica**

Geradores de energia auxiliar podem ser movidos a óleo diesel ou a gás natural, a maioria, no entanto, usa o diesel por ainda não haver disponibilidade de redes de abastecimento de gás natural. A queima de óleo diesel emite fumaça preta, monóxido de carbono, óxido de nitrogênio e dióxido de enxofre. Além da poluição do ar, os geradores provocam poluição sonora e vibração. Para evitar incômodo à população, o órgão ambiental exige a instalação de equipamentos de controle de poluição, enclausuramento do equipamento e uma base de concreto antivibratória.

Essas medidas são importantes para manter a paz, o sossego e a saúde da vizinhança, uma vez que esses poluentes podem ocasionar irritação do sistema respiratório, tosse, sensação de falta de ar, respiração curta, rinofaringites, diminuição da resistência orgânica às infecções, bronquite crônica e enfisema pulmonar [59].

## **2.11 Riscos À Segurança**

### **2.11.1 Descargas Atmosféricas**

As torres, além de produzirem radiação eletromagnética, são susceptíveis a descargas atmosféricas como raios e relâmpagos. Estas descargas devem ser dissipadas da torre para o subsolo, através de uma conveniente malha de aterramento.

Entretanto, se o aterramento não for adequado, os aparelhos eletrônicos na vizinhança das torres poderão ser danificados.

### 2.11.2 Fragilidade Mecânica

Outro problema das torres é a sua fragilidade mecânica, podendo vir a cair, como mostra a figura 21.



**Figura 21** - Torre de telefonia caída em 25/11/2002, no bairro Filadélfia, em Betim, MG.  
**Fonte:** Jornal Estado de MG, n.º 22.249, 27/11/2002, Caderno Gerais.

Em 17 de outubro de 2004, fortes ventos derrubaram duas torres de telecomunicações no Município de Campinas. No Jardim Von Zuben, uma das torres caiu sobre cinco casas. Duas delas tiveram de ser interditadas pela Defesa Civil [44].

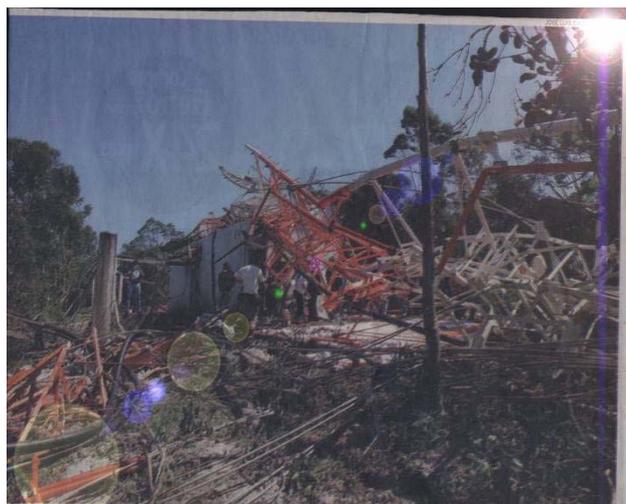


**Figura 22** - Queda de torre em Campinas

Uma torre da Rádio Bandeirantes FM caiu em 23 de agosto deste ano, causando a morte de um técnico que fazia a manutenção do equipamento, ferindo três pessoas e interrompendo a transmissão da rádio. A torre pesava 7 toneladas e media 174 metros - 10 metros a mais que o Edifício Itália, o segundo mais alto de São Paulo, com 46 andares [25].



**Fig. 23** - Torre da Radio Bandeirantes FM  
**Fonte:** Jornal Destak – Ed. 36 Ano 1 – 24/08/2006



**Fig. 24** - Torre da Radio Bandeirantes FM

As construções de torres metálicas auto suportadas para antenas seguem exigências mínimas e padronizadas a serem obedecidas na elaboração de projetos, reforço estrutural, inspeção, montagem e acabamento.

Os principais parâmetros de especificação na construção e montagem de torres metálicas auto suportada são:

- a) Altura total
- b) Cargas previstas para as torres
- c) Fundações
- d) Estrutura
- e) Escada
- f) Esteira vertical e horizontal
- g) Plataformas
- h) Pára-raios
- i) Aterramento
- j) Iluminação de obstáculo
- l) Pintura

Alguns fabricantes e instaladores de torres metálicas auto suportadas para fixação de antenas, seguem normas e padrões editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, Práticas Telebrás e algumas edições internacionais, na elaboração de projeto, da montagem e do acabamento de torres metálica auto suportadas.

<b>NBR 6122</b> .....	Projeto e execução de fundações;
<b>NBR 6323</b> .....	Revestimento de zinco por imersão a quente;
<b>NBR 6123</b> .....	Forças devidas ao vento em edificações;
<b>NBR 8800</b> .....	Cálculo e execução de estrutura de aço;
<b>NBR 6397 a 6400</b> .....	Galvanização a quente;
<b>A.I.S.C</b> .....	American Institute of Steel Construction;
<b>American Society for Testing and Materials A-36 e A-572</b> .....	Perfis e chapas laminadas;
<b>ASTM A-307 e A-325</b> .....	Parafusos de alta resistência;
<b>STM A-123</b> .....	Peças galvanizadas;
<b>Prática Telebrás n ° 240.410.600 de 30/3/93</b> .....	Procedimentos de projeto para torres metálicas auto-suportadas estaiadas e postes metálicos; e
<b>Portaria n° 1141/GMS do Ministério da Aeronáutica, de 8/12/87</b> [4].	

### **2.11.3 Interferência com Tráfego Aéreo**

Técnicos do CONTRU (Departamento de Controle do Uso de Imóveis) afirmaram, durante fiscalização efetuada nas antenas de rádio, televisão e telefonia celular, instaladas nos prédios da Avenida Paulista, que a instalação irregular de antenas em helipontos poderia dificultar o acesso às áreas de resgate aéreo [29].

### **2.12 Prejuízos Patrimoniais**

Desvalorização e rejeição dos imóveis residenciais horizontais no entorno das estações.

### **2.13 Impacto ao Solo**

Em estudo realizado para o reconhecimento geofisionômico detalhado dos escorregamentos nas escarpas das bacias dos rios Mogi e Perequê, Parque Estadual da Serra do Mar, no município de Cubatão (SP), destacou-se a degradação das escarpas da Serra, também do ponto de vista da diversidade e criticidade das feições dos escorregamentos.

As características geofisionômicas induziram a atribuir o predomínio da ação antrópica direta e indireta, como maior agravante da aceleração dos processos erosivos. Dentre as ações antrópicas diretas temos a implantação de torres de comunicação [33].

## 2.14 Percepção de Risco

Um risco é a probabilidade de que uma pessoa sofrerá um dano devido a um fator de risco.

Para os cientistas, a avaliação de risco é um processo organizado usado para descrever e estimar a possibilidade de efeitos adversos à saúde decorrentes da exposição ambiental a um agente.

Para a população em geral não é baseada em informação quantificável, mas em fatores que definem sua percepção de risco. Tais fatores incluem valores sociais e pessoais, bem como experiências anteriores em projetos tecnológicos. Na maioria das vezes, a avaliação de risco é baseada em preconceitos de resultados científicos divulgados que tenham mostrado uma possível associação com um efeito sobre a saúde. Mesmo que a atual evidência científica não indique que os riscos sejam altos, o público permanece preocupado. Outros fatores são: familiaridade com a tecnologia, exposição voluntária ou involuntária, controle ou ausência de controle sobre a situação, efeitos à saúde temíveis ou não, exposição justa ou injusta relativamente aos riscos ambientais, benefícios diretos às pessoas com a implantação da estação.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), diversos fatores influenciam na decisão de uma pessoa em aceitar ou rejeitar um risco. As pessoas podem perceber o risco como tolerável, desprezível, aceitável ou inaceitável, em comparação aos benefícios percebidos. Estas percepções dependem tanto de fatores pessoais como a idade, sexo, cultura e educação, quanto de fatores externos, sobre os quais as pessoas normalmente não têm controle.

Quando se trata de exposição de CEM, o risco não é facilmente quantificável e o grau de exposição está além do controle imediato. Os fatores externos incluem informação científica disponível na mídia, e condição sócio-econômica do indivíduo e da comunidade. Quanto maior o número e fatores que se somam para a percepção pública de “risco”, tanto maior o potencial de preocupação [30].

### 3. REGULAMENTAÇÃO

Algumas normas internacionais já estabeleceram valores máximos admissíveis de radiação eletromagnética [58].

Com a expansão dos serviços de telefonia celular e, conseqüentemente, com o aumento do número de antenas de telefonia celular, os municípios brasileiros começaram a criar novas regras para a instalação de equipamentos transmissores de sinais de radiofrequência.

Além do inequívoco impacto visual negativo sobre a paisagem, patrimônio ambiental e cultural, com a possível transformação das cidades em verdadeiros paliteiros, outro fator que motivou o regramento municipal foi a precaução contra possíveis e eventuais impactos negativos gerados pela radiação não ionizante oriunda destes equipamentos, ao ambiente e à saúde humana [53].

#### 3.1 Padrões e Normas Internacionais

Os principais organismos de padronização reconhecidos internacionalmente basearam a definição de seus parâmetros técnicos para a instalação de estações radio base em resultados dos estudos dos efeitos biológicos das ondas de rádio.

Os padrões de segurança mais difundidos e aceitos mundialmente foram desenvolvidos pelas seguintes entidades:

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

Esses padrões de segurança são expressos em densidade de potência, que é medida em mW/cm<sup>2</sup> (miliwatts por centímetro quadrado) e têm sido desenvolvidos com a finalidade de proteger as pessoas dos riscos associados a exposição excessiva aos campos eletromagnéticos.[78]

Em 1977, foi formado o Comitê Internacional que abordava questões sobre a radiação não ionizante: o “INIRC - International Non-Ionizing Radiation Committee”: Comitê Internacional de Radiação Não Ionizante. Este comitê transformou-se em uma Comissão denominada “ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection”: Comissão Internacional sobre Proteção de Radiação Não Ionizante -, responsável pelos

estudos sobre exposição humana à radiação não ionizante, estabelecendo diretrizes e orientando pesquisas científicas.

Em 1998, a ICNIRP publicou diretrizes para limitar a exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, variáveis no tempo, até 300 GHz. Esta avaliação veio a complementar as diretrizes estipuladas pelo “NRPB – National Radiological Protection Board: Conselho Nacional de Proteção Radiológica”, adotadas, à época, pelo Reino Unido.

As normas internacionais consideraram duas classes de exposição às radiações não ionizantes: Meio Ambiente Controlado (Exposição Ocupacional) e Meio Ambiente Não Controlado (Público em Geral).[40]

As restrições são mais rigorosas para a exposição do público em geral, do que para a população exposta ocupacionalmente, uma vez que esta última compreende adultos que estão geralmente expostos a condições conhecidas e são treinados para estar atentos ao risco potencial e tomar precauções apropriadas. Em contraste, o público em geral consiste de pessoas de todas as idades e estados de saúde e pode incluir grupos ou indivíduos particularmente sensíveis. Em muitos casos, estas pessoas não tem consciência de sua exposição a radiação e, além do mais, não se pode esperar que indivíduos do público em geral tomem precauções para minimizar ou evitar a exposição [78].

