Mateus Habermann

**Prevalência de exposição aos campos eletromagnéticos e
Justiça Ambiental no município de São Paulo**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Medicina Preventiva.
Orientador: Prof. Dr. Nelson Gouveia.

São Paulo

2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Habermann, Mateus

Prevalência de exposição aos campos eletromagnéticos e justiça ambiental no município de São Paulo / Mateus Habermann. -- São Paulo, 2008.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Departamento de Medicina Preventiva.

Área de concentração: Medicina Preventiva.

Orientador: Nelson Gouveia.

Descritores: 1.Campos eletromagnéticos 2.Fatores socioeconômicos 3.Sistemas de informação geográfica 4.Atenção primária ambiental 5.Prevalência 6.Fatores de risco

USP/FM/SBD-457/08

AGRADECIMENTOS

Agradeço as instituições que viabilizaram a realização deste trabalho: Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – DMP/FMUSP, Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética – ABRICEM, ao IPT na pessoa de Mário Leite e as concessionárias de energia pela disponibilização dos dados – Eletropaulo, CTEEP, Furnas.

Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Nelson Gouveia (DMP-FMUSP) pela orientação, discussões, conselhos, confiança e incentivo à realização do trabalho.

A Prof^ª. Dr^ª. Sandra E. Contri Pitton – Depto Geografia IGCE/UNESP – Rio Claro/SP, pelo apoio, confiança e estímulo ao meu desempenho profissional.

A todos os participantes do Projeto EMF/SP LPD que me auxiliaram nas diversas fases deste trabalho:

Marina França Lopes (DMP-FMUSP), Miriam Souza (Informática, DMP-FMUSP), Rogério Prado (LIM39, DMP-FMUSP) e Izabel Marcilio (DMP-FMUSP).

Agradeço aos meus familiares

Aos amigos

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	i
SUMÁRIO	ii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE SIGLAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS	ix
RESUMO	x
SUMMARY	xi
APRESENTAÇÃO	01
1 INTRODUÇÃO	03
1.1 Reflexões acerca de risco	03
1.2 Vulnerabilidade	11
1.3 Segregação espacial e riscos	14
1.4 Significados atribuídos ao risco	18
1.5 O movimento de Justiça Ambiental	21
1.5.1 Justiça Ambiental no Brasil	27
1.5.2 Trabalhos relacionados à Justiça Ambiental	28
1.6 Campos eletromagnéticos	33
1.7 Campos eletromagnéticos e saúde	39
1.8 Avaliação da exposição residencial aos campos eletromagnéticos pelos estudos epidemiológicos	42
1.9 Estudos epidemiológicos relacionando saúde e campos eletromagnéticos.	51

2	JUSTIFICATIVA.....	54
3	OBJETIVOS.....	57
4	MÉTODOS.....	58
	4.1 Aquisição dos dados e ajuste do traçado das linhas de transmissão do município de São Paulo usando sistema de informação geográfica (SIG) ..	59
	4.2 Estudo de prevalência de exposição aos campos eletromagnéticos.....	60
	4.3 Análise socioeconômica.....	63
	4.4 Considerações éticas	66
5	RESULTADOS	67
	5.1 Prevalência de exposição	69
	5.2 Análise socioeconômica	72
	5.2.1 Análise comparativa em relação aos distritos administrativos.....	75
6	DISCUSSÃO.....	80
	6.1 Considerações gerais.....	80
	6.2 Considerações específicas.....	83
	6.2.1 Prevalência de Exposição aos campos eletromagnéticos.....	83
	6.2.2 Justiça Ambiental e campos eletromagnéticos.....	86
	6.3 Propostas para trabalhos futuros	89
7	ANEXO	91
8	REFERÊNCIAS	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Diversas fontes de campos eletromagnéticos.....	35
Figura 2	Espectro eletromagnético	38
Figura 3	Distribuição espacial do campo magnético sob uma linha de transmissão	45
Figura 4	Corredores de exposição ao redor das linhas de transmissão aéreas.....	62
Figura 5	Setores censitários intersectados pelos corredores de exposição, ao longo das linhas de transmissão no município de São Paulo/SP, 2008	65
Figura 6	Linhas de transmissão na região metropolitana de São Paulo/SP de acordo com a potência, 2008.....	68
Figura 7	Prevalência de exposição aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ de acordo com a escolaridade do chefe de domicílio, município de São Paulo, 2008	73
Figura 8	Prevalência de exposição aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ de acordo com a renda mensal do chefe de domicílio, município de São Paulo, 2008	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Exposição estimada aos campos magnéticos entre a população dos Estados Unidos, 2002.....	43
Tabela 2	Estudos que utilizaram corredores para definir exposição residencial a campos eletromagnéticos gerados pela proximidade a linhas de transmissão.....	50
Tabela 3	Distritos do município de São Paulo intersectados por linhas de transmissão aéreas e selecionados para análise socioeconômica, segundo a posição do IDH	64
Tabela 4	Extensão das linhas de transmissão de energia elétrica no município de São Paulo/SP, 2008	67
Tabela 5	Distribuição da população residente no município de São Paulo e nas áreas expostas aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ gerados por linhas de transmissão, 2008.....	70
Tabela 6	Distribuição dos chefes de domicílio expostos aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ de acordo com a escolaridade, por anos de estudo, Município de São Paulo, 2008.....	71
Tabela 7	Distribuição dos chefes de domicílio expostos aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ de acordo com a renda mensal, por salários mínimos, Município de São Paulo, 2008.....	72
Tabela 8	Variáveis escolaridade e renda entre expostos e não-expostos aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ no município de São Paulo	75

Tabela 9	Escolaridade entre chefes de domicílio expostos e não expostos aos CEM $\geq 0,3$ μ T nos distritos analisados	77
Tabela 10	Rendimento entre chefes de domicílio expostos e não expostos aos CEM $\geq 0,3$ μ T nos distritos analisados	79

LISTA DE SIGLAS

ABRICEM	Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CEA	Canadian Electricity Association
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina
CTEEP	Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
ICRP	International Agency for Research in Cancer
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
NIEHS	National Institute of Environmental Health Sciences
OMS	Organização Mundial de Saúde
SEADE	Sistema estadual de análise de dados
UKCCS	United Kingdom Childhood Cancer Study Investigators

LISTA DE ABREVIATURAS

CEM	Campos eletromagnéticos
EMF	Electromagnetic field
et al.	e outros
IC	Intervalo de Confiança
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
OR	Odds Ratio
RR	Risco relativo
SIG	Sistema de informação geográfica

LISTA DE SÍMBOLOS

Hz	Hertz
kV	kilovolt
kV/m	kilovolts por metro
m	metro
MHz	Megahertz
p	p-valor
μ T	microtesla

RESUMO

HABERMANN, M. **Prevalência de exposição aos campos eletromagnéticos e Justiça Ambiental no município de São Paulo** [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2008. p. 105.

O trabalho discutiu a crescente problemática do risco em nosso atual paradigma tecnológico, sua percepção e tolerabilidade, assim como a distribuição desigual destes entre a sociedade. A hipótese fundamental que enfatiza Justiça Ambiental refere-se aos perigos e riscos desproporcionalmente ou injustamente distribuídos entre grupos sociais mais vulneráveis, geralmente pobres e minorias, acarretados pelos riscos ambientais relativos à vida moderna. A crescente preocupação com a poluição eletromagnética gerada pela transmissão e uso de energia elétrica tem mobilizado diversos setores da sociedade na busca por respostas sobre a relação da exposição a campos eletromagnéticos e riscos à saúde. Portanto, o trabalho teve o objetivo de quantificar o percentual de pessoas que residem em áreas próximas a linhas de transmissão de energia elétrica que atravessam o município de São Paulo, Brasil, e dessa forma potencialmente expostas aos campos eletromagnéticos por elas geradas. Informações sobre linhas de transmissão foram fornecidas pelas concessionárias de energia e geocodificadas usando o *software* de sistema de informação geográfica (SIG) Mapinfo®. Corredores com campo magnético $\geq 0.3\mu\text{T}$ foram demarcados ao longo das linhas de transmissão, a largura desses variou conforme tensão da linha (em kV). Dados demográficos e socioeconômicos foram obtidos através do censo 2000 e incluídos no SIG em outra camada. Através deste levantamento, foi possível estimar o percentual da população potencialmente exposta aos campos eletromagnéticos gerados por linhas de transmissão aéreas que atravessam o município de São Paulo, em suas mais diversas características, como faixa etária, além de renda e escolaridade. Esses corredores incluíram cerca de 1,3% dos domicílios e 1,4% da população residente no município de São Paulo, sendo esta considerada exposta aos campos eletromagnéticos gerados por essas linhas. Através da análise socioeconômica, o estudo sugeriu que a população exposta aos campos eletromagnéticos possuía maior vulnerabilidade, como baixos índices de renda e escolaridade, o que chamou a atenção para fato dos campos eletromagnéticos das linhas de transmissão aéreas serem mais uma carga danosa delegada a estas populações.

Descritores: 1- Campos eletromagnéticos, 2 - Fatores socioeconômicos 3- Sistemas de informação geográfica, 4 - Atenção primária ambiental, 5 - Prevalência 6 - Fatores de risco

SUMMARY

HABERMANN, M. **Prevalence of exposure to electromagnetic fields and environmental justice in the city of São Paulo** [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2008. p. 105.

The paper discussed the raising problem of risk in our current technological paradigm, their perception and tolerability, as well as their unequal distribution among the society. The fundamental assumption that emphasizes Environmental Justice refers to the hazards and risks disproportionately or unfairly distributed among the most vulnerable social groups, generally poor and minorities, generated by environmental risks relating to modern life. The raising concern about electromagnetic pollution generated by transmission and use of electric energy has mobilized various sectors of society in the search for answers about the relationship of exposure to electromagnetic fields and risks to health. Therefore, the work aimed to quantify the percentage of people living in areas bordering transmission lines that cross the city of São Paulo, Brazil, and therefore, potentially exposed to EMF generated by these lines. Information on transmission lines were provided by the utilities and geocoded using the geographic information system (GIS) software Mapinfo[®]. Corridors $\geq 0.3\mu\text{T}$ magnetic field were demarcated around the transmission lines, the width of these lines varied with the line charge (kV). Demographic and socioeconomic data was obtained through the census 2000 and included in the GIS in another layer. Through this survey, it was possible to estimate the percentage of the population potentially exposed to electromagnetic fields generated by transmission lines that cross the city of São Paulo, in its more diverse characteristics, such as age, in addition to income and education. The corridors included approximately 1.4% of households, and 1.3% of the population of the city of São Paulo, thus considered exposed to the electromagnetic fields generated by such lines. Through socioeconomic analysis, the study has suggested that the population exposed to electromagnetic fields was most vulnerable, with low levels of income and education, were those who had higher prevalence to reside in these areas. Electromagnetic fields from power lines are another harmful burden delegated to these populations.

Descriptors: 1- Electromagnetic fields, 2- Socioeconomic factors, 3- Geographic information systems, 4- Primary environmental health, 5- Prevalence, 6- Risk factors

APRESENTAÇÃO

Embora a ocorrência dos campos eletromagnéticos (CEM) também seja um fenômeno natural, sua atual presença, decorrente de tecnologias, é freqüente e generalizada. A suspeita de que CEM possam trazer risco à saúde tem levado à realização de vários estudos desde a década de 1970. Demonstrou-se risco aumentado de leucemia, câncer, outras doenças neurodegenerativas e distúrbios psíquicos associados à exposição a esses campos.

O desenvolvimento de técnicas de avaliação da exposição e o aperfeiçoamento de estudos epidemiológicos possibilitaram um refinamento das pesquisas nesse campo, porém os resultados ainda são controversos.

O estudo dos CEM no Brasil ainda é incipiente, tornando necessário o aprofundamento de pesquisas que forneçam mais informações, como a prevalência de exposição na população e os possíveis impactos na saúde decorrentes dessa exposição.

As incertezas e a escassez de estudos sobre o tema têm motivado o desenvolvimento de pesquisas que visam mensurar essa exposição e investigar os possíveis impactos sobre a saúde. As concessionárias de energia e órgãos governamentais carecem de informações para tomada de decisões e para dar respostas, frente aos possíveis riscos oferecidos à população.

O presente estudo pretende caracterizar e quantificar a exposição humana aos CEM de baixa freqüência gerados por sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica, de acordo com características demográficas e socioeconômicas no

município de São Paulo. Pretende, ainda, comparar as populações expostas e não expostas, a partir de variáveis de renda e escolaridade, para verificar a possível ocorrência de injustiças, no âmbito do conceito de Justiça Ambiental. Para isto, discute temas pertinentes, como risco, percepção do risco, vulnerabilidade, segregação espacial e diferentes maneiras de expor-se aos riscos, como defendido no conceito de Justiça Ambiental.

