



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LOGÍSTICA E PESQUISA
OPERACIONAL

EDUARDO CAMPOS PEREIRA

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESTAÇÕES DE RÁDIO BASE NO MUNICÍPIO
DE FORTALEZA

FORTALEZA

2015

EDUARDO CAMPOS PEREIRA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESTAÇÕES DE RÁDIO BASE NO MUNICÍPIO
DE FORTALEZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Logística e Pesquisa Operacional.

Linha de Pesquisa: Qualidade e Produtividade Logística.

Orientação: Profa. Dra. Sílvia Maria de Freitas.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Pós Graduação em Engenharia

-
- P49d Pereira, Eduardo Campos.
 Distribuição espacial das estações de rádio base no município de Fortaleza / Eduardo Campos Pereira.
– 2015.
 86 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de
Pós – Graduação em Logística e Pesquisa Operacional, Fortaleza, 2015.
 Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Logística.
 Orientação: Profª. Dra. Silvia Maria de Freitas.
1. Logística. 2. Distribuição espacial. 3. Telefonia móvel. I. Título.

EDUARDO CAMPOS PEREIRA

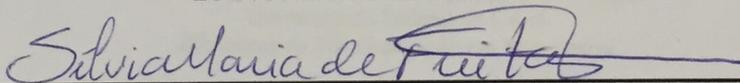
**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESTAÇÕES DE RÁDIO BASE NO MUNICÍPIO
DE FORTALEZA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Logística e Pesquisa Operacional.

Linha de Pesquisa: Qualidade e Produtividade Logística.

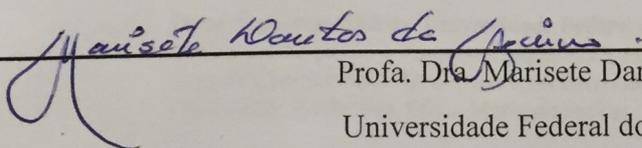
Aprovada em: 21 / 09 / 2015.

BANCA EXAMINADORA



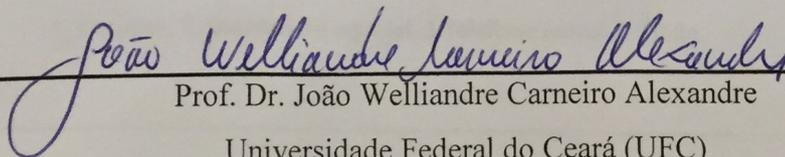
Prof. Dra. Sílvia Maria de Freitas (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)



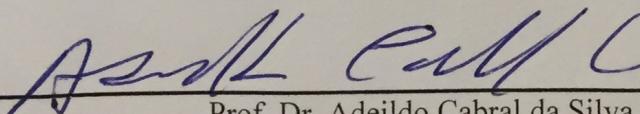
Prof. Dra. Marisete Dantas de Aquino

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. João Welliandre Carneiro Alexandre

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Adeildo Cabral da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

À minha mãe, por ser meu maior exemplo na vida.

AGRADECIMENTOS

À minha família em especial a minha mãe, Marcia Lima Verde, uma mulher batalhadora que sempre me apoiou e me ensinou a ser uma pessoa melhor servindo como parâmetro em todas as atitudes que a vida me exige. A minha irmã, Roberta Campos, minha tia, Marta Oliveira e meu, Tio Gerd Valenta que mesmo longe torcem pelo meu crescimento pessoal e intelectual.

À minha namorada, Emanuelle Beserra, pelo amor, carinho, afeto e palavras de incentivo todas as vezes que pensei em desistir além de ser um exemplo de mulher e minha inspiração acadêmica.

À Profa. Dra. Silvia Maria de Freitas, pela excelente orientação, paciência, ensinamentos e por ter acreditado neste projeto tão desafiador.

Aos professores participantes da banca examinadora Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino, Prof. Dr. João Welliandre Carneiro Alexandre e Prof. Dr. Adeildo Cabral da Silva e por terem aceitado o convite, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos meus amigos sejam estes próximos ou distantes em especial aos do Sexteto: Livia Felix, Leo Pádua, Lilian Amaral, Bruna Luiza, Carol Mourão que estão comigo para o que der e vier. Ao amigo Paulo Roberto, pelas inúmeras conversas e palavras de motivação. À amiga Livia Nunes, que mesmo apesar da correria do dia-a-dia se preocupa em saber se estou bem. Ao amigo Henrique Honorato pelo suporte técnico na elaboração dos mapas e disponibilidade de material técnico. Além de todos os outros cujo nomes não estão citados mas que contribuíram de forma direta ou indireta para o ingresso, realização e finalização deste trabalho.

Aos entrevistados, em especial a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEUMA) e a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) pelo tempo concedido nas entrevistas.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas inúmeras aulas assistidas, momentos de descontração e angústias além de críticas e sugestões que favoreceram a elaboração do meu trabalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), instituição que possibilitou realização de um sonho, que é minha formação de mestre.

“A informação só tem valor no momento em que é nova.” (Walter Benjamin)

RESUMO

A crescente demanda pelos serviços móveis de telefonia e o advento de novas tecnologias exige sua contínua expansão, de modo a garantir serviços seguros, confiáveis e de elevada qualidade aos seus usuários. Como consequência direta dessa expansão tem-se a necessidade do aumento na quantidade de Estações Rádio Base (ERB) a serem instaladas. Essa expansão pode apresentar impactos visuais e danos à saúde da população nas áreas de entorno das ERBs, buscando-se sempre as melhores práticas para a implantação das ERBs. Esse modelo baseia-se em diretrizes que permitem a expansão das redes dos serviços móveis e, ao mesmo tempo, reduzem os impactos visuais dessas instalações assim como danos à saúde da população da área de entorno, de modo complementar às legislações aplicáveis. Tal preocupação é motivada pela perda de qualidade do serviço apresentado pelas operadoras de telefonia móvel, devido, especialmente, à má distribuição das antenas distribuidoras de sinal. Assim, o objetivo deste trabalho é fazer um diagnóstico da distribuição espacial das Estações de Rádio Base no município de Fortaleza, enfocando seus aspectos normativos e o atual sistema de gerenciamento e fiscalização dessas ERBs. Serão pesquisados os aspectos técnicos e normativos das instalações das ERBs utilizadas na telefonia móvel, focando o estudo de caso no município de Fortaleza, além de identificar os órgãos públicos responsáveis pelo gerenciamento da fiscalização das ERBs neste município e estabelecer as suas respectivas competências. Para isso, a metodologia utilizada no trabalho é baseada na pesquisa exploratória qualitativa e quantitativa, fazendo uso do método dedutivo de abordagem, realizando pesquisa bibliográfica, através da consulta de livros, periódicos, teses, dissertações e da legislação disponível sobre a telefonia móvel no Brasil e no mundo, seus aspectos normativos e critérios para instalação das ERBs. Também será feita pesquisa de campo, através de entrevista estruturada aos gestores dos órgãos públicos responsáveis pelo gerenciamento e fiscalização das ERBs. O estudo mostrou que Fortaleza possui 843 ERBs cadastradas pela ANATEL (2014), com 6,8 milhões de linhas ativas de celulares. A investigação junto à SEUMA mostrou, dentre outros aspectos que, apesar das exigências da lei municipal nº 8.914, a fiscalização ou é feita de forma aleatória, ou a partir de denúncias de “desconformidade” feitas pela população e que os órgãos responsáveis não dialogam entre si.

Palavras Chave: Estação Rádio Base, Distribuição Espacial, Telefonia Móvel, Aspectos Normativos.

ABSTRACT

The growing demand for mobile telephony services and the advent of new technologies requires their continued expansion, in order to ensure safe, reliable and high quality to its users. As a direct consequence of this growth has been the need to increase the amount of Radio Base Stations (RBS) to be installed. This expansion may have visual impacts and damage to the health of the population in the surrounding areas of the base stations, seeking always the best practices for the deployment of base stations. This model is based on policies that allow for expansion of services of mobile networks and, at the same time reduce the visual impact of these facilities as well as damage to the health of the surrounding area of the population, in a complementary manner to the applicable legislation. This concern is motivated by the loss of quality of service presented by the mobile operators, due especially to the poor distribution of antenna signal distributors. The objective of this work is to make a diagnosis of the spatial distribution of Radio Base Stations in the city of Fortaleza, focusing on its normative aspects and the current management system and supervision of those cell sites. The technical and regulatory aspects of installations of base stations used in mobile telephony will be searched, focusing the case study in Fortaleza, in addition to identifying the public agencies responsible for managing the inspection of cell sites in this municipality, and establish their respective responsibilities. For this, the methodology used in the study is based on qualitative exploratory research, using the deductive method of approach, performing literature, through the consultation of books, periodicals, theses, dissertations and legislation available on mobile telephony in Brazil and world, its normative aspects and criteria for installation of base stations. Also we used a field survey, through structured interviews managers of public agencies responsible for the management and supervision of RBS. The study showed that Fortaleza has 843 base stations registered by ANATEL (2014), with 6.8 million active mobile lines. Research by the SEUMA showed, among other aspects, despite the demands of municipal law in 8914, supervising or is done randomly, or from accusations of "disagreement" made by the people and that the body responsible not talk to one itself.

Keywords: Radio Base Station, Space Distribution, Mobile, Normative Aspects.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PRIMEIRO CELULAR DA MARCA ERICSSON EM 1956.....	19
FIGURA 2 - COBERTURA DA REDE FEITA POR CÉLULAS.....	21
FIGURA 3 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE CELULARES NO MUNDO ENTRE OS ANOS DE 2000 E 2014.....	24
FIGURA 4 - ORGANOGRAMA DOS ELEMENTOS DE UMA ESTAÇÃO BASE DE CONTROLE.....	29
FIGURA 5 - EXEMPLO DE ERB DO TIPO <i>GREENFIELD</i>	30
FIGURA 6 – EXEMPLO DE ERB DO TIPO <i>ROOFTOP</i>	30
FIGURA 7 – ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DE UMA ERB.....	31
FIGURA 8 - EXEMPLO DE COMPARTILHAMENTO DE UMA ERB.....	34
FIGURA 9 – DISPOSIÇÃO DAS ERBS NAS REGIONAIS DE FORTALEZA/CE POR OPERADORA - 2014.....	52
FIGURA 10 - CONCENTRAÇÃO DAS ERBS NAS REGIONAIS DE FORTALEZA/CE - 2014.....	53
FIGURA 11 – CRONOGRAMA PARA OBTENÇÃO DE LICENÇA DE OPERAÇÃO JUNTO A SEUMA.....	55
FIGURA 12 – LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DA ERB NAS PROXIMIDADES DA ESCOLA ADAUTO BEZERRA, FORTALEZA/CE.....	56
FIGURA 13 – VISTA TERRESTRE DE UMA ERB EM UM OFICINA NO BAIRRO JOAQUIM TÁVORA, FORTALEZA.....	57
FIGURA 14 – VISTA AÉREA DE UMA ERB NA ESCOLA EDITH BRAGA, NO BAIRRO AEROLÂNDIA, FORTALEZA.....	58
FIGURA 15 – VISTA TERRESTRE DA LOCALIZAÇÃO VIZINHA DE UMA ERB À UMA ESCOLA, NO BAIRRO AEROLÂNDIA, FORTALEZA.....	58
FIGURA 16 – VISTA TERRESTRE DA PROXIMIDADE DE UMA ERB À UMA ESCOLA NO BAIRRO AEROLÂNDIA, FORTALEZA.....	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – NÚMERO, EM MILHÕES, DE LINHAS ATIVAS POR PAÍS, 2006 A 2013	26
TABELA 2 - NÚMERO DE LINHAS ATIVAS POR OPERADORA NO BRASIL - ABRIL 2014	26
TABELA 3 – NÚMERO TOTAL E DENSIDADE DE LINHAS ATIVAS NA POPULAÇÃO DO BRASIL, 1998 A 2013.....	27
TABELA 4 - QUANTIDADE DE LINHAS ATIVAS POR PLANO DE SERVIÇO E ESTADOS DA REGIÃO NORDESTE	28
TABELA 5 - POPULAÇÃO, NÚMERO DE ERB E RENDA PER CAPITA POR UNIDADE DA FEDERAÇÃO	36
TABELA 6 - DISTÂNCIA REGULAMENTADA PARA ALOCAÇÃO DAS ERBs, ALGUMAS CAPITAIS DO BRASIL - 2014 ..	48
TABELA 7 - NÚMERO DE LINHAS ATIVAS NO CEARÁ POR OPERADORA - MARÇO 2014	49
TABELA 8 - NÚMERO DE LINHAS ATIVAS DE TELEFONIA MÓVEL EM 10 CIDADES DO BRASIL - DEZEMBRO 2013	50
TABELA 9 - NÚMERO DE ERB POR REGIONAL, EM FORTALEZA - JULHO 2014	51
TABELA 10 - DISTRIBUIÇÃO DA RENDA E POPULAÇÃO DE FORTALEZA EM 2010	53

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - DISPERSÃO DA RENDA PER CAPITA <i>VERSUS</i> NÚMERO DE ERBS.....	37
GRÁFICO 2 – SITUAÇÃO DAS ERBS EM RELAÇÃO ÀS LICENÇAS EXPEDIDAS EM FORTALEZA - 2014.....	61
GRÁFICO 3 - ERB SEM LICENÇAS DE FUNCIONAMENTO DE ACORDO COM AS REGIONAIS, FORTALEZA –2014.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMPS	<i>Advanced Mobile Phone System</i> (Sistema avançado de telefonia móvel)
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANSI	<i>American National Standards Institute</i> (Instituto Americano de Padrões)
AP	Áreas Particulares
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
AT&T	<i>American Telephone and Telegraph</i> (Telégrafos e Telefonia Americanos)
BSC	<i>Base Station Controller</i> (Estação base de controle)
CCC	Central de Comutação e Controle
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i> (Acesso Múltiplo por Divisão de Código)
CE	Campo Elétrico
CEM	Campo Eletromagnético
CEMRF	Campos Elétricos e Magnéticos de Radiofrequência
CM	Campo Magnético
COMAR	Comandos Regionais da Aeronáutica
D-AMPS	<i>Digital-Advanced Mobile Phone Service</i> (Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo)
DDD	Discagem Direta a Distância
EAS	Estudo Ambiental Simplificado
EVA	Estudo de Viabilidade Ambiental
ERB	Estação Radio Base
EUA	Estados Unidos da America
FEBEM	Fundação Estadual do Bem Estar do Menor
FCC	<i>Federal Communication Commission</i> (Comissão Federal de Comunicação)
GHZ	Gigahertz
GMG	Grupo Moto Gerador
GPRS	<i>General Pocket Radio Service</i> (Serviço de Rádio de Pacote Geral)
GSM	<i>Group Special Mobil</i> (Sistema Global de Comunicação Móvel)
ICNIRP	<i>International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection</i> (Comissão Internacional de Proteção a Raios Não Ionizantes)
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineering</i> (Instituto de Energia e Engenharia Elétrica)
IMTS	<i>Improved Mobile Telephone System</i> (Sistema Avançado de Telefonia Móvel)

INMETRO	Instituto de Metrologia e Qualidade
IP	<i>Internet Protocol</i> (Protocolo Internet)
ITU	<i>International Telecommunication Union</i> (União Internacional de Telecomunicação)
NCRP	<i>National Council on Radiation Protection and Measurements</i> (Conselho Nacional de Proteção e Medição em Radiação)
MHZ	Megahertz
MSC	<i>Mobile Switching Center</i> (Centro Móvel de Transferência)
MTA	<i>Mobile Telephony A</i> (Telefone Móvel)
OMS	Organização Mundial da Saúde
PDC	<i>Personal Digital Celular</i> (Celular digital pessoal)
PSC 1900	<i>Personal Communications System</i> (Serviço de Comunicação Pessoal)
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RNCNIRP	<i>Russian National Committee On Non-Ionizing Radiation Protection</i> (Comitê Nacional Russo de Proteção em Raios não ionizantes)
RF	Radio Frequência
RSCRP	<i>Russian Scientific Commission on Radiation Protection</i> (Comissão Científica Russa de Proteção a Radiação)
RMS	<i>Root Mean Squarte</i> (Valor Eficaz)
SAR	<i>Specific absorption rate</i> (Taxa de Radiação)
SER	Secretarias Executivas Regionais
SEUMA	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente
STFC	Serviço Telefônico Fixo Comutado
SMP	Sistema de Telefonia Pessoal
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i> (Acesso Múltiplo por Divisão do Tempo)
UIT	União Internacional de Telecomunicações

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.2	PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	14
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA	15
1.3.1	<i>Objetivo geral</i>	15
1.3.2	<i>Objetivos específicos:</i>	16
1.4	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	16
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2	TELEFONIA MÓVEL.....	19
2.1	CRIAÇÃO DA TELEFONIA MÓVEL	19
2.2	HISTÓRICO DA TECNOLOGIA CELULAR MÓVEL.....	20
2.2.1	<i>Primeira Geração da Telefonia Móvel</i>	20
2.2.2	<i>Segunda Geração da Telefonia Móvel</i>	22
2.2.3	<i>Terceira Geração da Telefonia Móvel</i>	23
2.2.4	<i>Quarta Geração da Telefonia Móvel</i>	23
2.3	TELEFONIA CELULAR EM NÚMEROS NO MUNDO	24
2.4	HISTÓRIA DO CELULAR NO BRASIL	25
3	ESTAÇÃO RADIO BASE.....	29
3.1	DEFINIÇÃO DE ESTAÇÃO RADIO BASE	29
3.1.1	<i>Tipos de ERB</i>	30
3.1.2	<i>Implantação de uma ERB</i>	31
3.1.3	<i>Construção da Infraestrutura</i>	33
3.2	DISTRIBUIÇÃO DAS ERBS NO BRASIL	35
4	REGULAMENTAÇÃO DA TELEFONIA MÓVEL.....	38
4.1	ABORDAGEM INICIAL.....	38
4.2	A ENERGIA ELETROMAGNÉTICA	40
4.3	ESTUDOS JÁ REALIZADOS.....	40
4.4	LIMITES ESTABELECIDOS MUNDIALMENTE.....	41
4.4.1	<i>Situação nos Estados Unidos</i>	42
4.4.2	<i>Situação no Canadá</i>	43
4.4.3	<i>Situação na Itália</i>	43
4.4.4	<i>Situação na Rússia</i>	44
4.4.5	<i>Situação no Brasil</i>	44

5	DISTRIBUIÇÃO DAS ERBS E TELEFONIA MÓVEL EM FORTALEZA.....	49
5.1	PANORAMA DAS LINHAS ATIVAS NO CEARÁ.....	49
5.2	FORTALEZA E SUAS REGIONAIS.....	50
5.3	INSTALAÇÃO DE ERB EM FORTALEZA	54
5.3.1	<i>Diagnóstico de ERB em Fortaleza.....</i>	<i>56</i>
	<i>ERB – Bairro de Fátima.....</i>	<i>56</i>
	<i>ERB – Joaquim Távora.....</i>	<i>57</i>
	<i>ERB – Aerolândia.....</i>	<i>57</i>
5.4	GERENCIAMENTO E FISCALIZAÇÃO DAS ERBS EM FORTALEZA.....	59
5.5	RISCO DE QUEDA DAS PARTES DE UMA ERB.....	62
6	CONCLUSÕES	63
6.1	PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO TRABALHO	63
6.2	LIMITAÇÕES DO TRABALHO DE PESQUISA	65
6.3	RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	65
	REFERÊNCIAS	66
	ANEXO A – LEI MUNICIPAL DE FORTALEZA Nº 8.914 DE 22/12/2004	69
	APÊNDICE A – ENTREVISTA MODELO.....	71
	APÊNDICE B – ENTREVISTA A SEMACE	76
	APÊNDICE C – ENTREVISTA SEUMA	82

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo estão apresentadas as considerações iniciais, a problemática e justificativa do trabalho, bem como seus objetivos, metodologia aplicada e a estrutura a ser utilizada na dissertação.

1.1 Considerações iniciais

As mudanças tecnológicas das últimas décadas têm transformado nossa maneira de viver e nos relacionar com as outras pessoas. A telefonia celular têm possibilitado a oferta de serviços avançados, incluindo o acesso à Internet. Empresas tem dado grande enfoque à tecnologia, oferecendo aos clientes o que há de mais avançado em termos de telefonia móvel no mundo. Atualmente, os sistemas possibilitam vídeo-chamada, acesso *wi-fi* a internet de rápido acesso, troca de *e-mails*, fotos, videoconferências e até mesmo assistir TV, além de outros serviços complementares. A evolução digital tem possibilitado cada vez mais avanços na área da telefonia celular, acrescentando inúmeros recursos que agregam valor a tais serviços, mas para que tudo isso seja possível, é preciso a utilização de uma Estação Radio Base (ERB), as chamadas antenas.