A Tabela 3 apresenta os limites máximos da densidade de potência para limitação da exposição do público em geral estabelecidos pelos organismos de padronização citados. Nos locais onde estão instaladas várias antenas radio base, os limites aplicam-se à radiação total por elas emitida.

**Tabela 3** - limites máximos da densidade de potência para exposição do público em geral

<b>Organismo</b>	<b>Densidade de potência (mW/cm<sup>2</sup>)</b>	
	<b>800 – 900 MHz</b>	<b>1800 – 2000 MHz</b>
ANSI/IEEE	0,57	1,20
ICNIRP	0,40	0,90
NCRP	0,57	1,00

Os limites da densidade de potência são mais rígidos para as frequências mais baixas, pois o corpo humano absorve mais radiação na faixa de frequência de 800 a 900 MHz do que na faixa de 1800 a 2000 MHz [78].

A Federal Communications Commission – FCC, agência reguladora do setor de telecomunicações nos Estados Unidos, adotava até 1996 o padrão ANSI/IEEE de 1982 que foi

desenvolvido mais para definir limites de exposição ocupacional do que do público em geral. A partir de 1996, passou a adotar um novo padrão, fortemente baseado no padrão da ANSI/IEEE de 1992.

O Reino Unido que, até meados de 2000, adotava padrão próprio, estabelecido pelo National Radiological Protection Board, passou recentemente a utilizar o padrão da ICNIRP, por recomendação do Grupo Independente de Especialistas em Telefonia Móvel e Saúde, instituído pelo governo britânico para estudar os possíveis efeitos da radiação dos aparelhos celulares e das estações radio base sobre a saúde humana.

As diretrizes do ICNIRP para a exposição do público em geral também foram incorporadas em uma Recomendação do Conselho Europeu de 1999. Tais recomendações foram aprovadas por todos os membros da União Européia [78].

**Tabela 4** – Níveis de referência para exposição do público em geral a campos elétricos e magnéticos variáveis no tempo. (valores eficazes, não perturbados) – ICNIRP

Faixas de frequência	Intensidade de campo E ( V.m <sup>-1</sup> )	Intensidade de campo H ( A.m <sup>-1</sup> )	Campo B ( μT )	Densidade de potência de onda plana equivalente S <sub>eq</sub> ( W.m <sup>-2</sup> )
Até 1 Hz	-	3,2 x 10 <sup>4</sup>	4 x 10 <sup>4</sup>	-
1- 8 Hz	10.000	3,2 x 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	4 x 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	-
8 – 25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	-
0,025 – 0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0,8 – 3 kHz	87	5	6,25	-
3 – 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 – 1 MHz	87/f <sup>1/2</sup>	0,73/f	0,92/f	-
1 – 10 MHz	28	0,73/f	0,92/f	-
10 – 400 MHz	1,375 f <sup>1/2</sup>	0,073	0,092/f	2
400 – 2.000 MHz	61	0,0037 f <sup>1/2</sup>	0,0046 f <sup>1/2</sup>	f/200
2 – 300 GHz		0,16	0,20	10

**Fonte:** Diretrizes para Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos Variáveis no Tempo (até 300 GHz)” – ANATEL , 1999

Já os governos da Suíça e da Itália adotaram padronizações próprias. O Conselho Federal de Comunicações da Suíça editou em 1999 o Regulamento para Proteção contra Radiação Não Ionizante. Para a comunicação móvel, os limites de exposição são muito menores que os estabelecidos pelos organismos de padronização (0,0042 mW/cm<sup>2</sup> para 900

MHz e  $0,0095 \text{ mW/cm}^2$  para 1800 MHz). O governo italiano estabeleceu, por meio de decreto, as normas de determinação dos limites máximos de exposição a radiofrequência compatíveis com a saúde humana. O padrão de segurança na faixa de operação dos celulares é de  $0,1 \text{ mW/cm}^2$ . Para situações nas quais a exposição exceda quatro horas por dia, o limite é reduzido para  $0,01 \text{ mW/cm}^2$ . As administrações locais italianas possuem competência para reduzir ainda mais esses limites, adotando limites 4 vezes mais baixos ( $0,0025 \text{ mW/cm}^2$ ).

O primeiro padrão adotado pelo governo australiano data de 1990. Definido pela Standards Association of Australia, a padronização limitava a exposição nas frequências utilizadas pelo serviço móvel celular a  $0,2 \text{ mW/cm}^2$ , algumas vezes menor que os padrões da ICNIRP e do ANSI/IEEE e NCRP. Em 1988, esse padrão foi revisado e adotado interinamente. O padrão era muito semelhante ao da ICNIRP e também passou a ser utilizado pela Nova Zelândia. Como ele nunca foi realmente aprovado, a ACA – Australian Communications Authority adota padrão próprio muito semelhante ao anterior que está sendo utilizado desde 1999. De acordo como que estabelece a Lei de Telecomunicações, que entrou em vigência em julho de 1998, a localização das estações radio base na Austrália está sujeita à legislação dos estados e territórios. A Nova Zelândia estabeleceu, também em 1999, uma padronização independente que se alinha totalmente com a da ICNIRP.

O governo canadense adota desde 1993 uma padronização de segurança que limita a exposição a campos de radiofrequência na faixa de 10 KHz a 300 GHz. Nas frequências de operação das estações radio base, os padrões canadenses são idênticos aos da ANSI/IEEE, também adotados pela FCC americana [78].

### **3.2 Legislação no Brasil**

A instalação e operação de estações do serviço de telecomunicações móvel terrestre no Brasil, além de ser disciplinada por regulamentos específicos, são regidas pela Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997 – Lei Geral de Telecomunicações – LGT.

Os aspectos civis da instalação da estação de telecomunicações, com as correspondentes edificações, torres e antenas, bem como a instalação de linhas físicas em logradouros públicos, dependem da legislação local referente à urbanização e obras.

Os Municípios detêm competência constitucional para legislar sobre assuntos de interesse local, para promover o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano e para promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local.

O Estatuto da Cidade, lei federal 10.257 (10/07/2001), estabelece parâmetros e diretrizes da política urbana no Brasil e também pode ser utilizado para ajudar no planejamento dos municípios através da elaboração de seus Planos Diretores. Essas normas de ordem pública são de interesse social e regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Para estimular a otimização de recursos, a redução de custos operacionais, além de outros benefícios aos usuários dos serviços prestados, atendendo a regulamentação específica do setor de telecomunicações, a ANATEL aprovou, por meio da Resolução nº 274, de 5 de setembro de 2001, o Regulamento de Compartilhamento de Infra-Estrutura entre Prestadoras de Serviço de Telecomunicações.

No que se refere à exposição da população a campos eletromagnéticos associados à operação das estações de radiocomunicações, bem como à utilização dos equipamentos terminais portáteis, a ANATEL aprovou, por meio da Resolução nº 303, de 02 de julho de 2002, o Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz.

A mencionada regulamentação tem como base as diretrizes da Comissão Internacional para Proteção contra Radiações Não Ionizantes – ICNIRP, que constam da publicação “Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics Vol. 74, Nº 4, pp 494-522, 1998” [2].

O referido regulamento, além de adotar diretamente os limites de exposição da ICNIRP, estabeleceu que os responsáveis pela operação de estações transmissoras de radiocomunicação já licenciadas deveriam, no prazo de dois anos, que se extinguiu em julho de 2004, efetuar a avaliação de suas estações e providenciar a elaboração de relatório de conformidade a ser encaminhado à ANATEL. Para obter o licenciamento de novas estações, os interessados também devem apresentar relatório de conformidade e declaração de profissional habilitado de que seu funcionamento não submeterá trabalhadores e a população em geral a campos de radiofrequência acima dos limites estabelecidos pelo regulamento.

No caso de inobservância do estabelecido no regulamento, é prevista a aplicação de penalidades, nos termos do art. 173 da Lei nº 9.472, de 1997, a serem definidas em regulamentação específica que, de acordo com pesquisa no sítio da ANATEL, nunca foi editada. Dessa forma, não está prevista punição para as prestadoras que não cumprirem o disposto na referida norma. Nas disposições finais está previsto apenas que, caso seja comprovado o não atendimento ao disposto no regulamento, a ANATEL poderá determinar medidas provisórias ou mesmo a interrupção do funcionamento da estação transmissora de

radiocomunicação, para garantir a segurança dos trabalhadores e da população em geral. O mesmo capítulo estabelece que a ANATEL poderá, por iniciativa própria ou por solicitação de partes interessadas, realizar medições para comprovar o atendimento dos limites de exposição estabelecidos.

Além disso, a Lei Geral de Telecomunicações determina em seu art. 74 que “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.” Para estimular a otimização dos recursos e a redução de custos operacionais, a ANATEL editou a Resolução nº 274, de 2001, que regula o compartilhamento dessa infra-estrutura entre as prestadoras de serviços de telecomunicações. [40]

No Brasil, não existe uma legislação ambiental e de saúde a nível federal sobre o tema, por isso vários municípios decidiram criar seus próprios limites para exposição à radiação eletromagnética.

Temos, atualmente, Normas Regulamentadoras (NR), aprovadas pela Portaria n.º 3214/78, de 8 de Junho de 1978, do Ministério do Trabalho, que dispõe sobre a Segurança e Medicina do Trabalho. A NR-15 dispõe sobre as Atividades e Operações Insalubres, sendo o Anexo 7 referente às Radiações Não Ionizantes, e a NR - 9 sobre o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. A NR-15 não estipula limites de tolerância para exposição ocupacional às radiações não ionizantes. A NR-9 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, de um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, PPRA.

Na ausência de limites de tolerância na NR-15, para efeitos de adoção de medidas de controle dos riscos ambientais, deverão ser utilizados os valores de limites de exposição ocupacional adotados pela “ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists”: Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos em seu item 9.3.5.1.c.

O Decreto Federal 3.048, de 6 de maio 1999, que aprova o Regulamento da Previdência Social e dá outras providências, em seu Anexo II – Neoplasias (Tumores) Relacionados com o Trabalho (Grupo II da Cid-10), cataloga:

“Doenças

( )

XI – Leucemias (C21-C95)

1- Benzeno

2- Radiações ionizantes

3- Óxido de etileno

4- Agentes antineoplásicos

5- Campos eletromagnéticos

6- Agrotóxicos clorados (Clordane e Heptaclor)” [32]

Ainda no âmbito do Poder Executivo federal, cumpre referir a criação em 2003, no âmbito do Ministério da Saúde, de Grupo de Trabalho para estudar os impactos de longo prazo das radiações não ionizantes. As principais conclusões e recomendações do referido grupo foram as seguintes: instituição de uma Comissão Nacional de Bioeletromagnetismo; definição de limites máximos de exposição por autoridade federal; fomento à pesquisa epidemiológica e a estudos correlatos, publicação periódica de informações para conhecimento da sociedade e a realização de seminário internacional em 2005. A Comissão Nacional de Bioeletromagnetismo foi criada, por meio de Decreto de 24 de agosto de 2005.[40]

O primeiro Estado a regular essa matéria foi São Paulo, por meio da Lei nº 10.995, de 2001, que estabelece recuos em relação à divisa de imóveis, prevê medição radiométrica quando for construído novo imóvel em área na qual se localiza uma antena; atribui a fiscalização à Secretaria de Saúde, entre outras medidas.