Como o risco tratado neste trabalho relaciona-se a CEM, é feita uma descrição teórica sobre esses campos. Em seguida, são discutidos os resultados de estudos epidemiológicos e as diferentes maneiras pelas quais esses estudos avaliaram a exposição a esses campos.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Reflexões acerca de risco

Desde os primórdios de sua existência, o homem esteve sujeito a ameaças. Sua sobrevivência exigia proteção contra animais, frio, chuva, seca, enchentes, ataques de inimigos, entre outros. Dessa forma, pode-se dizer que a procura por sanar essas ameaças levou-o a evoluir, pois buscava maneiras de aperfeiçoar sua segurança e bem-estar.

A humanidade sempre enfrentou perigos diversos, sejam aqueles involuntários, decorrentes de catástrofes naturais – terremotos, erupções vulcânicas, furacões – ou associados às guerras, às vicissitudes da vida cotidiana; ou, ainda, os voluntários, decorrentes de escolhas e estilo de vida. Entretanto, esses eventos não eram denominados riscos, mas referidos como perigos, fatalidades, *hazards* ou dificuldades, mesmo porque a expressão risco ainda não existia nos vocabulários das línguas indo-européias. Seu significado emergiu nas línguas latinas no século XVI, e, nas anglo-saxônicas, no século XVII, juntamente com a formação dos Estados-Nação. (Spink, 2001)

Com a modernização dos processos produtivos e o conseqüente aumento da divisão do trabalho, os perigos aos quais o homem em sociedade enfrenta sofreram uma série de alterações, e, dependendo da ocupação, condição socioeconômica e local de residência, ele se encontra em menor ou maior segurança. Apesar disso, fenômenos naturais ainda acontecem inesperadamente, e o próprio avanço cultural e

técnico fez com que a sociedade passasse a conviver, inclusive, com riscos provocados ou potencializados pelo próprio uso das tecnologias.

Inicialmente, o conceito de risco tinha uma conotação neutra, referindo-se a probabilidade matemática de um evento ocorrer (Hayes, 1992; Lupton, 1993). A palavra adquiriu um novo significado, relacionando-se a perigo, e se tornou central em sociedades em transformação, que deixavam o passado e o modo tradicional de produção, no sentido de um futuro imprevisível, cada vez mais segregado do passado, algo que Giddens (2002) define como território de possibilidades.

Risco, na nova acepção, pode ser considerado como a probabilidade de que uma determinada ameaça realmente ocorra, sendo esta danosa para os seres humanos e seu bem-estar (Smith, 1992). É possível, ainda, considerá-lo como uma forma peculiar de se relacionar com o futuro (Spink, 2001). Além disso, o risco pode ser conceituado em função da acessibilidade ou formas de contato com ele, da caracterização das populações expostas, da probabilidade da ocorrência de exposições e suas conseqüências, e também em função da natureza da ameaça – esta podendo ser um agente físico, químico ou biológico, ou um conjunto de condições que possuam o potencial de causar danos (Kolluru et al., 1996).

Pensar em termos de riscos e estimativas de risco é um exercício constante, tanto para leigos quanto para especialistas. Conseqüentemente, pensar no futuro diante de tantas ameaças, planejá-lo, torna-se inevitável (Giddens, 2002). A probabilidade, associada à ocorrência de eventos indesejados, gerou modelos matemáticos baseados na estatística. Indústrias utilizavam a quantificação do risco para mensurá-lo em termos de avaliação e percepção.

Desse modo, ao se analisar os riscos proporcionados pelas tecnologias contemporâneas, busca-se entender como e porque elas afetam a saúde e causam danos à população e ao meio ambiente. A saúde pública, por exemplo, classifica grupos populacionais em risco para um determinado atributo e, portanto, mais ou menos suscetíveis a contrair uma determinada enfermidade do que outros.

Pelo fato de associar-se com o futuro e suas possibilidades, Sjöberg e Drottz-Sjöberg (1994) defendem que os riscos fundamentam a existência dos indivíduos, organizações e sociedades, e vêm sendo cada vez mais discutidos, em consequência da iminência de acidentes industriais, aumento da poluição ambiental, constatação do aquecimento global, dentre outros fatores.

A ocorrência de algum desses riscos pode trazer várias consequências para as pessoas tais como stress, agravos, doenças, morte, danos à propriedade, perda econômica e ainda implicações ao meio ambiente, com perda de flora e fauna, poluição, desequilíbrio ambiental (Smith, 1992). A partir disso, questões como segurança pública, gerenciamento e comunicação de riscos vieram à tona, bem como o aumento da intolerância aos mesmos.

Giddens (2002) defende que, atualmente, vive-se a chamada Sociedade Reflexiva, na qual as condições em que as pessoas vivem são cada vez mais o resultado de suas próprias ações, e, inversamente, suas ações se voltam cada vez mais para administrar e enfrentar os riscos que elas mesmas criam por meio do avanço tecnológico. Portanto, a noção de risco torna-se eixo central das sociedades contemporâneas – a ruptura com o passado torna o futuro algo incerto e o temor, inerente a esta nova realidade, gera instabilidades que levam à reflexividade. Em

outras palavras, a sociedade passa a se questionar sobre o seu destino frente a todo o avanço técnico adquirido.

Há uma diferença sensível entre reflexão e reflexividade. A primeira é reinante na modernidade, enquanto busca da cientifização da sociedade e controle da natureza por meio da tecnologia, no intuito de melhorar as possibilidades de ações, tal qual defendiam os teóricos iluministas – refletir um maior controle e direcionamento do mundo, a partir do conhecimento e da razão (Giddens, 1997).

Diferentemente de reflexão, na reflexividade as pessoas se tornam conscientes e críticas a respeito da condução do mundo, temerosas frente a uma possível autodestruição, da qual o agente causador é o próprio homem, ou seja, a reflexão se transforma em seu próprio tema. As incertezas originadas desta reflexividade criam o paradigma da Sociedade dos Riscos, segundo o qual a modernização se torna um problema, pois as tecnologias e suas aplicações dão lugar a questionamentos políticos e científicos a respeito do risco gerado pelas tecnologias mesmas (Beck, 2002).

Segundo Beck (1997), quanto mais modernas as sociedades, mais os indivíduos adquirem a capacidade de refletir sobre suas próprias condições, procurando modificá-las. Portanto, os avanços tecnológicos, apesar de facilitarem a vida das pessoas, proporcionando a melhoria na prática de atividades cotidianas – sejam elas domésticas ou ocupacionais –, aumentam a exposição a poluentes ambientais e aos riscos por eles proporcionados. Diante disso, as decisões de especialistas deixam de ser unânimes e tomadas como verdades absolutas, e passam a ser contestadas por parte da população leiga, que deixa de acreditar cegamente no

poder da técnica e da ciência na solução para todos os males – as afirmações científicas passam a ser contestáveis e abertas a críticas (Lash, 1997).

Assim, a sociedade pós-moderna encontra-se diante de um paradoxo – as pessoas estão muito mais seguras quando comparadas a épocas anteriores (Giddens, 2002). Isso se deve à constante busca por diminuir os riscos ocasionados pelas ameaças naturais. Porém, verifica-se o surgimento de riscos originados e reforçados pelo uso de tecnologias.

O efeito secundário disso é a socialização das destruições e ameaças à natureza, com agravamento de contradições, conflitos econômicos, sociais e políticos: condições naturais de vida se transformam em ameaças médicas, sociais e econômicas para os seres humanos, com desafios novos às instituições sociais e políticas da sociedade mundial industrializada (Beck, 2002).

O temor originado da passagem da modernidade para a pós-modernidade leva ao ideal de conhecimento como um domínio do futuro. No campo da saúde, particularmente a saúde coletiva, a idéia de pensar no futuro orientando-se pela preocupação com os riscos (Giddens, 2002) leva à necessidade de uma constante regulação e vigilância epidemiológica, visando compreender as conseqüências que a dimensão tecnológica do risco acarretam à saúde.

No seu processo de desenvolvimento, a epidemiologia foi paulatinamente substituindo o conceito de meio ambiente saudável e de higiene pelo conceito de risco. Este, foi perdendo o seu papel subordinado e dependente daqueles conceitos para se tornar nuclear e qualificador dentro desta disciplina (Ayres, 1999). O domínio probabilístico ganha ênfase justamente por isso, refletindo o uso de razões estatísticas para inferir o risco de contrair determinada doença em populações

expostas ao que se denominam fatores de risco, mediante a comparação dessas populações com as não expostas.

Ao mesmo tempo em que o poder de controle dos indivíduos sobre os riscos diminui, enfatiza-se a responsabilidade compartilhada por todos na geração das ameaças, a partir do comportamento e estilo de vida de cada um. Isto pode explicar, de alguma forma, o discurso epidemiológico de risco e quase-doença apresentado por Ayres (2007), que incita à constante regulação e vigilância sobre a saúde individual. Este discurso acaba se sobrepondo à noção de que os perigos à saúde nas sociedades fogem do controle individual, pois fatores internos, simplesmente, não são os únicos capazes de provocar impacto na integridade física das pessoas. A propósito desta visão de controle individual a partir do risco subjetivo, Ayres (1999) sugere a origem da idéia de risco, relacionada ao um sentido de desafio, em que o sujeito se propunha a realizar ações ousadas e a assumir os riscos inerentes a elas, na tentativa de obter algum resultado positivo: enriquecer, por exemplo, nos jogos de azar, nas aventuras pelos mares, em terras antes desconhecidas.

O controle que a Epidemiologia exerce sobre os indivíduos pode ser considerado paliativo e temporário, pois não se propõe a alterar as causas da doença em um sentido mais amplo, e sim, visa alterar o comportamento dos indivíduos que estão suscetíveis àquelas causas. Considera apenas riscos individuais, o que nem sempre é uma medida eficaz em Saúde Pública, pois, falar apenas de risco individual, pode obscurecer o fato de que as pessoas não são totalmente independentes de seu grupo social; suas escolhas e hábitos de vida são influenciados por crenças e valores enfatizados pelo meio (Chor, 2000).

A ênfase na proteção individual obscurece a reflexão sobre o poder das pessoas em relação a mudar os riscos considerados externos a elas. Fica subentendido que estes riscos externos são imutáveis, mas ao mesmo tempo, culpa-se a sociedade pelo crescimento e geração destes perigos. Entretanto, no nível coletivo, pouco se faz em relação a uma mudança de paradigma no sentido de minimizar ou sanar a geração e efeito dos riscos ambientais, por exemplo.

Além disso, as desigualdades sociais tendem a permanecer e se acentuar – sendo os riscos sofridos desproporcionalmente pelos mais pobres e classes subalternas – e, por conta disso, tornar-se insolúveis, invisíveis e crescentes (Herculano, 2002). Na Sociedade de Riscos, a produção e repartição desigual deles passam a gerar tantos conflitos quanto a má distribuição social de riqueza gera (Beck, 2002). A produção e repartição desigual dos riscos também se refletem no espaço que a sociedade ocupa.

As ações humanas, tanto relativas a riscos quanto quaisquer outras, dão-se no espaço geográfico e, da mesma forma, este espaço geográfico constitui-se em um agente para que elas ocorram (Santos, 2005). A produção do espaço acrescenta valores e significados ao uso da terra, e estes usos representam a forma física do mundo social e a base para a prática regulatória, traduzida pela ocupação e uso do solo (Lefebvre, 1991; Soja, 1994; Santos, 2005).

O espaço geográfico é produto e produtor de diferenciações sociais e ambientais, processo que tem importante reflexo na saúde das populações. Tais processos envolvem o valor do solo, do uso que se faz dele, de modo a valorizar regiões com melhores condições ambientais e desvalorizar áreas degradadas (Barcellos et al., 2002). O espaço reflete e reproduz as desigualdades, não apenas as

desigualdades socioeconômicas oriundas da distribuição de riqueza e renda, mas também formas díspares de exposição às ameaças ambientais vivenciadas por diferentes estratos sociais, culturais, étnicos, entre outros.

Portanto, ao mesmo tempo em que a proximidade de determinados elementos pode trazer resultados positivos, auxiliando na melhoria da qualidade de vida, elementos geradores de poluentes e riscos trazem resultados negativos, sendo evitados por ocasionarem impactos tanto ao homem em si, como a suas propriedades. Quer dizer, a localização do homem no espaço geográfico e social permite a este se encontrar em maior ou menor segurança.

Uma cidade é heterogênea. Resulta de permanente dominação da sociedade sobre a natureza, e, dessa forma, “produz” o lugar dos ricos, dos pobres, da indústria e também estabelece fluxos de circulação de bens e serviços (Barcellos et al., 2002). Diante disso, ao se analisar os riscos proporcionados pelas tecnologias contemporâneas, busca-se a compreensão de como estes afetam desigualmente a população. Neste contexto, discute-se a percepção e tolerabilidade social referente aos riscos. No campo da saúde coletiva, do mesmo modo, essa discussão ganha terreno, e a temática da Justiça Ambiental torna-se uma abordagem importante para estudos na área da saúde.