Em um sistema de telefonia móvel é necessário o uso de antenas que irradiem sinal para os aparelhos celulares, de forma que seja possível estabelecer chamadas. Estas antenas são chamadas de Estações Radio Base e cada uma é responsável por cobrir uma determinada região, chamada de célula. Em outras palavras, a célula é a área geográfica coberta por uma ERB, dentro da qual a recepção do sinal rádio atende às especificações do sistema (LIMA e LARA, 2001). No Brasil, a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) é o órgão federal responsável pela regulamentação no setor de telecomunicações e radiodifusão no Brasil.

A escolha da localização mais adequada para uma antena de telefonia móvel é feita pelas operadoras, que devem examinar e comparar os locais disponíveis seguindo as regulamentações da ANATEL e as leis de cada município onde serão instaladas. Caso fossem seguidos algum modelo ou padrão pré-estabelecido facilitaria a busca e seleção da alternativa mais adequada ao caso em questão, e permitiria considerar, simultaneamente, os vários aspectos envolvidos na decisão. Dessa forma, se evitaria, tomada de decisões considerando um único ponto de vista, no caso o das operadoras.

O estudo da seleção de um local para a instalação de uma ERB deve ser precedido de uma análise da necessidade técnica de aumento da capacidade de transmissão em uma região.

Diversos fatores são determinantes para a otimização da cobertura do serviço móvel, como se observa,

A geometria da área atendida por uma determinada ERB pode ser extremamente variada. Se o terreno onde está situada a ERB for plano e liso, a área de cobertura é circular. Entretanto, devido aos obstáculos naturais e artificiais (morros, irregularidades do terreno, árvores, edificações e etc.), a célula apresenta geometria irregular devido às sombras (espaços sem recepção dos sinais da ERB) causadas por estes obstáculos. A existência das sombras pode fazer com que a célula não seja uma região simplesmente conexa.

As dimensões da célula dependem de especificações técnicas das antenas e aspectos socioambientais da região de interesse tais como: a altura da torre, o grau de urbanização e altura das edificações, o grau de arborização das ruas, a inclinação do terreno, as irregularidades naturais do relevo e, ainda, a potência de transmissão e ganho das antenas (MAIA *et al.*, 2002, p.2)

A instalação de novas ERB pode ser necessária para incluir novas áreas geográficas ao sistema de telefonia móvel ou como uma das ações decorrentes do aumento da demanda de tráfego em uma determinada região. Neste caso, além da instalação de uma nova ERB, é possível dividir as células com antenas omnidirecionais (que irradiam em todas as direções), substituindo-as por antenas direcionais (60 ou 120 graus), provocando uma setorização das células de acordo com Costa (2005).

Os locais disponíveis para a instalação são analisados sem o auxílio de um método padronizado, que permita agregar os diversos aspectos envolvidos na decisão. Estes aspectos estabelecem limites na qualidade de serviço.

Assim, como o local deve ser estudado, a legislação deve ser consultada, pois esta varia de acordo com cada Estado brasileiro. Em alguns exemplos como em Belém do Pará, que foi a primeira cidade do Brasil a elevar a distância mínima para instalação de uma ERB, hospitais, creches e instituições de ensino devem estar a pelos menos 100 metros para esta instalação, já em Fortaleza essa distância é de apenas 30 metros.

1.2 Problematização e justificativa

A competitividade nos mercados de telefonia móvel leva às empresas a colocar em foco as atividades que agregam valor aos produtos, com o objetivo de satisfazer seus clientes com a melhoria da qualidade do produto final de telefonia móvel.

A humanidade tem presenciado um crescimento admirável na utilização de sistemas de comunicações móveis, com benefícios incontestáveis em diferentes atividades públicas e

privadas.

Santos e Silveira (2005), afirmam que já se vive no período técnico-científico-informacional ou globalização, período este caracterizado pela junção entre técnica e ciência, e esta tende a ser simultaneamente técnica e informacional. Os atuais sistemas de telecomunicações dão a impressão de que as distâncias diminuíram, pois a troca de grande volume de informação passou a se dar de forma praticamente instantânea, e seu uso também ampliou as desigualdades. Segundo Santos e Silveira (2005, p.28):

Já com a globalização, informação e finanças passam a configurar a nova geografia, distinguindo os lugares segundo a presença ou a escassez das novas variáveis-chave. Com o meio técnico-científico-informacional, agravam-se as diferenças regionais e aumenta a importância da Região Concentrada com a hegemonia paulista, mas também a partir da ocupação de áreas periféricas com produções modernas.

Nos primeiros meses de 2014 de acordo com dados da ANATEL (2014) as estimativas oficiais mostravam que existem mais de 7,1 bilhões de terminais móveis em utilização em todo o mundo, e mais que 272 milhões no Brasil.

Em paralelo com o vertiginoso crescimento da utilização dos sistemas móveis por uma parcela substancial da população, tem crescido também a preocupação da população, dos usuários e das autoridades governamentais em relação aos riscos à qualidade de vida adequada desta tecnologia.

Esta preocupação é motivada essencialmente pela perda de qualidade do serviço apresentado pelas operadoras de telefonia móvel, devido, especialmente, à má distribuição das antenas distribuidoras de sinal e quais órgãos são responsáveis pelo gerenciamento da fiscalização dessas antenas.

Assim, o problema da pesquisa visa responder à seguinte pergunta: qual a situação real da localização das ERBs instaladas em Fortaleza/CE?

1.3 Objetivos da Pesquisa

Nesta seção serão apresentados os objetivos geral e específicos que serão utilizados na pesquisa.

1.3.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como principal objetivo fazer uma investigação da distribuição espacial das estações de rádio base no município de Fortaleza, enfocando seus aspectos normativos e o atual sistema de gerenciamento e fiscalização dessas ERBs.

1.3.2 Objetivos específicos:

Para que o principal objetivo seja atingido, procura-se, de forma específica:

- i. Pesquisar os aspectos gerais (técnicos e normativos) da instalação das ERBs utilizadas na telefonia móvel;
- ii. Conhecer a distribuição espacial das ERBs, no município de Fortaleza e sua associação com a renda e a população das regionais da grande Fortaleza;
- iii. Identificar e investigar, juntos aos órgãos públicos responsáveis pelo gerenciamento da fiscalização das ERBs no município de Fortaleza, se a legislação (nacional, estadual e municipal) ambiental e as normas de segurança estão sendo respeitadas assim como se multas são aplicadas;
- iv. Contribuir através de um relatório técnico com os órgãos de gerenciamento para uma melhoria na qualidade do serviço e fiscalização das ERBs no município de Fortaleza.

1.4 Metodologia da Pesquisa

A metodologia utilizada no trabalho será baseada na pesquisa exploratória qualitativa que, segundo Gil (2002), o estudo exploratório aprimora as ideias ou descobre intuições. Geralmente, o estudo é exploratório quando há pouco conhecimento sobre o tema a ser abordado (AAKER, KUMAR, DAY, 2004), que é o caso desta dissertação.

A pesquisa qualitativa tem a vantagem de provocar sugestões para futuros estudos que foram geradas ao longo do andamento da pesquisa (KATES, 1998). De acordo com Gephart (2004), a pesquisa qualitativa fornece uma narrativa da visão da realidade dos indivíduos, sendo altamente descritiva. Ela ainda dá uma ênfase aos detalhes situacionais, permitindo uma boa descrição dos processos. Segundo Fraser e Gondim (2004, p.8):

Na abordagem qualitativa, o que se pretende, além de conhecer as opiniões das pessoas sobre determinado tema, é entender as motivações, os significados e os valores que sustentam as opiniões e as visões de mundo. Em outras palavras é dar voz ao outro e compreender de que perspectiva ele fala.

Fazendo uso do método dedutivo de abordagem, que como cita Santos (2008) tem como pressuposto que apenas a razão pode conduzir ao conhecimento verdadeiro, realiza-se pesquisa bibliográfica, através da consulta de livros, periódicos, teses, dissertações e da legislação disponível sobre a telefonia móvel no Brasil e no mundo, seus aspectos normativos

e critérios para instalação das ERBs.

Desta forma, quanto aos meios, é classificada como pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso que será realizado na cidade de Fortaleza – CE.

É bibliográfica porque para a fundamentação teórica foi feita investigação sobre os seguintes assuntos: telefonia móvel, tecnologias aplicáveis, estações de radio base, operadores de serviço. No levantamento bibliográfico utilizou-se de material de mapeamento, baseados em informações cedidas pela prefeitura de Fortaleza, pelos órgãos governamentais: ANATEL e Secretaria Municipal do Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA), para o diagnóstico da localização das Estações Rádio Base na cidade de Fortaleza. Para Jung (2003), a utilização de dados bibliográficos é de fundamental importância em qualquer tipo de estudo, pois, através das fontes bibliográficas, se torna possível elaborar o referencial teórico e todos os aspectos metodológicos para a pesquisa.

A pesquisa documental de textos legais e normativos onde será utilizada para a identificação dos órgãos públicos responsáveis pelo gerenciamento da fiscalização das ERBs no município de Fortaleza, assim como suas respectivas competências. Pesquisa documental que, segundo Fonseca (2002, p.32) considera:

A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão, etc.

Por fim, será feita uma pesquisa de campo junto aos órgãos responsáveis, que caracteriza-se por investigações além da pesquisa bibliográfica e/ou documental (FONSECA, 2002), sendo neste caso através do uso de entrevista estruturada, por meio de um roteiro padronizado conforme modelo de Paduelli (2011), aos gestores dos órgãos públicos responsáveis pelo gerenciamento da fiscalização das ERBs no município de Fortaleza, neste caso a SEUMA, para a investigação do cumprimento da legislação (nacional, estadual e municipal) ambiental e suas normas de segurança.

A partir de coordenadas fornecidas pelos órgãos competentes foi criada uma base de dados no qual foi possível, a partir das imagens de satélite de alta resolução espacial disponível no *software* Google Earth visualizar todas as ERB instaladas em Fortaleza. A base de dados foi lançada no *software* Quantum GIS, visualizador de dados geográficos com interface amigável, onde foram gerados mapas facilitando o entendimento destes dados.

1.5 Estrutura da dissertação

Levando-se em consideração a metodologia utilizada na pesquisa aqui apresentada, o produto final do trabalho terá expresso seu conteúdo na forma de capítulos, por meio dos quais se organizará a dissertação.

No Capítulo 1, introdutório, são apresentadas as diretrizes gerais do estudo, tais como o problema explicitado, justificativa sobre o assunto abordado, os objetivos gerais e específicos, a metodologia da pesquisa aplicada e as técnicas utilizadas para analisar os dados assim como a estrutura do texto.

O Capítulo 2 trata da revisão de literatura, enfocando a telefonia móvel e seu desenvolvimento ao longo do tempo no mundo e no Brasil passando por todas as gerações de sua tecnologia, enquanto o Capítulo 3 aborda definições sobre Estação Radio Base assim como sua distribuição no Brasil.

No Capítulo 4 é feita uma explanação sobre a regulamentação da telefonia móvel no Brasil e em alguns países do mundo considerando também aspectos relacionados à energia eletromagnética.

O Capítulo 5 traz um estudo de caso para cidade de Fortaleza com relação à instalação, distribuição, gerenciamento e regulamentações das Estações além de um panorama referente às irregularidades nas instalações das ERBs assim como os aspectos legais relacionados.

Por fim, o Capítulo 6 traz as Considerações Finais, as Conclusões e as Recomendações sobre o estudo da dissertação, seguindo-se a lista de autores/obras que serviram de base empírica e teórica ao desenvolvimento do trabalho.

2 TELEFONIA MÓVEL

Neste capítulo serão abordados algumas definições no que diz respeito às estações rádio base, alguns conceitos técnicos relacionadas às mesmas, assim como um levantamento histórico sobre o desenvolvimento da telefonia móvel no mundo e seu constante crescimento.

2.1 Criação da Telefonia Móvel

Heinrich Hertz, um físico alemão, em 1889, foi o pioneiro na transmissão de códigos pelo ar. A descoberta tornou-se indefectível à idealização de radiotransmissores. Além disso, proporcionou a primeira ligação por telefonia entre continentes, ocorrida no ano de 1914. (MINISTÉRIO, 2008).

A comunicação móvel era conhecida desde o começo do século XX. Desenvolvida inicialmente pela atriz de *Hollywood*, Hedwig Kiesler (Hedy Lamaar), e patenteado em 1940, o celular surge como um sistema de comunicação à distância que poderia mudar sempre de canal para que as frequências não fossem interceptadas. No ano de 1947, começou-se o desenvolvimento no laboratório Bell, nos Estados Unidos. (MINISTÉRIO, 2008).

Nesse laboratório, foi desenvolvido um sistema telefônico de alta capacidade, interligado por diversas antenas, sendo que, cada antena, era considerada uma célula. Por isso o nome de “celular”.

Os primeiros sistemas de telefonia móvel, assim como o sistema de rádio móvel, utilizavam o princípio de uma estação base localizada em um patamar mais elevado para gerar uma área circular de cobertura de ondas de alta frequência e energia. Essa estação era responsável por receber e enviar os sinais de rádio dos telefones (STALLINGS, 2002, p.284).

O primeiro celular foi desenvolvido pela Ericsson-, em 1956, denominado Ericsson *Mobilie Telephony A* (MTA) , pesava cerca de 40 quilos e foi desenvolvido para ser instalado em porta mala de carros, conforme Figura 1.

Figura 1 - Primeiro celular da marca Ericsson em 1956



Fonte: Ericsson (2014)

A empresa Motorola passou então a desenvolver seu modelo de celular e no dia 3 de abril de 1973, em Nova York, apresentou o modelo Motorola Dynatac 8000X. Usando esse modelo, ocorreu na história a primeira ligação de um aparelho celular, realizada por Martin Cooper, diretor de sistemas de operações da empresa Motorola. O aparelho, muito prosaico, tinha 25 cm de comprimento e 7 cm de largura, além de pesar cerca de 1 quilo. Em 1979, no Japão e na Suécia, o telefone celular entrou em operação e, em 1983, nos Estados Unidos.

2.2 Histórico da Tecnologia Celular Móvel

Costa (2005) indica que a telefonia celular passou por quatro gerações distintas com tecnologias diferentes. A primeira foi voz analógica, a segunda voz digital, a terceira voz digital e transferência de dados (*Internet*, correio eletrônico, dentre outros) e a quarta voltada para o aperfeiçoamento na transmissão de dados em alta velocidade.

O primeiro sistema móvel foi criado nos Estados Unidos da América (EUA) pela *American Telephone and Telegraph* (AT&T) no ano de 1984 e regulamentado por todo o país pela *Federal Communication Commission* (FCC). Como resultado, todo o território dos EUA tinha um único sistema de telefonia celular. Já na Europa, cada país criou o seu próprio sistema celular, isso não foi bom, pois um celular de Portugal não poderia falar na Espanha, por exemplo.

Quando surgiu a tecnologia digital por volta do ano 1982, as estatais da Europa se uniram e formaram um único sistema digital, o *Group Special Mobil* (GSM). Portanto, qualquer celular da Europa, passou a falar em qualquer país. Na época, os EUA, não seguiu com esta padronização. Sendo assim, a padronização para este sistema GSM ficou a cargo do mercado.

2.2.1 Primeira Geração da Telefonia Móvel

De acordo com Costa (2005) o sistema mais antigo que utilizava voz analógica foi o dos radio-telefones móveis que eram utilizados esporadicamente pelos militares. Na década de 50 foram instalados sistemas conhecidos como *PUSH-TO-TALK* nos carros de polícia, táxi dentre outros. Este sistema utilizava um único canal para transmissão e recepção de voz.

Na década de 60 esta tecnologia foi melhorada com a criação do *Improved Mobile Telephone System* (IMTS). Este utilizava um transmissor de alta potência que ficava em cima das montanhas e utilizava dois canais, um para transmissão e outro para recepção. Não foi

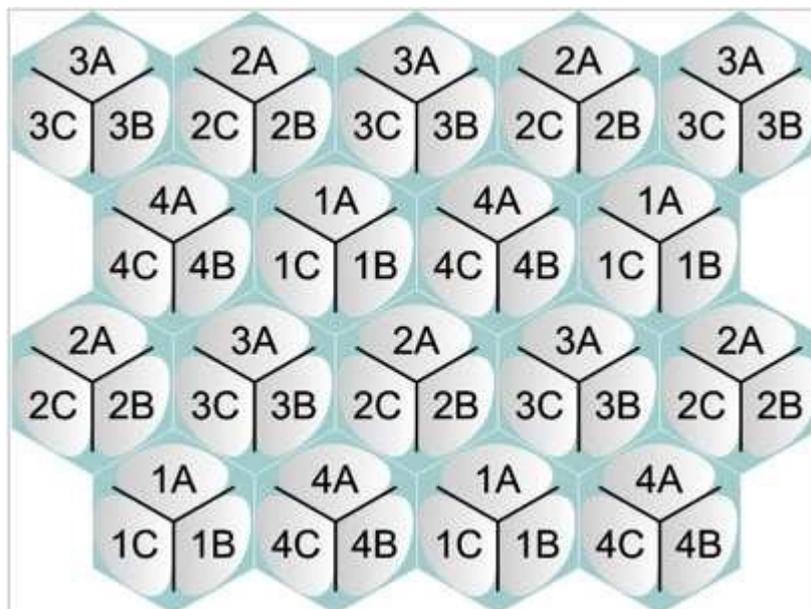
muito eficaz porque havia poucos canais para atender aos usuários e estes canais não suportavam muitas comunicações simultâneas como afirma Costa (2005).

O sistema analógico *Advanced Mobile Phone System (AMPS)* foi inventado por *Bell Labs* sendo instalado primeiramente nos EUA em 1982. Depois ele foi utilizado na Inglaterra e no Japão, em 1983. Os sistemas mais avançados que o AMPS, herdaram muitas características deste sistema.

Em todos os sistemas de telefonia celular, uma área geográfica, na qual as operadoras dispõem os seus serviços, é dividida em células. No AMPS, as células possuem um alcance que varia entre 10 e 20 km. Cada célula utiliza um conjunto de frequência não utilizado por qualquer célula vizinha e é capaz de estabelecer de 5 a 10 chamadas por frequência, em células amplamente separadas.

Ainda segundo Costa (2005) todas as células possuem o mesmo tamanho. As células são agrupadas em unidades de sete células. Cada número indica um grupo de frequência. Em cada grupo existe uma separação de pelo menos 2 células com frequências distintas. Isso é feito para proporcionar uma boa separação e pouca interferência das frequências, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Cobertura da rede feita por células



Fonte: Truteq University (2011)

Quando um local possui muitos usuários de uma determinada célula, pode acontecer da célula ficar sobrecarregada, sendo assim, a célula pode ser subdividida em microcélulas, para permitir uma melhor reutilização de frequência nas células.

No centro de cada célula, há uma estação-base que recebe as transmissões de todos os telefones presentes na célula. Esta estação consiste de um computador e um transmissor / receptor conectados a uma antena. Em um sistema de pequeno porte, todas as estações-base estão conectadas a um único dispositivo chamado *Mobile Switching Center* (MSC) – centro de comutação móvel. Em um sistema maior, podem ser necessárias mais MSC, todas ficam conectadas umas com as outras. As MSC ficam conectadas a uma estação final de um sistema telefônico ainda conforme Costa (2005).

A todo momento um telefone celular ocupa uma determinada célula que é coberta por uma determinada ERB. Quando um telefone está se deslocando para uma outra célula, ele começa a sentir que o sinal, que está recebendo da ERB está se enfraquecendo, sendo assim ele faz uma nova requisição de sinal para algumas das células vizinhas. Dessa forma, a ERB faz a transferência do sinal para uma outra ERB que está recebendo o sinal mais forte daquele aparelho celular. Este processo é conhecido como *HANDOFF* e leva cerca de 300 ms (micro segundos) para se concretizar.

2.2.2 Segunda Geração da Telefonia Móvel

Assim como não houve padrão na primeira geração, na segunda geração, que é a era da telefonia digital, também não existiu padrão. Por consequência, atualmente, existem vários sistemas de telefonia móvel com tecnologia digital. Estes sistemas são: Sistema global de comunicação móvel (GSM), *Time Division Multiple Access* (TDMA) ou Acesso múltiplo por divisão de tempo (D-AMPS), Acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), Celular digital pessoal (PDC) e Serviço de comunicação pessoal (PSC 1900).

GSM é um padrão de comunicação digital para telefonia celular. Este sistema recebeu este nome por representar um grupo criado na Europa em 1982, que formulou um padrão de comunicação celular operando numa frequência de 900 MHz de acordo com Siegmund (1995).