O Ministério Público, com base no inciso III do art. 128 da Constituição Federal, que define suas funções institucionais, também tem atuado no sentido de restringir a instalação de novas estações radio base (ERB) em várias cidades ou de promover sua desinstalação, sob a alegação de que podem existir riscos potenciais à saúde das populações [40].

Campinas foi a primeira cidade brasileira a fixar o limite de  $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  (cem micro watts por centímetro quadrado), em qualquer local de possível ocupação humana, valor quatro vezes mais restritivo do que sugerido pela ICNIRP, através da Lei 9.891, de 26 de outubro de 1998.

O Decreto Municipal 12.153, de novembro de 1998, da cidade de Porto Alegre, foi o primeiro a sistematizar a regulação de padrões urbanísticos, sanitários e ambientais para a instalação de ERB, Microcélulas de Telefonia Celular e equipamentos afins. Fixou o limite

máximo em densidade de potência, nos locais públicos (média em qualquer período de trinta minutos) em  $580 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  (micro watts por centímetro quadrado), para as frequências tipicamente utilizadas em ERB's (na faixa de 869 a 890 MHz). [32]

Em 19 de novembro de 1998, o prefeito de Ubatuba sancionou a Lei nº 1.766, que dispõe sobre a instalação de antenas transmissoras de rádio, televisão, telefonia celular, telecomunicações em geral, e de outras radiações eletromagnéticas, naquele município, fixando o limite de  $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  (cem micro watts por centímetro quadrado), em qualquer local passível de ocupação humana.

Em Belo Horizonte, a Secretaria Municipal de Coordenação da Política Urbana e Ambiental, preocupada com o controle urbanístico e ambiental na capital, através do COMAM - Conselho Municipal Ambiental -, estabeleceu normas específicas para o licenciamento ambiental das antenas de telecomunicações, com estrutura em torre ou similar, através da Deliberação Normativa nº 035/01. Outras Deliberações Normativas foram estabelecidas por esse Conselho, referentes ao assunto, a saber: Deliberações Normativas nºs 36 e 37.

Através da Lei nº 8.201, de 17 de julho de 2001, o governo municipal de Belo Horizonte alterou a Lei nº 7.277/97, estabelecendo normas para a instalação de antenas de telecomunicações, e adotando as recomendações técnicas publicadas pela Comissão Internacional para Proteção Contra Radiações Não Ionizantes – ICNIRP, ou outra que vier a substituí-la, em conformidade com as orientações da Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL. O Decreto nº 10.889, de 30 de novembro de 2001, dispõe sobre a regulamentação do procedimento para licenciamento de antenas de telecomunicações, previsto na Lei nº 8.201, de 17 julho de 2001 e dá outras providências.

No Rio de Janeiro, o Decreto nº 19.260, de 8 de dezembro de 2000, dispõe sobre a autorização para instalação, a título precário, de torres, postes e mastros, e de estações de radiocomunicação dos serviços de telecomunicações.

A cidade de Curitiba, através da portaria N.º 18/2000, dispõe sobre os parâmetros de ocupação do solo e sistematização para licenciamento de instalação de Estação Radio Base (ERB), Microcélulas de Telefonia Celular e equipamentos afins.

A Prefeitura Municipal de Governador Valadares, no Estado de Minas Gerais, através da Lei n.o 4.978, de 30 de Abril de 2002, dispõe sobre a localização e operação de Antenas Transmissoras de Rádio, Televisão, Telefonia Celular, Telecomunicações em geral, e outras Antenas Transmissoras de Radiação Eletromagnética e dá outras providências. A Lei de n.o

5.055, de 19 de setembro de 2002, dispõe sobre alteração na Lei n.º 4.978, de 30 de abril de 2002.[40]

Chapecó estabeleceu limites de densidade de potência para instalação de antena transmissora; controle pelo Departamento de Vigilância Sanitária; distância mínima em relação a imóveis confinantes; prazo para adequação de antenas já instaladas; exigências para instalação e início de operação de antenas; exigência de alvará sanitário para entrada em operação de antenas; penalidades; e responsabilidade dos proprietários dos equipamentos por danos ambientais e sanitários.

Juiz de Fora estabeleceu limites de densidade de potência; vedação da instalação de antenas em determinados locais; distância mínima de instalação em relação a clínicas, centros de saúde e hospitais.

São Paulo regulamentou a comprovação de atendimento dos limites estabelecidos pela Resolução da ANATEL por meio de laudo técnico; proibição de instalação em: presídios, cadeias e FEBEM, hospitais e postos de saúde; escolas, asilos e casas de repouso; postos de combustíveis; distância mínima entre antenas de cem metros; estabelecimento de recuos; montagem de sistema de informação sobre localização e funcionamento de ERBs; fiscalização pelas Subprefeituras [40].

O Brasil é signatário de diversos tratados, acordos e protocolos internacionais. Isso reflete diretamente no Direito Material (leis e doutrinas), ao passo que são muitas as referências a estes em nossas legislações, como, por exemplo, o princípio da precaução.

O Princípio 15 - Princípio da Precaução - da Declaração do Rio/92 sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, foi proposto na Conferência no Rio de Janeiro, em junho de 1992, Diz o Princípio 15:

“De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental” [10].

Para o direito ambiental, o princípio da precaução significa que os Estados devem tomar medidas para prevenir a degradação ambiental, mesmo na ausência de certeza científica absoluta quanto aos efeitos nefastos das atividades projetadas sobre o meio ambiente.

Apesar de sua consagração em diversos tratados internacionais e regulamentações nacionais muitos autores lançam dúvidas sobre seu caráter normativo no âmbito do direito ambiental, preferindo reconhecê-lo o estatuto de objetivo de caráter geral.

No caso do Brasil, a questão da aplicação do princípio da precaução é paulatinamente afirmada pela ordem interna, orientada pelo art. 225 da Constituição Federal e outras normas, como a Lei n. 6.938/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, a Lei n. 7.437/85, que cuida da Ação Civil Pública, e a Lei n. 9.605/98, que zela pela Proteção Penal.

Daí decorre uma possível interrogação sobre a responsabilidade penal e civil dos infratores das normas de proteção ao meio ambiente, tanto de governados como de governantes.

O Poder Judiciário brasileiro já foi provocado a manifestar-se sobre o princípio da precaução. No entanto, nas decisões judiciais, é patente a confusão entre os princípios jurídicos da prevenção e da precaução [31], justamente por não termos ainda um entendimento pacífico sobre o assunto em questão. O princípio da prevenção traz consigo a idéia de prevenir uma degradação ambiental a partir de normas, vigilância, fiscalização e medidas corretivas para os casos de riscos conhecidos. Nem sempre se consegue evitá-los.

Já o conceito do princípio da precaução é mais amplo e mais restritivo, antecipa o dano, pois determina que a possível ação degradante nem seja iniciada se existir alguma incerteza científica sobre sua segurança ou alguma ameaça potencial de risco para os ecossistemas e para a saúde humana.

#### 4. A COMPETÊNCIA MUNICIPAL

Dispõe a Constituição Federal no seu artigo 30, que compete aos municípios, dentre outras atribuições: legislar sobre assuntos de interesse local; suplementar a legislação federal e estadual no que couber; promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano; promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local, observada a legislação e a ação fiscalizadora federal e estadual. Além destas atribuições, o Município também tem, em comum com a União e com os Estados, a competência de: conservar o patrimônio público; proteger os bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos; proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas.

Foi com o caráter essencialmente de proteção ambiental e de controle do uso e ocupação do solo que surgiram as regras locais disciplinando a instalação das ERBs. Outro aspecto muito presente na legislação municipal sobre o tema, como em Pelotas e Porto Alegre, por exemplo, foi a preservação dos bens públicos, especialmente dos bens de uso comum, como praças e vias. As normas de Porto Alegre e de Pelotas também exigem a apresentação de Estudo de Viabilidade Urbanística, documento que se assemelha ao Estudo de Impacto de Vizinhança previsto pelo Estatuto das Cidades, onde deve ser apresentado estudo radiométrico e de impacto visual.

As empresas prestadoras do serviço de telefonia celular começaram a questionar as normas municipais, alegando que estas não respeitariam a competência federal para regulamentar as telecomunicações [53].

No entanto, a própria Lei Geral de Telecomunicações em seu artigo 74 diz que:

*“A concessão, permissão ou autorização de serviço de telecomunicações não isenta a prestadora do atendimento das 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” [15].*

Também o regulamento do Serviço Móvel Celular, editado anteriormente à referida lei também já estabelecia, em seu art. 28, parágrafo único, que:

*“A instalação desses equipamentos, com a correspondente edificação, torres, antenas, bem como a instalação de linhas físicas em logradouros públicos ficará condicionada ao cumprimento pela concessionária das posturas municipais e de outras exigências legais pertinentes a cada local.” [14].*

A Lei Federal nº 6938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu art 6º, § 2º, estabelece que os Municípios, observadas as normas federais e estaduais, também poderão elaborar normas supletivas e complementares e padrões relacionados com o meio ambiente [16]. Já a Resolução CONAMA, n.º 237/97, que regulamenta o licenciamento ambiental, dispõe no art. 2º, § 2º, que compete ao órgão ambiental competente, incluindo-se aí o órgão ambiental municipal, definir os critérios de exigibilidade, o detalhamento e a complementação do Anexo I desta Resolução, levando em consideração as especificidades, os riscos ambientais, o porte e outras características do empreendimento ou atividade [26].

Para se ter uma idéia do nível de radiação presente nas imediações das antenas radio base, é necessário saber que, a exemplo do que ocorre com outras antenas transmissoras usadas em telecomunicações, a energia das estações radio base é irradiada num feixe relativamente estreito em direção ao horizonte. Quando nos afastamos da antena, a densidade de potência decresce proporcionalmente ao quadrado da distância, fazendo com que o nível de exposição nas imediações da antena seja muito menor do que o nível de exposição junto dela .

Daí conclui-se que, tanto o impacto visual, como os produzidos pela radiação estão concentrados no âmbito municipal, logo se trata de típica atividade de impacto local, motivo pelo qual não estava prevista no anexo I da Resolução 237/97 do CONAMA. Quando os municípios legislam sobre a instalação das ERBs, determinando o licenciamento ambiental, nada mais estão fazendo do que suplementando o anexo da Resolução 237/97 do CONAMA [53].

Em nível estadual, também não existe impedimento a que se discipline a instalação de antenas radio base. Ao contrário, cabe ao órgão ambiental estadual exigir licença ambiental para a instalação dessas antenas com base no que estabelece o art. 10 da Lei nº 6938, de 1981 [78].

## 5. LEGISLAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

No município de São Paulo o Decreto Municipal nº 39.603, de 10 de julho de 2000, dispunha sobre a implantação de antenas, torres e equipamentos de telecomunicações, e considerava os aspectos administrativos, urbanísticos e de segurança, sem considerar, entretanto, os aspectos ambientais.

A Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), atendendo a preocupação da sociedade e visando o aprimoramento do processo de licenciamento, contemplando além dos aspectos urbanísticos, os ambientais, deliberou na 45ª Reunião Plenária Ordinária realizada em 3 de agosto de 2001, no Conselho Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CADES) a criação da “Comissão Especial de Estudo sobre Radiações Não Ionizantes e seu Controle em Antenas de Telecomunicações”. Foi oficialmente divulgada a sua Constituição no Diário Oficial Municipal do dia 7 de setembro de 2001 pela Resolução 60/Cades/2001, de 29/08/01, onde foi referendada a criação da Comissão.

Foi estabelecido como objetivo da Comissão, elaborar proposta de normatização das atividades que constituíssem fontes geradoras de campos eletromagnéticos no universo das antenas de telecomunicações, através de um projeto de lei que seria enviado pelo executivo, ou contribuir com os que já estavam tramitando na Câmara de Vereadores: PL nº 966/97, PL nº 222/00, PL nº 432/01. A proposta inicial de abancar as matizes de antenas de telecomunicações como fontes geradoras de radiações eletromagnéticas ficou limitada a antenas de ERB's para telefonia celular.

Em 7 de dezembro de 2001 a Resolução nº 67/CADES/2001, aprovou o Relatório Final da Comissão Especial de Estudo sobre Radiações Não Ionizantes e seu Controle em Antenas de Telecomunicações, cujo teor incluiu a minuta de proposta de Projeto de Lei que dispunha sobre a instalação de Estações Radio Base (ERB) de telefonia celular [74].

Contrariamente a minuta apresentada, em 2003 a Prefeitura do Município de São Paulo enviou um projeto de lei à Câmara Municipal permitindo a instalação de antenas de telefonia celular em hospitais e em escolas, contrariando recomendações do Ministério da Saúde e da Organização Mundial da Saúde (OMS). Segundo o médico epidemiologista Guilherme Franco Netto, à época, coordenador-geral de vigilância ambiental do ministério e representante brasileiro na pesquisa que a OMS realiza sobre a questão, não havia provas do efeito da radiação destas antenas na saúde humana, mas existia uma grande preocupação, a ponto de a OMS recomendar adotar o princípio da prevenção, a fim de se reduzir ao máximo a exposição humana às radiofrequências [47].

Em 2003 foi constituída e instalada a Comissão Parlamentar de Inquérito, intitulada CPI das Antenas, com a finalidade de apurar irregularidades na instalação e uso de antenas de qualquer natureza e quaisquer instalações assemelhadas, relacionadas às áreas de comunicação e telecomunicação na Municipalidade de São Paulo.

Durante o processo investigatório, o plenário da Comissão Parlamentar de Inquérito solicitou todos os processos administrativos que ensejaram a instalação de torres e antenas. Solicitou, ainda, a oitiva dos depoimentos e declarações de pessoas que, em razão de suas funções, atribuições e vínculos com a Administração Pública, bem como com as empresas prestadoras de serviços de telecomunicações, poderiam prestar esclarecimentos a CPI quanto ao seu objeto, colaborando com informações de interesse da investigação.

Também foi solicitado o envio de Ofício ao Ministério Público para que este designasse um promotor de justiça para acompanhar os trabalhos.

Por fim foram realizadas, por amostragem e a partir de sugestões dos vereadores, visitas e verificações, in loco, das condições de algumas torres e antenas instaladas em áreas públicas e privadas.

Segundo a ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações existiam naquele momento, 4.000 autorizações para funcionamento de Estações de Rádio Base na capital. Destas, apenas 1662 possuíam pedidos de diretrizes, sendo que 586 estavam indeferidas. Cerca de 580 sites eram desconhecidos pela Secretaria Municipal de Planejamento, ou seja, operava em completa clandestinidade. Havia Estações de Rádio Base instaladas em áreas públicas, a exemplo do Estádio Municipal Paulo Machado de Carvalho, Palácio das Indústrias, Hospital do Servidor Público Municipal, Pronto Socorro da Lapa, Autódromo José Carlos Pace (Interlagos), em próprios municipais como a esquina da Alameda Glete e Avenida São João, e na Escola Municipal de Ensino Fundamental José Alcântara Machado Filho. Em todos os casos de sites instalados em áreas públicas, a Comissão verificou ausência de ponto próprio de registro de consumo de energia. Havia reforçadores de sinais em funcionamento nos túneis viários da cidade, a exemplo do Túnel Airton Senna, Nove de Julho, Tribunal de Justiça, Sebastião Camargo, Viário da Rebouças entre outros. Notava-se a ausência de processo legal na instalação destes equipamentos, tal como licitação para uso do bem público, assim como ausência de contrapartidas pela operadora.

Nas áreas privadas também foram diagnosticadas diversas irregularidades, seja na desobediência de recuos exigidos nas normas e posturas do município de São Paulo, seja na completa falta de processo de autorização dos órgãos municipais responsáveis, seja nas sucessivas tentativas de aprovação de ERB's já instaladas pelas operadoras, junto aos órgãos

municipais, promovendo assim, além do completo descontrole da gestão destes equipamentos pela administração pública, a evasão de divisas de tributos pelos funcionamentos destes bens de serviços.

Foi também objeto de análise desta Comissão a investigação do não cumprimento da Lei Estadual 10.995/03 de autoria do Deputado Salvador Kuryeh, objeto de parecer da Procuradoria Geral do Município. A Comissão também analisou junto ao IV Comando Aéreo da Aeronáutica, os riscos das ERB's para a aviação civil e militar, face a existência de ERB's sem sinalização de obstáculo, colocando em risco o bom funcionamento do aeródromo da cidade de São Paulo. Houve ainda as preocupações relativas aos quesitos relacionados à Saúde Pública, ouvindo considerações de renomadas autoridades do setor, sobre os padrões de emissão de ondas eletromagnéticas estabelecidas muito acima dos limites impostos em outras capitais brasileiras como Porto Alegre e Campinas [19].

Em 16 de janeiro de 2004 o Município de São Paulo publicou a Lei 13.756, que dispõe sobre a instalação e o funcionamento, no Município de São Paulo, de postes, torres, antenas, contêineres e demais equipamentos que compõem as Estações Rádio-Base, destinadas à operação de serviços de telecomunicações. Para os efeitos desta lei, considerou-se Estação Rádio-Base – ERB, o conjunto de instalações que comporta equipamentos de radiofrequência, destinado à transmissão de sinais de telecomunicações para cobertura de determinada área. Esta lei foi regulamentada pelo Decreto 44.944/04. Consta, ainda, do controle destes equipamentos, pelo Município, o Decreto 46.067 de 2005 que dispõe sobre os pedidos de regularização e prazos e a Portaria 68/SVMA/2005, que estabelece procedimentos para entrega de Laudos Radiométricos.

O limite máximo de emissão de radiação eletromagnética, permitido pela legislação municipal de São Paulo, considerada a soma das emissões de radiação de todos os sistemas transmissores em funcionamento em qualquer localidade do Município, será aquele estabelecido em legislação federal (atualmente Resolução 303/2002 da ANATEL) para exposição humana [63].



- P1 – Av. Paulista com Rua Augusta
- P2 - Av. Paulista com Teixeira da Silva
- P3 – Av. Paulista com Brigadeiro Luis Antonio
- P4 – Início da Av. Paulista
- P5 – Praça Oswaldo Cruz
- P6 – Primeira quadra afastando-se da Av. Paulista
- P7 – Segunda quadra afastando-se da Av. Paulista
- P8 – Terceira quadra afastando-se da Av. Paulista [62].

Na cidade de São Paulo deverão ser instaladas cerca de 15 estações de TV digital. Esses sinais vão se somar aos das TV's analógicas em operação (por quanto tempo não se sabe exatamente). Deve-se incluir também, os sinais das estações de rádio AM e FM já existentes.

A cidade, por suas características particulares de relevo, induziu a maioria das emissoras de televisão a migrar as antenas de transmissão do Pico do Jaraguá para a Av. Paulista. O resultado é um alto nível de poluição eletromagnética na região.

Uma forma alternativa de garantir cobertura adequada para a cidade de São Paulo, com níveis de potência moderados, e com baixa exposição do público à radiação, seria a construção de uma torre de uso comunitário de grande altitude (300 a 500m) com múltiplas antenas de transmissão. Como exemplo de torres de televisão de grande altitude pode-se citar as cidades de Toronto, Seattle, Moscou, etc. Na cidade de Nova Iorque, o edifício Empire States, devido à sua grande altitude, é uma base natural para antenas de televisão.

Antenas de transmissão de grande altura, com baixo fator de irradiação em direção às regiões circunvizinhas, e níveis moderados de potência, poderiam reduzir dramaticamente o campo eletromagnético na região da Av. Paulista, garantindo, ao mesmo tempo, uma cobertura adequada de toda a cidade de São Paulo. Este tipo de solução poderia ser aplicado a muitas outras cidades e capitais do país [22].

## **6.1 Valores Medidos Próximos a Sistemas de TV e Rádio da Região da Avenida Paulista**

Medições realizadas por Gláucio Santos na Região da Avenida Paulista, apresentadas em sua dissertação de mestrado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 2002, demonstraram resultados expressivos em termos de intensidade de campo elétrico.

**Tabela 5** - Medição através de medidor isotrópico - 2m do solo – Sistema de TV e Rádio

Local	Valor medido [V/m]	Densidade de Potência [mW/cm <sup>2</sup> ]
Av. Paulista com Rua Augusta	19	0,0957
Av. Paulista com Teixeira da Silva	15	0,0596
Av. Paulista com Brigadeiro Luis Antonio	11	0,0320
Estação Paraíso do Metrô	15	0,0596
Praça Oswaldo Cruz	10	0,0265
Primeira quadra afastada da Av. Paulista	4	0,0042
Segunda quadra afastada da Av. Paulista	2	0,0011
Terceira quadra afastada da Av. Paulista	1	0,0003
Valor médio ao longo da Av. Paulista	7	0,0129

O espectro eletromagnético resultante nesta região é formado por diversos tipos de fontes de IEM, com predominância dos serviços de rádio e televisão, e pelas condições adversas, tais como as reflexões em edifícios. Com a variação da altura do ponto de medição, os valores podem variar consideravelmente [62].

O Quadro abaixo mostra alguns valores de campo elétrico de radiodifusão e ERBs, medidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética (ABRICEM) e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Esses valores são inferiores aos valores limites recomendados pela OMS, de 28 V/m para FM e TV, 40 V/m para telefonia celular em 870 MHz e 56 V/m para GSM em 1800 MHz [60].

Fonte, local e data	Faixa de frequência	Valor do campo Elétrico (V/m)	Densidade de Potência (mW/cm <sup>2</sup> )
Cetesb, Av. Paulista, 1986	FM e TV	8,7	0,0200
Abricem, Av Paulista, 2001	FM e TV	18,9	0,0947
Abricem, Av Paulista, 2001	Celular 870 MHz	0,1	$2,6525 \times 10^{-6}$
IPT, Cidade Universitária, 2000	Celular 870 MHz	0,67	$1,1907 \times 10^{-4}$
IPT, Rua Pamplona, 2002	FM e TV	3,1	0,0025
IPT, Rua Pamplona, 2002	Celular 870 MHz	0,52	$7,1724 \times 10^{-5}$

**Tabela 6** – Quadro de Valores medidos de campo elétrico de radiodifusão e ERBs.

**Fonte:** Geo Cidade de São Paulo – Panorama do Meio Ambiente Urbano – PMS/PNUMA

## 7. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada consistiu no levantamento de estudos de campo eletromagnético, radiações eletromagnéticas e suas influências na saúde humana, impactos diversos ao meio ambiente, dados de medições realizadas, dados estatísticos de órgãos governamentais, noticiário jornalístico e artigos publicados na Internet, bem como, entrevistas com o público na região da Av. Paulista.