Nas áreas urbanas, onde as tecnologias se fazem mais presentes, as diversas atividades realizadas geram efeitos sobre outros elementos, as chamadas externalidades, que são produtos adicionais, desejados ou não, dessas atividades, as quais imediatamente ou indiretamente afetam o bem-estar de indivíduos (Harvey, 1980). Dessa forma, a proximidade de determinados equipamentos como áreas verdes, centros comerciais, entre outros, trazem resultados positivos, já que estes

auxiliam na melhoria da qualidade de vida da população que reside nas proximidades. Em contrapartida, atributos considerados danosos são evitados pela população porque ocasionam impactos à saúde, às propriedades, à estética urbana, entre outros, e geram riscos (poluentes, rejeitos tóxicos, odor, radiação, barulhos, engarrafamentos, por exemplo) que deterioram a qualidade de vida daqueles que são afetados por eles. Entretanto, não se trata apenas da questão de localização das externalidades negativas – o direito à informação, à liberdade de expressão e à participação nos processos decisórios também são fatores primordiais na busca do bem-estar e da qualidade de vida.

1.2 Vulnerabilidade

Quando se fala em riscos, logo vem a idéia de vulnerabilidade. Existem várias conceituações de vulnerabilidade que se adequam aos mais variados campos do conhecimento, como o Direito e a Medicina, entre outros. Os primeiros estudos de ciências ambientais, no âmbito da Geografia, enfocavam a vulnerabilidade relacionada aos *natural hazards*, ou seja, os riscos advindos de fenômenos naturais, sendo então mais relacionados com a capacidade de enfrentamento da ocorrência desses riscos. Posteriormente, as noções de riscos sociais e tecnológicos passaram a fazer parte das pesquisas, e o risco natural passou a ser visto a partir da maneira como a sociedade se apropria da natureza (Marandola e Hogan, 2005). A isso Giddens (1991) denomina Natureza Socializada. Tais conceitos basicamente relacionam a vulnerabilidade com a incapacidade de resposta a um determinado

risco, e a incapacidade de readaptação de pessoas e grupos populacionais a eventos danosos claramente identificados (CEPAL, 2002).

Vulnerabilidade pode envolver várias condições, entre elas sociais e econômicas – predispondo certos indivíduos ou grupos a maior suscetibilidade aos riscos (Hogan, 2005) –, assim como a capacidade de adaptação pode ser considerada uma forma de resposta a qual implica em transformações multidimensionais e endógenas nos três níveis – individual, familiar e comunitário – frente à materialização dos riscos (CEPAL, 2002).

A vulnerabilidade está articulada sobre três coordenadas principais (Cardona, 2001; Feito, 2007): exposição diferencial a um fenômeno perigoso, capacidade de enfrentamento da situação – maior ou menor, de acordo com o nível de segregação e debilidade socioeconômica do grupo –, e resiliência e potencialidade de resposta frente ao impacto. Suas causas ou fatores associados são processos econômicos, demográficos e políticos que afetam a distribuição de bens e recursos entre diferentes grupos e pessoas, e refletem a distribuição de poder (Cardona, 2001). Porém, não se pode associar vulnerabilidade simplesmente com pobreza, traduzida pela falta de recursos financeiros, sendo esta um dentre outros de seus fatores e/ou causas (Feito, 2007).

Estes fatores (econômicos, políticos e demográficos), distribuídos desigualmente, geram carência de acesso aos bens de consumo, de serviços públicos e de poder reivindicatório, refletindo em uma distribuição espacial desigual dos serviços urbanos (Hogan, 2005). A segregação espacial torna-se, juntamente com a segregação social, agente que atua na maior ou menor vulnerabilidade frente aos

riscos, ficando evidente que a problemática destes tem ligação com a forma como a sociedade se distribui neste espaço (Marandola e Hogan, 2004).

Geralmente, a atenção sobre os riscos não é direcionada às condições de vulnerabilidade associadas a eles, mas aos fatores desencadeadores de desastres – as ameaças (Cardona, 2001). Por conseguinte, as mudanças que têm sido propostas geralmente se restringem ao campo do risco individual, por exemplo, quando são feitas campanhas públicas de educação em saúde.

Lupton (1993) chama as campanhas governamentais de ‘benevolência disfarçada’, pois não respondem às reais necessidades e problemas. Segundo o autor, elas servem como ferramentas de manipulação e manutenção do *status quo*.

No campo da saúde, uma tentativa da Epidemiologia em transpor o conceito de risco individual foi justamente colocar em uso a idéia da vulnerabilidade, que envolve uma suscetibilidade maior ou menor, em um nível mais abrangente, social e estrutural. Pode-se dizer que a expressão entrou neste campo após o surgimento da epidemia da AIDS (Ayres, 2003), devido ao reconhecimento da inadequação do conceito de risco quando aplicado aos portadores de HIV e AIDS.

Arelada ao conceito de risco, no contexto da saúde a vulnerabilidade possui duas dimensões (Cardona, 2001; Feito, 2007). Na primeira, interna, envolve os fatores ligados ao próprio indivíduo, como estilo de vida, genética, comportamento tanto psíquico como corporal. Na segunda, externa ou sociopolítica, está relacionada a fatores físicos, econômicos, sociais, educacionais, culturais, políticos, ambientais, entre outros. Ambas as dimensões, interna e externa, interagem, tornando complexo atribuir um dano a uma só causa, pois a suscetibilidade a ele pode ser condicionada pela fragilidade do indivíduo, mas também por elementos sociais e ambientais.

São raras as propostas de intervenção que visam a redução da vulnerabilidade em um contexto mais amplo. Práticas em saúde deveriam ser feitas não apenas na esfera do risco individual, mas dos sujeitos sociais: intervenção estrutural, organização comunitária, construção da cidadania, direitos humanos, passando a ser feitas como parte de ações preventivas (Ayres, 1993). Tais práticas poderiam levar ao reconhecimento dos espaços de vulnerabilidade, dando às pessoas mais suscetíveis maior poder (*empowerment*) de reivindicação de seus direitos e de luta por melhores condições de vida.

1.3 Segregação espacial e riscos

A localização geográfica dos objetos, eventos e atividades no espaço, inclusive dos riscos ambientais e populações vulneráveis a eles, se explica tanto pelas necessidades externas, representadas pelo modo de produção (produção em si, circulação, distribuição, consumo), quanto pelas necessidades internas, essencialmente representadas a partir da formação social de uma coletividade e sua estrutura de classes (Santos, 2005). Por conseguinte, a distribuição desproporcional da poluição e da degradação ambiental no espaço gerada pelo atual sistema de produção, desigual e seletivo, tem sido foco de crescente interesse e manifestações em diversas partes do mundo.

Partindo da afirmação de Santos (2000), para quem o espaço urbano é diferentemente ocupado em função das classes em que se divide a sociedade, as áreas onde existem fatores de risco são preteridas pelas camadas de renda superior, e, por isso, pressupõe-se que sejam ocupadas pela população de mais baixa renda (Vetter e

Massena, 1982). Dessa forma, a renda influencia a localização das pessoas no espaço, na medida em que a população de menor poder aquisitivo, sem opção, está sujeita a residir em locais considerados “danosos” e mais expostas a riscos, comparadas às populações de renda superior.

A forma como as cidades são geograficamente organizadas faz com que elas atraíam e também criem ainda mais pobreza, sendo o espaço geográfico um fator ativo para a ocorrência de tal situação, assim como a economia, a cultura e as instituições (SANTOS 2000). A localização dos objetos e infra-estrutura é resultado de um planejamento que interessa aos atores hegemônicos da economia e da sociedade. Portanto, a ocupação desse espaço é feita em função dos interesses de classe – os grupos mais privilegiados escolhem onde querem morar, ao passo que os menos privilegiados aceitam o espaço que restou (Santos, 2003; Vetter e Massena, 1982).

Segundo Soja (1994), a segmentação e fragmentação social vêm se aprofundando, com uma valorização mais pronunciada de trabalhadores com qualificação e salários mais elevados em contraposição aos trabalhadores de baixa qualificação e salário. Assim, segregações residenciais e vulnerabilidade estão cada vez mais manifestas, baseando-se na raça, condição de migrante, renda, estilo de vida, qualificação e outras variáveis relacionadas ao mercado.

As externalidades apontadas por Harvey (1980), somadas à lógica do mercado imobiliário e da renda da terra, naturalizam o fato de que bairros desprivilegiados se desenvolvam na proximidade de indústrias poluidoras, por exemplo, e estes locais são os mais negligenciados pelo poder público (Herculano, 2002).

Como foi expresso anteriormente, o grau de vulnerabilidade social está normalmente associado à exposição diferencial aos riscos e designa maior ou menor suscetibilidade de pessoas, lugares, infra-estrutura ou ecossistemas sofrerem algum tipo particular de agravo, podendo ser associado correntemente a fatores individuais, político-institucionais e sociais ou à somatória destes, de forma que a incorporação do tema da vulnerabilidade leva ao desenvolvimento de metodologias que tenham como referência estratégias de investigação e avaliação territorializadas. Esta territorialização permite contextualizar a análise científica e recuperar, como parte inerente, as dimensões sociais, econômicas e éticas que permeiam a questão ambiental (Freitas e Porto, 2004).

Existem muitos estudos em que se mostra uma distribuição desigual de fenômenos positivos e negativos associados a grupos culturais, étnicos e sociais. A escola de Chicago, nas primeiras décadas do século XX, foi precursora em demonstrar associações entre o padrão espacial das cidades e sua ordem social, o que se denominou Ecologia Humana (Pierson, 1948).

A Ecologia Humana tem um foco social que se manifesta em padrões ecológicos e utiliza termos como comunidade, divisão e especialização de atividades, concentração em ramos de atividade, dominância, distribuição ecológica, na qual se incluem noções como mobilidade, segregação, dispersão, centralização, entre outras (Park, 1948). Tal abordagem serviu de base para interpretar as distribuições espaciais de prostituição (Reckless, 1948), guetos (Shaw, 1948), ocorrência de suicídios (Schmid, 1948), segregação de grupos determinados (Quenn, 1948; Frazier, 1948) e delinquência (Shaw, 1948), entre outros.

Apesar de se saber pouco a respeito de como os riscos sociais e ambientais podem se combinar para criar riscos cumulativos à saúde das populações, alguns pesquisadores vêm propondo conceitos que conectam a forma espacial como as desigualdades são refletidas (por exemplo, segregação racial – guetos) e desproporcionalmente expõem as comunidades segregadas a riscos ambientais. Estes riscos potencialmente amplificam a vulnerabilidade, no nível individual, aos efeitos tóxicos de poluentes. Tal dinâmica pode explicar, em parte, as disparidades de saúde existentes na sociedade (Morello-Frosch e Lopez, 2006).

Vetter e Massena (1982) também se referem às populações com renda inferior como aquelas que tendem a receber menos benefícios do Estado, por possuírem menor capacidade de influenciar as decisões públicas em seu favor. Da mesma forma, Harvey (1980) afirma que comunidades mais poderosas (em termos financeiros, educacionais e ou de influência) estão mais aptas a controlar as decisões locais em partido próprio.

Portanto, o poder público ocupa uma posição primordial na questão da desigualdade e da vulnerabilidade, pois, onde a lógica econômica de eficiência e rentabilidade se sobrepõe à lógica do serviço público, os governos locais tornam-se coniventes e omissos, e as condições sociais e ambientais do território são suficientemente desreguladas para permitir a ocorrência de iniquidades (Verdeil, 1998).

O Estado, nesses casos, age seletivamente em relação aos diversos atores da economia, por meio da repartição diferenciada da infra-estrutura no espaço e pela escolha daqueles que se beneficiarão, por representarem um determinado setor da produção e da população. Ou seja, acaba co-determinando a localização das

instituições e dos homens sobre o território. Um meio para que isso ocorra, por exemplo, são as leis de zoneamento das cidades ao determinarem quais tipos de usos e densidades de ocupação da terra podem ocorrer em cada porção das áreas urbanas (Santos, 2005).

1.4 Significados atribuídos ao risco

Falar de risco e estimativa de risco é fundamental, e um dos elementos centrais na Sociedade Reflexiva. De acordo com Giddens (2002), seu monitoramento é um aspecto-chave na reflexividade da pós-modernidade, tudo isso gerado pelo clima de risco instável pelo qual as pessoas vivem em seu cotidiano. Porém, ainda não há o cuidado em se trabalhar com o conceito de risco de maneira integrada e multidisciplinar, e ele vem sendo trabalhado conforme a necessidade de cada campo do conhecimento (Cardona, 2001)

A aceitabilidade de um determinado risco depende do benefício associado a ele, assim como o número de atores envolvidos no processo (número de expostos), e a distribuição equitativa do risco entre um grupo populacional. Slovic (1992) acredita que o risco é inerentemente subjetivo e depende de julgamentos individuais influenciados por diversos fatores sociais, psicológicos e culturais. Da mesma forma, Cardona (2001) o pontua como uma leitura, construção do imaginário, e não algo externo às pessoas.