Segundo Costa (2005) existe uma enorme aproximação entre a tecnologia TDMA e a GSM. Pode-se dizer, inclusive, que o GSM é uma versão melhorada do TDMA. Os dois sistemas utilizam a multiplexação por divisão de frequência, com cada unidade móvel transmitindo em uma sequência e recebendo em uma sequência mais alta. Também em ambos os sistemas, um único par de frequências é dividido pela multiplexação por divisão de tempo em *slots* (período) de tempo compartilhado por várias unidades móveis.

Atualmente existem 3 tipos de frequência que atendem ao padrão GSM: 900, 1800, 1900. A frequência original é a GSM 900. A maioria das redes GSM operam nesta frequência. Em 1990, por causa da competição do mercado, foi criado no Reino Unido o GSM 1800 MHz. Nos EUA, foi criado o GSM 1900 ainda de acordo com Siegmund (1995).

2.2.3 Terceira Geração da Telefonia Móvel

O GPRS é um serviço de dados comutados por pacotes para o GSM que possibilita o acesso do celular à Internet. O sistema GPRS possui várias funcionalidades. Os usuários de uma rede GSM / GPRS podem permanecer *on-line* sem ocupar continuamente um canal específico de rádio. Além disso, o GPRS também reutiliza outros elementos de rede podendo utilizar *Internet Protocol* (IP) móvel para acesso, que é um número que um computador (ou roteador) recebe quando se conecta à Internet sendo através desse número que este computador é identificado e pode enviar e receber dados.

Os benefícios para os usuários com este tipo de serviço é tempo de acesso rápido, alta velocidade, acesso global, conveniência, dentre outros. Já para a operadora os benefícios são: uso eficiente dos recursos de rádio, baixo custo de investimento e atrair vários segmentos de mercado. Uma das grandes inovações que o GPRS pode proporcionar para os usuários é a capacidade de se enviar mensagens multimídia pelo celular.

2.2.4 Quarta Geração da Telefonia Móvel

Diferente do que aconteceu nas gerações anteriores de telefonia móvel, o sistema de quarta geração (4G) chegou no Brasil com um menor atraso em relação a outros mercados, sendo que a partir de 2013 o país alcança o estágio da tecnologia de telefonia móvel no restante do mundo.

De acordo com Ceia (2013) o sistema 4G não é a evolução do 3G, rompendo com isso a linha tradicional de desenvolvimento das tecnologias. Até a terceira geração, os serviços de voz e de dados são tratados em separado, já no sistema 4G toda a comunicação é fundamentada em fluxos de dados e, com isso, todos os serviços e recursos que estão disponíveis nas redes de banda larga fixa também estarão na telefonia móvel.

A telefonia móvel passa a permitir a realização de *chats* com vídeo, envio de mensagens com multimídia, serviço móvel de televisão e acesso à Internet em sua plenitude. A capacidade de tráfego se eleva e as velocidades devem ficar em torno de 100 Mbps, sendo esta até 10 vezes mais rápida que a tecnologia anterior.

2.3 Telefonia Celular em números no Mundo

Como se observa na Figura 3, o número de celulares no mundo vem crescendo constantemente ao decorrer dos anos.

Figura 3 - Evolução do número de celulares no mundo entre os anos de 2000 e 2014 (em bilhões).



Fonte: ITU, Wireless Intelligence, GSA/Informa (2014)

O número de assinaturas de telefonia celular chegou a 6,9 bilhões no final do terceiro trimestre de 2014, o que significa que os celulares serão quase o mesmo número de habitantes do mundo em 2015, segundo estimativas da *International Telecommunication Union* (ITU) no final de 2014. Isso não significa que cada habitante possuirá um aparelho ou que eles estarão presentes em todos os lugares. Este número pode ser atribuído, em grande parte, ao aumento do número de usuários que possuem vários dispositivos, que continuará a crescer devido principalmente a necessidade da utilização de outro aparelho no ambiente comercial.

De acordo com a ITU (2013) existem mais de cem países do mundo, incluindo o Brasil, onde o número de celulares ultrapassa as populações dos países. A Rússia, por exemplo em 2013, teve 1,8 vezes mais contas ativas de telefone celular do que habitantes.

2.4 História do celular no Brasil

A história da telefonia celular no Brasil começou em 1990. Na época, segundo dados da ANATEL (2014), o país contava com 667 aparelhos, número que passou para 6.700 unidades no ano seguinte, ultrapassando os 30 mil em 1992, chegando a 47.865.593 de telefones celulares em fevereiro de 2004. A trajetória de crescimento teve como fator determinante a privatização da telefonia móvel no Brasil.

O Brasil, segundo Iozzi (2005), vivia seu segundo período do sistema de telecomunicação:

Reconhecemos três períodos: 1) a implantação de rede de telefonia e a sua operação por empresas privadas. Este período inicia-se em meados do século XIX e estende-se até a década de 1960. 2) a estatização das empresas e a formação do Sistema Brasileiro de Telecomunicações, fase compreendida entre a década de 1960 até final da década de 1990. 3) a privatização e a nova regulação do setor, período iniciado no ano de 1998, cujas principais características perduram até hoje.

De acordo com Alves (2006) um segundo marco importante para a evolução da telefonia móvel no Brasil foi a abertura para exploração da Banda B por empresas nacionais e estrangeiras, em 1997. Em 1998, as empresas vencedoras do leilão de licenças da Banda B entram em operação e o Governo concretiza a privatização do antigo Sistema Telebrás-. Com o fim do controle estatal nas principais empresas de telefonia fixa e móvel e os novos integrantes, há início de um período de forte expansão para todo o mercado de telecomunicações.

Em 2001, a ANATEL lançou novas regras para exploração do sistema de telefonia móvel, compreendidas no regulamento do Sistema de Telefonia Pessoal (SMP), e propôs uma simplificação nas áreas de atuação deste mercado. Neste mesmo ano foram leiloadas novas licenças para a exploração de duas novas Bandas pelo SMP, as Bandas D e E (novas faixas de frequência que o governo brasileiro concedeu por meio de leilão para novas operadoras). As empresas das Bandas A e B, foram incentivadas a migrarem para o novo regulamento, processo que foi totalmente concluído até o final de 2003 segundo Alves (2006).

A concorrência no mercado, a inovação em serviços e aparelhos, a redução das tarifas e os crescentes investimentos em *Marketing* pelas empresas foram fatores que contribuíram para o forte crescimento do mercado de telefonia móvel (PACHECO, 2004).

O Brasil detém a quinta posição no mercado de telefonia móvel no mundo, conforme verifica-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Número, em milhões, de linhas ativas por país, 2006 a 2013

Posição	País	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	China	461	547	641	747	859	986	1112	1229
2	Índia	149	234	347	525	752	894	907	886
3	EUA	233	255	270	286	296	316	326	306
4	Indonésia	-	-	141	159	220	237	281	304
5	Brasil	100	121	152	174	203	242	262	271
6	Rússia	152	173	188	208	215	228	231	243
7	Japão	101	105	110	115	121	126	134	142

Fonte: ITU (2013)

O mercado brasileiro encontra-se dividido entre oito empresas, segundo dados da ANATEL (2014), referentes a abril de 2014, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Número de linhas ativas por operadora no Brasil - Abril 2014

	OPERADORA	CONTROLADOR	LINHAS	% PARTICIPAÇÃO
1	VIVO	Telefônica	78.465.149	28,68
2	TIM	Telecom Itália	73.916.805	27,02
3	CLARO	América Movil	68.748.907	25,13
4	OI	Portugal Telecom	50.579.492	18,48
5	CTBC	CTBC	1.058.194	0,39
6	NEXTEL	NII Nextel	656.825	0,24
7	OUTRAS	Porto Seguro e Datora (MVNO)	104.112	0,04
8	SERCOMTEL	Prefeitura Londrina	53.992	0,02
TOTAL			273.583.476	100,00

Fonte: ANATEL (2014)

Dados da ANATEL indicam que o Brasil terminou Março de 2014 com aproximadamente 273,6 milhões de celulares e 135,3 celulares/100 habitantes, conforme dados apresentados na Tabela 3.

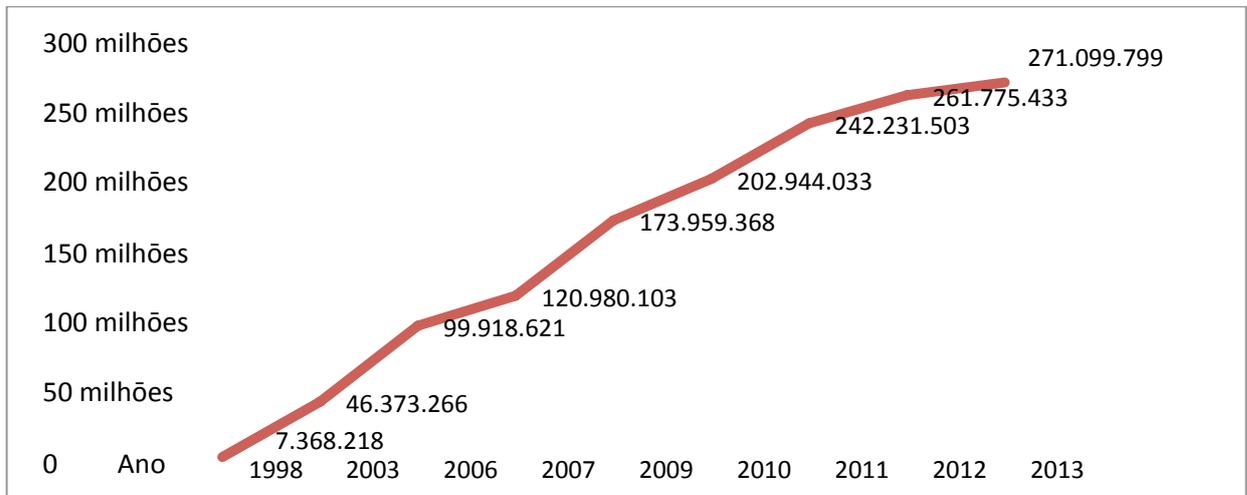
Tabela 3 – Número total e densidade de linhas ativas na população do Brasil, 1998 a 2013

Ano	Número Total de Linhas	Número de Linhas Pré-pago	Número de Linhas Pós-pago	Densidade (celulares/100 habitantes)
1998	7.368.218	44.209	7.324.009	4,4
1999	15.032.698	5.757.523	9.198.646	8,9
2000	23.188.171	13.657.833	9.275.175	13,5
2001	28.745.769	19.547.123	9.530.338	16,4
2002	34.880.964	25.002.069	9.878.895	19,46
2003	46.373.266	35.357.004	11.016.262	25,54
2004	65.605.577	52.793.488	12.812.089	35,68
2005	86.210.336	69.666.573	16.543.763	46,34
2006	99.918.621	80.554.392	19.364.229	53,09
2007	120.980.103	97.576.507	23.403.596	63,57
2008	150.641.403	122.727.551	27.913.852	78,31
2009	173.959.368	143.600.507	30.358.861	89,51
2010	202.944.033	167.104.117	35.839.916	103,39
2011	242.231.503	198.168.285	44.063.218	122,23
2012	261.775.433	210.818.839	50.956.594	130,90
2013	271.099.799	211.582.767	59.517.032	134,36

Fonte: IBGE (2013)

Ainda, segundo dados da ANATEL (2013), observa-se, conforme Tabela 3 que houve no Brasil um crescimento (aproximadamente 485%) nos últimos dez anos, acompanhando o crescimento mundial. Verifica-se que no ano de 1998 o número de linhas ativas para cada 100 habitantes era de 4,4. Dez anos depois este mesmo dado cresceu para 78,31 linhas para cada 100 habitantes. Este crescimento é facilmente visualizado no Gráfico 1, onde se observa ao decorrer dos anos forte evolução deste número.

Gráfico 1 - Evolução do número de linhas ativas no Brasil – 1998 a 2013



Fonte: ANATEL (2013)

Em 2010, o número de linhas ativas superou a proporção de 1 para 1, chegando ao final de 2013 com 134,36 linhas para cada 100 habitantes.

Na Tabela 4, observa-se a quantidade detalhada de linhas ativas na Região Nordeste do Brasil em março de 2014. Percebe-se uma tendência em relação ao tipo de linha que o brasileiro adquire, sendo de quase 88% o número de celulares pré-pagos, dificultando assim o controle da localização onde cada linha é registrada por não existir obrigação de registro da mesma.

Tabela 4 - Quantidade de linhas ativas por plano de serviço e estados da Região Nordeste - Março 2014

BRASIL	Pré-Pago	% Pré-Pago	Pós-Pago	% Pós-Pago	Total
REGIÃO NORDESTE	59.724.697	87,12	8.833.751	12,88	68.558.448
BAHIA	15.831.280	86,90	2.386.650	13,10	18.217.930
PERNAMBUCO	10.860.390	86,27	1.727.999	13,73	12.588.389
CEARÁ	9.654.952	87,13	1.425.624	12,87	11.080.576
MARANHÃO	5.748.203	89,45	678.001	10,55	6.426.204
PARAIBA	4.325.390	87,25	632.080	12,75	4.957.470
RIO GRANDE DO NORTE	3.947.060	86,53	614.272	13,47	4.561.332
ALAGOAS	3.574.858	88,92	445.335	11,08	4.020.193
PIAUI	3.605.207	90,66	371.376	9,34	3.976.583
SERGIPE	2.177.357	79,76	552.414	20,24	2.729.771
TOTAL BRASIL	212.208.580	77,57	61.374.896	22,43	273.583.476

Fonte: ANATEL (2014)

3 ESTAÇÃO RADIO BASE

Neste capítulo serão abordadas definições no que diz respeito às estações radio base, alguns conceitos técnicos relacionados às mesmas, assim como estas são distribuídas em território brasileiro.

3.1 Definição de Estação Radio Base

De acordo com Henrique e Martins- (2003), Estação Rádio Base (ERB) é a denominação dada em um sistema de telefonia celular para a Estação Fixa com que os terminais móveis se comunicam.

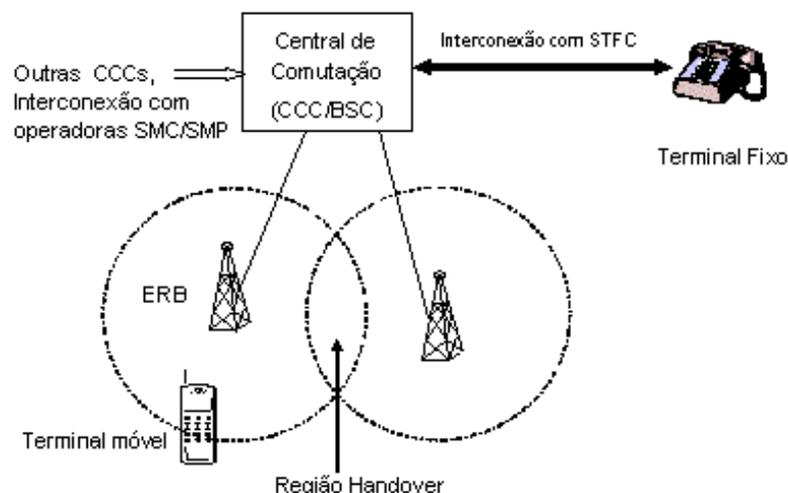
A ERB está conectada a uma Central de Comutação e Controle (CCC) que tem interconexão com o Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC) e a outras CCC's, permitindo chamadas entre os terminais celulares e deles com os telefones fixos comuns.

Na arquitetura de alguns sistemas celulares existe a figura do *Base Station Controller* (BSC) que agrupa um conjunto de ERBs antes da sua conexão com a CCC.

De acordo com Henrique e Martins (2003) uma ERB típica é composta dos seguintes elementos: infraestrutura para a instalação dos equipamentos de telecomunicação, incluindo a parte civil, elétrica, climatização e energia, com autonomia em caso de falta de energia através de baterias e, em alguns casos Grupo Moto Gerador (GMG), torre para colocação de antenas para comunicação com os terminais móveis e enlace de rádio para a CCC.

Na Figura 4 estão apresentados os elementos que compõem uma Estação Base de Controle.

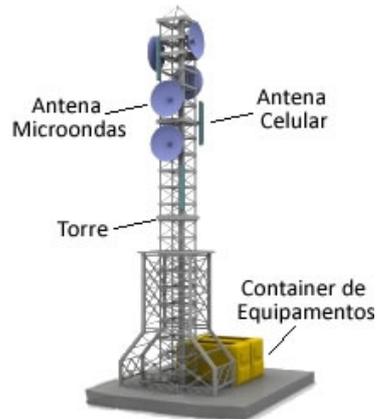
Figura 4 - Organograma dos elementos de uma Estação Base de Controle



3.1.1 Tipos de ERB

Ainda de acordo com Henriques e Martins (2003), basicamente tem-se dois tipos de ERB: *Greenfield* e *Rooftop*. As comumente chamadas de *Greenfield* que são aquelas instaladas em terrenos, ou seja, no solo, conforme está apresentada na Figura 5.

Figura 5 - Exemplo de ERB do tipo *Greenfield*



Fonte: Telebrasil (2013)

Já as conhecidas como *Roof Top* são aquelas instaladas em pavimentos de cobertura de edifícios, como se observa na Figura 6.

Figura 6 – Exemplo de ERB do tipo *Rooftop*



Fonte: Telebrasil (2013)

Ambas podem utilizar equipamentos de telecomunicação “*indoors*” (dentro de compartimentos), cujas características de fabricação determinam a necessidade de uma infraestrutura de climatização, como equipamentos “*outdoors*” (fora de compartimentos), que são unidades autônomas, previamente concebidas para exposição ao ar livre e dimensionadas para obter uma ventilação apropriada.

Segundo Henriques e Martins (2003) a implantação de uma ERB é um processo complexo, pois implica em atender uma série de objetivos multidisciplinares, muitas vezes difíceis de conciliar. Este quadro é agravado quando se implanta uma rede nova com grande quantidade de ERB e com um prazo reduzido.

De acordo com Neves (2002), com a expansão da infraestrutura, as operadoras realizaram volumes significativos de investimentos, com financiamento expressivo do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES). Isso criou oportunidades para se investir na indústria de equipamentos de telecomunicações, o que induziu a entrada de novos fabricantes no mercado e a ampliação da presença dos já instalados.

3.1.2 Implantação de uma ERB

Uma vez definida a necessidade de implantação de um sistema celular novo ou a expansão de um sistema existente pela implantação de uma ERB ou conjunto de ERB, o passo inicial é a elaboração do projeto de Radio Frequência que irá estabelecer as especificações para a localização do local, equipamento e altura das antenas. Inicia-se então o processo de implantação da ERB cujas principais etapas são apresentados na Figura 7 abaixo.

Figura 7 – Etapas de implantação de uma ERB



Fonte: Elaboração própria

Todo processo se inicia com a aquisição do local, ou seja, onde a ERB será instalada. Nesta etapa são realizados projetos da infraestrutura e é dado início ao processo de obtenção de licença para implantação da ERB. Pode-se dizer que esta etapa é a mais complexa, pois implica em selecionar e negociar um local que atenda a uma série de requisitos muitas vezes difíceis de conciliar conforme afirma Neves (2002), tais como:

- Localização ótima do ponto de vista do projeto de radio frequência (RF) de forma a otimizar a cobertura do sistema celular;
- União entre rádio de comunicação com a CCC ou disponibilidade de outro meio de

comunicação como fibra óptica;

- Local disponível para compra ou aluguel de longo prazo, com documentação e a preços acessíveis;
- Possibilidade de atendimento da legislação local para obtenção de licenças junto à prefeitura e demais órgãos federais, incluindo a Agência Nacional de Telecomunicações;
- Evitar altos custos de implantação civil, principalmente no item fundações e reforços estruturais;
- Prazo de implantação.

Após a escolha do local atendendo todas as especificações acima citadas se inicia a construção onde toda a infraestrutura civil, elétrica, climatização e de energia é implantada. Realizada a construção básica da estrutura são instalados os equipamentos de telecomunicações. Nesta fase do processo deve-se levar em consideração que uma vez implantada a ERB, ela deve passar por uma fase de aceitação, onde é testada a sua integração com o restante da rede celular em que será ativada. Estas etapas aplicam-se a cada ERB, seja ela parte de um novo sistema em implantação ou expansão de uma rede existente.

Segundo Neves (2002) normalmente procura-se selecionar três locais candidatos para implantação de uma ERB. Os candidatos selecionados passam por um processo de avaliação de forma que sejam aceitos ou rejeitados e ordenados em termos de prioridade. Esta avaliação implica em verificar premissas como: acessibilidade, fornecimento de energia, implantação civil e legalizações, cobertura de rádio frequência e interferências e alcance da transmissão e interferências. Uma vez definidos os candidatos e verificada a documentação legal do imóvel, passa-se a negociar com o proprietário do imóvel um contrato de compra ou locação.

Aspectos legais são, em muitos casos, os maiores responsáveis por atrasos na implantação das ERBs devido a inexistência de legislação em muitas prefeituras e às pressões da vizinhança temerosa de ver o seu imóvel desvalorizado pela presença de uma torre de celular.