A metodologia adotada para medição, no trabalho de Gláucio Santos “*Considerações do Ambiente Eletromagnético Urbano na Análise de Interferências em Veículos Automotores*”, cujos dados foram os utilizados nesta monografia, foi definida com base em experiências práticas e em normas internacionais e foi empregada para diversos pontos de medição, considerando as fontes dos campos eletromagnéticos possíveis e as características prováveis dos sinais a serem medidos no meio ambiente.

As medições efetuadas, cerca de 1.500, representam um conjunto significativo para análise dos resultados encontrados.

Para as medições na Avenida Paulista, realizadas em pontos específicos e pré-definidos, na faixa de frequências de 10 kHz até 23 GHz (TV e Rádio), utilizou-se o analisador de espectro após a pesquisa prévia com o medidor isotrópico.

Devido à alta concentração de estabelecimentos comerciais, de serviços, hospitais e edifícios residenciais nesta região, uma pesquisa mais detalhada foi conduzida nas ruas e quadras próximas às antenas transmissoras. Assim, pode-se verificar a redução da intensidade dos sinais em relação à distância e aos efeitos das “barreiras” causadas pelos edifícios.

Por motivo de praticidade no transporte dos equipamentos, algumas medições foram realizadas sem um computador ligado ao analisador de espectro que executaria automaticamente o cálculo do campo elétrico em dB $\mu$ V/m, considerando os fatores de correção das antenas. Assim, no caso de necessidade de valores mais precisos, deverá ser adicionado para o cálculo do campo elétrico os fatores de correção das antenas, de perda do cabo e as constantes dos atenuadores externos. Estes dados podem ser fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos. No caso específico desta monografia estes dados se tornam irrelevantes, considerando que os valores teriam uma alteração pouco significativa.

Em todos os locais verificou-se o ponto com maior intensidade de campo, através de um medidor isotrópico portátil para campos elétricos e magnéticos, nas faixas de 15 Hz até 30 kHz, 100 kHz até 3 GHz e 10 MHz até 18 GHz. Este equipamento calcula o valor médio para cada faixa de frequências através de um processo de integração.

O aparelho foi mantido à altura aproximada de 2 m acima do chão, evitando-se, na medida do possível, aproximá-lo de objetos que pudessem influenciar na medição. Da mesma forma, as antenas receptoras foram posicionadas a 2 m do chão.

Finalmente, no ponto de maior intensidade de campo foram efetuadas medições com um analisador de espectro a fim de investigar a contribuição individual dos sinais no domínio da frequência. Ressalta-se que a mesma instrumentação foi utilizada durante toda as medições, eliminando possíveis variações entre medidas [62].

A instrumentação básica utilizada nas medidas apresentadas é descrita na tabela abaixo.

**Tabela 7.** Instrumentação utilizada nas medições da referência [62]

<b>Instrumento:</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Fabricante:</b>
Medidor isotrópico Campo elétrico	Faixa de 100kHz até 3GHz Modelo: E-Field Probe Type 8	Wandel Gottermann
Medidor isotrópico Campo elétrico	Faixa de 10MHz até 18GHz Modelo: EMR-300	Wandel Gottermann
Sensor isotrópico Campo elétrico e magnético	Faixa de 5Hz até 30kHz Modelo: EFA-3	Wandel Gottermann
Analisador de espectro	Faixa de 100Hz até 23.6GHz Modelo: HP8566B	Hewlet-Packard
Antena H-Field Loop	Faixa de 30 Hz até 50 kHz	EATON
Antena Monopolo	Faixa de 10kHz até 30MHz Modelo: Active rod	EATON
Antena Bicônica	Faixa de 30 MHz até 200MHz Modelo: 94455-1	EATON
Antena Log-espiral	Faixa de 200MHz até 1GHz Modelo: 93490-1	EATON
Antena Doublé Ridge Guide	Faixa de 1GHz até 18GHz Modelo: 96001	EATON

Para complementar nosso estudo de caso, essencialmente bibliográfico, elaboramos um formulário\* e entrevistamos 32 (trinta e duas) pessoas durante dois dias nas ruas da região da Avenida Paulista, em São Paulo.

Para identificar a percepção de risco que as pessoas possuíam a respeito do assunto, optamos por aplicar uma pesquisa qualitativa, na qual o número de entrevistados não é o aspecto fundamental, mas sim a qualidade das informações recebidas que nos possibilitam entender o problema em suas diversas dimensões.

---

**\* O formulário padrão utilizado para a entrevista pode ser consultado em detalhes no Anexo A desse trabalho.**

## 8. CONCLUSÃO

A humanidade está diante de uma encruzilhada. A opção poderá ser primária e suicida, ou sábia e sustentável. No primeiro caso terá optado pela manutenção do *statu quo*. É a situação em que as empresas e os indivíduos aceitam que a sustentabilidade é importante, mas não a consideram condição *sine qua non* para fazerem suas escolhas políticas, econômicas e de vida. O crescimento econômico continua a ser tratado como a prioridade e seus benefícios imediatos são entendidos como suficientes.

A segunda opção é a mudança da ênfase no desempenho econômico para uma nova prioridade: o equilíbrio entre as dimensões econômica, ambiental e social e o exercício da responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e sociedade civil organizada. É um cenário feito de transparência, com disponibilidade de informações sobre as atividades.

Embora não fosse o eixo principal do trabalho, pudemos apresentar brevemente que a relação entre qualidade de vida, meio ambiente e percepção de risco de novas tecnologias é bastante recente em nossa sociedade.

Um fator interessante ao qual chamamos atenção no início dessa discussão sobre risco, foi o cenário que identificamos aos questionarmos pessoas nas ruas da região da Avenida Paulista, em São Paulo.

Quando entrevistamos pessoas dos mais variados níveis econômicos e graus de instrução chegamos a uma constatação em meio ao turbilhão de incertezas da modernidade: a grande maioria dos indivíduos aceita conviver com incertezas (riscos) pela idéia de que tais tecnologias ou determinados produtos estão a nossa disposição para melhorar nossa qualidade de vida.

O resultado qualitativo das entrevistas não nos trouxe nenhuma surpresa a respeito da percepção de risco e nem da aceitabilidade das pessoas frente à convivência com tecnologias e produtos que ainda não conhecemos ao certo quais são os impactos que causam.

Um pequeno número de pessoas se mostrou preocupado com os impactos na saúde que pudessem sofrer devido à exposição à radiação. Grande parte dos entrevistados se preocupou mais com os impactos da queda da torre ou de uma antena do que possíveis problemas de saúde.

Podemos vincular à maior escolaridade do entrevistado e sua melhor remuneração (com maior acesso às tecnologias disponíveis), com uma maior preocupação a respeito e sua percepção sobre os riscos, mas também com um maior nível de aceitação do risco em

comparação com os benefícios, conforto e melhoria da qualidade de vida atribuída à tecnologia (fator de risco).

Sônia Regina da Cal Seixas Barbosa, do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPAM da UNICAMP, pesquisadora do tema qualidade de vida, afirma que o conceito de qualidade de vida vem sendo confundido ou associado à capacidade de consumo das pessoas. Isso causa problemas no entendimento da questão já que associar qualidade de vida e consumo passa a ser algo inaceitável na modernidade, pois fatores muito mais relevantes não foram eliminados com o consumismo e deixam de ser considerados, como pobreza, violência, acesso à educação, à saúde, ao emprego, a moradia, etc.

Dessa forma, verificamos que a percepção de risco das pessoas sobre o assunto desse trabalho ainda não atingiu um nível capaz de gerar pressões políticas organizadas para que se tenham índices e legislações específicas garantindo realmente a qualidade de vida das pessoas.

Identificamos também de forma bastante clara a ausência de diálogo entre os representantes da operadora e a comunidade do entorno das ERBs. O diálogo ou o trabalho de conscientização só acontece com o proprietário do local onde a ERB é instalada.

Mesmo com toda essa incerteza, diferentes tipos de informações disponíveis e diversas polêmicas em torno do assunto, apenas um entrevistado acrescentou algo no final da entrevista, dizendo que esse assunto deveria ser estudado em profundidade para que futuramente pudéssemos conhecer os possíveis impactos que essa tecnologia pode causar.

Ao chamarmos a atenção para a enorme proliferação de sistemas elétricos e eletrônicos em todos os campos da atividade humana, temos como contribuição a sugestão de que sejam feitas investigações periódicas do ambiente eletromagnético nos ambientes urbanos.

O Ministério da Saúde aponta irregularidades na resolução que estabelece limites para a exposição humana a campos eletromagnéticos, a resolução 303 da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). Segundo a Secretaria de Vigilância e Saúde, a questão deve ser tratada como um assunto de saúde-pública e não de telecomunicações, uma vez que as torres da telefonia celular expõem a população aos efeitos da radiação não-ionizante. A proposta do Governo Federal é elaborar uma legislação federal que dê apoio aos municípios e que garanta a saúde da população.

È Inequívoca a competência dos municípios para regradar a instalação de Estações Transmissoras de Radiofrequência, tanto em face do interesse local em conter possíveis

impactos ambientais ao patrimônio visual e à paisagem, como os possíveis danos à saúde e ao ambiente pelas radiações emitidas.

Ainda, em respeito ao princípio da precaução, e em consonância com o art. 23, inciso VI combinado com o art. 30, incisos I, VIII e IX, todos da Constituição Federal, bem como o dever de reger o uso e ocupação do solo.

Tal posição, além de respaldo doutrinário, encontra-se amplamente corroborada pelos Tribunais de Justiça dos Estados, dando suporte jurídico para ação reguladora dos municípios.

Quanto à poluição eletromagnética, devido a linhas de transmissão de energia elétrica, bem como a antenas de radiodifusão e de telefonia celular, observa-se que não há, ainda, monitoramentos sistemáticos de indução magnética e de campo elétrico associados. Entende-se que com a promulgação da Lei Municipal nº 13.756/04 e do Decreto 44.944/04 esse panorama deve se alterar em curto prazo. Isso porque esses instrumentos legais prevêem a apresentação à SVMA, pela operadora, do laudo de conformidade que demonstra o atendimento aos limites de exposição permitidos pela Resolução Anatel nº 303/02. No entanto, medições eventuais, efetuadas entre 2000 e 2003, mostram que os valores limites estabelecidos e recomendados pela ICNIRP não foram excedidos.

Cabe esclarecer, que os valores recomendados pela ICNIRP, aceitos pela OMS (Organização Mundial da Saúde) e estabelecidos pela resolução 303/02 da ANATEL, não prevêem os potenciais efeitos relacionados a exposições de longo prazo, que induzem alterações biológicas sutis e por ora não completamente conhecidas em seus eventuais desdobramentos deletérios. Assim ela não atende ao “princípio da precaução”.