O nexos causal estabelecido entre os efeitos nocivos reais e potenciais dos riscos e suas conseqüências abre espaço a uma pluralidade infinita de interpretações individuais, que se traduzem em diversas formas de percepção (Beck, 2002). Por se

tratar de um construto social, as pessoas tendem a admitir riscos de menor consequência e maior probabilidade (por exemplo, acidente automobilístico) em detrimento daqueles de alta consequência e baixa probabilidade (por exemplo, acidente em usina nuclear). Esse tipo variado de percepção da sociedade constitui um fenômeno denominado Amplificação Social do Risco (Kasperson et al., 1988).

No campo da saúde, os estudos de percepção e aceitação do risco tendem a utilizar métodos quantitativos, conforme já mencionado. As estimativas de risco servem, em geral, para campanhas educativas, de aconselhamento ao público sobre como evitar algumas atividades ou mudar hábitos. Estas avaliações são objetivas, sistemáticas e científicas, geralmente realizadas em caráter amostral e os resultados são generalizados para o conjunto da população. Não são levadas em consideração influências socioculturais de onde é tomado o estudo, nem de onde ele é aplicado posteriormente (Lupton, 1993).

A literatura sobre risco possui diferentes contextualizações entre especialistas, comunidades, pessoas expostas e autoridades governamentais (Cardona, 2001), ou seja, além de haver uma fragmentação entre as disciplinas, ainda existe esta outra fragmentação entre especialistas e público.

Segundo Lupton (1993), nas sociedades industriais, quem tem o poder de discernimento em inferir se um risco é mais ou menos controlável individualmente são os cientistas, membros e técnicos do governo e a mídia. Estes atores tendem a exagerar ou minimizar os fatos em favor de seus objetivos. Pode-se dizer, então, que as definições de risco utilizadas podem ser uma ferramenta para a manutenção da estrutura de poder entre os atores da economia e política. Elas podem ter uma expressão de âmbito sociocultural mais no sentido de tornar todos culpados, e com

isso, ‘solidarizar’ o risco, do que se preocupar realmente com possíveis danos ambientais ou à saúde das populações susceptíveis, dissolvendo a culpa do(s) agente(s) gerador(es) da ameaça.

Neste sentido, Hayes (1992) afirma que a literatura sobre esse tema, em geral, é insensível às diferenciações têmporo-espaciais na vida dos indivíduos. Falta um desenvolvimento teórico que leve em conta o contexto sociocultural o qual facilite o entendimento dos riscos, podendo diminuir erros em modelos e estimativas referentes a estes. Por isso, além da necessidade de se trabalhar com risco de maneira holística, é importante aprofundar os conhecimentos sobre a percepção individual e coletiva, e também investigar as características culturais, a fim de favorecer práticas preventivas ou mitigatórias de danos (Cardona, 2001).

Deste modo, a pesquisa sobre um determinado risco deve definir o tipo, número e qualidade dos fatores que influenciam na opinião dos indivíduos e das avaliações sobre risco, no âmbito de seus valores, motivações, objetivos e benefícios. Estes fatores contribuem para o entendimento, aceitabilidade e controvérsias, servindo como ferramenta de gerenciamento dos mesmos (Nardocci, 2002).

Portanto, a consideração, por parte do poder público, da percepção de riscos na sociedade é importante, pois valores como equidade e potencial de catástrofe podem ser integrados às análises e decisões políticas, e não somente os aspectos técnico-científicos, que consideram apenas benefícios econômicos, custos e eficácia.

A partir disso, surgem várias questões: há acesso irrestrito das populações afetadas às informações que esclareçam sobre os possíveis danos aos quais estão expostas? Estas têm direito de reivindicar e modificar o destino das políticas a que foram sujeitas? Os riscos estão distribuídos equitativamente, espacial e socialmente,

ou apenas alguns extratos se beneficiam ou são prejudicados por determinado atributo e o seu risco gerado?

1.5 O movimento de Justiça Ambiental

Como pôde ser observado, na percepção de riscos existem vários fatores que influenciam sua tolerabilidade, como o potencial de catástrofe, a probabilidade de ocorrência, entre outros. Um fator que também influencia negativamente na tolerância aos riscos, e tem uma ênfase maior do ponto de vista da Justiça Ambiental, é a sua distribuição desigual e injusta oriunda da falta de equidade. Estas intolerâncias levam à organização de movimentos reivindicatórios e lutas organizadas. O movimento por Justiça Ambiental, portanto, resulta da percepção social referente às desigualdades crescentes e vem chamando atenção para o papel que as políticas públicas, junto de forças de mercado e outros fatores, podem atuar na geração ou exacerbação de iniquidades frente aos riscos (Minkler et al., 2006). Tal movimento volta seu interesse para a distribuição desigual de perigos ambientais entre os diversos estratos sociais, geralmente pobres e minorias, acarretados pelos riscos ambientais (Buzzelli, 2007).

Clayton (2000) atribui três razões principais para explicar porque Justiça (*fairness*), relacionada à questão ambiental, se tornou um tema relevante nos últimos anos: percepção de que os recursos naturais não são renováveis; crescimento da consciência por parte da sociedade sobre suas responsabilidades relativas ao impacto destrutivo que provoca no meio ambiente; e, finalmente, a distribuição injusta de um

risco ambiental relacionado a grupos específicos, com identidades consolidadas (de renda, cultura ou etnia).

Movimentos por Justiça Ambiental começaram a ser organizados nos EUA, como iniciativa de cidadãos após o caso de contaminação química em Love Canal, Niagara (NY), em 1978. Naquela ocasião, moradores de um conjunto habitacional de baixa renda descobriram que suas casas estavam próximas de um canal aterrado com dejetos químicos industriais e bélicos (Herculano, 2002). Estes movimentos se mantiveram em torno de um argumento comum: as cargas ambientais tóxicas (por exemplo, a proximidade de locais perigosos) tendem a ser desigualmente distribuídas a regiões pobres e entre minorias em geral.

Em 1982, moradores da comunidade negra de Warren County, Carolina do Norte, também descobriram que um aterro para depósito de PCB (bifenila policlorada) seria instalado em sua vizinhança, contaminando o solo. Neste mesmo ano, o primeiro protesto foi organizado por cidadãos afro-americanos contra o que chamaram de “racismo ambiental”.

A partir disso, o *US General Accounting Office* conduziu uma pesquisa e comprovou que a distribuição espacial dos depósitos de resíduos químicos perigosos, bem como a localização de indústrias muito poluentes, se sobrepunham e acompanhavam a distribuição territorial de etnias pobres nos Estados Unidos. Na região que compreende o Alabama, Flórida, Geórgia, Kentucky, Mississippi, Carolina do Norte e do Sul e Tennessee foram encontrados quatro aterros de rejeitos perigosos, três deles localizados em comunidades afro-americanas, apesar de os negros serem apenas um quinto da população da região.

Na Califórnia, a zona de ocupação latina a leste de Los Angeles e de Kettleman (comunidade rural com 95% de latinos, aproximadamente) também é objeto destas escolhas. O mesmo se diz dos povos indígenas: mais de 36 reservas indígenas foram objeto de localização de aterros e incineradores. Em 1991, os Choctaws da Filadélfia conseguiram derrotar um projeto de alocar um aterro de lixo de 188 hectares em suas terras.

Cidadãos norte-americanos afetados por questões ambientais passaram a se organizar em associações nacionais. Os militantes de Love Canal fundaram primeiramente a *Clearinghouse for Hazardous Waste, Inc.* (CCHW) e, depois, o *Center for Health, Environment and Justice* (CHEJ), que hoje opera no apoio a movimentos comunitários com problemas similares. Militantes negros, por exemplo, criaram a *Citizens Against Nuclear Trash* (CANT), dentre outras.

Pressionado pelos movimentos, o Governo Federal norte-americano e alguns estados em suas legislações, estabeleceram políticas voltadas a direitos futuros. Por exemplo, direito à informação sobre instalações que existem ou existirão em uma vizinhança (*Right to know Act*), procedimentos para descontaminação de locais contaminados (*Clean-up Act*) e criação de fundos direcionados a comunidades afetadas por contaminação, dando meios financeiros para contratar serviços técnicos e processuais para resolução destes problemas (Herculano, 2002).

Embora a Justiça Ambiental tenha sido observada inicialmente como um movimento popular dos EUA, seus princípios, desde a origem, indicam a compatibilidade imediata e em longo prazo desta com extensões ecológicas de sustentabilidade em todas as escalas: do local ao global (Touche, 2004).

O movimento por Justiça Ambiental destaca o déficit de responsabilidade do Estado e os mecanismos que tornam os sujeitos vulneráveis, uma vez que as definições mais correntes de vulnerabilidade enfatizam os sujeitos em vez dos processos que os tornam vulneráveis. Uma alternativa para isso seria definir como vulneráveis as vítimas de uma exposição desigual, determinando e interrompendo os processos decisórios que impõem riscos aos mais desprotegidos, tais como decisões sobre a localização de equipamentos que utilizam tecnologia danosa ao meio ambiente e à saúde, dinâmicas desiguais do mercado e outras (Acsehrad, 2006).

Clayton (2000) pontua diferentes formas que a Justiça Ambiental pode assumir:

- Equidade – grupos de pessoas ou países consomem mais recursos naturais em detrimento de outros, sendo estes mais afetados pela poluição ambiental. Isso ocorre devido ao baixo poder político e reivindicatório destas populações. Sendo assim, a busca por equidade visa assegurar que nenhum grupo sofra desproporcionalmente os efeitos da degradação ambiental.
- Questões procedimentais – refere-se à oportunidade de participação de todas as partes interessadas nos processos decisórios, o que geralmente não acontece em regulações ambientais. Não é concedida chance para os envolvidos opinar. Muitas vezes estes se encontram desprovidos de poder social e são diretamente afetados pelos impactos negativos provocados. Alguns movimentos, igualmente, têm chamado atenção para a necessidade de alocar direitos a entidades que normalmente não são consideradas, tais como futuras gerações ou espécies não-humanas (animais, ecossistemas entre outros).

Historicamente, o debate sobre Justiça Ambiental tem sido filosófico, teórico, descritivo ou a combinação destes. Recentemente, tem atraído cada vez mais atenção do meio acadêmico, envolvendo inter-relações com o estudo do espaço geográfico em busca de equidade e justiça (Harner et al., 2002). Estes estudos iniciaram com apreciações prévias sobre a existência de desigualdades, e passaram a buscar provas em estudos de casos que documentassem injustiças (Vogt e Sorensen, 1995). Após duas décadas de pesquisa, estudos relacionados ao tema enfrentaram problemas metodológicos e conceituais. Entretanto, nos últimos anos um papel cada vez mais importante tem sido atribuído a esta temática (Minkler et al., 2006).

Comumente, não há consenso entre os especialistas sobre como quantificar medidas (indicadores) que empiricamente reflitam vulnerabilidade a partir do bem-estar econômico e a situação socioeconômica de grupos ou comunidades situadas nas proximidades de fontes danosas à saúde. Tais indicadores devem mostrar áreas ricas e pobres, aquelas com serviços e investimentos por parte do Estado e que atraiam população com maior poder de decisão, e outras que atraiam população com menos recursos e sem possibilidades de escolha (Barcellos, 2002). Dessa forma, busca-se refletir sobre a oportunidade (econômica, organizacional e social) das pessoas em participar de decisões sobre distribuição de recursos, tanto no nível individual quanto coletivo: por exemplo, como níveis de desemprego e renda influenciam na quantidade de recursos obtidos por domicílio (Vogt e Sorensen, 1995). Informações de inquéritos governamentais, como estudos amostrais e censos, são ferramentas que podem ser utilizadas para estimar e comparar a renda de grupos de diversas regiões com propriedades similares.

Mesmo diante de várias reflexões, definir Justiça Ambiental é uma questão problemática e envolve contestações, podendo-se conceituá-la como:

Justiça Ambiental se baseia no princípio que todas as pessoas têm o direito de estar protegidas de poluição ambiental, viver e desfrutar de um ambiente limpo e saudável. A proteção igual e o envolvimento significativo de todas as pessoas a respeito do desenvolvimento, implementação e o cumprimento de leis ambientais, regulações e políticas e a distribuição equitativa de benefícios ambientais (*Commonwealth of Massachusetts* apud Agyeman e Evans, 2004 p.02).

Porto (2005) define Justiça Ambiental como:

Conjunto de princípios e práticas que asseguram que nenhum grupo social, seja ele étnico, racial, de classe ou gênero, suporte uma parcela desproporcional das consequências ambientais negativas de operações econômicas, decisões políticas e de programas governamentais, assim como da ausência ou omissão de tais políticas, assegurando assim, tanto o acesso justo e equitativo aos recursos ambientais do país, quanto o acesso amplo às informações relevantes que lhes dizem respeito.

Nessas conceituações são percebidas as externalidades negativas apontadas por Harvey (1980) como auxiliares na promoção e sustentação da segregação espacial, posto que são atribuídas aos mais pobres e às áreas onde residem. Porto (2005) enfatiza ainda que os grandes investimentos e negócios se apropriam dos recursos dos territórios, concentrando renda e poder nas mãos de poucos, ao mesmo tempo em que atingem a saúde e integralidade dos habitantes e ecossistemas, ou seja, em uma Sociedade de Riscos a distribuição de riqueza é concentrada para poucos, enquanto a distribuição e responsabilização dos riscos são compartilhadas para a maioria.