3.1.3 Construção da Infraestrutura

De acordo com Neves (2002) geralmente as ERB são construídas com equipamentos “*indoor*” que necessitam de uma infraestrutura de climatização. A solução adotada é a utilização de alojamentos pré-fabricados, do tipo contêineres, por exemplo ou adaptações de salas ou edificações existentes. No caso do *contêiner* é necessário a preparação de uma base para sua instalação.

A infraestrutura elétrica envolve a instalação de eletrodutos, cabos, aterramento, entrada de energia e ligação de energia pela Concessionária.

Um dos aspectos mais fundamentais nesta instalação é a questão da disponibilidade, pelas concessionárias públicas, da rede de energia elétrica por onde o local está localizado. Daí a importância na negociação rápida com estes órgãos, caso haja a necessidade de expansão dessa rede.

Uma vez construída a infraestrutura civil e elétrica é possível instalar o ar-condicionado, baterias e equipamentos de energia. No caso de *contêiner* estes equipamentos podem ser pré-instalados antes dos contêineres serem enviados para o local.

A entrega destes equipamentos no local necessita ser muito bem coordenada pois, por vezes, o local não comporta espaço para armazenamento.

Antenas podem ser fixadas em torres, postes, cavaletes e mastros, podendo este último ser montado tanto na cobertura como na lateral da edificação, de acordo com a necessidade de cobertura.

A implantação de uma torre envolve a construção de uma fundação e a sua montagem. Sua fundação depende do tipo de solo encontrado no terreno. A escolha do tipo mais conveniente pode ter impacto fundamental no prazo e custos da construção.

Após a conclusão da fundação é feita a montagem da torre com o suporte para as antenas e acessórios como esteiras, escadas, plataformas, para-raio e luzes de sinalização.

Especial cuidado deve ser tomado na verificação de liberação da instalação por órgãos públicos, tais como: prefeituras municipais e Comandos Regionais da Aeronáutica (COMAR).

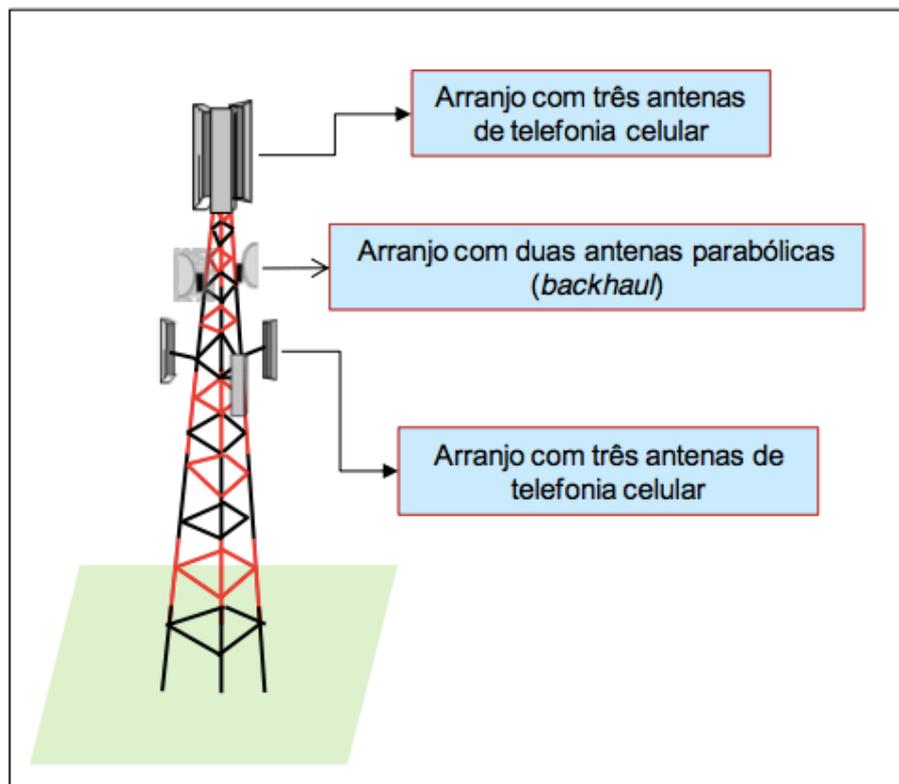
Não é incomum o descuido com este aspecto e durante a montagem da torre, haver embargo da instalação. Por vezes a construção conta apenas com uma autorização preliminar por parte dos órgãos públicos, e que no momento da instalação, por mobilização de vizinhanças de moradores, pode impedir a licença definitiva.

Considerando-se que, atualmente, no mercado existem oito concessionárias (Vivo, Claro, TIM, Brasil Telecom, OI – Telemar, Telemig Celular/Amazônia Celular, CTBC Telecom Celular e Sercomtel Celular) e se cada uma decidisse instalar suas próprias Estações Rádio Base, haveria realmente uma poluição visual nas grandes cidades assim como um alto risco de não haver disponibilidade de espaço físico para todas as antenas.

Para contornar esse cenário, existe um estímulo, por parte da ANATEL, apresentado na Resolução nº 274 de 5 de setembro de 2001 e na Lei 13.116 de 20 de abril de 2015, que aprova o regulamento de compartilhamento de infraestrutura entre prestadoras de serviços de telecomunicações, permitindo assim que as concessionárias possam instalar suas antenas em ERB já existentes, mesmo estas sendo instaladas por outra concessionária.

Isso é possível pelo posicionamento das antenas, responsáveis pela radiocomunicação, em diferentes alturas da torre, e por cada concessionária utilizar uma frequência diferente, não interferindo, assim, na área de cobertura da outra, conforme se observa na Figura 8.

Figura 8 - Exemplo de compartilhamento de uma ERB



3.2 Distribuição das ERBs no Brasil

Após análise da Tabela 5 verifica-se que existe uma correlação entre Estações Radio Base, renda *per capita* e população dos Estados da Federação Brasileira.

Em âmbito nacional esta relação pode ser observada na Tabela 5, onde se nota que, em geral, existe uma relação diretamente proporcional entre população, renda *per capita* e quantidades de torres e antenas. De fato, os seis estados de maior número de habitantes (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia, Rio Grande do Sul e Paraná), a exceção da Bahia, são os que detém o maior número de ERBs. Entretanto, seguem a esses Santa Catarina, Goiás e Pernambuco que, embora com população menor do que vários outros, possuem um número significativo de ERBs, o que pode ser parcialmente explicado pela renda *per capita*. Isso demonstra que, apesar da principal variável utilizada para definir o número de torres e antenas seja a população, a renda *per capita* também funciona como um balizador importante.

Exemplo disso são os casos do Maranhão, onde o tamanho da população não corresponde ao pequeno número de ERBs, e, no extremo oposto, o Distrito Federal cuja relação entre o número de habitantes e a quantidade de ERBs é alta – tem uma densidade de 1,1 celulares por habitante em decorrência de apresentar a maior renda *per capita* do país.

Tabela 5 - População, número de ERB e renda per capita por unidade da Federação

Estados	População ⁽¹⁾	Número Torres e Antenas ⁽²⁾	Renda per capita (R\$) ⁽¹⁾
São Paulo	40.442.795	7.527	12.782,00
Minas Gerais	19.237.450	4.340	7.790,00
Rio de Janeiro	15.383.407	4.203	12.795,00
Bahia	13.815.334	1.610	5.445,00
Rio Grande do Sul	10.845.087	3.240	12.181,00
Paraná	10.261.856	2.612	9.993,00
Pernambuco	8.413.593	1.055	5.177,00
Ceará	8.097.276	836	3.663,00
Pará	6.970.586	654	4.443,00
Maranhão	6.103.327	355	2.380,00
Santa Catarina	5.866.568	1.668	11.095,00
Goiás	5.619.917	1.113	6.941,00
Paraíba	3.595.886	381	3.896,00
Espirito Santo	3.408.365	794	8.916,00
Amazonas	3.232.330	354	9.258,00
Alagoas	3.015.912	417	3.539,00
Piauí	3.006.885	229	2.505,00
Rio Grande do Norte	3.003.087	421	4.742,00
Mato Grosso	2.803.274	591	8.529,00
Distrito Federal	2.333.108	849	19.071,00
Mato Grosso do Sul	2.264.468	522	8.742,00
Sergipe	1.967.791	327	6.243,00
Rondônia	1.534.594	194	5.832,00
Tocantins	1.305.728	172	3.405,00
Acre	669.736	102	4.522,00
Amapá	594.597	44	5.764,00
Roraima	391.317	26	4.694,00
Total	184.184.274	34.636	-

Fonte: (1) IBGE (2005) (2) ANATEL (2007)

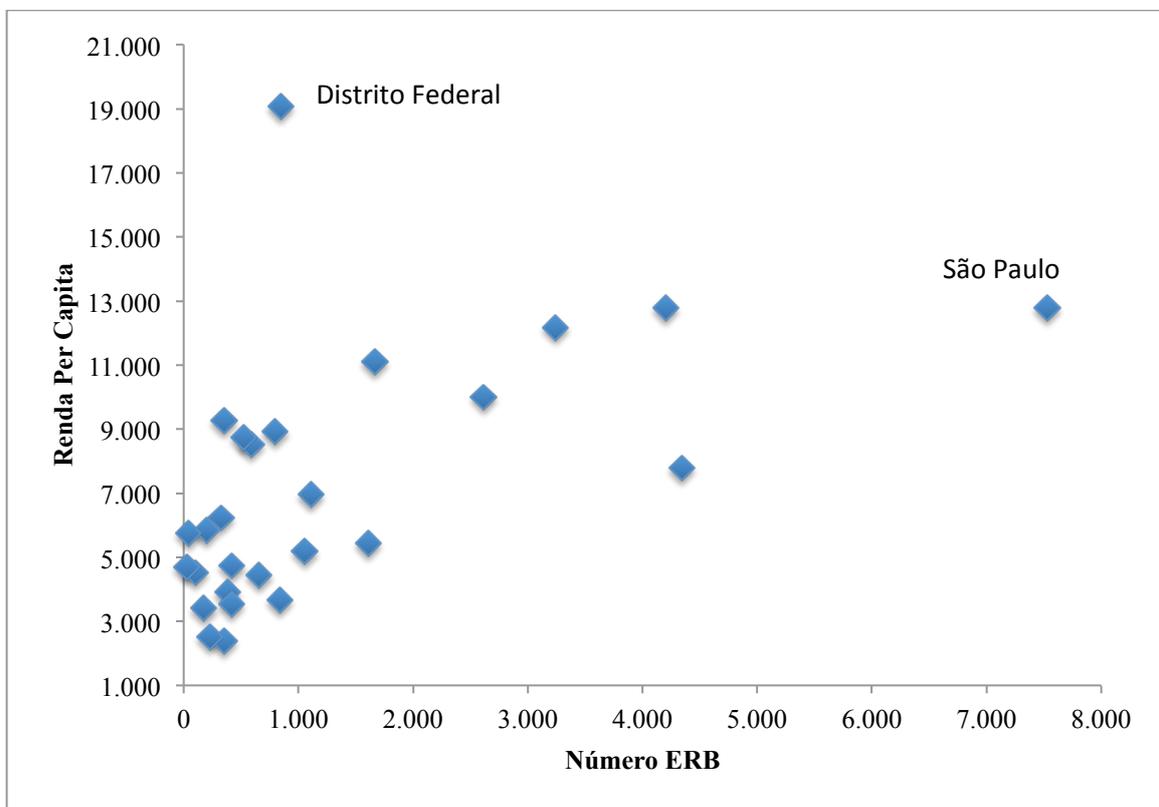
Não obstante a popularização do celular, o número de usuários do Sistema Móvel Celular se eleva de acordo com o aumento da população e da renda *per capita*. O poder de compra permite o maior uso do celular.

Assim, considerando que as ações são movidas por uma racionalidade, como diz Santos (1996), a decisão de implantar um maior número de torres e antenas deve ser onde existem mais pessoas e maior renda.

Portanto, analisando a Tabela 5 permite-se visualizar a relação entre os objetos espaciais técnicos, que são as Estações Radio Base, e a população com sua renda *per capita*. Estes objetos seguem o ritmo da aceleração desigual do espaço (SANTOS, 2002).

Esta correlação pode ser mais facilmente visualizada no Gráfico 2 abaixo, onde percebe-se maior concentração de ERB a medida que a renda per capita do Estado cresce.

Gráfico 1 - Dispersão da renda per capita *versus* número de ERBs



Fonte: Com base em dados IBGE (2005) e ANATEL (2007)

4 REGULAMENTAÇÃO DA TELEFONIA MÓVEL

Neste capítulo serão abordadas as regulamentações das telefonia móvel no mundo e no Brasil. Serão abordados estudos realizados e regulamentações em alguns países assim como no Brasil.

4.1 Abordagem inicial

A velocidade com que foi implantado e aperfeiçoado o serviço de telefonia celular no Brasil, como em outros países, afetou diretamente os hábitos de comunicação da sociedade, que se acostumou e incorporou uma revolucionária tecnologia de transmissão de dados e informações ao cotidiano sem uma devida discussão e realização de um estudo científico conclusivo sobre os potenciais impactos ambientais que poderiam ser gerados a partir de então.

O fato é que a energia eletromagnética está presente em diversos tipos de aparelhos tecnológicos, como em fornos de micro ondas, em computadores, em rádios e, também, em antenas e em celulares.

Uma grande quantidade de radiação eletromagnética atinge diariamente a população e em proporções cada vez maiores, já havendo, inclusive, alguns estudos científicos que comprovam a relação de alguns tipos de doenças com uma exposição prolongada a este tipo de radiação, como por exemplo a Tese de Doutorado de Padueli (2012) e Dissertação de Mestrado apresentada por Pessoa (2009).

A maioria das pessoas preocupa-se apenas com os telefones celulares e ignoraram o fato que as antenas das ERBs espalhadas em nossas cidades produzem e recebem uma radiação constante que pode ser potencialmente danosa à saúde.

Deve-se considerar que a questão do problema não é apenas fazer uma observação do nível da intensidade de potência da radiação presente nas antenas utilizadas na telefonia móvel, mas também fazer um estudo sobre o período de exposição diante de um tipo de radiação conhecida como não-ionizante, isso sem considerar os resultados da soma de todas as radiações diárias provenientes de tecnologias que se faz uso constantemente.

É inegável a obrigação que o Estado possui em oferecer condições necessárias ao desenvolvimento tecnológico com facilitação ao acesso da sociedade aos benefícios que uma ampla e eficaz rede de telefonia celular pode oferecer, mas este desenvolvimento tecnológico precisa ser acompanhado de responsabilidades e não apenas de interesses econômicos.

O Governo Federal deveria oferecer condições, apoiar e garantir que as operadoras

possam desenvolver suas atividades, mas não pode deixar de exigir a responsabilização destes grupos empresariais (na maioria multinacionais) sempre que for necessário.

A sociedade deve analisar e discutir, conjuntamente com os órgãos competentes, as questões relacionadas à saúde pública e aos possíveis impactos consequentes da implantação das estações de telecomunicações em geral e da exposição às emissões eletromagnéticas.

Qualquer processo de instalação de novas torres, ou aumento de potência das antenas que já estão em operação, deve seguir rigidamente as diretrizes estabelecidas pela ANATEL.

Há uma necessidade de criação de uma única orientação na esfera federal que se aplique a todo o país, e assim não haja diferenças de critérios técnicos entre municípios.

Observa-se que a preocupação da sociedade e as discussões sobre o tema meio ambiente urbano, tecnologia e desenvolvimento sustentável crescem na mesma proporção da criação de leis municipais, das sanções administrativas e das ações movidas pelo Ministério Público contra as operadoras de telefonia celular.

A falta de respaldo técnico ou estudos científicos que comprovem os níveis de segurança e a utilização do Princípio da Precaução são os principais motivos para se repensar a questão da disseminação, muitas vezes sem controle, de antenas de telefonia celular nos centros urbanos e periferias.

Segundo Boiteux e Fernando (2008), o ano de 1979 constitui o marco inicial da pesquisa sobre os efeitos das radiações eletromagnéticas na saúde humana. Este foi o começo da identificação da possibilidade de que os campos magnéticos de baixa frequência, relacionados principalmente com as linhas de transmissão de energia elétrica naquela época, poderiam estar relacionados com a incidência de certos tipos de doenças.

No entanto, os referidos autores também observaram que os estudos sobre registros de ocorrências de efeitos biológicos provocados pela exposição à eletricidade começaram a ser realizados ainda na década de 60, pela antiga União Soviética. Mas, devido a diferenças tanto metodológicas, quanto de comprovação, os dados soviéticos não são levados em consideração nos Estados Unidos e em grande parte da Europa.

A contribuição que o serviço de telefonia móvel oferece à sociedade é inegável, mas isso não quer dizer que não se deve refletir quando há uma implantação em massa de determinado tipo de tecnologia sem os devidos estudos prévios que evitem riscos futuros para a saúde de todos.

4.2 A Energia Eletromagnética

A energia possui um importante papel no contexto ambiental sustentável, esta é responsável pelas mudanças de paradigmas em nossa sociedade, já que a eficiência energética é uma das condições básicas para o desenvolvimento econômico, e também pelo fato de que os maiores desastres ambientais estão relacionados com o suprimento energético.

Energia. [Do gr. *enérgeia*, pelo lat. *energia*.] S. f. 1. Maneira como se exerce uma força. (...) 5. Fís. Propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho. [A energia pode ter várias formas (calorífica, cinética, elétrica, eletromagnética, mecânica, potencial, química, radiante), transformáveis umas nas outras, e cada uma capaz de provocar fenômenos bem determinados e característicos nos sistemas físicos. Em todas as transformações de energia há completa conservação dela, isto é, a energia não pode ser criada, mas apenas transformada (primeiro princípio da termodinâmica). A massa de um corpo pode-se transformar em energia, e a energia sob forma radiante pode transformar-se em um corpúsculo com massa]. (FERREIRA, 1975. p. 527).

Para se buscar um desenvolvimento sustentável através de uma maior eficiência energética, tem que se pensar de forma holística a questão da energia.

O setor energético produz impactos ambientais em toda sua cadeia de desenvolvimento, desde a captura de recursos naturais básicos para seus processos de produção, até seus usos finais por diversos tipos de consumidores. Do ponto de vista global, a energia tem participação significativa nos principais problemas ambientais da atualidade. (FERREIRA, 1975. p.527)

O tipo de energia que conjuga eletricidade e magnetismo é denominada de eletromagnética. A força deste tipo de energia está presente na grande maioria dos fenômenos físicos de nosso cotidiano, com exceção da gravidade.

A força eletromagnética, as forças nucleares (forte e fraca) e a gravitacional formam as quatro forças fundamentais da natureza, segundo a Física. Assim, todas as demais forças existentes são provenientes dessas quatro.

4.3 Estudos já realizados

Desde 2002, revisões de literatura dos estudos epidemiológicos disponíveis, realizados por especialistas, no assunto, concluíram pela existência de limitações e inconsistências nos estudos que encontraram associação entre tumores cerebrais e o uso de telefone celular. Por outro lado, de acordo com Tavares (2004) a Agência Sueca de Proteção à Radiação, por intermédio de grupos de especialistas independentes chegou à conclusão de que tanto os resultados dos estudos que relataram nenhuma correlação como os que encontraram

associação entre uso de telefonia celular e câncer não permitem conclusões finais sobre o tema devido a uma série de limitações presentes na sua concepção e realização.

Segundo Tavares (2004) o primeiro estudo dessa natureza realizado no Brasil, cujos resultados foram divulgados em agosto de 2000, foi conduzido pela Universidade Federal da Paraíba. Os pesquisadores concluíram que, entre as anomalias observadas nos ratos de laboratório expostos à radiação na frequência de 2.45 GHz, se destacam os efeitos sobre a fertilidade. Houve queda de 26% no nível de fertilidade das cobaias nascidas de pais e mães expostos à radiação. Verificou-se ainda que, nas fêmeas, a radiação atrasa o amadurecimento dos óvulos e, nos machos, provoca um decréscimo significativo na produção de espermatozoides. O mesmo estudo concluiu que a exposição à radiação eletromagnética altera os níveis de aprendizado dos animais.

4.4 Limites estabelecidos mundialmente

De acordo com Tavares (2004) os principais organismos de padronização reconhecidos internacionalmente basearam a definição de seus parâmetros técnicos para a instalação de uma ERB em resultados dos estudos dos efeitos biológicos das ondas de rádio. Os padrões de segurança mais difundidos e aceitos mundialmente foram desenvolvidos pelas seguintes entidades:

- *Institute of Eletrical and Eletronics Engineering (IEEE)*, em conjunto com a *American National Standards Institute (ANSI)* em 1982;
- *International Comission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)* em 1998;
- *National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP)* em 1986.