O que se vem questionando hoje ampla e intensamente em diversos fóruns civis, acadêmicos e de pesquisa científica em diferentes locais do planeta sobre as diretrizes do ICNIRP, adotadas pela ANATEL é a sua insuficiência, por seus limites prevenirem somente efeitos grosseiros e de curto prazo nos tecidos corporais. São limites estabelecidos para que se evitem choques e correntes elétricas induzidas e o efeito denominado térmico, de aquecimento dos tecidos, produzidos em curto prazo por campos mais intensos. Dito de outra forma são limites necessários, devem ser adotados, porque em nenhuma hipótese poderão ser extrapolados, mas insuficientes para evitar efeitos reconhecidos, alguns já evidentes e outros plausíveis, mas ainda não completamente conhecidos.

Desta forma, cabe ao Município de São Paulo, atuar em acordo com a legislação estadual ou elaborar norma mais restritiva.

A edificação de novas torres deverá, antes do processo de licenciamento, ser alvo de planejamento detalhado, devendo somente ser edificadas após consulta a população vizinha

ao local da futura instalação, estendendo-se esta consulta a permanência de torres já licenciadas.

Sugerimos que seja criada uma agenda comum entre Ministérios do Meio Ambiente, das Comunicações, da Saúde e das Cidades para a discussão do sistema de telecomunicações, com ênfase nos efeitos sobre a saúde pública, incorporando a sustentabilidade socioambiental, compatibilizando o art. 170, que assegura a todos o livre exercício de qualquer atividade econômica com o art. 225 da Constituição Federal, que estabelece que todos tenham 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.

Devem-se elaborar estratégias para garantir maior racionalidade no uso das telecomunicações, incluindo ações de Educação Ambiental.

As ações de Educação Ambiental ou outras ações das operadoras devem sempre ser pautada em relações de confiança com a população, garantindo sua segurança e respeitando seu direito a qualidade de vida.

O conceito de qualidade de vida deve ser entendido aqui como o respeito à satisfação e o acesso a bens básicos como educação, saúde, transporte, emprego, etc., e à qualidade do acesso a esses bens (sistemas de saúde e educação eficientes, etc.). Somando-se a esses bens, a qualidade de vida de um indivíduo e sua família deve ser complementada com lazer, cultura, meio ambiente saudável, acesso às informações que dizem respeito à vida do cidadão, participação nas causas coletivas da vida, etc.

Sobre essa perspectiva, pautada na ética e no respeito à cidadania, as companhias operadoras deveriam pensar soluções e alternativas viáveis que valorizassem os dois lados envolvidos nesse processo, como, por exemplo:

- Tomar providências para compartilhar suas antenas, a fim de evitar mais impactos ao meio ambiente e à população devido ao intenso crescimento no número de antenas;
- Suas antenas podem ser construídas em formato tubular, em concreto ou ferro, em substituição às torres treliçadas, de forma a proporcionar melhor impacto paisagístico; etc.

O direito à informação, previsto no artigo 6º, incisos I e III, do código de Proteção e Defesa do Consumidor, deve ser inserido no TAC (Termo de Ajustamento de Conduta) e em lei municipal, pois a lei estadual é omissa nesse ponto.

O órgão ambiental do município deverá controlar a potência das antenas, divulgando à sociedade os níveis de exposição à radiação, aos quais está submetida.

Recomenda-se ainda:

- 1- A realização de audiências públicas regionais com a participação da comunidade, as operadoras e os órgãos de proteção ao meio ambiente.
- 2- Incentivar a edição de leis municipais mais restritivas.
- 3- Uso de poste ecológico.
- 4- Uso de equipamentos com baixo nível de ruído;
- 5- Implantação de estação com o uso de estrutura vertical já existente (topo de prédio, torre de outra operadora e outras estruturas existentes);
- 6- Controle da emissão de gases de combustão dos motores estacionários, movidos a diesel;
- 7- Uso de equipamentos de baixo consumo de energia;
- 8- Controle do uso de gases com CFCs (gases utilizados em aparelhos de climatização);
- 9- Implantação de sistemas de prevenção e combate a incêndio;
- 10- Controle dos níveis de radiação não ionizantes provenientes das estações transmissoras;

## 9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. AGÊNCIA BRASIL. Os Benefícios da Poluição Eletromagnética. Disponível em: <<http://www.bioteecnologia.com.br/bionoticias/noticia.asp?id=205>>. Revista Bio Tecnologia Ciência & Desenvolvimento, 10 fev. 2004. Acesso em: 23 nov. 2006;
2. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Comunicação Móvel – Instalações de Torres e Campos Eletromagnéticos. Disponível em <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 16 nov. 2006;
3. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Diretrizes para Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos Variáveis no Tempo (até 300 GHz). 1999;
4. ANATEL – AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Disponível em: <[Http://Www.Anatel.Gov.Br/Index.Asp?Link=/Comunicacao\\_Movel/Exposicao\\_Campos/Default.Htm](Http://Www.Anatel.Gov.Br/Index.Asp?Link=/Comunicacao_Movel/Exposicao_Campos/Default.Htm)> . Acesso em: 11 Maio 2007;
5. ALMEIDA, F. O Mundo dos Negócios e o Meio Ambiente no Século 21 – Meio Ambiente no Século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento/coordenação André Trigueiro, Rio de Janeiro: Sextante, 2003;
6. AMORIM, S. Urbanismo. Jornal O Estado de São Paulo, São Paulo 24 set. 2006, Caderno Cidades/Metrópole, p. C1 e C3;
7. ANSI, AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. Norma ANSI C64.14. EUA, 1992;
8. ANVISA. Faq - Sistema de Perguntas e Respostas. Disponível Em: <<Http://Www.Anvisa.Gov.Br/Faqdinamica/Index.Asp?Secao=Usuario&Usersecoes=30&Userassunto=121->>> . Acesso em 11 mai. 2007;

9. ASSIS JR., A.L.; WATANABE, F.Y.; CRUZ JR., O.A. Compatibilidade Eletromagnética em Veículos Diesel. Robert Bosch Limitada. VIII Seminário sobre a Eletro-Eletrônica Aplicada à Mobilidade “Compatibilidade Eletromagnética”. AEA – Robert Bosch Limitada. São Paulo, 02 jun. 2006;
10. ATTANASIO JUNIOR, M.R.; ATTANASIO, G.M.C. Análise do princípio da precaução e suas implicações no estudo de impacto ambiental. Disponível em: <<http://143.106.158.7/anppas/encontro2/GT/GT09/grabriela.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2006;
11. AYUSO, L.; TORREGO, A. Campos Eletromagnéticos. V Congreso Nacional del Medio Ambiente, Madri, 27 nov à 1 dez, 2000;
12. BARANAUSKAS, V. O Celular e Seus Riscos. Ed. do Autor, 2001;
13. BARBOSA, S.R. Ambiente, Qualidade de Vida e Cidadania. Algumas Reflexões sobre Regiões Urbano-Industriais. In: HOGAN, D. e VIEIRA, P. (orgs). Dilemas Socioambientais e Desenvolvimento Sustentável. Campinas. Ed. UNICAMP, 1992;
14. BRASIL. Decreto nº 2056 de 04 de novembro de 1996. Publicado no D.O.U de 05 nov. 1996. Sistema de Informações do Congresso Nacional. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/sicon/ListaReferencias.action?codigoBase=2&codigoDocumento=144714>>. Acesso em: 23 nov. 2006;
15. BRASIL. Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997. LGT. Disponível em: <[http://www.fenaj.org.br/Leis/Lei\\_Geral\\_das\\_Telecomunicacoes.html](http://www.fenaj.org.br/Leis/Lei_Geral_das_Telecomunicacoes.html)>. Acesso em: 16 nov. 2006;
16. BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 6938/81 de 31 ago. 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. D.O.U, Brasília, 02 set. 1981. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 16 nov 2006;

17. CABRAL, S. C. B.; MÜHLEN, S. S. Interferência Eletromagnética no Ambiente Hospitalar. Departamento de Engenharia Biomédica. Feec e Ceb / Unicamp. Revista Multiciência - Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp – Tecnologia para a Saúde. Out. 2005;
18. CABRAL, S.C.B.; MÜHLEN, S.S. Interferência eletromagnética em equipamentos eletromédicos ocasionada por telefonia celular. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 18, n. 3, p. 141-149, set/dez 2002;
19. CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) – Irregularidades na Instalação e Uso de Antenas de Qualquer Natureza e Demais Instalações Assemelhadas, Relacionadas às Áreas de Comunicação e Telecomunicação na Municipalidade de São Paulo. São Paulo, 2003;
20. CÁRDENASI, J. Et. Al. Impacto en el Sistema Medioambiental en el Camino Inca Tradicional y Ciudadela Inca de Machu Picchu. XIII Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos Sociedad Geológica del Peru, Peru, 2006. Disponível em: <<http://www.ingemmet.gob.pe/publicaciones/Cap1-Trab2.pdf>>. Acesso em: 15 de nov. 2006;
21. CARVALHO, J. N. Poluição Eletromagnética. Grupo de Telecomunicações e Eletromagnetismo Aplicado. Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, Paraíba, 2001;
22. CHIQUITO, J.G.; ARANTES, D.S.; COSTA, M.H.M. Contribuição à Consulta Pública 291 para a implantação da TV digital no Brasil. Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Campinas, Submetido à Anatel em 18 jun. 2001;
23. COMISSÃO DE DEFESA DO CONSUMIDOR, MEIO AMBIENTE E MINORIAS. Audiência Pública Nº: 0613/02 Data: 12/06/02. Debate sobre os critérios adotados pelas concessionárias de telefonia para a instalação de antenas celulares. Disponível em: <<Http://Www2.Camara.Gov.Br/Internet/Comissoes/Cdc/Notastaq/Notas-Taquigraficas-De-2002/Nt12062002.Pdf>> . Acesso em: 14 mai. 2007;

24. COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro. Fundação Getúlio Vargas, 1988, 430 p;
25. CONCEIÇÃO, J.L. SP 24 Horas. Agência Estado. Jornal: O Estado de São Paulo, São Paulo ago. 2006. Caderno Cidades/Metrópole, p. C824;
26. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 237/97 DE 22 DEZ. 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, 22 dez. 1997;
27. CORSON, W.H. Manual Global de Ecologia: O que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente. 2. ed. São Paulo. Ed. Augustus. 1996;
28. COSTA, C.M.L.; ANDRADE, D.M.S. Exposição Humana a Radiações Não Ionizantes, com ênfase na Radiação emitida por Sistemas de Comunicações Móveis. Monografia (Título de Especialista) Programa de Pós-Graduação do Curso Rede de Comunicação de Dados da Faculdade Albert Einstein, Brasília, 2003;
29. COTIDIANO ONLINE. Contra fiscaliza antenas da Paulista. Folha Online. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fol/geral/ult27042000184.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2006;
30. CRUZ, S. C. Verificação dos Níveis de Radiação Emitidos pelas Antenas das ERBs e a Percepção das Comunidades Próximas. Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós- Graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio. Rio de Janeiro, abr. 2005;
31. DALLARI, S.G.; VENTURA, D.F.L. O princípio da precaução: dever do Estado ou protecionismo disfarçado. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. São Paulo em Perspectiva, volume 16. nº 2. p. 53-63, abr./jun. 2002;