1.5.1 Justiça Ambiental no Brasil

No Brasil, além do desemprego, desproteção social e precarização do trabalho, grande parte da população se encontra desproporcionalmente exposta a riscos ambientais, seja nos locais de trabalho, de moradia ou no ambiente em geral. Barros et al. (2000) destacam que o Brasil é extremamente injusto e desigual em sua distribuição de renda. Entre os anos de 1977 a 1998, os 10% mais ricos da população dispunham de uma renda entre 22 e 31 vezes acima da renda dos 40% mais pobres. Esses 10% mais ricos se apropriam de metade do total da renda familiar, e os 50% mais pobres detêm apenas 10%. Tal padrão manteve-se estável durante o período referido.

Apesar da desigualdade e de um grande contingente de pessoas abaixo da linha da pobreza, os autores afirmam que o país não pode ser considerado pobre, ou seja, a causa dessa pobreza, segundo eles, não se refere à escassez de recursos, mas de uma distribuição de riqueza extremamente injusta e desigual.

Devido à ampla desigualdade social existente, a exposição desigual aos riscos fica obscurecida pela extrema pobreza e as péssimas condições gerais de vida a ela associadas. De tal modo, as injustiças sociais brasileiras encobrem e naturalizam a exposição desigual à poluição e à carga desigual dos custos do desenvolvimento. Com isso, o tema da Justiça Ambiental é ainda incipiente no país, pois os casos de exposição a riscos são pouco conhecidos e divulgados, tendendo a se tornar problemas crônicos, de difícil solução.

O marco inicial de divulgação da Justiça Ambiental no Brasil foi a coleção intitulada "Sindicalismo e Justiça Ambiental", de 2000, da Central Única dos Trabalhadores do Rio de Janeiro (CUT/RJ). Tinha por finalidade incitar a discussão

sobre a responsabilidade e o papel dos trabalhadores e suas entidades representativas na defesa de um meio ambiente urbano sustentável e com qualidade de vida a todos os seus moradores, entendendo que os recursos ambientais são bens coletivos, e cujos modos de apropriação e gestão são públicos (Herculano, 2002).

Em 2001, foi organizado o Colóquio Internacional sobre Justiça Ambiental, Trabalho e Cidadania, na Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ. Esta foi uma das primeiras iniciativas de cunho acadêmico e político no Brasil, realizada para discutir enfoques teóricos e implicações políticas da proposta de Justiça Ambiental, fazendo o histórico e avaliação de casos de injustiça ambiental no Brasil e a construção de uma agenda sobre o tema.

Na ocasião, foi criada a Rede Brasileira de Justiça Ambiental com objetivo de reverter a fragmentação e o isolamento dos vários movimentos, pressionar órgãos governamentais e empresas para que divulguem informações ao público; apoiar pesquisas voltadas para os temas da Justiça Ambiental, desenvolver cooperação científica, além da troca de informação sobre normas e padrões ambientais (Herculano, 2002).

1.5.2 Trabalhos relacionados à Justiça Ambiental

Existem muitos estudos sobre distribuição desigual de fenômenos positivos e negativos associados a grupos culturais, étnicos e sociais, porém nem todos eles têm enfoque principal relacionado a riscos ambientais e Justiça Ambiental. Somente nas últimas décadas as pesquisas começaram a se ocupar do meio ambiente e os riscos oriundos de poluentes, bem como de sua repartição na sociedade.

Um estudo precursor que aponta iniquidades ambientais, relacionando riscos ambientais à renda e grupos vulneráveis é o de Mccaull, em 1976, (Touche, 2004) mostrando disparidades na poluição do ar a partir de mapas da área urbana de Washington/EUA. O trabalho indica que as chances de exposição a ar de qualidade ruim são maiores para pessoas pobres, em sub-ocupações ou residindo em distritos de baixa renda, e negros.

Em outro estudo, Vogt e Sorensen (1995) verificam a prevalência de exposição e a caracterização da população de oitos comunidades no entorno de instalações militares que estocam armamentos químicos e munições, nos Estados Unidos. Os resultados mostram que o percentual de população negra residindo em áreas mais próximas destas instalações era maior que a média do estado onde as comunidades se encontravam.

A partir de uma abordagem baseada em sistemas de informação geográfica (SIG), Chacrabarty et al. (1999) desenvolvem uma metodologia para avaliar impactos do sistema de transporte sobre minorias e populações de baixa renda. Tais impactos consistem em poluição atmosférica e sonora gerada pelos veículos. A abordagem baseia-se no uso de *buffers* para avaliar exposição e é aplicada, como exemplo, em Waterloo, EUA. Neste estudo de caso, encontra-se uma alta proporção de pessoas com baixa renda e minorias localizadas nestes *buffers*, indicando injustiça ambiental.

Na Carolina do Norte (EUA) Wing et al. (2000) analisam a localização e características de poluentes e odores ofensivos derivados da criação de suínos em relação a características raciais, econômicas e da água em áreas vizinhas. Verificam 7,2 vezes mais emissões de restilo nos quintis mais altos de pobreza comparados aos

mais baixos. Emissões de restilo são aproximadamente cinco vezes mais comuns nos três quintis mais altos do percentual de não brancos quando comparados com os menores quintis. O excesso de emissão é ainda maior em áreas com altos percentuais de pobreza e população não branca.

Por meio de modelos de dispersão, Dolinoy (2004) desenvolve métodos para estimar emissões de poluentes de uma indústria representativa de Durham County, Carolina do Norte (EUA). A análise multivariada indica disparidades de renda e raça entre aqueles que residem nos pontos mais afetados pela poluição, comparados à população menos exposta.

Harner et al. (2002) desenvolvem e testam índices de medição de Justiça Ambiental em cidades do Colorado que poderiam ser aplicáveis em qualquer cidade dos EUA, baseados em testes estatísticos. As fontes de ameaças ambientais consideradas incluem locais de aterros, transporte, estocagem e depósitos de produtos tóxicos. Variáveis demográficas usadas para medir Justiça Ambiental incluem renda média familiar, percentual de não brancos e percentual de população abaixo da linha de pobreza. Os índices criados indicam áreas da cidade que podem estar mais vulneráveis a ameaças tóxicas do que outras e investigam a subordinação de populações pobres e minorias a viver em áreas altamente tóxicas.

Por meio de características raciais e socioeconômicas dos setores censitários de Maryland nos Estados Unidos, Apelberg et al. (2005) avaliam as disparidades no risco de câncer estimado para exposição a poluentes atmosféricos entre os diversos estratos sociais e étnicos. Setores censitários nos quartis definidos pelo percentual mais alto de negros têm um risco três vezes maior do que aqueles dos quartis mais baixos (IC 95% 2,0–5,0). Em contrapartida, o risco decresce quando o percentual de

população branca aumenta ($p < 0,001$). Setores censitários nos quartis de nível socioeconômico mais baixos são de 10–100 vezes mais prováveis de estar em alto risco do que aqueles nos quartis mais altos.

Goldson (2006) avalia as variações de características socioeconômicas em comunidades dos Estados Unidos e União Européia onde refinarias de petróleo são localizadas. Para isso, utiliza dados de desemprego, renda *per capita* e densidade populacional. Isso permite examinar se as emissões das refinarias são maiores em áreas mais carentes. Os resultados indicam que há correlações entre níveis mais elevados de emissões de poluentes das refinarias localizadas em áreas com níveis de renda mais baixos e maiores níveis de desemprego.

A cidade de Pueblo, Colorado (EUA), é caracterizada pelo uso do solo por Diawara et al. (2006) em relação a metais pesados e distribuição da população. Amostras de solo de diferentes partes de Pueblo são retiradas para avaliar a concentração de metais pesados: arsênico (As), cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb). As comunidades também são categorizadas em termos de condições socioeconômicas e demográficas. Elevadas concentrações de Chumbo e Cádmio estão presentes em comunidades de baixa renda nas quais estão incluídos negros e hispânicos.

Graneski et al. (2007) examinam se há correlação entre poluentes atmosféricos (óxidos, monóxido de carbono e ozônio) e níveis sócio-demográficos mais baixos, em Phoenix, EUA. Os setores censitários com menores níveis socioeconômicos e maiores proporções de latinos são os que apresentaram maiores níveis de exposição aos poluentes. Embora o estudo sugira que todos sejam

causadores de poluição, os grupos de menor renda e minorias estão desproporcionalmente expostos na região metropolitana de Phoenix, EUA.

Norton et al. (2007) investigam se instalações de resíduos sólidos (*waste facilities*) estão desproporcionalmente localizadas em comunidades pobres e de negros na União Européia e Estados Unidos. A taxa de prevalência foi 2,8 vezes superior em setores censitários com 50% ou mais de pessoas negras, comparadas com aquelas em que havia somente 10% de pessoas negras e 1,5 vezes superiores nos setores de menor renda, de modo que o estudo sugere uma distribuição desproporcional de resíduos sólidos em comunidades negras e de baixa renda.

Usando estimativas espaciais detalhadas de poluição atmosférica geradas pelo tráfego veicular, um estudo conduzido em Christchurch, Nova Zelândia, por Kingham et al. (2007) investiga se exposição a poluentes varia entre as áreas de diferentes níveis socioeconômicos. Os achados sugerem que a exposição a poluentes é superior em áreas de pior nível socioeconômico da cidade. Além disso, as áreas onde estão os maiores percentuais de proprietários de automóvel tendem a apresentar níveis relativamente baixos de poluentes, sugerindo injustiças sociais na exposição ao tráfego relacionado com a poluição do ar em todas as áreas de Christchurch.

Outro estudo conduzido na Nova Zelândia (Pearce e Kingham, 2008), sobre a concentração média anual de poluentes atmosféricos oriundos de diferentes fontes nas zonas urbanas daquele país, avalia se os níveis de poluentes variam de acordo com circunstâncias socioeconômicas. São encontrados maiores níveis de poluentes atmosféricos em áreas socialmente mais carentes, sendo estes resultados, segundo os autores, consistentes com o de outros países como Estados Unidos, Canadá e Suécia.

No Brasil, um estudo relacionado à Justiça Ambiental e campos eletromagnéticos (CEM) é realizado nos distritos de Campo Belo e Itaim Bibi, na cidade de São Paulo, por onde passa uma linha de transmissão de energia elétrica (Gouveia e Habermann, 2007). Em Campo Belo não se evidencia diferença de renda e escolaridade estatisticamente significativa entre os indivíduos expostos aos CEM gerados por essa linha de transmissão. Todavia, no distrito de Itaim Bibi, os indivíduos de menor renda ($p=0,02$) e escolaridade ($p=0,05$) estão mais expostos aos CEM.

1.6 Campos eletromagnéticos

Nesta pesquisa, os atributos a estudar foram os campos eletromagnéticos (CEM), externalidades geradas pelos sistemas de transmissão e outros equipamentos de distribuição de energia elétrica. Tais equipamentos, além de deteriorar a estética urbana, acarretam riscos àqueles que residem em seu entorno, pois a exposição aos CEM pode trazer prejuízos à saúde.

A Organização Mundial de Saúde, OMS (2006), atribui a origem dos CEM às correntes elétricas: uma corrente mais forte resulta em um campo mais forte.

Duas das principais características dos CEM são sua frequência e correspondente comprimento de onda - quanto maior a frequência, mais curto o comprimento de onda e vice-versa. A intensidade do campo é maior em pontos próximos de sua origem, diminuindo rapidamente conforme aumenta a distância da fonte (OMS, *idem*).

Atualmente, a exposição humana aos CEM ocorre em toda parte (Figura 1), ou seja, pode ser resultante da proximidade de linhas de transmissão de alta voltagem, ou do uso de energia elétrica a partir de aparelhos eletrodomésticos e equipamentos como fornos de microondas, monitores de vídeo e telefones celulares (Ahlbom e Feychting, 2003; Anselmo et al., 2005). Eles são classificados por níveis de frequência, como a energia elétrica de frequência extremamente baixa, as microondas e os campos de radiofrequência (rádio, TV, antenas de radares, telefones celulares) e alta frequência, constituindo uma parte fundamental das tecnologias ofertadas às sociedades contemporâneas.

Os campos elétricos se originam de diferenças de voltagem – quanto maior for esta, maior será o campo elétrico – e sua intensidade diminui rapidamente com a distância da fonte. Os campos magnéticos se originam do movimento da corrente elétrica, sua intensidade é diretamente relacionada à intensidade da corrente e também diminui com a distância da fonte. Ao contrário do campo elétrico, no entanto, os materiais comuns de construção civil não bloqueiam a passagem do campo magnético (OMS, 2006).

Figura 1. Diversas fontes de campos eletromagnéticos

FONTE: www.emvu.ch

Os CEM são produzidos por diferentes fontes, naturais ou produzidos pelo homem. Nos últimos cem anos, a exposição aos CEM gerados artificialmente vem aumentando exponencialmente com a ampla utilização de equipamentos de transmissão de rádio e energia elétrica, os quais constituem elemento fundamental nas sociedades industrializadas.