Para se ter uma ideia do nível de radiação presente nas imediações das antenas rádio base, é necessário saber que, a exemplo do que ocorre com outras antenas transmissoras usadas em telecomunicações, a energia das ERBs é irradiada num feixe relativamente estreito em direção ao horizonte. Quando afastado 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, exceto em locais elevados que estejam exatamente na frente da antena, como por exemplo num determinado andar de um edifício ou num monte.

Quanto à preocupação com o crescimento do risco provocado por um aumento vertiginoso do número de antenas instaladas, cabe ressaltar que o sistema se autolimita, na medida em que, conforme ele se expande, as células são subdivididas e a potência do

transmissor é necessariamente reduzida para evitar interferência em outras células.

O sistema jurídico adotado por cada país quanto à questão dos possíveis efeitos da radiação é diverso, e a maneira como os resultados estão sendo obtidos também são variáveis.

Porém, é comprovado que as empresas de telecomunicações impactam o ambiente, e possuem uma responsabilidade social quanto aos efeitos das radiações eletromagnéticas.

Enquanto estudos mais aprofundados são realizados, países como Estados Unidos, França, Inglaterra, Nova Zelândia e Austrália já proibiram a instalação das ERBs em bairros residenciais, próximos de escolas, creches e hospitais, baseando-se no princípio de “Evitar por Prudência”.

Verificamos que países tão diversos entre si como a Suíça, a Itália e a Rússia convergiram, cada qual carregando consigo as particularidades de seu próprio sistema jurídico, para padrões comparáveis de proteção da população contra os campos eletromagnéticos. A legislação desses países, tanto quanto os precedentes jurisprudências, foram, no mais das vezes, influenciados por estudos realizados no estrangeiro, ficando reafirmada a dificuldades de realização de pesquisas em cada país, até mesmo porque pesquisas adequadas só podem ser realizadas a partir de dados acumulados durante muitos anos, o que nem sempre se revela factível. (BOITEUX, 2008. p.134-135)

4.4.1 Situação nos Estados Unidos

A *U.S. Federal Communications Commission (FCC)*, criada através do Ato de 1969, ficou responsável por avaliar os efeitos de emissões de transmissores e o impacto na qualidade do ambiente humano. Diversas organizações não-governamentais, tais como o *American National Standards Institute (ANSI)*, o *Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE)*, e o *National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP)* emitiram recomendações para a exposição humana aos campos eletromagnéticos de RF.

De acordo com Dias (2002) em agosto de 1996, a FCC adotou os níveis de referência para potência e densidade do campo recomendados pelo NCRP para os transmissores que operam em frequências de 300 kHz a 100 GHz. Para a taxa de absorção (SAR), a FCC adotou os níveis de referência específicos para os dispositivos que operam nas proximidades do corpo, conforme especificado pelo relatório ANSI/IEEE C95.1-1992. Os níveis de referência de SAR para dispositivos portáteis e móveis foram aprovados em agosto de 1996.

Os níveis de referência da FCC, para o campo elétrico e densidade de potência, foram aprovados em outubro de 1997, para todos os serviços, exceto o serviço de rádio amador. A FCC publicou, através de seu documento *Office of Engineering and Technology Bulletin No.*

65 - *Evaluating Compliance With FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields* (1997) suas diretrizes para exposição a Campos Eletro Magnéticos, baseado nas recomendações do *American National Standards Institute (ANSI)* e do *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., (IEEE)*, *Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*, ANSI/IEEE C95.

4.4.2 Situação no Canadá

O Canadá delimitou a exposição a campos eletromagnéticos (CEM) através de sua diretriz denominada “Código de segurança N° 6 - Limites de exposição humana aos campos eletromagnéticos de radiofrequência na faixa de frequências de 3 kHz a 300 GHz”, de cobertura nacional e caráter obrigatório, emitida em 1999. O controle se dá por meio de regulamentos/normas federais e provinciais, às quais o código 6 de segurança se refere.

O código impõe limites de corrente, taxa de absorção específica (SAR), valores RMS do campo elétrico e magnético e densidade de potência. O organismo controlador é o *Health Canada*, departamento federal responsável por ajudar os canadenses a manter e melhorar sua saúde. Os métodos de medição são descritos nos documentos RSS-102 - Compatibilidade de exposição a radiofrequências por aparelhos de radiocomunicação (todas as faixas de frequência) e GL-01 - Diretrizes para medição de campos de radiofrequência para frequências de 3 kHz a 300 GHz.

4.4.3 Situação na Itália

A Itália publicou, através do decreto “Estabelecimento de níveis de referência de exposição, valores de atenção e objetivos de qualidade para proteger a população contra campos elétricos (CE), campos magnéticos (CM) e campos eletromagnéticos (CEM) gerados por frequências entre 100 kHz e 300 GHz”, em 2003-, uma legislação independente dos níveis de referência definidos pela ICNIRP, definindo limites de exposição que não podem ser ultrapassados. Entretanto, são definidos, também, níveis de atenção, buscando uma forma a mais de proteção para a população em longo prazo e adotados em áreas consideradas de maior sensibilidade de acordo com Giuliani (1999).

Estão incluídos *playgrounds* de crianças, moradias residenciais, áreas próximas a escolas, áreas onde a população permanece por 4 horas ou mais por dia, bem como anexos ao ar livre que podem ser usados como ambientes residenciais, tais como balcões, terraços e

pátios, mas excluindo pavimentos de telhado. São definidos, também, objetivos de qualidade, a fim de reduzir progressivamente os níveis de emissão das ERBs.

4.4.4 Situação na Rússia

Segundo Grigoriev (2008), os estudos sobre os efeitos à saúde causados por Campos Elétricos e Magnéticos de Radiofrequência (CEMRF) foram iniciados na Rússia a partir de 1948. Atualmente, a estimativa dos critérios eletromagnéticos de segurança para a população e desenvolvimento de normas, é resultado do trabalho do fórum científico *Russian National Committee On Non-Ionizing Radiation Protection* (RNCNIRP), criado em 1997, na Academia Russa de Ciências Médicas, no âmbito da *Russian Scientific Commission on Radiation Protection* (RSCR), que atua como presidência da RNCNIRP.

A Rússia considera que efeitos sobre a saúde por exposição prolongada durante muitos anos são acumulativos, sendo, desta forma, possível que haja efeitos tardios, incluindo processos de degeneração do sistema nervoso central, leucemia, tumores cerebrais, doenças cardiovasculares e hormonais. Considera, ainda, que a exposição a CEMRF torna-se especialmente perigosa em crianças, mulheres grávidas, pacientes com doenças dos sistemas nervoso central, hormonal e cardiovascular, alergias, e pessoas de imunidade enfraquecida. Por esta razão, suas normas e padrões possuem caráter obrigatório e são considerados os mais restritivos mundialmente.

4.4.5 Situação no Brasil

No Brasil, a ANATEL, no papel de agência reguladora do espectro de radiofrequências, é responsável pela determinação dos níveis de referência de radiação que as estações de radiocomunicação podem emitir. Para tanto, vem sistematicamente adotando as recomendações da ICNIRP, datada de 1998, ratificadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e sancionadas pela Presidência da República através da Lei nº 11.934, de 05 de maio de 2009.

Até o fim da década de 1990, não havia um instrumento normativo que estabelecesse as limitações da exposição à radiação eletromagnética não ionizante. Apenas algumas normas do Ministério do Trabalho se dedicavam a estabelecer padrões de segurança para pessoas expostas à radiação em virtude de seu trabalho.

O Conselho Diretor da ANATEL, em 1999, decidiu adotar como referência provisória para avaliação da exposição humana a campos eletromagnéticos de radiofrequência

provenientes de estações transmissoras de serviços de telecomunicações, os níveis de referência propostos pela ICNIRP em 1998. Em 2002, a ANATEL aprovou a Resolução nº 303, que dispõe sobre a limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz. Esta Resolução dispõe, inclusive, sobre a avaliação da radiação emitida em locais multiusuário.

4.4.5.1 A Resolução 303/02 da ANATEL

O objetivo da Resolução 303 da ANATEL, de 2 de Julho de 2002 (disponível em <http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/17-2002/128-resolucao-303>) é estabelecer níveis de referência para a exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, na faixa de radiofrequências (CEMRF) entre 9 kHz e 300 GHz, associados à operação de estações transmissoras de radiocomunicação de serviços de telecomunicações. Além disso, esta resolução define métodos de avaliação e procedimentos a serem observados durante o licenciamento de estações de radiocomunicação, no que diz respeito a aspectos relacionados à exposição a CEMRF.

Dentre os conceitos e definições apresentadas nesta Resolução é importante ressaltar:

- **Exposição ocupacional ou exposição controlada:** Situação em que pessoas são expostas a CEMRF em consequência de seu trabalho, desde que estejam cientes do potencial de exposição e possam exercer controle sobre sua permanência no local ou tomar medidas preventivas.
- **Exposição pela população em geral ou exposição não controlada:** Situação em que a população em geral possa ser exposta a CEMRF ou situação em que pessoas possam ser expostas em consequência de seu trabalho, porém sem estarem cientes da exposição ou sem possibilidade de adotar medidas preventivas.
- **Restrições básicas:** Restrições na exposição a CEMRF variáveis no tempo, baseadas diretamente em efeitos conhecidos na saúde. Dependendo da frequência, as grandezas físicas usadas para especificar estas restrições são: densidade de corrente, taxa de absorção específica e densidade de potência. Somente a densidade de potência no ar, fora do corpo, pode ser facilmente medida.
- **Níveis de referência:** Estes níveis são estabelecidos com a finalidade prática de avaliar se a exposição tem a possibilidade de superar as restrições básicas. Alguns níveis de referência são derivados das restrições básicas pertinentes, usando medições e/ou

técnicas computacionais e alguns outros tratam da percepção e dos efeitos nocivos indiretos da exposição a CEMRF.

Em qualquer situação particular de exposição, valores calculados ou medidos, de quaisquer destas grandezas, podem ser comparados com o nível referencial apropriado. O atendimento ao nível de referência assegura o atendimento à restrição básica pertinente.

Quando o valor calculado ou medido excede o valor de referência, não significa, necessariamente, que a restrição básica é excedida. Entretanto, sempre que o nível de referência for excedido, deve-se avaliar se as restrições básicas pertinentes são atendidas e determinar se são necessárias medidas adicionais de proteção (ANATEL, 2002).

4.4.5.2 Divergência nos Limites Nacionais

Muitos municípios no Brasil já estão se movimentando para regulamentar, por meio de lei, critérios para instalação de estações radio base e de equipamentos afins. Para exemplificar isso, em alguns municípios os principais já existem pontos regulados por legislação específica que trata da instalação de antenas de serviço móvel.

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

Em 16 de janeiro de 2004, foi sancionada a nova lei que dispõe sobre a instalação de ERB no município de São Paulo, a Lei Municipal no 13.756/04, baseada no Projeto de Lei No 733/03.

Quanto às restrições à instalação, a Lei veda a instalação de ERBs em presídios, cadeias públicas e FEBEM; em hospitais e postos de saúde; em estabelecimentos educacionais até o ensino médio, asilos e casas de repouso; em aeroportos e heliportos quando não autorizada a instalação pelo COMAR; postos de combustíveis; e, finalmente, a uma distância inferior a 100m (cem metros) de outra torre existente e licenciada pela Prefeitura Municipal de São Paulo. E ainda mais: as ERBs localizadas em um raio de 100 m (cem metros) de hospitais e postos de saúde deverão comprovar, de acordo com a Resolução 303 da ANATEL, antes do funcionamento da ERB, que o índice de radiação resultante da somatória dos índices após o início de funcionamento da mesma, não ocasionará nenhuma interferência eletromagnética nos equipamentos hospitalares.

Já em Belém, no Pará, a Resolução/CONSEMMA nº 012 de 03 de outubro de 2013 regulamenta a instalação de ERB na cidade. Nesta resolução constam orientações sobre os critérios mínimos adicionais exigidos para a apresentação de estudo de impacto de vizinhança de projetos, que impliquem na instalação e operação de ERB e de equipamentos de telefonia móvel, à Prefeitura de Belém, com fins de avaliação de sua viabilidade urbanística, social e ambiental e posterior Licenciamento Ambiental, nas suas fases de planejamento, implantação e operação.

De acordo com o Anexo I da referida resolução, a empresa deverá:

Apresentar croqui ou planta de localização da área pretendida para implantação, indicando a localização da ERB e especificando todos os usos das construções ou áreas existentes no entorno, até uma distância mínima de 100 (cem) metros. Indicar, se for o caso, a presença de residências, centro de saúde, áreas de lazer, creche, escola, etc.

Em Porto Alegre no Rio Grande do Sul a Lei 8.896 de 26 de abril de 2002, dispõe sobre a instalação de estações rádio bases e equipamentos afins de rádio, televisão, telefonia e telecomunicações em geral. De acordo com o artigo 3, parágrafo III, desta lei, o licenciamento de ERB observará as seguintes disposições:

III – o eixo da torre ou o suporte das antenas de transmissão e recepção, e inclusive nestas as Mini-ERBs e Microcélulas, deverão obedecer à distância horizontal mínima de 50m (cinquenta metros), da divisa de imóveis onde se situem hospitais, escolas de ensino fundamental, médio e pré-escola, creches, clínicas cirúrgicas e geriátricas e centros de saúde, comprovados mediante declaração do responsável técnico.

No caso de Florianópolis, em Santa Catarina, a Lei Complementar nº 259 de 2006, se aplica às estações fixas do serviço móvel de telefonia celular previsto na Lei Geral das Telecomunicações. Para implantação e operação das instalações e dos equipamentos de que trata a presente Lei, serão adotadas as recomendações publicadas e determinadas pela ANATEL para regulamentar a limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos na faixa de radiofrequências. De acordo com artigo 4 da referida Lei:

Art. 4º É vedada a instalação das ERBs em áreas de praças, parques, verdes viários, escolas de 1º grau, centros comunitários, centros culturais, museus, teatros, no entorno de prédios históricos ou sítios arqueológicos definidos em lei, e a uma distância inferior a 30,00m (trinta metros) de edificações destinadas a clínicas, centros de saúde, hospitais e similares.

Assim, fica claro que, em território nacional, cada município dispõe de sua própria Lei adotando assim os limites que lhe forem desejados.

Para demonstrar tamanha discrepância no critério da distância mínima exigida para a instalação de uma ERB, conforme algumas legislações municipais descritas acima, na Tabela

6 estão apresentadas algumas capitais do Brasil, com suas respectivas distâncias regulamentadas de acordo com cada lei.

Tabela 6 - Distância regulamentada para alocação das ERBs, em algumas capitais do Brasil - 2014

Capital	Distância (metros)
Belém	100
São Paulo	50
Aracaju	
Curitiba	
João Pessoa	
Manaus	
Palmas	
Porto Alegre	
Rio de Janeiro	30
Teresina	
Belo Horizonte	
Florianópolis	
Fortaleza	
Goiânia	
Maceió	
Salvador	

Fonte: Leis municipais vigentes em cada cidade

5 DISTRIBUIÇÃO DAS ERBS E TELEFONIA MÓVEL EM FORTALEZA

Neste capítulo se apresenta o panorama da telefonia móvel no Estado do Ceará e o diagnóstico da distribuição das ERBs na cidade de Fortaleza.

5.1 Panorama das linhas ativas no Ceará

Quando a região do Ceará é analisada percebe-se que, em março de 2014, o número de usuários em todas as cidades que utilizam os DDD 85 e 88 (incluindo Fortaleza) foi de 11.080.576, conforme Tabela 7 abaixo.

Tabela 7 - Número de linhas ativas no Ceará por operadora - Março 2014

CÓDIGO NACIONAL	OPERADORA	NÚMERO DE LINHAS	% POR CÓDIGO	TOTAL POR CÓDIGO NACIONAL
85	CLARO	1.271.178	18,52	6.863.406
	NEXTEL	28	-	
	OI	3.252.737	47,39	
	PORTO SEGURO S.A.	-	-	
	TIM	1.924.205	28,04	
	VIVO	415.258	6,05	
88	CLARO	1.673.456	39,68	4.217.170
	NEXTEL	-	-	
	OI	453.648	10,76	
	TIM	1.942.757	46,07	
	VIVO	147.309	3,49	
Total				11.080.576

Fonte: ANATEL (2014)

Fortaleza, conforme dados da ANATEL (2013), possui, aproximadamente, 6,8 milhões de linhas ativas de celulares e ocupa a oitava posição no ranking das dez primeiras capitais com o maior número de linhas ativas, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Número de linhas ativas de telefonia móvel em 10 cidades do Brasil - Dezembro 2013

	Cód. DDD	UF	Cidades	Número de Celulares (milhares)		
				Dez/12	Dez/13	% Crescimento
1º	11	SP	São Paulo	33.832	34.715	2,61
2º	21	RJ	Rio de Janeiro	17.865	18.743	4,91
3º	31	MG	Belo Horizonte	10.696	10.887	1,79
4º	81	PE	Recife	9.554	10.030	4,98
5º	19	SP	Campinas	8.427	9.081	7,76
6º	51	RS	Porto Alegre	8.486	8.799	3,69
7º	71	BA	Salvador	6.935	7.203	3,86
8º	85	CE	Fortaleza	6.405	6.812	6,35
9º	61	DF	Brasília	6.545	6.734	2,89
10º	62	GO	Goiânia	6.212	6.477	4,27

Fonte: ANATEL (2013)

Fica claro o desenvolvimento de Fortaleza frente a outras capitais do Brasil com relação ao número de linhas ativas. Este desenvolvimento se deve muito ao fato do crescimento constante da população e da necessidade de comunicação entre os habitantes.

5.2 Fortaleza e suas Regionais

As secretarias Executivas Regionais, também conhecidas como "SER's", são termos que se referem às subprefeituras localizadas na cidade de Fortaleza. São 7 SER's dentro da capital cearense (Regionais I, II, III, IV, V, VI e Centro), cada uma subdivida em várias Áreas Particulares (AP's), onde trabalham superintendentes, líderes comunitários, secretários e outros, com a função de trazer desenvolvimento para os bairros próximos a cada uma destas áreas.

Acompanhando a tendência nacional, a distribuição das ERBs na cidade de Fortaleza segue de acordo com sua renda per capita. Analisando a Tabela 9, verifica-se que a distribuição de ERB foge um pouco da relação de quanto maior o número de habitantes maior

a quantidade de ERB muito devido a má distribuição de renda nestas áreas. Esta diferença ocasiona muitas vezes sobrecarga das antenas, prejudicando a distribuição do sinal assim como sua qualidade.