32. DODE, A.C.; LEÃO, M.M.D. Poluição Eletromagnética Saúde Pública, Meio Ambiente, Consumidor e Cidadania: Impactos das Radiações das Antenas. Escola Superior do Ministério Público de São Paulo. Cad. Jur., São Paulo, v 6, nº 2, p. 119-138, abr./jun. 2004;
33. DOMINGUES, E.N. Caracterização das feições erosivas e relações com o meio hidrobiológico em áreas impactadas da Serra do Mar, na região de Cubatão – SP. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 20, n. 1, p. 61-71, 2001;
34. DURAN, S. Risco de radiação leva moradores à Justiça. Folha de São Paulo, São Paulo, 03 abr. 2001. Caderno Cotidiano. Disponível em: <<http://paginas.terra.com.br/educacao/physike/midia/radiacaodarede.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2006;
35. ELBERN, A. Radiações Não Ionizantes - Conceitos, Riscos e Normas. PRORAD – Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, 2000;
36. EMS WIRELESS DO BRASIL. Radomes em Antenas Painel de Estações Rádio Base e Camuflagem. Informativo de Tecnologia – info-mail 2º semestre 2004. Nota Técnica, 2004-2;
37. FERREIRA, L.C. A Questão Ambiental e as Ciências Sociais. Revista do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Ano 8, nº 2. Campinas, gráfica do IFCH, 2001;
38. FIORINI, A.C. Impacto Ambiental e Ocupacional: O Ruído como um Problema de Saúde Pública. I Seminário Música Ciência Tecnologia: Acústica Musical – Instituto de Matemática e Estatística da USP. São Paulo, 3 a 5 nov. 2004;
39. FOSTER, K. R.; REPACHOLI, M. H. Environmental Impacts of Electromagnetic Fields. Major Electrical Technologies. Disponível em: <[http://www.who.int/peh-emf/publications/reports/en/env\\_impact\\_emf\\_from\\_major\\_elect\\_tech\\_foster\\_repacholi.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/reports/en/env_impact_emf_from_major_elect_tech_foster_repacholi.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2006;

40. GABEIRA, F. Projeto de Lei Nº. 2.576/2006 (Apensados Projetos de Lei Nº. 4.399, de 2001, Nº. 4.505, de 2001, Nº. 4.587, de 2001, Nº. 5.241, de 2001, Nº. 5.843, de 2001, Nº. 6.835, de 2002). Dispõe sobre a instalação de fontes emissoras de radiação eletromagnética. Brasília, 2006;
41. GALLO, R. Alta Frequência. Jornal Folha de São Paulo, São Paulo, Caderno Cotidiano, p. C1 e C3, 14 mai. 2006;
42. GOMES, V. B. Atividade Antimicrobiana da Radiação Laser Nd:Yag, Frente a Anaeróbios do Sistema de Canais Radiculares: Estudo *In Vitro*. Dissertação apresentada à coordenação do curso de mestrado em odontologia, com área de concentração em Clínica Integrada, Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia. Recife, 2003;
43. GONÇALVES, P. J. Estudos das Características Fotofísicas da Porfirina Mesotetrasulfonatofenil (Tpps4): Efeitos da Protonação e Interação com Micelas de Ctab. Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área: Física Aplicada à Medicina e Biologia. Ribeirão Preto, 2006;
44. GUAIUME, S. Clima. Jornal: O Estado de São Paulo. Caderno Cidades/Metrópoles, p. C1, 18 out. 2004;
45. HANNIGAN, J. A. Sociologia Ambiental. A formação de uma perspectiva social. Instituto Piaget, Lisboa, 1995;
46. INSTITUTO DE BEBIDAS PARA A SAÚDE E O BEM-ESTAR. Disponível Em: <[Http://Www.Beverageinstitute.Org/Pt\\_Br/Nutrition/Kyn\\_Folate.Shtml](http://www.beverageinstitute.org/pt_br/nutrition/kyn_folate.shtml)> - Seção Nutrição. Acesso Em 11 De Mai. 2007;
47. IWASSO, S. Telefonia Celular. Folha de São Paulo, São Paulo, Caderno Cotidiano. p. C631, out. 2003;

48. JUNIOR, J. F. Campos Eletromagnéticos na Medicina. Disponível em: Artigo publicado na página eletrônica da Associação Brasileira de Medicina Complementar. <<http://www.medicinacomplementar.com.br/tema200306.asp>>. Acesso em: 16 nov. 2006;
49. KENSKI, R. Vencendo Na Raça. Revista Super Interessante. Edição 187, Págs. 42-50, Abr. 2003;
50. MACEIRAS, L.; et al. Radiaciones Electromagnéticas y Ordenadores. Apunt Salud Publica, 1998;
51. MENDES, A. S. A. Telefonia Sem Fio: Um Problema Jurídico. Associação do Ministério Público do Estado da Bahia, 2000;
52. MENEZES, A. A. Eletrotécnica. Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1981;
53. MIRANDA, S.A.A. O Controle das Estações de Rádio Base pelos Municípios: Aspectos Jurídicos e Ambientais. Disponível em: <<http://sisnet.aduaneiras.com.br/lex/doutrinas/arquivo/ambientais.pdf>>. Acesso em: 15 de nov. 2006;
54. MORENO, L.C.R.; MORENO, R.F. Possíveis Efeitos Sobre a Saúde Humana Decorrentes da Exposição a Campos Elétricos e Magnéticos de Baixa Frequência- Revisão Comentada da Literatura. XVI SNPTEE, 2001;
55. MOULDER, J. E. –“Electromagnetic Fields and Human Health – Powerlines and Cancer FAQs – 2001;
56. MOVIMENTO DEFENDA SÃO PAULO E ABRADCECEL. Carta enviada ao Exmo.sr. Secretário do Verde e do Meio Ambiente do Município de São Paulo, 2005;
57. MUSETTI, R. A. Telefonia celular: Aspectos Jurídico-Ambientais. Revista de Direitos Difusos, V3, Poluição Eletromagnética. Instituto Brasileiro de Advocacia Pública, 2000;

58. PAULINO, J.O.S.; MURTA, M.L. Avaliação do ambiente eletromagnético visando segurança pessoal: determinação do nível de “poluição eletromagnética” em Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Elétrica da UFMG, Abril de 2002;
59. PORTAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Servicos/licenciamento/geradores.asp>>. Acesso em: 26 nov. 2006;
60. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. GEO Cidade de São Paulo: Panorama do Meio Ambiente Urbano. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, PNUMA, Brasília 2004;
61. RIBEIRO, A.; BRITO, F.; SILVA, E.C. O Estado Novo, o Rádio e seus Órgãos Reguladores. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação. Campo Grande/MS, setembro 2001;
62. SANTOS, G. Considerações do Ambiente Eletromagnético Urbano na Análise de Interferências em Veículos Automotores. Dissertação (Mestrado em Engenharia) apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002;
63. SÃO PAULO (Município). Lei nº 13.756 de 16 jan. 2004. Dispõe sobre a instalação e o funcionamento das Estações Rádio Base dos serviços de telecomunicações. Diário Oficial do Município, São Paulo, 17 jan. 2004. Folha 8;
64. SÃO PAULO (Município). Portaria nº 80/SVMA/2005. Regulamenta os procedimentos para o controle ambiental da instalação e da operação de subestações e de linhas de transmissão de energia elétrica do município. Diário Oficial do Município, São Paulo, 14 out. 2005. Folha 30;
65. SÃO PAULO. SECRETARIA DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE. Banco de Dados da Seção Técnica de Apoio e Informação, da Divisão Técnica de Registro e Licenciamento, do Departamento da Qualidade Ambiental. São Paulo, 2006;

66. SCHIAPPA DE AZEVEDO, F.; PATRÍCIO, J. Vibrações Ambientais. Critérios de Danos e de Incomodidade. Actualidade e Perspectivas Futuras. Portugal. Disponível em: <<http://www.sea-acustica.es/publicaciones/4340ng011.pdf>>. Acesso em 23 nov. 2006;
67. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. Certificado de Dispensa de Licença Ambiental nº 0072. São Paulo, 05 mar. 2002;
68. SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE. Despacho de dispensa do licenciamento ambiental da reconstrução do trecho da linha de subtransmissão de energia elétrica denominada LTA Pirituba-Bandeirantes, circuitos 3 e 4. Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, 16 mar. 2004;
69. SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE. Despacho de indeferimento da solicitação de licenciamento ambiental da linha de transmissão Pirituba-Bandeirantes, trecho 3 e 4, feito pela Sociedade Amigos do Bairro City Boaçava e Sociedade Amigos de Alto dos Pinheiros. Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, 03 set. 2005;
70. SENISE, J. T. Efeitos Biológicos dos Campos Eletromagnéticos de Rádio-Freqüências e Microondas. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, 2001;
71. SIRKIS, A. O Desafio Ecológico das Cidades. Meio Ambiente no Século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento/coordenação André Trigueiro. Rio de Janeiro: Sextante, 2003;
72. SL-DICAS. Celulares Confundem Pombos Correio. Disponível em: Site SL-Dicas <<http://listas.ibict.br/pipermail/sl-dicas/2004-January/000048.html>>. Acesso em: 16 nov. 2006;
73. SOLLITTO, C.M. Efeitos clastogênicos em Tradescantia (Trad-MCN) induzidos por campos magnéticos de freqüência extremamente baixa (ELF). Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005;

74. SOLLITTO, C.M. Relatório Sobre os Trabalhos Desenvolvidos na Área de Campo Eletromagnético. Prefeitura Municipal de São Paulo, SVMA. São Paulo, 2006;
75. SOTTO-MAYOR, R. Marcos históricos no estudo do cancro do pulmão. Revista Portuguesa de Pneumologia. Vol XII N.º 4. Pág. 401 à 446. Julho/Agosto 2006;
76. SWISS FEDERAL STATISTICAL OFFICE. The Environment in Switzerland. Radiation – Electromagnetic Fields. Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape, Suíça, 2002;
77. TAGLIATI, P. Inquinamento Elettromagnetico. Biometrics Strumentazione Scientifica. Disponível em: <<http://www.elettrosmog.com/>>. Acesso em: 23 nov 2006;
78. TAVARES, W. M. L. Radiação das Antenas do Serviço Móvel Celular e seu Tratamento na Legislação Brasileira e de Outros Países. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília – DF, Abril 2001;
79. TEJO, F. A. F. Exposição de Sujeitos Biológicos a Campos Eletromagnéticos Não Ionizantes: Aspectos de Modelagem. Paraíba. UFPB/CCT/DEE-LEMA, 2001;
80. TELEFÔNICA. Actuaciones medioambientales. Espanha, 2006. Disponível em: <<http://www.telefonica.es/medioambientale/moviles/actuaciones1.htm>>. Acesso em: 26 de nov. 2006;
81. TELEMÓVEIS.COM - DIÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES. Publicado em 22/01/2003. Disponível em: <<Http://Telemoveis.Com/News/Item.Asp?Id=17283>> . Acesso em: 13 mai. 2007;
82. TERRAZAN, E. A. Radiações. FUNBEC, Revista de Ensino de Ciências, nº 22, 1989;

- 83.** TRINDADE, D. F.; TRINDADE, L. S. P. As Telecomunicações no Brasil do Segundo Império até o Regime Militar. Disponível em: <<http://www.oswaldocruz.br/download/artigos/social14.pdf>>. Acesso em: 28 nov 2006;
- 84.** VIEGAS, M.F. et. al. Medidas da Radiação Não-Ionizante na Cidade de São José dos Campos, SP. 1 - ITA, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2 - UNITAU, Universidade de Taubaté, SP. 3 – Bolsista PIBIC/CNPq, 2005;
- 85.** WALDMAN, H.; YACOUB, M.D. Telecomunicações-Princípios e Tendências. Cap. 3, p. 41-42. Ed. Érica, 1997;
- 86.** WIRELESS BRASIL – PORTAL INDEPENDENTE DE TELECOMUNICAÇÕES. Emcrf – Compatibilidade Eletromagnética e Radiofrequência. Disponível em: <[http://Www.Wirelessbrasil.Org/Thomas\\_Krzesaj/Emcrf.Html](http://Www.Wirelessbrasil.Org/Thomas_Krzesaj/Emcrf.Html)>. Acesso em: 17 mai. 2007.