No meio ambiente, como exemplo, há os campos elétricos gerados pela acumulação de cargas elétricas em diferentes pontos da atmosfera, sob efeito de tempestades. Os campos magnéticos produzem a orientação das bússolas – o pólo magnético (OMS, *idem*).

O espectro eletromagnético abrange uma ampla variedade de frequências (Figura 2), incluindo raios-x, luz visível, radiação ultravioleta, microondas, campos

de radiofrequência, CEM de frequência extremamente baixa e campos estáticos (Ahlbom e Feychting, 2003; OMS, 2006). A frequência da energia eletromagnética é medida em Hertz (Hz).

Em ordem crescente de frequência e decrescente de comprimento da onda, o extremo inferior do espectro (0 Hz) é representado pela corrente direta ou campos estáticos. Depois, tem-se as radiações de frequência extremamente baixa ou ELF (do inglês *extremely low frequency*) que, em geral, compreendem os campos de 3 Hz a 300 Hz, os campos de frequência intermediária (300 Hz a 30 MHz), os campos de radiofrequência, as microondas, a luz infravermelha e a luz visível. O extremo superior, com frequência acima de 10^{16} Hz, compreende a luz ultravioleta, raios ultravioleta, as radiações ionizantes – raios-x, raios gama (Kurokawa, 2004; Feychting, 2005; CEA, 2006), conforme se observa na Figura 2.

Os CEM de frequência extremamente baixa possuem um longo comprimento de onda. Os campos de 50 Hz, por exemplo, correspondem a um comprimento de onda de 3.500 km e, por consequência, passam através do corpo humano sem depósito de energia.

A interação conhecida entre os CEM de baixa frequência e o corpo humano é a indução de correntes elétricas (Ahlbom e Feychting, 2003; OMS, 2006). A densidade dessa corrente é consequência direta da intensidade do campo magnético externo.

As redes de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica produzem CEM de baixa frequência, geralmente compreendendo frequências entre 50 Hz e 60 Hz. Na maioria dos países da Europa, a corrente possui uma frequência de 50 Hz

enquanto a frequência da corrente elétrica nos países da América do Norte e no Brasil é de 60 Hz (OMS, 2006).

Nas residências e maior parte dos locais de trabalho, o campo magnético está entre 0,1 μ T e 0,3 μ T (microtesla). Em áreas situadas logo abaixo das linhas de transmissão, são formados campos magnéticos que atingem níveis bem maiores, alcançando a intensidade de 10 μ T em linhas de transmissão de 380 kV e 30 μ T nas linhas de 765 kV (Repacholi e Greenbaum, 1999).

As ondas eletromagnéticas são transportadas por partículas chamadas de *quantum* de luz, também chamadas de fótons. Os *quanta* de ondas com frequências mais altas (comprimentos de onda mais curtos) transportam mais energia que aquelas de menor frequência (comprimentos de onda mais longos). Algumas ondas transportam tanta energia por *quantum* de luz que são capazes de romper as ligações entre as moléculas.

Das radiações que compõem o espectro eletromagnético, os raios gama e os raios-x têm esta capacidade, e, por isso, são chamados de “radiações ionizantes”. As radiações compostas por *quantum* de luz sem energia suficiente para romper as ligações moleculares são conhecidas como radiações “não ionizantes” (OMS, 2006).

Figura 2. Espectro eletromagnético.

FONTE: CEA, 2006.

A exposição à radiação ionizante, portanto, pode levar a alterações cromossômicas que podem produzir um aumento na taxa de mutações e, conseqüentemente, gerar efeitos carcinogênicos (ICRP, 2005). Não existe, no entanto, concordância sobre efeitos adversos à saúde gerados por radiações não ionizantes como os CEM de baixa frequência, já que estes não parecem possuir energia suficiente para danificar diretamente o DNA e desencadear o processo de carcinogênese, (Poole e Ozonoff, 1996; ICNIRP, 2001), com exceção a exposições agudas iguais ou superiores a 100 μ T (Kheifets, 2005).

1.7 Campos eletromagnéticos e saúde

A possível relação entre exposição aos CEM e efeitos à saúde tem suscitado uma preocupação na população exposta a eles, e estimulado a produção de estudos para investigar essa hipótese, uma vez que existem evidências de risco à saúde associado a essa exposição (ICNIRP, 2001).

O interesse sobre uma possível relação entre CEM e efeitos deletérios à saúde humana teve início na década de 1960, mas o primeiro trabalho nesse sentido colocava em foco apenas a exposição ocupacional. No final da década de 1970, foram publicados os primeiros estudos epidemiológicos, avaliando a exposição não ocupacional aos CEM e o risco de desenvolvimento de leucemias, cânceres e outros desfechos na saúde (Poole e Ozonoff, 1996; Bren, 1996; Kheifets, 2001).

O estudo de Wertheimer e Leeper (1979) coloca o assunto definitivamente em evidência ao apontar um risco aumentado para leucemia em crianças com maior exposição domiciliar aos CEM. A partir dos resultados obtidos neste estudo

epidemiológico, outros pesquisadores são estimulados a testar a associação entre CEM de variadas fontes, em diversas partes do mundo, e a ocorrência de neoplasias em crianças (principalmente leucemia) e em adultos, além de doenças cardiovasculares, neurológicas, distúrbios psíquicos e problemas reprodutivos (ICNIRP, 1998; ICNIRP, 2001).

No Brasil, entretanto, constata-se uma escassez de trabalhos relacionados a esse tema. Uma revisão da literatura nas bases de dados Medline e Lilacs, visando estudos realizados exclusivamente no Brasil, nos últimos 10 anos, apontou apenas dois artigos (Koifman et al., 1998; Mattos e Koifman, 1996). No momento, nota-se um esforço dos responsáveis pelas políticas públicas de saúde em tentar definir riscos e limites de exposição aos CEM.

Dentre os efeitos na saúde mais investigados na caracterização do risco da exposição aos CEM, as neoplasias, especialmente leucemia em crianças, são os desfechos mais estudados. Além desses, efeitos reprodutivos e doenças neurodegenerativas são também objeto de vários trabalhos (Kheifets, 2001; Feychting et al., 2005).

Os estudos *in vitro* ainda não são suficientes para decifrar qual o mecanismo fisiopatológico envolvido na promoção de cânceres e outros efeitos nocivos em organismos expostos a CEM de baixa frequência, nos limites estabelecidos pelas diretrizes internacionais. Nessa faixa de frequência, os CEM induzem correntes de baixa amplitude no corpo, porém não são capazes de causar diretamente efeitos deletérios em estruturas celulares como o DNA (Feychting et al., 2005). A inconsistência das pesquisas em laboratório ressalta a importância dos estudos epidemiológicos para investigar essa questão (ICNIRP, 2001).

A *International Agency for Research in Cancer* (IARC), classifica a exposição aos CEM de baixa frequência como possivelmente carcinogênica para humanos, baseada em estudos epidemiológicos (grupo 2B) (Kheifets e Shimkhada, 2005).

A *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) recomenda a exposição residencial a campos elétricos a um máximo de 5 kV/m (kilovolts por metro) e 4,2 kV/m (frequências de 50 Hz e 60 Hz respectivamente) e campos magnéticos de 100 μ T (50 Hz) e 83 μ T (60 Hz) para prevenir efeitos adversos (ICNIRP, 1998; Kheifets et al., 2005; NIEHS, 2002). Apesar das afirmações, em fóruns de discussão especializados no assunto – como o ICNIRP –, até a atualidade os dados obtidos em relação aos efeitos em longo prazo da exposição aos CEM não são suficientes para a definição de limites de exposição. A preocupação com um provável risco à saúde relacionado aos mesmos fez alguns países adotarem “políticas de precaução”, limitando os níveis de exposição abaixo daquela recomendação.

No Reino Unido, por exemplo, a *National Grid Company* evita a construção de novas linhas de transmissão perto de residências (Jeffers, 1997). A Suíça estabeleceu limites de exposição aos CEM e de radiofrequência cem vezes abaixo do limiar da ICNIRP em áreas consideradas “sensíveis”, como áreas de permanência por tempo prolongado (escolas, hospitais etc.), além de impor limites à proximidade de linhas de transmissão e outros equipamentos dessas áreas (Vecchia, 2000; Kheifets, 2005).

Apesar do acúmulo de novos estudos avaliando os possíveis riscos à saúde da exposição aos CEM, os resultados obtidos são controversos e persistem dúvidas

acerca desse tema. Os estudos que demonstram uma associação entre exposição aos CEM e desfechos adversos geralmente apontam para riscos pequenos, com intervalos de confiança que chegam a englobar o risco nulo. Entretanto, como pontua Rose (2001), muitos indivíduos expostos a um baixo risco podem gerar um número maior de casos do que poucos indivíduos expostos a um risco alto. Neste caso, mesmo um risco pequeno deve ser trabalhado como uma questão de saúde pública em potencial, devido ao grande número de indivíduos expostos aos CEM, e da dificuldade em minimizar essa exposição (Feychting et al., 2005).

1.8 Avaliação da exposição residencial aos campos eletromagnéticos pelos estudos epidemiológicos

Um dos principais problemas enfrentados na caracterização do risco dos CEM é a dificuldade metodológica para quantificar a exposição, fato repetidamente discutido na literatura. Ressalta-se a dificuldade na caracterização das fontes de exposição e incapacidade de se combinar exposições de diferentes fontes de medição; a falta de um modelo dose-resposta e de explicação biológica, somados à dificuldade de se definir o período de exposição de relevância etiológica – dada a raridade da maioria das doenças de interesse –; além da dificuldade em caracterizar propriamente uma exposição de natureza retrospectiva, como é o caso da exposição aos CEM (Hansen, 2000, ICNIRP, 2001).

A despeito da dificuldade de se caracterizar com precisão a exposição aos CEM, não parece haver uma tendência de classificação errônea dos grupos entre expostos e não expostos (Kheifets, 2005). Presume-se que haja a mesma

probabilidade de erro de classificação dos sujeitos envolvidos nos estudos em qualquer um desses dois grupos, o que acarretaria no chamado "erro de classificação não diferencial", descrito por Copeland et al. (1977)..

Outro complicador acerca da análise de exposição aos CEM é a desproporção de informação sobre a prevalência de exposição entre regiões do mundo, havendo um número de regiões, como África e América Latina, onde não existem informações representativas acerca da exposição aos CEM (Kheifets et al., 2006).

Nos Estados Unidos da América (EUA), a maioria das pessoas está exposta a campos magnéticos numa média inferior a 0,2 μ T. A Tabela 1 mostra a prevalência média estimada do campo magnético ao qual a população norte-americana está exposta (NIEHS 2002). O estudo que revela esses dados mede o campo magnético de cerca de 1.000 pessoas de todas as idades, selecionadas aleatoriamente nos EUA. Os participantes usam ou transportam com eles um dosímetro pessoal em suas atividades, tanto em casa quanto fora dela. O campo magnético é automaticamente registrado duas vezes por segundo durante 24 horas. O estudo relata que a exposição aos campos magnéticos é semelhante em diferentes regiões do país e semelhante para homens e mulheres (NIEHS 2002).

Tabela 1 Exposição estimada aos campos magnéticos entre a população dos Estados Unidos, 2002

Campo magnético médio 24h (μT)	População exposta (%)	IC 95% (%)	Milhões de pessoas expostas (Milhões)
>0,05	76,3	73,8–78,9	197-211
>0,1	43,6	40,9–46,5	109-124
>0,2	14,3	11,8–17,3	31,5-46,2
>0,3	6,3	4,7–8,5	12,5-22,7
>0,4	3,6	2,5–5,2	6,7-13,9
>0,5	2,42	1,65–3,55	4,4-9,5
>0,75	0,58	0,29–1,16	0,77-3,1
>1,0	0,46	0,20–1,05	0,53-2,8
>1,5	0,17	0,035–0,83	0,09-2,2

ADAPTADO DE: NIEHS 2002

A avaliação da exposição residencial a CEM nos estudos epidemiológicos tem sido feita, na maioria das vezes, por meio de *surrogates* (aproximações) da exposição real. O primeiro estudo publicado sobre o assunto (Whertheimer e Leeper 1979) utiliza uma classificação desenvolvida pelos próprios autores, o sistema de *wire code*. O sistema baseia-se em algumas premissas de engenharia, e reflete a proximidade das casas em relação às linhas de transmissão de diferentes características e configurações. Esse código apresenta uma boa correlação com a densidade de fluxo magnético nas casas. No entanto, há grande variabilidade nessa medida, e a probabilidade de erro de classificação de exposição é grande (Gurney, 1999).