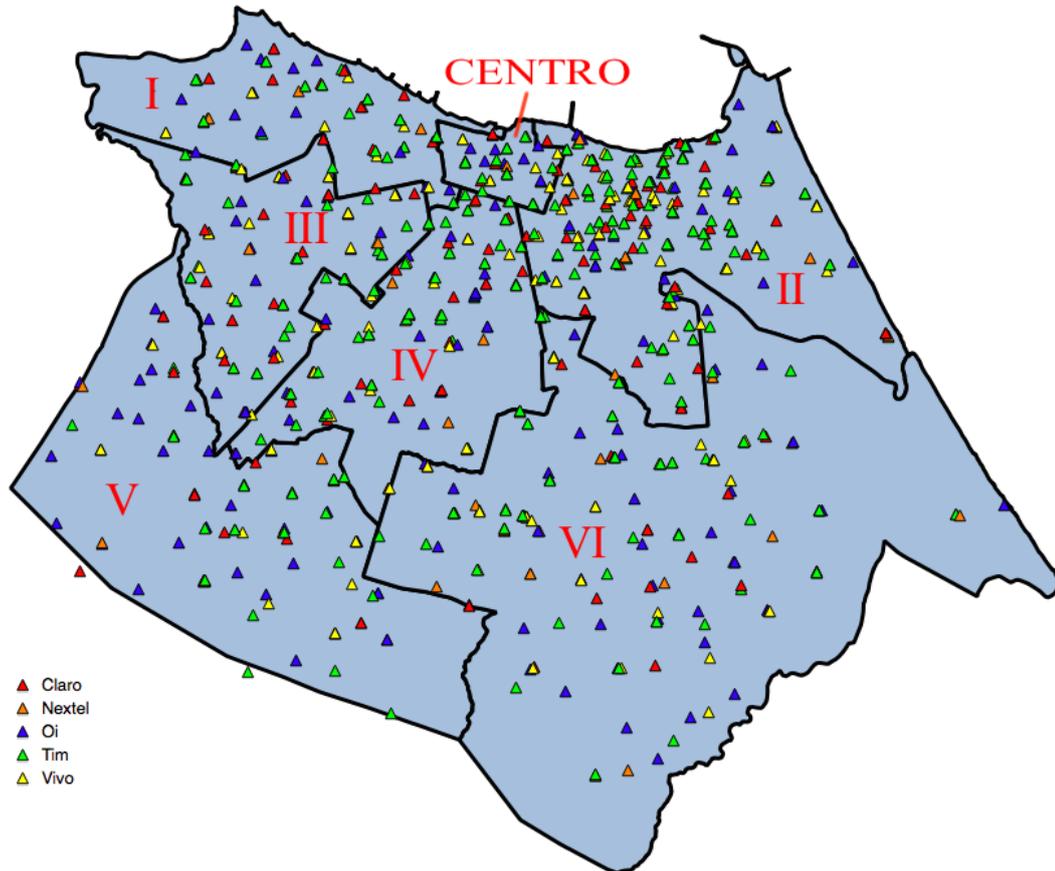
Tabela 9 - Número de ERB por Regional, em Fortaleza - Julho 2014

REGIONAL	BAIRROS	NÚMERO DE ERBS	% DE ERB	POPULAÇÃO
V	Bom Jardim, Canindezinho, Conjunto Ceará I, Conjunto Ceará II, Conjunto Esperança, Genibaú, Granja Lisboa, Granja Portugal, Jardim Cearense, Maraponga, Mondubim, Novo Mondubim, Planalto Ayrton Senna, Parque Presidente Vargas, Parque Santa Rosa, Parque São José, Prefeito José Walter, Siqueira, Vila Manoel Sátiro	93	11,0	541.511
VI	Aerolândia, José de Alencar (Alagadiço Novo), Alto da Balança, Ancuri, Barroso, Cajazeiras, Cambeba, Castelão, Cidade dos Funcionários, Coaçu, Curió, Conjunto Palmeiras, Dias Macedo, Edson Queiroz,, Guajeru, Jangurussu, Jardim das Oliveiras, Lagoa Redonda, Mata Galinha, Messejana, Parque Dois Irmãos, Parque Iracema, Parque Manibura, Parque Santa Maria, Passaré, Paupina, Pedras, Sabiaguaba, São Bento, Sapiranga / Coité.	168	19,9	541.160
I	Álvaro Weyne, Barra do Ceará, Carlito Pamplona, Cristo Redentor, Farias Brito, Floresta, Jacarecanga, Jardim Guanabara, Jardim Iracema, Monte Castelo, Moura Brasil, Pirambu, São Gerardo, Ellery, Vila Velha.	68	8,1	363.910
II	Cidade 2000, Cocó, Dionísio Torres, Dunas, Engenheiro, Luciano Cavalcante, Joaquim Távora, Meireles, Mucuripe, Papicu, Patriolino Ribeiro, Praia de Iracema, Praia do Futuro I, Praia do Futuro II, Salinas, São João do Tauape, Varjota, Vicente Pinzón	257	30,5	363.406
III	Aeroporto, Amadeu Furtado, Antônio Bezerra, Autran Nunes, Bela Vista, Bonsucesso, Dom Lustosa, Henrique Jorge, João XXIII, Jóquei Clube, Padre Andrade, Parque Araxá, Parquelândia, Pici, Presidente Kennedy, Quintino Cunha, Rodolfo Teófilo.	83	9,8	360.551
IV	Benfica, Bom Futuro, Couto Fernandes, Damas, Demócrito Rocha, Dendê, Fátima, Itaóca, Itaperi, Jardim América, José Bonifácio, Montese, Panamericano, Parangaba, Parreão, Serrinha, Vila Pery, Vila União.	117	13,9	281.645
CENTRO	Centro	57	6,8	28.538
TOTAL		843	100,00	2.480.721

Fonte: ANATEL (2014)

Para facilitar a visualização destes dados, segue a Figura 9 na qual é possível observar todas as ERB em Fortaleza assim como a grande concentração na regional II.

Figura 9 – Disposição das ERBs nas Regionais de Fortaleza/CE por operadora - 2014

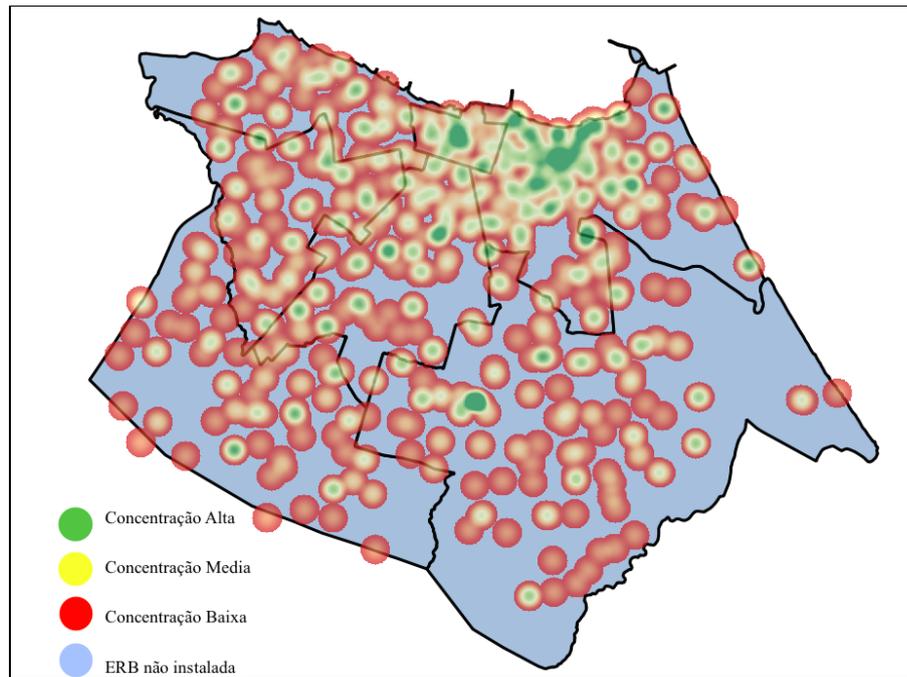


Fonte: ANATEL (2014)

Analisando a Figura 9 percebe-se que apesar de grandes áreas como a regional V e VI as ERBs se distribuem de forma escassa onde varias localidades não há a presença de nenhuma estação. Muito dessa desproporção se da ao fato de que nestas áreas a renda per capita é bem inferior quando se comparando com a regional II por exemplo, que contempla o maior número de ERBs.

Na Figura 10 está apresentado o nível de concentração das ERBs entre as regionais de Fortaleza onde através das nuvens de concentração se evidencia ainda mais a disparidade na distribuição das ERBs.

Figura 10 - Concentração das ERBs nas regionais de Fortaleza/CE - 2014



Fonte: ANATEL (2014)

Como se observa na Tabela 10, o número de antenas segue um padrão de distribuição ligado diretamente a renda média nas regionais em que Fortaleza é dividida.

Tabela 10 - Distribuição da renda e população de Fortaleza em 2010

SER	Número de Bairros	População	% População	Renda per capita (R\$)	Número de ERBs
II	21	363.406	14,8	1.850,10	257
IV	20	281.645	11,5	845,20	117
VI	29	541.160	22,1	715,40	168
III	16	360.551	14,7	658,00	25
I	15	363.910	14,8	587,70	68
V	18	541.511	22,1	471,70	93
TOTAL	119	2.480.721	100,00	-	843

Fonte: IBGE (2014)

Os dados das Tabelas 9 e 10 evidenciam que a instalação de ERB esta diretamente ligada à renda per capita da população que habita na região. A região que contempla o maior número de antenas é a denominada regional II, que contempla 21 bairros, tem uma renda *per capita* de R\$1.850,10 por habitante. Nesta região percebe-se que, para a população aproximada de 364 mil habitantes, existem cerca de 257 antenas, onde se tem 1 antena para cada 1.416 habitantes. Já a regional V, que contempla 18 bairros, e tem uma renda R\$471,70, tem cerca de 542 mil habitantes com cerca de 93 antenas, dando a proporção de 1 antena para cada 5.830 habitantes.

5.3 Instalação de ERB em Fortaleza

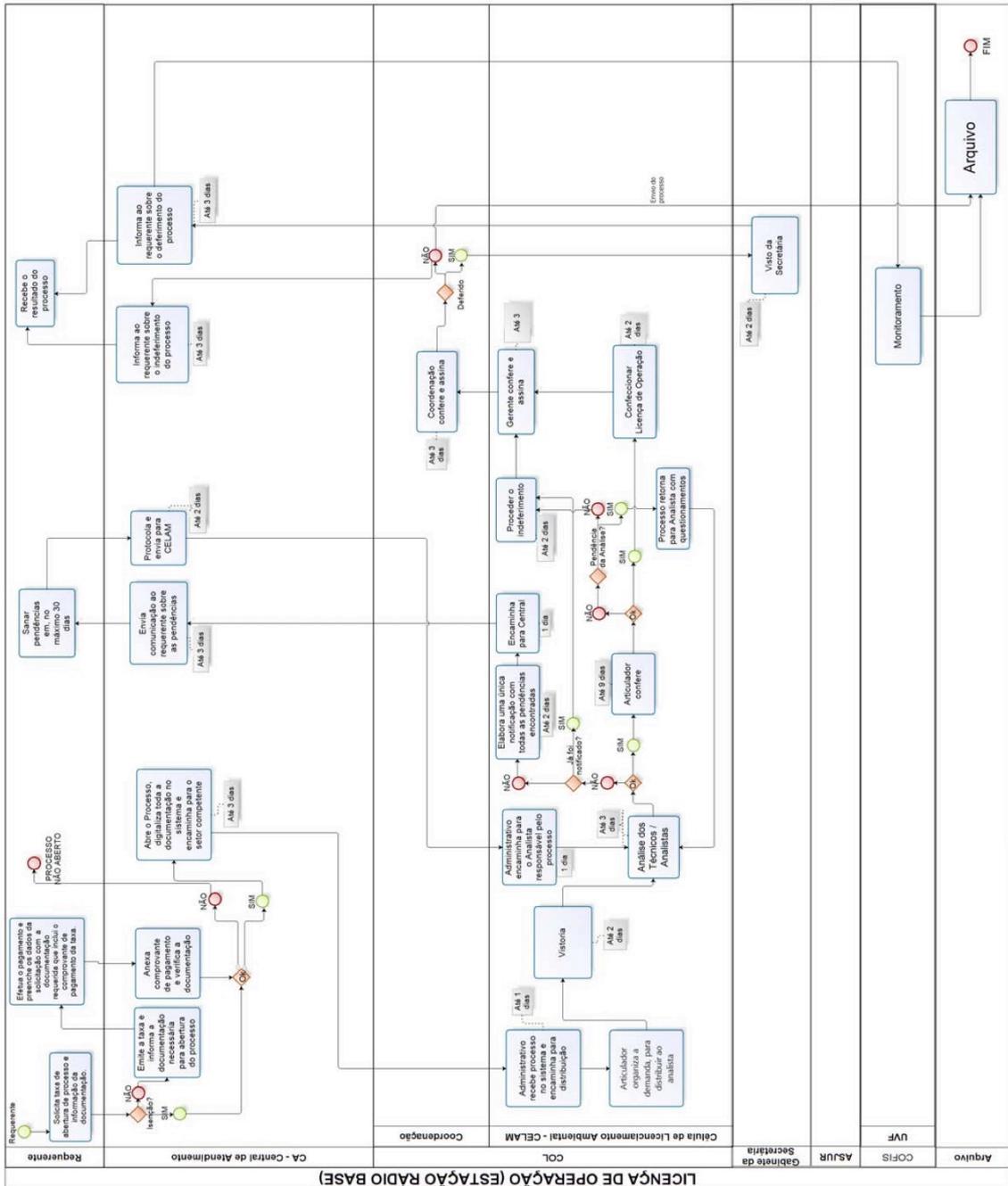
O órgão que autoriza a instalação de uma ERB no município de Fortaleza é a Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo (SEUMA). De acordo com a lei municipal nº 8.914 de 22 de dezembro de 2004, que disciplina a instalação e fiscalização de antenas transmissoras de radio, televisão, telefonia celular, telecomunicações e outras antenas de radiação eletromagnética, uma empresa interessada em instalar um ERB no município de Fortaleza deverá seguir as etapas conforme Figura 12 abaixo.

Na primeira fase o requerente solicita a central de atendimento a abertura do processo e informação sobre a documentação. Após verificação de isenção ou não o processo segue para célula de licenciamento ambiental onde toda documentação é anexada ao processo.

Durante estas etapas a empresa deverá apresentar junto à SEUMA, mediante aos procedimentos de cadastramento técnico, os documentos abaixo:

- Anotação de Responsabilidade Técnica – (ART) ou documento equivalente;
- Relatório Ambiental Simplificado (RAS);
- Estudo Ambiental Simplificado (EAS);
- Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA).

Figura 11 – Cronograma para obtenção de licença de operação junto a SEUMA



Se o processo for requerido satisfazendo toda a legislação vigente, será entregue, na forma definida, em até 49 dias desde que não haja necessidade de notificar o requerente.



5.3.1 Diagnóstico de ERB em Fortaleza

Segundo dados da ANATEL (2014) a primeira ERB instalada em Fortaleza tem como data de cadastro 21/09/1993, sendo localizada na Regional II, no Bairro Meireles tendo sua primeira licença expedida em 03/01/2000.

Foram escolhidas três ERB em diferentes bairros na cidade de Fortaleza/CE para serem visitadas, esta escolha foi feita através de informações de terceiros e verificações em campo onde foi possível visualizar irregularidades.

ERB – Bairro de Fátima

A primeira ERB analisadas está localizada no bairro de Fátima, próximo a Escola de Ensino Médio Governador Aduato Bezerra, na Rua Monsenhor Liberato, 1850. Verifica-se a presença de uma antena a pouco mais de 30 metros como se observa em amarelo na Figura 12. Esta ERB teve seu cadastro realizado em 30/03/2005 tendo sua última licença de operação expedida em 26/11/2012, conforme informação da ANATEL (2015).

A Escola de Ensino Médio Governador Aduato Bezerra, é uma instituição pública, pertencente à rede estadual de ensino, mantida pela Secretaria da Educação Básica do Ceará. Foi criada pelo Decreto no 11.771, publicado no Diário Oficial do Estado em 04/03/1976.

Figura 12 – Localização espacial da ERB nas proximidades da Escola Aduato Bezerra, Fortaleza/CE



Fonte: Google Earth (2015)

ERB – Joaquim Távora

Outra ERB a ser analisada está localizada na Rua Henrique Rabelo, no bairro Joaquim Távora, Regional II, onde verifica-se a presença de uma antena dentro de uma oficina mecânica conforme se observa na Figura 13. Esta ERB teve seu cadastro realizado em 11/01/2008, tendo sua última licença de operação expedida em 19/04/2013.

Em conversa com os funcionários da oficina, os mesmos informaram que a ERB foi instalada neste local mesmo a oficina já estando em funcionamento. Eles relataram que muitas vezes ouviam ruídos estranhos oriundos desta estrutura.

Figura 13 – Vista terrestre de uma ERB em um oficina no bairro Joaquim Távora, Fortaleza



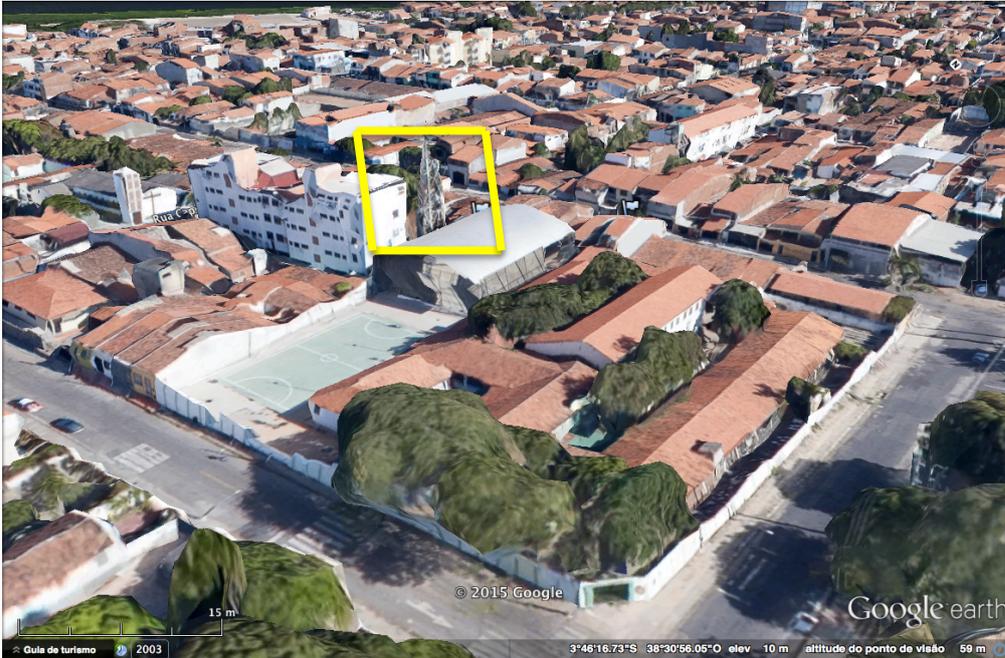
Fonte: elaboração própria (2015)

ERB – Aerolândia

Já na ERB localizada na Rua Capitão Olavo, nº 1000, no bairro Aerolândia, Regional VI, verifica-se a presença de uma antena instalada ao lado da Escola Pública Municipal de Ensino Infantil e Ensino Fundamental Edith Braga, conforme Figuras 14 (destacado em amarelo) e 15. Esta ERB teve seu cadastro realizado em 20/10/1999, tendo sua última licença de operação expedida em 24/04/2013. A Escola Professora Edith Braga foi fundada no ano de

1951, ficando claro que a instalação da antena foi feita posterior a construção da escola, desrespeitando assim a distância mínima determinada por lei.

Figura 14 – Vista aérea de uma ERB na escola Edith Braga, no bairro Aerolândia, Fortaleza



Fonte: Google Earth (2015)

Figura 15 – Vista terrestre da localização vizinha de uma ERB à uma escola, no bairro Aerolândia, Fortaleza



Fonte: elaboração própria (2015)

Já na Figura 16 observa-se a proximidade da antena com as crianças que brincam no pátio da escola, localizado ao lado da ERB.

Figura 16 – Vista terrestre da proximidade de uma ERB à uma escola no bairro Aerolândia, Fortaleza



Fonte: Arquivo pessoal (2015)

5.4 Gerenciamento e Fiscalização das ERBs em Fortaleza

A Lei Municipal nº 8.914, de 22 de dezembro de 2004, disciplina a instalação e a fiscalização das ERBs em Fortaleza, sendo específica sobre a periodicidade de 12 meses desta verificação.

A fiscalização e controle destas ERB é de responsabilidade da SEUMA, que, teoricamente, deveriam ter conhecimento de todas as ERB em operação na cidade, porém, a fiscalização ou é feita de forma aleatória, não respeitando critérios a serem analisados, ou a partir de denúncias de “desconformidade” feitas pela população.

Segundo artigo 3º da lei, a fiscalização periódica deve acontecer no intervalo de pelo menos 12 meses, com apresentação de um laudo técnico radiométrico, fornecido pela ANATEL.

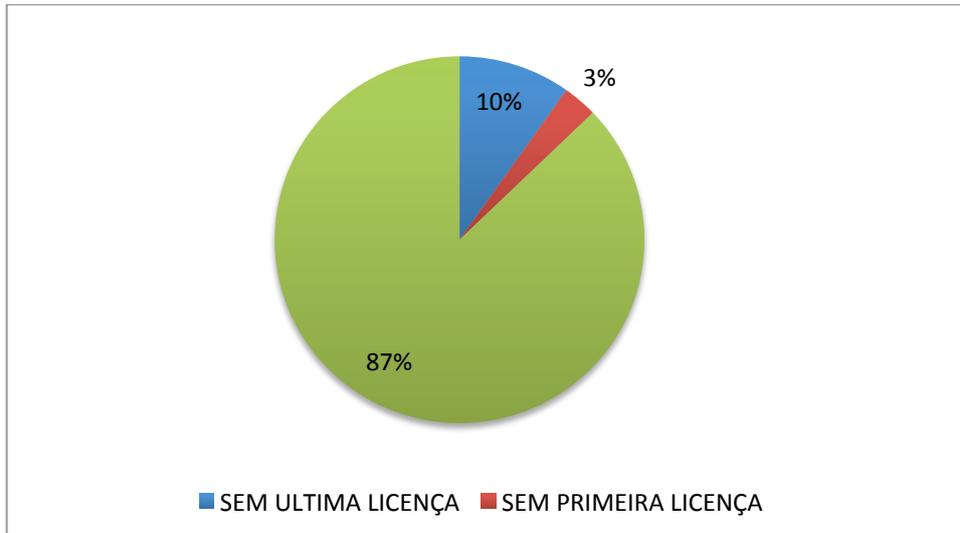
Art. 3º - Toda instalação de antenas transmissoras deverá ser feita de modo que a densidade de potência total, considerada a soma da radiação preexistente na área pretendida com a da radiação adicional emitida pela nova antena, medida por equipamento que faça a integração da densidade de potência nas frequências da faixa prevista por lei, não ultrapasse os limites especificados no Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na faixa de radiofrequências entre 9 kHz (nove quilohertz) e 300 GHz (trezentos gigahertz) da ANATEL, em vigor. § 1º - O atendimento aos limites de densidade de potência média total a que se refere o caput deste artigo poderá ser comprovado mediante a apresentação da Licença de Funcionamento de Estação emitida pela ANATEL, pelo menos a cada 12 (doze) meses.