## 10. GLOSSÁRIO

**Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL:** agência reguladora federal do setor de telecomunicações, criada pela Lei Geral de Telecomunicações (Lei Federal 9.472, de julho de 1997) (Brasil, 1997).

**Área de Atuação** - corresponde à área de Concessão, que é a área geográfica delimitada pela Anatel na qual a operadora deve explorar o serviço, nos termos do Contrato de Concessão, observando a regulamentação pertinente.

**Área de Cobertura** - a área de cobertura é a área geográfica alcançada pelo sinal emitido por uma ERB ou conjunto de ERBs. É dentro dessa área que são estabelecidas as comunicações do serviço móvel celular. Sempre que sair dela, seu celular funcionará em roaming. Uma área de cobertura poderá atingir diferentes áreas de mobilidade.

**Área de Controle** - área geográfica em que o Sistema Móvel Celular é controlado por uma determinada CCC - Central de Comutação e Controle.

**Área de Sombra** - locais onde obstáculos físicos (paredes, vegetação densa, edifícios, muros etc.) impedem a propagação do sinal, inviabilizando a comunicação com aparelhos celulares.

**Banda** - faixa de frequência ou região do espectro de frequências que uma operadora pode utilizar para prestar serviços. As Bandas A, B, C, D e E se referem às diferentes faixas de frequência que cada operadora tem autorização da Anatel para utilizar. As regionais Vivo - Paraná/Santa Catarina e Norte prestam serviço na Banda B e as demais regionais na Banda A.

**Campo Distante (Região de):** região do espaço onde a onda eletromagnética pode ser considerada plana. A distância  $d$ , a partir da qual o campo pode ser considerado distante, para os casos em que a dimensão máxima  $L$  da antena transmissora é muito maior que o comprimento de onda do sinal emitido, é definida por:  $d = 2L^2/\lambda$  onde  $d$  é a distância em metros,  $\lambda$  é o comprimento de onda, em metros, e  $L$  é a dimensão máxima total da antena transmissora, em metros.

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

**Características da Área do Entorno** – tipo de instalações do entorno, uso e características físicas.

**Célula** - subdivisão geográfica da região atendida pelo Serviço Móvel Celular. Cada célula tem um conjunto de transmissores, receptores e antenas que recebem e transmitem as chamadas celulares daquela região.

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

**Central de Comutação e Controle – CCC** - conjunto de equipamentos destinados a controlar o sistema que executa o Sistema Móvel Celular interconectando-o à rede pública de telecomunicações ou a qualquer outra rede de telecomunicações, na forma da regulamentação vigente.

**Densidade de Potência:** potência que atravessa uma unidade de área normal à direção de propagação; é expressa em  $W/m^2$  (watt por metro quadrado).

**Emissão (de Estações Radiotransmissoras Fixas):** energia radiada através de ondas eletromagnéticas, emitidas por radiotransmissora fixa, para a realização de transmissão de voz ou de dados.

**E.R.P. (Potência Efetiva Radiada):** potência medida em watt (W) ou decibel (dBm) entregue a uma antena, multiplicada pelo ganho da antena em relação a um dipolo de meia onda, numa determinada direção. Obs.: dB é uma unidade de medida relativa para descrever ganho ou perda de potência dada por  $dB = 10 \log [P_2/P_1]$ , sendo  $P_2$  a potência medida ou

calculada e  $P_1$ , a de referência. Quando  $P_1$  for igual a 1 mW, a unidade usada é dBm; assim, quando  $P_2$  for igual a 1 mW, dBm será igual a 0.

**Estação de Enlace Ponto a Ponto (Radiocomunicação):** meio de telecomunicação de características específicas entre dois pontos que utilizam ondas radioelétricas e cujas cotas das antenas e do perfil do terreno permitam a operação com visibilidade direta entre os dois pontos.

**Estação Rádio Base - ERB** - estação fixa do Serviço Móvel Celular usada para rádio comunicação com estações móveis, através de radiofrequência e popularmente conhecida como "torre de celular". São os equipamentos que fazem conexão, por ondas de rádio, com os telefones celulares. As informações transmitidas pelos telefones celulares são enviadas, pela ERB, para CCC, onde está a "inteligência" do sistema celular. A ERB não tem capacidade de comutação: se dois telefones celulares, conversando entre si, estiverem na área de cobertura da mesma ERB (célula), terão sua comunicação comutada pela CCC.

A legislação municipal de São Paulo estabeleceu que para efeito da Lei 13.756/04 considera-se Estação Rádio-Base - ERB o conjunto de instalações que comporta equipamentos de rádio-frequência, destinado à transmissão de sinais de telecomunicações para cobertura de determinada área.

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

**Estações Terminais Portáteis:** estações transmissoras caracterizadas pela portabilidade dos equipamentos utilizados cujas estruturas radiantes, quando em operação, se localizam a menos de 20 (vinte) centímetros de distância do corpo do usuário. Como exemplo pode ser citado os telefones celulares.

**Estação Transmissora Fixa:** estação não portátil de telecomunicações que emite ondas eletromagnéticas na faixa de radiofrequências.

**Exposição (a Campos Eletromagnéticos):** ato ou efeito de expor-se a campos eletromagnéticos em um determinado ponto. Pode ser medida em termos de intensidade de campo elétrico  $E(V/m)$ , intensidade de campo magnético  $H(A/m)$ .

**Frequência de Operação** - medida que indica quão frequentemente um evento periódico ocorre; em eletrônica e telecomunicações, é o número de vezes por segundo que um sinal repete um ciclo de  $360^\circ$ . Em geral, frequência é medida em Hertz.

**Ganho das Antenas** - a relação, frequentemente expressa em dB, entre a potência requerida na entrada de uma antena de referência livre de perdas e a potência fornecida na entrada de uma dada antena que produziria, em uma particular direção, a mesma intensidade de campo ou a mesma densidade de fluxo de potência em uma distância específica.

**Níveis de Referência de Exposição do Público:** são os valores de exposição que não devem ser excedidos e aos quais todo e qualquer indivíduo pode estar exposto, em condições normais de operação, sem que sejam esperados efeitos adversos para a sua saúde. Obs.: condições normais de operação referem-se a toda e qualquer exposição usual, excetuando-se as exposições ocupacionais, exposições decorrentes de situações acidentais e aquelas decorrentes de tratamentos ou terapias médicas.

**Níveis de Referência Para Emissão de Estações Radiotransmissoras Fixas:** valores de emissão de campos eletromagnéticos que não devem ser excedidos, por uma única estação radiotransmissora fixa, medido em qualquer local passível de ocupação humana.

**Nível de Referência de Exposição:** grandeza física derivada introduzida com a finalidade prática de avaliar se a exposição tem possibilidade de superar as restrições básicas. No caso de onda eletromagnética plana pode ser campo elétrico  $E(V/m)$ , campo magnético  $H(A/m)$  e densidade de potência  $S(W/m^2)$ .

**Onda Eletromagnética Plana:** ondas em que os vetores campo elétrico e campo magnético oscilantes estão em fase, são perpendiculares entre si e perpendiculares à direção de propagação da onda. Nela, a intensidade de campo magnético multiplicada pela impedância do espaço livre é igual à intensidade de campo elétrico.

**Potência dos Transmissores** – Intensidade de radiação medida em Watts.

**Quantidade de Antenas** – número de antenas instaladas na Estação Rádio Base em estudo.

**Restrição Básica:** restrição na exposição a campos eletromagnéticos, baseada diretamente em efeitos à saúde. A grandeza física usada para onda eletromagnética na faixa de frequência de 800 MHz a 2,5 GHz é a SAR (Specific Absorption Rate).

**SAR:** (acrônimo do inglês "Specific Absorption Rate") taxa de absorção ou dissipação de energia por tecidos do corpo por unidade de massa. Tem sido amplamente adotada em ondas eletromagnéticas com frequência superior a cerca de 100 kHz. É medida em W/kg.

**Tipo de Antenas** – modelos e características técnicas das antenas.

**Tipo de Estrutura de Suporte** – torre, edificação, indoor.

## ANEXO A

### Formulário de Entrevista

Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Grau de Escolaridade / Instrução:

1º Grau     2º Grau     3º Grau     Pós

Ocupação / Profissão: \_\_\_\_\_

1- Você conhece uma Estação de Rádio-Base (ERB)? Você já viu uma torre ou uma antena de telefonia celular? (Mostrar fotos) \_\_\_\_\_

Onde? \_\_\_\_\_

2- Você já foi consultado a respeito da instalação de uma antena de telefonia celular, torre ou linha de transmissão perto de sua residência ou local de trabalho?

\_\_\_\_\_ Houve um trabalho prévio de conscientização da população sobre os possíveis impactos desse empreendimento? \_\_\_\_\_

Em caso afirmativo, qual tipo?  Palestra explicativa     Visita de técnicos da empresa     Declaração de algum órgão público     Outro \_\_\_\_\_

3 – Você se sente incomodado (prejudicado) de alguma forma por morar, trabalhar ou estudar próximo a antenas de telefonia celular, torres ou estações de rádio base?

\_\_\_\_\_

4 – Você tem medo de sofrer algum tipo de dano material ou físico com esse tipo de tecnologia? Indique quais:

Problemas de saúde

Queda da torre ou da antena

Outros \_\_\_\_\_

5 – O que você sente ao passar por uma região onde há diversas torres, antenas ou ERBs?

\_\_\_\_\_ Já sentiu algum sintoma ou passou por alguma experiência que deseja relatar?

Rádio do carro ou aparelho sonoro com interferência

Interferência em algum tipo de aparelho eletrônico

Problemas de saúde

\_\_\_\_\_

6 – Você acha que houve algum tipo de benefício para a comunidade com a instalação desses equipamentos? \_\_\_\_\_

Aceita conviver com os possíveis riscos dessa tecnologia em razão do conforto que ela proporciona? \_\_\_\_\_

7- Deseja comentar ou acrescentar algo?

\_\_\_\_\_