O sistema de *wire code* é posteriormente utilizado (e aprimorado) por diversos autores. Estudos subseqüentes utilizam, além do sistema de *wire code*, diversas combinações de índices de exposição, que incluem:

1. Melhoria e refinamento do *wire code* original. Mais comumente usado nos Estados Unidos, nesse método são criadas categorias de exposição a partir da combinação das características das correntes e voltagens das linhas de transmissão, configuração dos cabos, fases e distância das linhas em relação às residências;
2. Corredores, cálculo da distância das residências em relação aos equipamentos de transmissão e geração de energia, incluindo linhas de transmissão de alta voltagem, subestações e transformadores;
3. Cálculo histórico dos CEM, a partir de informações cedidas pelas companhias de energia elétrica, no período de interesse, sobre a estrutura da distribuição de energia (incluindo mapas e especificações sobre linhas de transmissão,

torres e subestações), relacionando essas informações com a distância das residências dos sujeitos;

4. Medições focais nas residências dos sujeitos, em quartos e outros cômodos, dentro e fora da residência;
5. Mais recentemente, tem-se utilizado as medições pessoais através de dosímetros que são portados pelos sujeitos, por um período determinado (Baris, 1999; ICNIRP, 2001).

Para trabalhar com corredores de exposição no entorno das linhas de transmissão, deve-se levar em conta a sua altura, a geometria dos cabos, sendo o campo magnético proporcional à corrente (Sá, 2008). Portanto, as linhas de diferentes tensões, cargas e outras coisas, devem ser categorizadas por corredores de exposição cuja largura deve variar. A Figura 3 ilustra como se comporta o campo magnético gerado por uma linha de transmissão na área de entorno.

Figura 3. Distribuição espacial do campo magnético sob uma linha de transmissão.

FONTE: Sá, 2008.

A Tabela 2 apresenta estudos cujos investigadores têm utilizado a metodologia dos corredores delimitados, para avaliar exposição aos CEM gerados por linhas de transmissão de energia, e uma possível relação entre as várias doenças e esses campos.

É considerável o número de pesquisas que avaliam a exposição a partir de corredores no entorno de equipamentos de transmissão e geração de energia, para avaliar desfechos, como distúrbios psíquicos e do sistema nervoso central, cânceres e leucemia.

Muitos autores que utilizam esta metodologia em estudos epidemiológicos não detalham características das linhas de transmissão, como a tensão, ou mesmo do campo magnético que serve de parâmetro para estabelecer a exposição entre a população considerada ‘exposta’, comparada ao grupo de referência ‘não exposto’.

Estudo de Coleman et al. (1989), por exemplo, avalia exposição em pessoas vivendo a até 100 m de linhas de transmissão de 132 kV a 400 kV, no sudeste da Inglaterra. Eles subdividem estes 100 m em três grupos: 0 a 24 m, 25 a 49 m e 50 m a 99 m, sendo grupo referência exposição ≥ 100 m. Os autores não explicam o motivo para a adoção da largura destes corredores, nem os níveis de campos magnéticos existentes neles.

Verkasalo et al. (1993) utilizam corredores de 500 m de linhas de transmissão aéreas para seleção da coorte de crianças e jovens entre 0 e 19 anos, estimando que naquela largura já houvesse campos magnéticos $\geq 0,01 \mu\text{T}$. Este limite é escolhido para incluir a maioria das casas da Finlândia com probabilidade de estar expostas a campo magnético aumentado, devido a linha de transmissão.

Estudo de Wartenberg et al. (1993) tem por objetivo desenvolver uma metodologia para identificar populações expostas aos CEM de linhas de transmissão aéreas, determinando o número de pessoas expostas e seus atributos demográficos, para políticas públicas e avaliações de risco. Utiliza-se um segmento de 29 km de uma linha de transmissão de 230 kV em Nova Jersey (EUA) e, para esta, criam-se corredores de 100 m de cada lado, estimando haver exposição igual ou superior a 0,2 μ t. São encontrados 201 setores censitários intersectados ou contidos no corredor, com uma população de 18.040 indivíduos, em 7.154 domicílios. Não se evidenciam diferenças demográficas e socioeconômicas entre população exposta e não exposta, apoiando a noção de equidade ambiental para os possíveis danos à saúde, gerados pelos CEM.

Os corredores do estudo de Olsen et al. (1993) variam conforme a tensão das linhas, de forma a definir uma exposição $\geq 0,1$ μ t. Para linhas aéreas de 220 kV a 440 kV, o corredor era de 150 m e, para cabos subterrâneos, de 20 m. Para linhas aéreas de 132 kV a 150 kV, corredores de 75 m e para cabos subterrâneos, 5 m. Linhas aéreas de 50 kV a 60 kV definem corredores de 35 m.

Kliukiene et al. (2004) Kjaer et al. (2005) utilizam a mesma metodologia de avaliação da exposição em seus estudos de câncer de mama, criando diferentes corredores para diferentes tensões, de modo a incluir exposições $\geq 0,05$ μ t.

Baumgardt-Elms et al. (2005) utilizam corredores de 100 m no entorno de linhas de transmissão de 110 kV e 380 kV, em Hamburgo (Alemanha), para avaliar risco de câncer testicular. A prevalência de exposição encontrada é de 6,9% nos casos e 5,8% nos controles (OR 1,3; IC 95% 0,56-2,8).

Em estudo sobre leucemia infantil realizado por Draper et al. (2005) no Reino Unido, utiliza-se a distância de linhas de transmissão de 275 kV e 400 kV para avaliar exposição. Encontra-se associação estatisticamente significativa, com risco aumentado de leucemia em quem residia a uma distância até 600 m da linha de transmissão. Neste trabalho, os autores escolhem 600 m como referência por ser distância muito além da qual se pensa que o campo magnético da linha é importante.

Kabuto et al. (2006) utilizam corredores como uma análise adicional, pois em seu estudo sobre leucemia infantil no Japão, o foco principal de avaliação da exposição é o uso de dosímetro no interior das residências, porém utilizam-se distâncias entre residências e linhas de transmissão de 22 kV a 500 kV como auxiliar para avaliar o nível de campo magnético residencial, considerando expostos os residentes até 99 m de uma linha de transmissão e ≥ 100 m como grupo de referência. Em distâncias ≤ 50 m os resultados são estatisticamente significantes, com risco aumentado para leucemia linfoblástica aguda.

Como se verifica nos estudos apresentados, existe uma grande variedade de tensões nas linhas de transmissão nos diversos países onde eles se realizaram, além dos diversos recortes dos níveis de campos magnéticos utilizados para caracterizar exposição, o que torna a escolha do corte do campo e da largura para corredores de exposição um processo difícil. Neste sentido, o presente estudo utilizou corredores calculados e fornecidos pela equipe técnica do Laboratório de Equipamentos Elétricos e Óticos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), que adotaram metodologia própria para o cálculo do campo magnético. Adotou-se o corte de campo magnético de $\geq 0,3 \mu\text{T}$ para caracterizar exposição, tomando como referência a meta-análise realizada por Greenland et al. (2000), a qual encontrou risco de

leucemia em crianças expostas a níveis iguais ou superiores a esses valores de campo. Para chegar ao valor referido de campo magnético, a largura desses corredores variou de 20 m a 200 m, de acordo com as cargas das linhas de transmissão, em kilovolts.

Tabela 2 Estudos que utilizaram corredores para definir exposição residencial a campos eletromagnéticos gerados pela proximidade a linhas de transmissão

Referência	Tensão da linha (kV)	Distância Considerada (metros)	Campo magnético (μT)	Desfecho
Coleman et al. (1989)	132, 275 e 400	0-24		Leucemia
		25-49		
		50-100		
Verkasalo et al. (1993)	110, 220 e 440	500	0,01	Câncer infantil
Wartenberg et al. (1993)	230	100	0,2	Prevalência de exposição
Olsen et al. (1993)	50-60	35	0,1	Câncer infantil
	132-150	75		
	220-440	150		
Verkasalo et al. (1997)		0-50	0,01	Depressão
		50-99		
		100-199		
		200-500		
Kliukiene et al. (2004) Klaeboe et al. (2005)	33	40	0,05	Cânceres de mama e de cérebro
	45	100		
	50	150		
	66	150		
	110	200		
	132	200		
	220	225		
	300	225		
Baumgardt-Elms et al. (2005)	110 e 380	420		Câncer testicular
		300		
Draper et al. (2005)	275 e 400	0-50		Leucemia infantil
		50-99		
		100-199		
		200-299		
		300-399		
		400-499		
Kabuto et al. (2006)	22 a 500	500-599		Leucemia infantil
		0-50		
		50-99		

1.9 Estudos epidemiológicos relacionando saúde e campos eletromagnéticos

Grande parte dos estudos epidemiológicos que investigam os riscos para a saúde da exposição a campo eletromagnético avalia a ocorrência de leucemias e cânceres de variados tipos, com alguma ênfase em tumores do cérebro. Há também estudos sobre doenças cardiovasculares (enfarto do miocárdio, doença coronariana), aborto, malformação congênita (neuroblastoma, defeitos do tubo neural, anencefalia, spina bífida, etc), doenças neurodegenerativas (mal de Parkinson, esclerose lateral amiotrófica e outros) e distúrbios psíquicos (suicídio, depressão, demência).

Para esta revisão, foram incluídos os estudos envolvendo avaliação de risco em relação a CEM de frequência extremamente baixa, sendo estes definidos como campos elétricos e/ou magnéticos com frequência menor do que 300 Hz. Essa definição é a mesma utilizada no programa de avaliação dos efeitos dos CEM pela OMS (OMS – Projeto EMF), e utilizada em revisões anteriores (ICNIRP, 2001).

Esta revisão foi realizada nas bases de dados PubMed e Scielo. A busca englobou os artigos publicados nos últimos 10 anos (1997 - 2007). Foram utilizadas as palavras-chave: campo eletromagnético + câncer, leucemia, tumor de cérebro, esclerose lateral amiotrófica, doença neurodegenerativa, depressão, suicídio, Parkinson, doença cardiovascular, linfoma e doença isquêmica do coração.

Os resultados dos estudos de exposição residencial e leucemia infantil variaram bastante, incluindo desde estudos que não encontraram nenhuma associação (Fulton et al., 1981; Versakalo et al., 1993), até os que acharam um risco reduzido

para leucemia entre crianças expostas aos CEM de linhas de transmissão (Tynes e Haldorsen, 1997).

Em contrapartida, alguns últimos estudos sobre leucemia infantil encontram associações estatisticamente significantes entre os níveis de exposição mais altos, inclusive com gradientes dose-resposta significantes (Draper et al., 2005; Kabuto et al., 2006). Uma meta-análise (Greenland et al., 2000) de estudos epidemiológicos relativos a exposição aos campos magnéticos e leucemia infantil encontra $OR=1,7$ (IC 95% 1,2-2,3) para exposição $\geq 0,3 \mu T$, comparada à exposição $\leq 0,1 \mu T$. Outra meta-análise (Ahlbom et al., 2000) encontra risco de leucemia infantil em exposições $\geq 0,4 \mu T$ com $RR=2,0$ (IC 95% 1,27-3,13). Resultados positivos e estatisticamente significantes também são encontrados para o risco de leucemia entre crianças com síndrome de Down expostas aos CEM (Mejia-Arangure et al., 2007).

Sobre risco de leucemia em adultos e exposição residencial, encontrou-se apenas um levantamento, cujo resultado não evidencia risco estatisticamente significativo em relação à proximidade das linhas de transmissão de energia (Coleman et al., 1989). Levantamento sobre cânceres em adultos e exposição residencial constatou riscos elevados de tumores cerebrais entre os expostos aos CEM (Wertheimer e Leeper, 1982; Kjaerboe et al., 2005). Tais associações não foram apoiadas na avaliação da exposição residencial do público infantil (Myers et al., 1990; Gurney et al., 1996; UKCCS, 1999), com alguma evidência de risco aumentado para linfoma e osteosarcoma em crianças categorizadas nos níveis mais altos de exposição (Tynes, Haldorsen, 1997).

Associações entre câncer de mama e CEM residenciais são, de maneira geral, positivas em estudos cuja exposição é avaliada através do relato do uso de aparelhos

como cobertores elétricos e aquecedores (Zhu et al., 2003; Kliukiene et al., 2004), embora um dos levantamentos realizados por meio deste método de avaliação de exposição não tenha encontrado tal associação (Davis et al., 2002).

A avaliação da exposição aos CEM em relação à proximidade das residências a linhas de transmissão não traz evidência de risco aumentado para câncer de mama (London et al., 2003), e, quando há associação, esta não é estatisticamente significativa (Kliukiene et al., 2004).

Aborto e malformação congênita também não são associados a exposição residencial a CEM dos pais no período pré-concepcional (Shaw et al., 1999; Li et al., 2002). Evidenciam-se riscos reduzidos para defeitos cardíacos e respiratórios. Para defeitos esofágicos, o risco é elevado (Blaas et al., 2003).

A proximidade da residência a linhas de transmissão é relacionada a risco aumentado de depressão, sendo até 9,4 vezes mais incidentes entre aqueles indivíduos residindo a uma distância ≤ 50 m de uma linha de transmissão, embora tal associação tenha sido afirmada com restrições, devido ao reduzido número de estudos relacionados ao tema (Verkasalo et al., 1997).