Em uma análise espacial, a partir de coordenadas fornecidas pelas ANATEL (2014) da cidade de Fortaleza, verificou-se que muitas antenas estão posicionadas em locais que ampliam o risco a saúde da população. De acordo com lei municipal nº 8.914 de 22 de dezembro de 2004, a distância mínima de hospitais e instituições de ensino para instalação de uma ERB é de 30 metros,

Através de entrevista realizada com representante da SEUMA, o mesmo informou que conhecia tais leis porém, em relação ao banco de dados: *“Não existe um banco de dados com todas as ERB instaladas, apenas existe um banco de dados que vem sendo feito a partir da expedição das licenças.”* Sobre o banco de dados: *“No banco de dados existente a partir das licenças expedidas constam os dados do requerente, o operante, a concessionária responsável assim como todas as informações fornecidas no projeto. Este banco de dados não está disponível ao público, somente mediante a solicitação de ofício.”* Quando perguntado sobre se a fiscalização englobava o monitoramento da emissão de ondas: *“A fiscalização que é realizada não engloba este tipo de controle e monitoramento pois não dispomos de equipamentos necessárias para realização da mesma e quando realizadas, são feitas de forma aleatória ou através de denúncias.”*

Vale ressaltar que, das 843 ERB cadastradas pela ANATEL (2014), cerca de 95 (10%) não possuem a última licença de funcionamento, já 29 (3%) não possuem sequer a primeira licença, conforme se observa no Gráfico 2.

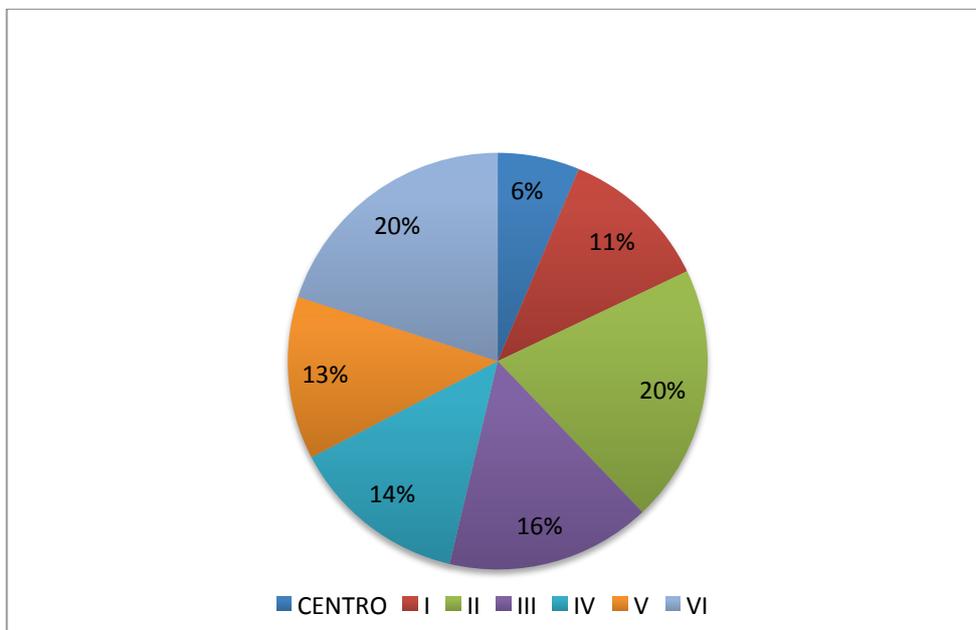
Gráfico 2 – Situação das ERBs em relação às licenças expedidas em Fortaleza - 2014



Fonte: ANATEL (2014)

As antenas que encontram-se sem a última licença estão divididas nas regionais de acordo com Gráfico 3. Verifica-se que em todas as regionais são encontradas irregularidades não havendo distinção em relação a falta de fiscalização e controle das ERBs.

Gráfico 3 - ERB sem licenças de funcionamento de acordo com as Regionais, Fortaleza –2014



Fonte: ANATEL (2014)

5.5 Risco de queda das partes de uma ERB

Por se tratarem de estruturas metálicas, as ERB sofrem danos constante devido às condições climáticas as quais Fortaleza está propícia. Devido ao alto índice de água salgada no ar, a maresia causa grande oxidação em objetos metálicos e nas ERB isso não seria diferente.

Muitas ERB já estão instaladas a mais de 15 anos (ANATEL, 2014) sendo necessária manutenção constante, evitando assim quaisquer tipo de acidentes decorrente desta forte oxidação. Qualquer falha nesta manutenção pode ocasionar queda de materiais pequenos como por exemplo parafusos ou pinos de fixação, ou até mesmo, queda de toda a estrutura. Não há relatos de queda de ERB em Fortaleza, mas em outras cidades do Brasil como por exemplo em Belém do Para já foram registrados casos conforme noticiado pelo Jornal Diário do Pará onde ERB foram derrubadas devido às ações climáticas, ocasionando danos materiais e físicos a população.

6 CONCLUSÕES

Neste capítulo estão reunidas as principais conclusões provenientes dos estudos e análises realizadas ao longo desta dissertação, além de algumas recomendações para trabalhos e estudos futuros.

6.1 Principais conclusões do trabalho

O estudo mostrou que Fortaleza possui 843 ERBs cadastradas pela ANATEL (2014) e que, a primeira ERB instalada em Fortaleza tem como data de cadastro 21/09/1993, sendo localizada na Regional II, no Bairro Meireles, tendo sua primeira licença expedida em 03/01/2000.

Os resultados mostraram que Fortaleza possui, aproximadamente, 6,8 milhões de linhas ativas de celulares e ocupa a oitava posição no ranking das dez primeiras capitais com o maior número de linhas ativas. Constatou-se que, acompanhando a tendência nacional, a distribuição das ERBs em Fortaleza é feita em função da renda per capita, onde a regional II é a que possui a maior concentração de ERBs (30,5% do total em Fortaleza), possuindo 21 bairros, sendo a quarta regional mais populosa de Fortaleza (363.406 habitantes) e a que detém a maior renda média, R\$1.850,10/hab, segundo dados do IBGE (2010). Nesta regional se tem 1 antena para cada 1.416 habitantes. Cenário diferente foi identificado na regional V, com 18 bairros, cuja uma renda de R\$471,70/hab e cerca de 542 mil habitantes, que dispõem de 93 antenas, apresentando a proporção de 1 antena para cada 5.830 habitantes. Constatou-se que onde existe o maior número de instalações é exatamente onde se encontra a maior renda populacional da cidade.

O órgão público responsável pelo gerenciamento da fiscalização das ERBs no município de Fortaleza é a Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo (SEUMA), com base e subordinação aos critérios definidos pela ANATEL. A instalação de uma ERB no município de Fortaleza é autorizada pela SEUMA, de acordo com a lei municipal nº 8.914 de 22 de dezembro de 2004, que disciplina a instalação e fiscalização de antenas transmissoras de radio, televisão, telefonia celular, telecomunicações e outras antenas de radiação eletromagnética. As empresas devem apresentar, mediante aos procedimentos de cadastramento técnico, os documentos de “Anotação de Responsabilidade Técnica – (ART)” ou documento equivalente; “Relatório Ambiental Simplificado (RAS)”; “Estudo Ambiental Simplificado (EAS)” e “Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA)”.

No tocante à fiscalização, segundo artigo 3º da lei municipal nº 8.914, essa deve ser feita de

forma periódica, no intervalo de pelo menos 12 meses, com apresentação de um laudo técnico radiométrico, fornecido pela ANATEL.

A investigação junto à SEUMA sobre o cumprimento da legislação (nacional, estadual e municipal) ambiental e normas de segurança da fiscalização e controle das ERBs mostrou que, apesar da lei municipal nº 8.914 especificar o conhecimento e fiscalização de todas as ERBs em operação na cidade, essa fiscalização ou é feita de forma aleatória, não respeitando critérios a serem analisados, ou a partir de denúncias de “desconformidade” feitas pela população.

Apesar da legislação vigente especificar a distância mínima de hospitais e instituições de ensino para instalação de uma ERB ser de 30 metros, verificou-se o descumprimento da mesma, já que antenas estão posicionadas em locais que ampliam o risco a saúde da população, conforme o caso da ERB instalada na Escola de Ensino Médio Governador Aduato Bezerra, bairro de Fátima; da ERB localizada dentro de uma oficina mecânica, no bairro Joaquim Távora, Regional II e da ERB localizada no bairro Aerolândia, Regional VI, instalada ao lado de uma Escola Pública Municipal.

Ainda de acordo com informações fornecidas pela SEUMA, existe o conhecimento do que a lei especifica, mas eles só possuem um banco de dados das ERBs a partir da expedição das licenças (com dados do requerente, operante, concessionária responsável e de todas as informações fornecidas no projeto), sendo o mesmo de acesso público mediante solicitação. Afirmam não possuir um banco de dados de todas as ERBs instaladas e de não englobarem o monitoramento da emissão de ondas na fiscalização realizada por não disporem de equipamentos necessários para realização da mesma. Também relataram que àquelas realizadas são feitas de forma aleatória ou através de denúncias.

As informações coletadas junto à SEUMA e à SEMACE (não houve retorno por parte da ANATEL) sobre o sistema de gerenciamento e fiscalização das ERBs em Fortaleza, apresentaram diversos pontos negativos:

- Carência de um banco de dados completo que contenha todas as informações sobre as ERBs instaladas na cidade de Fortaleza,
- Melhoria na disponibilização de material humano e equipamentos para a realização de fiscalizações periódicas para avaliar as condições de manutenção e monitoramento da radiação não-ionizante das ERBs,
- Falta disponibilização pública dos relatórios técnicos de avaliação periódica produzidos pelos órgão de gerenciamento,

- Não existe uma troca de informações entre os órgãos de gerenciamento e fiscalização das ERBs, para uma comunicação e suporte destes para facilitar a adequação das normas vigentes,
- Deficiência de informação do público em geral no tocante aos aspectos técnicos e ambientais das ERBs na cidade de Fortaleza.

6.2 Limitações do trabalho de pesquisa

Inicialmente é necessário destacar o fato de que os dados, todos secundários, dependem da atualização dos devidos órgãos competentes. Esta atualização não é feita de forma contínua, dificultando assim a análise detalhada dos mesmos. Muitas vezes para conseguir certos dados é necessária abertura de processo administrativo para que os mesmos sejam disponibilizados, já que não são de acesso à grande massa.

Outra limitação sucedeu quanto à falta de estudos realizados na área, o que indica falta de interesse da população e do meio acadêmico em realizar aprofundamentos nesta área, corroborando que as empresas pensam apenas nos lucros e não no bem estar dos usuários. A existência, contudo, de tais limitações não invalidam os resultados.

6.3 Recomendações para futuros trabalhos

O assunto abordado neste trabalho é bastante atual e pouco explorado. Muitos desdobramentos podem surgir. Estudos relacionados a logística reversa dos aparelhos celulares que crescem vertiginosamente em todo mundo poderiam ser explorados além dos eventuais riscos matérias em áreas onde existem maior concentração das ERBs em zonas urbanas.

Outro aspecto que poderia ser bastante abordado é a regulamentação nacional das leis vigentes ocasionando assim em uma padronização para todo o processo de implantação e fiscalização.

REFERÊNCIAS

- AAKER, D. A. ; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Pesquisa de marketing** 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Sistemas (on-line). Controle de Estações Rádio Base**. Disponível: <<http://www.anatel.gov.br/sistemas/>>. Acesso em 03 de maio de 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, **Portal da Anatel**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNoticias.do?acao=carregaNoticia&codigo=25164>>. Acesso em 03 de maio de 2014.
- ALVES, C.E.A. **Um estudo sobre o uso da telefonia celular nas classes de baixa renda**. Rio de Janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TELECOMUNICAÇÕES, **Portal da Telebrasil**. Disponível em: <<http://www.telebrasil.org.br>> acesso em 12 de maio de 2014.
- BOITEUX, E. A. P. C. FERNANDO, N. **Poluição eletromagnética e meio ambiente: o princípio da precaução**. Porto Alegre: Sérgio A. Fabris, p.134-135, 2008.
- BRASIL. **Lei Municipal de Fortaleza** nº 8.914, 22 de dezembro de 2004. Disciplina a instalação e fiscalização de antenas transmissoras de rádio, televisão, telefonia celular, telecomunicações em geral e outras antenas de radiação eletromagnética no município de Fortaleza. Diário oficial da União.
- CEIA, M. L. T. **Melhores práticas para implantação de Estações Rádio Base**. Relatório Técnico/Consultoria Sinditelebrasil. Brasília 2013.
- COSTA, C. E. **GSM & GPRS**. Universidade Católica de Salvador 2005. Disponível em: < <http://www.logicengenharia.com.br/mcamara/>> Acesso em 05 de maio de 2014.
- DIAS, M. H. C.; SIQUEIRA, G. L. **Considerações sobre os efeitos à saúde Humana da Irradiação Emitida por Antena de Estações Rádio-Base de Sistemas Celulares**. Revista científica periódica - Telecomunicações Volume 05 nº 01- Jun. 2002.
- FERREIRA, A.B. H. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova fronteira S.A., p.527. 1975.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002
- FRASER, M. T. D.; GONDIM, S. M. G. **Da Fala do Outro ao Texto Negociado: Discussões sobre a Entrevista na Pesquisa Qualitativa**. Revista Paidéia, v. 14, nº 28, 2004.
- GEPHART, R. P. **Qualitative research and the Academy of Management Journal**. Academy of Management Journal, v. 47, n. 4, p. 454-462, 2004.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRIGORIEV, Y. **Guidance. New condition of EMF RF exposure and guarantees of population health.** Presentation given at *EMF & Health - A Global Issue: Exploring appropriate precautionary approaches*, The Radiation Research Trust Conference, The Royal Society, London, United Kingdom. 8 - 9 September, 2008.

GIULIANI, L. **Reasons for Disagreement Between European Council and Italy Concerning Protection Against Health Impacts from EMF**, National Institute of Occupational Safety and Prevention. 1999.

HARVEY, D. **Condição Pós-Moderna.** São Paulo: Ed.Loyola, 1993.

HENRIQUES, A. M. J. ; MARTINS A. V. **Implantação de Estações Rádio Base (ERBs).** São Paulo: 2003. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialerb/default.asp>>. Acesso em 05 maio 2014.

IOZZI, F. L. **Políticas Territoriais das Empresas de Telecomunicações no Brasil: Universalização do Serviço de Telefonia Fixa.** 2005. 235 f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005.

ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. **Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)**, Health Phys., vol. 74, pp. 494–522, 1998.

ITU – International Telecommunication Union. **Global Numbers of Individuals using the Internet. ICT Data and Statistics.** Disponível em: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statitics/>> Acesso em 03 Março 2014.

JUNG, C. F. **Metodologia Científica.** Curitiba: UFPR, 2003.

KAUARK, F. S.; MANHAES, F. C. ; MEDEIROS, C. H.. **Metodologia da Pesquisa: Um Guia Prático.** Itabuna/BA: Via Litterarum, 2010.

KATES, S. **A qualitative exploration into voters' ethical perceptions of political advertising: discourse, disinformation, and moral boundaries.** Journal of Business Ethics, v. 17, p. 1871-1885, 1998.

LIMA, G. C. ; LARA, J. H. **Notas do Curso Interno de Telefonia Móvel Celular.** Rio de Janeiro, 2001: Telefônica Celular.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. **História da Telefonia.** Brasília, 01 de janeiro de 2008. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/o-ministerio/historico/historia-da-telefonias>>. Acesso em: 19 maio 2014.

NEVES, M. S. **O Setor de Telecomunicações.** 2002. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/>> Acesso em 07 Jan. 2014.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Estabelecendo um diálogo sobre riscos de campos eletromagnéticos.** 2002

PACHECO, G. G. **A difusão da telefonia celular no Brasil: uma investigação empírica** - PUC, Departamento de Administração, 2004.

PADUELI, M.P. **Sistemas de gerenciamento e aspectos normativos das estações rádio base no Município de São Paulo. 2006. Dissertação** , São Paulo, 2006.

PESSOA, M.B. **A utilização da telefonia móvel no ambiente urbano: um estudo sócio-jurídico e ambiental sobre as estações rádio-base em João Pessoa-PB.** João Pessoa, 2009.

SANTOS, M. ; SILVEIRA M. L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI.** 7a Ed, editora Record, 2005. 473p.

SANTOS, M. **Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e meio técnico-científico informacional.** 2ª edição. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, M. **Por uma geografia nova.** São Paulo: Edusp, 2002.

SANTOS, J. H. V. **Considerações Acerca dos métodos Dedutivo e Indutivo** 2008. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/10195328/Consideracoes-acerca-dos-metodos-dedutivo-e-indutivo>>. Acesso em: 14 mai. 2014.

SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE, **Portal da Seuma.** Disponível em: <<http://www.fortaleza.ce.gov.br/seuma>> Acesso em 02 de maio de 2014.

SIEGMUND M. Redl, Matthias K. Weber, Malcolm W. Oliphant: , **An Introduction to GSM,** Artech House, March 1995

STALLINGS, W. **Wireless Communication and Network.** New Jersey: Ed. Prentice Hall PTR, 2002. p. 284-291.

TRUTEQ UNIVERSITY, **Introduction to GSM** (2011). Disponível em: <http://www.truteq.co.za/tips/> Acesso em 12 de maio de 2014

TAVARES, W.M. **Radiação das Antenas do Serviço Móvel Celular e seu Tratamento na Legislação Brasileira e de Outros Países,** Consultoria Legislativa, Brasília, 2004.

TELECO – INTELIGÊNCIA EM TELECOMUNICAÇÕES - **Portal Teleco,** disponível em: <<http://www.teleco.com.br>> acesso em 12 de maio de 2014.

ANEXO A – LEI MUNICIPAL DE FORTALEZA Nº 8.914 DE 22/12/2004

A instalação de antenas de rádio, televisão, telefonia celular, telecomunicações em geral e outras antenas transmissoras de radiação eletromagnética no município de Fortaleza fica sujeita às condições estabelecidas na lei municipal número 8.914 de 22 de dezembro de 2004. Estão compreendidas nas disposições desta lei as antenas transmissoras de radiação eletromagnética que operam na faixa de frequência de 9 KHz (nove quilohertz) a 300 GHz (trezentos gigahertz). São excluídas as antenas transmissoras de radiação eletromagnética associadas a:

I- radares civis e militares, destinados à defesa ou controle de tráfego aéreo;

II- radioamador, faixa cidadão e similares;

III- radiocomunicadores de uso exclusivo das polícias civil e militar, guarda municipal, corpo de bombeiros, defesa civil, controle de tráfego ambulância e serviços relacionados à proteção da segurança e saúde dos administrados;

IV- radiocomunicadores instalados em veículos terrestres, aquáticos ou aéreos.

É vedada, sob qualquer pretexto, a instalação e/ou manutenção de antenas transmissoras de radiação eletromagnética em:

I- bens públicos de uso comum do povo ou de uso especial;

II- áreas de parques, praças e centros comunitários;

III- áreas de preservação estabelecidas pela legislação de Uso e Ocupação do Solo;

IV- locais com distância inferior a 30m (trinta metros) de prédios tombados ou em processo de tombamento pelos órgãos competentes;

V- estabelecimentos de ensino formal, creches, clínicas médicas, hospitais, postos de saúde e similares ou a menos de 30m (trinta metros) destes;

VI- terrenos nos quais existam construções habitacionais, sejam de uso individual ou múltiplo, nas coberturas destes, ou ainda, em terrenos vizinhos à imóveis nos quais existam unidades de uso residencial sem a concordância de todos os proprietários de imóveis confrontantes.

As antenas já instaladas, além de estarem enquadradas nos dispositivos desta lei, deverão passar por vistorias do Instituto de Metrologia e Quantidade (INMETRO), da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano (SEMAM) e a concordância expressa da Agência Nacional de Telecomunicação (ANATEL). Sendo que a rejeição por

parte de qualquer destes órgãos acarretará a imediata retirada do equipamento

A base da torre de sustentação da antena transmissora de radiação eletromagnética deverá ser fixada, observando-se, no mínimo, os seguintes recuos:

I- antenas de tv e rádio: 5m (cinco metros) de distância das divisas laterais e de fundo e a 7m (sete metros) da divisão frontal do terreno em que estiver instalada;

II - antenas de telefonia móvel: 3m (três metros) de distância das divisas laterais e de fundo e a 7m (sete metros) da divisão frontal do terreno em que estiver instalada.

A instalação de antenas transmissoras de radiação eletromagnética, em edificações verticalizadas, deverá atender, cumulativamente, aos seguintes requisitos:

I- o prédio deverá possuir gabarito mínimo de 10m (dez metros);

II- o gabarito máximo definido na Lei de Uso e Ocupação do Solo, incluindo-se a antena, deverá ser sempre observado;

III- os recuos das antenas instaladas em edificações existentes deverão observar o disposto acima;

IV- em se tratando de condomínio, deverá ser apresentada a ata de reunião de condomínios em que foi autorizada a sua instalação;

V- controle do acesso ao local de instalação.

A concessão de Alvará de Construção e de Funcionamento, previstos na legislação municipal (Código de Obras e Posturas e Lei de Uso e Ocupação do Solo) das antenas, dependerá de prévio licenciamento ambiental pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano (SEMAM).

O ponto de emissão de radiação da antena transmissora da radiação eletromagnética deverá estar, no mínimo, a 25m (vinte e cinco metros) de distância dos imóveis confinantes, contados a partir da divisa do imóvel em que estiver instalada.



Universidade Federal do Ceará
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional

APÊNDICE A – Entrevista MODELO – Data: __/__/__

1. Identificação da instituição e representante:

Nome do entrevistado: _____

Nome da instituição/empresa que representa: _____

Cargo: _____

Principais funções desempenhadas no cargo: _____

Grau de atuação junto às ERBs no município de Fortaleza:

Elevado () Razoável () Baixo ()

Grau de responsabilidade quanto ao gerenciamento das ERBs no município de Fortaleza:

Elevado () Razoável () Baixo ()

2. Questões sobre o acervo de leis que disciplina a instalação e funcionamento das ERBs na cidade de Fortaleza

2.1 Conhece a legislação municipal, estadual e federal que disciplina a instalação e funcionamento das ERBs no município de Fortaleza?

2.2 Conhece a legislação específica que atribui competência legal sobre o gerenciamento/fiscalização das ERBs no município de Fortaleza?

2.3 Em sua opinião, o acervo de leis sobre as ERBs (para o município de Fortaleza) está completo? Ou deveria sofrer alguma alteração? Qual?

2.4 Conhece a legislação restritiva quanto aos limites para exposição humana à radiação não ionizante emitida pelas ERBs e a distância de localização das mesmas a creches, escolas e hospitais?

Sim () Não ()

Resposta: _____

2.5 A instituição exige algum estudo ambiental para instalação de uma ERB?

Sim () Não ()

2.6 Quais os documentos ambientais são exigidos pela instituição para instalação de uma ERB?

3. Questões sobre o banco de dados sobre as ERBs na cidade de Fortaleza

3.1 A instituição representada possui banco de dados sobre as ERBs instaladas em seu município? Se “não”, por que?

3.2 Como é constituído esse banco de dados? (número de ERBs, locais de instalação, potência operante, concessionária responsável, etc) O mesmo está disponível ao acesso do público?

3.3 De que forma é feita a coleta de dados e atualização desse banco de dados?

3.4 Em sua opinião, o banco de dados pode ser considerado completo e atualizado? Ele é confiável? Em caso negativo, o que poderia ser feito?

4. Questões sobre o gerenciamento das ERBs na cidade de Fortaleza

4.1 Há alguma proposta de sistema de gerenciamento das ERBs para o município de Fortaleza, elaborada pela instituição representada? Em que se resume tal proposta de gerenciamento?

4.2 Tal sistema de gerenciamento é efetivamente utilizado? De que forma? Com que frequência?

4.3 Tal sistema de gerenciamento considera o controle e monitoramento da emissão da radiação não ionizante pelas ERBs? De que maneira? Em que momento (instalação/funcionamento)?

4.4 Tal sistema de gerenciamento prevê medições rotineiras (periódicas) da potência emitida pelas ERBs instaladas no município de Fortaleza (inclusive em horários de pico) e se estas ERBs continuam dentro das especificações de instalação? Qual a periodicidade dessas avaliações?

4.5 É feita alguma autuação/penalização pela instituição quando as operadoras não seguem as especificações técnicas de funcionamento das ERBs no município de Fortaleza?

5. Questões sobre a política de comunicação de risco

5.1 A instituição representada possui capacidade técnica (pessoal habilitado, equipamentos, etc.) para prover o gerenciamento das ERBs no município sob sua jurisdição?

5.2 A instituição gera relatórios técnicos de avaliação periódica? Esses relatórios são disponibilizados ao público?

5.3 Em sua opinião como seria o sistema de gerenciamento ideal?

5.4 Dos modelos de gerenciamento instalados em outras cidades do mundo há algum que conheça e julgue como referência?

6. Questões sobre a política de comunicação de risco

6.1 A instituição representada tem alguma política de comunicação para usuários em geral, relacionada aos efeitos da radiação não ionizante emitida pelas ERBs?

6.2 Em caso afirmativo, especifique.

6.3 Existe algum meio de comunicação para troca de informações de gerenciamento/fiscalização das ERBs entre a instituição e os demais órgão responsáveis (ANATEL, SEUMA, etc)?



Universidade Federal do Ceará
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional

APÊNDICE B – Entrevista a SEMACE – Data: 16/03/2015

1. Identificação da instituição e representante:

Nome da instituição/empresa que representa: SEMACE.

Cargo: Gestora Ambiental.

Principais funções desempenhadas no cargo: Responsável pelo licenciamento de Madeireiras, ERB, linhas de transmissão e panificadoras.

Grau de atuação junto às ERBs no estado do Ceará:

Elevado (X) Razoável () Baixo ()

Grau de responsabilidade quanto ao gerenciamento das ERBs no estado do Ceará:

Elevado (X) Razoável () Baixo ()

2. Questões sobre o acervo de leis que disciplina a instalação e funcionamento das ERBs no estado do Ceará.

2.1 Conhece a legislação municipal, estadual e federal que disciplina a instalação e funcionamento das ERBs no estado do Ceará?

Sim. A entrevistada mostrou conhecimento das leis vigentes tanto no âmbito Federal como no Estadual/Municipal onde me apresentou em forma impressa tais leis.

2.2 Conhece a legislação específica que atribui competência legal sobre o gerenciamento/fiscalização das ERBs no município de Fortaleza?

Sim, a legislação seguida é a mesma apresentada com relação a instalação e funcionamento das ERBs.

2.3 Em sua opinião, o acervo de leis sobre as ERBs (para o município de Fortaleza) está completo? Ou deveria sofrer alguma alteração? Qual?

Segundo a entrevistada: o acervo de leis sobre as ERB esta incompleto e deveriam sofrer alterações e atualizações. Alterações estas no que se diz respeito aos limites territoriais de instalação das ERBs (como por exemplo maior distância em relação a área critica e zonas residenciais) assim como questões relacionadas a saúde levando em consideração a emissão de raios não ionizantes como também o risco de queda de materiais ao longo do tempo devido a deterioração do material que constitui as torres.

2.4 Conhece a legislação restritiva quanto aos limites para exposição humana à radiação não ionizante emitida pelas ERBs e a distância de localização das mesmas a creches, escolas e hospitais?

Sim (X) Não ()

Esta ciente dos limites impostos tanto no âmbito nacional como no âmbito estadual/municipal. Apesar de não termos estudos comprovados com relação a quão prejudicial esta exposição é a vida, a entrevistada defende que os limites deveriam ser estendidos de forma que as ERB apenas fossem instaladas em áreas onde não houvessem a chamada região critica respeitando assim o “Princípio da Precaução”.

2.5 A instituição exige algum estudo ambiental para instalação de uma ERB?

Sim (X) Não ()

Para emissão da Licença Previa (LP) a SEMACE exige o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) assim como posteriormente o Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental (RAMA).

2.6 Quais os documentos são exigidos pela instituição para instalação de uma ERB?

São exigidos a empresa requerente para licença previa de utilização: CNPJ da empresa, certidão do imóvel/contrato de locação, número da matrícula do imóvel, cadastro técnico federal, anuência do município, publicação do jornal requerendo tal instalação, laudo radiométrico de acordo com resolução 303 da Anatel, licença de utilização da Anatel assim como autorização do comando aéreo regional.

3. Questões sobre o banco de dados sobre as ERBs na cidade de Fortaleza

3.1 A instituição representada possui banco de dados sobre as ERBs instaladas em seu município? Se “não”, por que?

Sim. Através do processo de licenciamento das ERBs é feito um banco de dados onde se encontram todas as antenas instaladas no estado do Ceará.

3.2 Como é constituído esse banco de dados? (número de ERBs, locais de instalação, potência operante, concessionária responsável, etc) O mesmo está disponível ao acesso do público?

No processo de licenciamento todas as informações acima citadas fazem parte do processo porem não estão disponíveis ao publico.

3.3 De que forma é feita a coleta de dados e atualização desse banco de dados?

A coleta e atualização desse banco de dados é feito através do processo de licenciamento das antenas. Na medida que as ERB adquirirem o licenciamento as informações são catalogadas neste banco de dados.

3.4 Em sua opinião, o banco de dados pode ser considerado completo e atualizado? Ele é confiável? Em caso negativo, o que poderia ser feito?

Sim pois contempla todas as informações relevantes no processo. É confiável pois fiscalizações são feitas de forma que se evite problemas futuros.

4. Questões sobre o gerenciamento das ERBs no estado do Ceará

4.1 Há alguma proposta de sistema de gerenciamento das ERBs para o estado do Ceará, elaborada pela instituição representada?

Esta sendo desenvolvido um sistema juntamente com o departamento de tecnologia e informação que facilitara o processo de controle quanto a vigência e situação das antenas ja instaladas assim como as que serão instaladas.

4.2 Em que se resume tal proposta de gerenciamento?

Este sistema será capaz de informar a situação das licenças ambientais e através dos vencimentos das mesmas o setor de fiscalização da SEMACE ira efetuar a fiscalização e controle destas ERB.

4.3 Tal sistema de gerenciamento é efetivamente utilizado? De que forma? Com que frequência?

Até o momento a fiscalização das ERBs é feita de maneira aleatória ou seja, a equipe de fiscalização sai com determinado numero de atendimentos e nestes atendimentos pode ocorrer de uma ERB que esteja em situação irregular seja fiscalizada e assim penalizada. Vale ressaltar que a entrevistada no momento que realiza a visita para emissão da licença de operação da ERB verifica se a mesma esta de acordo com os limites estabelecidos e se a empresa não estiver respeitos tais limites, esta não emitira tal licença.

4.4 Tal sistema de gerenciamento considera o controle e monitoramento da emissão da radiação não ionizante pelas ERBs? De que maneira? Em que momento (instalação/funcionamento)?

A SEMACE não dispõe ainda de equipamentos suficientes para realizar tal monitoramento. O controle e monitoramento da emissão da radiação é feito através do laudo raudiometrico que é solicitado pela empresa requerente sendo responsabilidade da mesma esta de acordo com os limites estabelecidos pela lei.

4.5 Tal sistema de gerenciamento prevê medições rotineiras (periódicas) da potência emitida pelas ERBs instaladas no estado do Ceará e se estas ERBs continuam dentro das especificações de instalação? Qual a periodicidade dessas avaliações?

Com a aquisição do respectivo equipamento capaz de monitorar a potencia emitida e a implantação deste sistema (previsão ate o final de 2015) será feito a medição juntamente com a fiscalização dos outros aspectos que já são fiscalizados.

4.6 É feita alguma autuação/penalização pela instituição quando as operadoras não seguem as especificações técnicas de funcionamento das ERBs no estado do Ceará?

Sim. Quando a empresa não esta de acordo com o exigido é aplicado multa e estipulado prazo para que e a mesma se adeque. O prazo concedido no licenciamento é de 4 anos devendo ser solicitado com até 120 dias antes do vencimento do mesmo.

4.7 A instituição representada possui capacidade técnica (pessoal habilitado, equipamentos, etc.) para prover o gerenciamento das ERBs nos municípios sob sua jurisdição?

O gerenciamento das licenças é feito através de visita ao local juntamente com o processo afim de verificar se todas as exigências estão sendo cumpridas e se toda documentação esta de acordo com o declarado pela empresa.

4.8 A instituição gera relatórios técnicos de avaliação periódica? Esses relatórios são disponibilizados ao público?

Relatórios internos são gerados porém estes não estão disponíveis ao público.

4.9 Em sua opinião como seria o sistema de gerenciamento ideal?

Ampliando-se o limite estabelecido pela lei.

5. Questões sobre a política de comunicação de risco

5.1 A instituição representada tem alguma política de comunicação para usuários em geral, relacionada aos efeitos da radiação não ionizante emitida pelas ERBs?

Não.

5.2 Em caso negativo, o que poderia ser feito em termos de programa de comunicação?

Com a alteração da lei em relação ao limite de proximidade da instalação das ERBs o risco relacionado tanto aos efeitos das radiação não ionizante como risco de queda de materiais seria reduzido facilitando assim a conscientização da população que muitas vezes esta interessada apenas na locação do espaço e ampliação do serviço oferecido pela prestadora.

5.3 Existe algum meio de comunicação para troca de informações de gerenciamento/fiscalização das ERBs entre a instituição e os demais órgão responsáveis (ANATEL, SEUMA, etc)?

Não existe troca de informações entre nenhum dos órgãos citados acima porem seria de fundamental importância a comunicação e suporte destes afim de adequação com relação as normas vigentes facilitando ainda a conscientização do publico em geral devido a maior facilidade de informação.



**Universidade Federal do Ceará
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional**

APÊNDICE C – Entrevista SEUMA – Data: 16/04/2015

1. Identificação da instituição e representante:

Nome da instituição/empresa que representa: SEUMA

Cargo: Articulador da célula de licenciamento ambiental (2 anos) / Analista ambiental

Principais funções desempenhadas no cargo: Revisar processos que são analisados pela equipe técnica.

Grau de atuação junto às ERBs no município de Fortaleza:

Elevado (x) Razoável () Baixo ()

Grau de responsabilidade quanto ao gerenciamento das ERBs no município de Fortaleza:

Elevado () Razoável (x) Baixo ()

2. Questões sobre o acervo de leis que disciplina a instalação e funcionamento das ERBs na cidade de Fortaleza

2.1 Conhece a legislação municipal, estadual e federal que disciplina a instalação e funcionamento das ERBs no município de Fortaleza?

Sim. Conhece a legislação municipal e me apresentou a mesma.

2.2 Conhece a legislação específica que atribui competência legal sobre o gerenciamento/fiscalização das ERBs no município de Fortaleza?

Adota a mesma legislação municipal no que refere-se a instalação e funcionamento.

2.3 Em sua opinião, o acervo de leis sobre as ERBs (para o município de Fortaleza) está completo? Ou deveria sofrer alguma alteração? Qual?

Segundo o entrevistado esta incompleto. A lei deveria abordar mais aspectos ambientais e não somente aspectos urbanísticos.

2.4 Conhece a legislação restritiva quanto aos limites para exposição humana à radiação não ionizante emitida pelas ERBs e a distância de localização das mesmas a creches, escolas e hospitais?

Sim (x) Não ()

Resposta: Utiliza a legislação informada anteriormente para instalação e monitoramento.

2.5 A instituição exige algum estudo ambiental para instalação de uma ERB?

Sim (X) Não ()

2.6 Quais os documentos ambientais são exigidos pela instituição para instalação de uma ERB?

De acordo com portaria n.º 4 de 17 de fevereiro de 2014 são solicitados: Relatório Ambiental Simplificado (RAS), estudo ambiental simplificado (EAS), estudo de viabilidade ambiental (EVA), plano de gerenciamento de resíduos sólidos industriais e comerciais (PGRS), plano de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRSCC) e plano de gerenciamento de resíduos de serviços da saúde (PGRSS).

3. Questões sobre o banco de dados sobre as ERBs na cidade de Fortaleza

3.1 A instituição representada possui banco de dados sobre as ERBs instaladas em seu município? Se “não”, por que?

Não existe um banco de dados com todas as ERB instaladas apenas existe um banco de dados que vem sendo feito a partir da expedição das licenças.

3.2 Como é constituído esse banco de dados? (número de ERBs, locais de instalação, potência operante, concessionária responsável, etc) O mesmo está disponível ao acesso do público?

No banco de dados existente a partir das licenças expedidas constam os dados do requerente, o operante, a concessionária responsável assim como todas as informações fornecidas no projeto. Este banco de dados não está disponível ao público somente mediante a solicitação de ofício.

3.3 De que forma é feita a coleta de dados e atualização desse banco de dados?

A partir das licenças emitidas o banco de dados é atualizado.

3.4 Em sua opinião, o banco de dados pode ser considerado completo e atualizado? Ele é confiável? Em caso negativo, o que poderia ser feito?

Esta incompleto pois as EBR que nele constam são apenas as que foram emitidas licenças recentemente (aproximadamente 10 anos para data de hoje). Nas informações que estão disponíveis ele pode ser considerado confiável. O que poderia ser feito era uma catalogação de todas as ERB instalada no município.

4. Questões sobre o gerenciamento das ERBs na cidade de Fortaleza

4.1 Há alguma proposta de sistema de gerenciamento das ERBs para o município de Fortaleza, elaborada pela instituição representada? Em que se resume tal proposta de gerenciamento?

Houve uma proposta de estudo juntamente com a escola técnica (CEFET) para que a fiscalização fosse feita através de medições mais detalhadas e fossem enviadas a SEUMA porém não houve prosseguimento neste estudo.

4.2 Tal sistema de gerenciamento é efetivamente utilizado? De que forma? Com que frequência?

Houve apenas a proposta. A fiscalização é feita pelo departamento de fiscalização das licenças ambientais.

4.3 Tal sistema de gerenciamento considera o controle e monitoramento da emissão da radiação não ionizante pelas ERBs? De que maneira? Em que momento (instalação/funcionamento)?

A fiscalização que é realizada não engloba este tipo de controle e monitoramento pois não dispõem de equipamentos necessários para realização da mesma.

4.4 Tal sistema de gerenciamento prevê medições rotineiras (periódicas) da potência emitida pelas ERBs instaladas no município de Fortaleza (inclusive em horários de pico) e se estas ERBs continuam dentro das especificações de instalação? Qual a periodicidade dessas avaliações?

As fiscalizações quando realizadas, são feitas de forma aleatórias ou através de denúncias.

4.5 É feita alguma autuação/penalização pela instituição quando as operadoras não seguem as especificações técnicas de funcionamento das ERBs no município de Fortaleza?

Caso a empresa não esteja de acordo com as especificações técnicas ou com a licença ambiental vencida é lavrado um auto de infração onde a empresa tem até 5 dias para regularizar a situação. Caso a empresa não se adeque a antena é embargada e medidas administrativas são tomadas.

5. Questões sobre a política de comunicação de risco

5.1 A instituição representada possui capacidade técnica (pessoal habilitado, equipamentos, etc.) para prover o gerenciamento das ERBs no município sob sua jurisdição?

Não possuímos equipamentos necessários para realização desta fiscalização técnica.

5.2 A instituição gera relatórios técnicos de avaliação periódica? Esses relatórios são disponibilizados ao público?

Por não serem feitas medições e fiscalizações técnicas não são emitidos relatórios para tais fins.

5.3 Em sua opinião como seria o sistema de gerenciamento ideal?

O sistema de gerenciamento ideal seria uma catalogação de todas as ERB instaladas em Fortaleza onde estas estariam georreferenciadas podendo assim verificar se as mesmas se encontram dentro dos prazos e de acordo com todas as especificações técnicas.

5.4 Dos modelos de gerenciamento instalados em outras cidades do mundo há algum que conheça e julgue como referência?

Desconhece tais modelos de gerenciamento.

6. Questões sobre a política de comunicação de risco

6.1 A instituição representada tem alguma política de comunicação para usuários em geral, relacionada aos efeitos da radiação não ionizante emitida pelas ERBs?

Não existe tal comunicação. O que está disponível ao público através do site da secretaria são informações referente ao licenciamento das ERBs.

6.2 Em caso afirmativo, especifique.

6.3 Existe algum meio de comunicação para troca de informações de gerenciamento/fiscalização das ERBs entre a instituição e os demais órgão responsáveis (ANATEL, SEUMA, etc)?

São realizadas apenas conferências no sites das empresas acima citadas porém não há troca direta de informação. Foi realizada uma troca de experiências juntamente a SEMACE onde foi realizado um debate de como as licenças são fornecidas e como são realizados os procedimentos destes órgãos.