2 JUSTIFICATIVA

Campos eletromagnéticos estão presentes de forma ubíqua na atualidade. A exposição a eles é um fator que não pode ser desconsiderado; é algo que acompanha a sociedade, e sua presença vem crescendo. Esta exposição deve ser considerada com cautela, pois pode ser uma carga danosa para as pessoas e pode acarretar riscos à saúde.

Muitos trabalhos de natureza epidemiológica, avaliando os possíveis riscos à saúde pela exposição aos CEM, têm sido realizados desde a década de 1970, principalmente nos países do hemisfério norte. Entretanto, os resultados obtidos apresentam controvérsias e persistem as dúvidas acerca desse tema. Por exemplo, há estudos que sugerem riscos pequenos, com intervalos de confiança que chegam a englobar o risco nulo.

Porém, como o número de pessoas expostas é muito grande e vem crescendo cada vez mais, o impacto populacional da exposição aos CEM pode ser importante. Neste sentido, de acordo com as idéias defendidas por Rose (2001), a aplicação de políticas preventivas e mitigatórias, por exemplo, na redução dos níveis de CEM, poderia gerar maiores benefícios ao conjunto da população, do que realizar apenas ações preventivas, enfatizando o risco individual.

A dificuldade metodológica para caracterizar e quantificar essas fontes de exposição, a falta de um modelo dose-resposta apropriado, somados à dificuldade em definir o período de exposição, constituem os principais desafios enfrentados pelos estudos nesta área.

As incertezas constatadas e a inexistência de estudos sobre o tema no Brasil têm motivado o desenvolvimento de pesquisas que visam mensurar essa exposição e investigar os possíveis impactos na saúde. Estimativas sobre prevalência de exposição aos CEM gerados por linhas de transmissão são desconhecidas até o momento. Essa informação é extremamente importante para dimensionar o problema e permitir a elaboração de políticas públicas urbanas, de infra-estrutura e de saúde pública.

A sociedade está permeada por desigualdades: na distribuição dos bens de consumo, da riqueza, na produção de poluentes e na repartição dos riscos gerados por eles. Assim, é provável que a exposição a CEM também se distribua desigualmente entre a população, sendo aqueles menos favorecidos sócio-economicamente os que possuem maiores chances de estar expostos a esses campos.

A pesquisa aqui apresentada utilizou uma abordagem ecológica para analisar aspectos epidemiológicos da prevalência de exposição aos CEM gerados pelas linhas de transmissão de energia elétrica. Propôs-se a investigar se existe algum padrão na distribuição dessa exposição no território, e, em caso positivo, relacioná-lo a variáveis socioeconômicas e demográficas, verificando se as populações expostas possuem melhores ou piores condições socioeconômicas, de acordo com as idéias oferecidas pela temática de Justiça Ambiental.

A geografia é uma área do conhecimento que se relaciona com diversas outras. Como um dos seus objetivos é estudar a distribuição de fenômenos e as maneiras pelas quais dado(s) fenômeno(s) se relaciona(m) com outros elementos do espaço, trata-se de um campo interdisciplinar e de grande diversidade temática.

A abordagem geográfica, em pesquisas que investigam a causa e a distribuição espacial de um fenômeno, fornece contribuições importantes para as análises que envolvem estudos epidemiológicos. Além disso, os mapas gerados a partir da utilização de sistemas de informação geográfica constituem instrumentos acurados de análise, e facilitam a visualização e a interpretação dos dados.

Faz-se necessária a produção de dados científicos originais no país que estimulem e permitam o aprofundamento das investigações nessa área, e que sirvam também de apoio a órgãos públicos e instituições privadas dos setores de energia elétrica e saúde, entre outros.

3 OBJETIVOS

- Caracterizar a exposição humana aos CEM de baixa frequência gerados por sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica, de acordo com características demográficas e socioeconômicas, no município de São Paulo.
- Caracterizar o perfil socioeconômico da população residente em áreas próximas a sistemas de transmissão de energia elétrica e exposta aos CEM de baixa frequência no município de São Paulo.
- Comparar as populações expostas e não expostas a partir de variáveis de renda e escolaridade para verificar a possível ocorrência de injustiças, dentro do conceito de Justiça Ambiental.

4 MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido como parte integrante do Projeto EMF-SP/Estudo LPD, sob coordenação da Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética – ABRICEM, financiado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Conta com a participação das concessionárias de energia do estado de São Paulo e instituições como a Universidade de São Paulo (USP), Universidade de Campinas (Unicamp), Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCC), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), dentre outras.

O objetivo principal desse projeto colaborativo é desenvolver estudos para caracterizar e avaliar a associação entre exposição aos CEM e riscos à saúde no estado de São Paulo, de forma a obter conclusões com base científica acerca do tema e que orientem eventuais medidas preventivas.

Para a realização desta pesquisa foi selecionado o município de São Paulo, no estado de São Paulo, como área de estudo. O município tem 1.509 km² de área, dividido em 96 distritos administrativos. É a cidade mais populosa do Brasil e conta com 10.879.619 habitantes, de acordo com estimativa da Fundação SEADE para o ano de 2008 (SEADE, 2008).

Todas as linhas de transmissão que atravessam o município de São Paulo foram definidas para compor o objeto de estudo. A execução da pesquisa foi dividida em etapas e com métodos distintos, um para a prevalência de exposição aos CEM gerados por estas linhas e outro para análise socioeconômica dentro do conceito de Justiça Ambiental.

4.1 Aquisição dos dados e ajuste do traçado das linhas de transmissão do município de São Paulo usando sistema de informação geográfica (SIG)

Os dados sobre as linhas de transmissão foram fornecidos pelas concessionárias de energia AES Eletropaulo, Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista, CTEEP, e Furnas Centrais Elétricas S.A, responsáveis pela transmissão e distribuição de energia elétrica no município de São Paulo. Incluíam basicamente três planilhas, com informações sobre os suportes, subestações e traçado das linhas de transmissão, além de dados sobre o histórico da construção e utilização dos equipamentos, os tipos de circuitos, histórico das cargas, e altura e distância entre as torres. Esses dados foram importados para o programa Mapinfo® versão 8.5 e mapeados.

Ao sobrepor a base cartográfica das linhas de transmissão aéreas sobre a imagem (*raster*) do programa Google Professional®, verificou-se uma distorção em relação ao traçado dessas linhas e perda de acurácia espacial. Primeiramente, a base cartográfica das linhas de transmissão foi ajustada de acordo com a mesma projeção cartográfica e o *datum* geodésico utilizado pela base Google, que é Lat/Long WGS84, adotando-se esta projeção para todas as outras bases utilizadas no estudo.

Observando-se visualmente esta sobreposição no Google Professional® e por meio da medição pelo próprio programa, verificou-se uma diferença geral inferior a 15 m de distorção no posicionamento das linhas na base cartográfica com o posicionamento destas no *raster*. Portanto, adotou-se como parâmetro 20 m ou mais

de distorção para que as linhas de transmissão fossem reparadas. Neste estudo, as linhas de transmissão subterrâneas não foram consideradas pelo fato de não serem visíveis no *raster* utilizado para correção, e também por terem um campo magnético com comportamento distinto das linhas de transmissão aéreas.

4.2 Estudo de prevalência de exposição aos campos eletromagnéticos

A base cartográfica do município de São Paulo, com informações dos setores censitários do censo 2000 realizado pelo IBGE, contendo variáveis demográficas e socioeconômicas, foi adicionada ao mapa em outra camada (*layer*) junto com a camada de linhas de transmissão e dos corredores de exposição, para a realização do estudo de prevalência e o levantamento socioeconômico.

Vários tipos de informações foram selecionados entre as variáveis demográficas e socioeconômicas da população em estudo, como o número total de habitantes, por faixas etárias, o número de domicílios, chefes de domicílios por escolaridade e rendimento domiciliar mensal médio. Os valores populacionais foram proporcionalmente corrigidos para o ano de 2008 por meio de informações obtidas no site da Fundação SEADE (SEADE, 2008).

Para caracterizar a exposição aos CEM, definiu-se como exposto o domicílio – e seus habitantes – que estivesse localizado a uma determinada distância da linha de transmissão, suficiente para gerar um campo magnético $\geq 0,3\mu\text{T}$. O cálculo para obtenção da largura desses corredores de exposição ao longo das linhas de transmissão foi realizado por uma equipe técnica do IPT, utilizando informações técnicas de cada linha que corta o município de São Paulo, tais como a carga média

anual, a tensão, o posicionamento e a distância das fases, e outros. De modo geral, a largura desses corredores variou de acordo com a intensidade do campo magnético, que, conseqüentemente, variava de acordo com as características supracitadas das respectivas linhas de transmissão, ficando entre 20 m a 200 m ao longo de cada linha (Figura 4).

O software Mapinfo[®] somou os valores populacionais e domiciliares dos setores censitários inseridos nas áreas de interesse, no caso de setores completamente inseridos nos corredores, como também estimou, por meio de soma proporcional, os valores referentes àqueles setores que estivessem parcialmente contidos em cada corredor.

Figura 4. Corredores de exposição ao redor das linhas de transmissão aéreas

4.3 Análise Socioeconômica

O procedimento também foi realizado no software Mapinfo[®], utilizando o mapa dos corredores de exposição ao longo das linhas de transmissão sobre a camada de setores censitários do Censo 2000 IBGE, no município de São Paulo (Figura 5). Foram levantados os chefes de domicílio que residiam na área dos corredores de exposição aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ gerados pelas linhas de transmissão do município. Os demais chefes de domicílio, não residentes nos corredores, foram categorizados como não expostos.

Para a análise socioeconômica, foram adotados indicadores que representassem os extremos de renda e escolaridade e apontassem maior ou menor vulnerabilidade socioeconômica:

- Percentual de chefes de domicílios com até 5 anos de estudo;
- Percentual de chefes de domicílios com 13 ou mais anos de estudo;
- Percentual de chefes de domicílios com rendimento médio mensal até 2 salários mínimos.
- Percentual de chefes de domicílio com rendimento médio mensal de 20 ou mais salários mínimos.

De forma a aprofundar e detalhar a comparação entre a população exposta e não exposta aos CEM, e condição socioeconômica, procedeu-se ao exame dessas relações em nível de desagregação maior. Para isso, chefes de domicílio expostos e não expostos foram analisados na escala dos distritos aos quais pertenciam.

Dentre os 96 distritos do município de São Paulo, dez foram selecionados para análise socioeconômica, tomando como critério de escolha o *ranking* do Índice

de Desenvolvimento Humano – IDH. Segundo Barcellos (2002), o conceito de desenvolvimento, passou a ser usado em substituição a parâmetros puramente econômicos nos estudos de desigualdades sociais, para medição de iniquidades. Seguindo esse raciocínio, o IDH é o indicador mais adequado para apontar qualidade de vida. Para tanto, entre os distritos intersectados por linhas de transmissão aéreas, foram escolhidos cinco distritos com os melhores e os cinco distritos com os piores níveis de IDH no conjunto do município, conforme se visualiza na Tabela 3.

Tabela 3 Distritos do município de São Paulo intersectados por linhas de transmissão aéreas e selecionados para análise socioeconômica, segundo a posição do IDH

Posição	Distrito	IDH
02	Morumbi	0,860
05	Itaim Bibi	0,811
06	Alto de Pinheiros	0,801
08	Campo Belo	0,780
10	Santo Amaro	0,759
88	Grajaú	0,419
90	Vila Jacuí	0,406
91	Jardim Ângela	0,402
92	Iguatemi	0,397
95	Parelheiros	0,384

FONTE: Prefeitura do Município de São Paulo, 2002.

As proporções das categorias de renda e escolaridade entre expostos e não expostos foram submetidas a teste de proporção ($\alpha=5\%$), para avaliar se as diferenças eram estatisticamente significantes.

Figura 5. Setores censitários interseccionados pelos corredores de exposição, ao longo das linhas de transmissão no município de São Paulo/SP, 2008.

4.4 Considerações Éticas

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq, do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da USP, sob o número 572/06 (Anexo).

5 RESULTADOS

O município de São Paulo é cortado por uma rede de 572,1 km de linhas de transmissão aéreas (Figura 6), sendo as linhas de 88 kV aquelas que se apresentaram mais freqüentes, com 324 km, o que representa 56,6% do total, seguidas pelas linhas de 345 kV com 28,2%, conforme se visualiza na Tabela 4. As linhas de menor carga são administradas pela concessionária de energia Eletropaulo e as de cargas mais elevadas estão sob competência da CTEEP e de Furnas.

Tabela 4 Extensão das linhas de transmissão de energia elétrica no município de São Paulo/SP, 2008

Tensão (kV)	Comprimento (Km)	%
88	324	56,6%
138	19,7	3,5%
230	50,3	8,8%
345	161,2	28,2%
440	16,9	3,0%
Total	572,1	100,0%

FONTE: CTEEP, Eletropaulo e Furnas

Figura 6. Linhas de transmissão na região metropolitana de São Paulo/SP de acordo com a potência, 2008

5.1 Prevalência de exposição

Os corredores de exposição calculados ao longo das linhas de transmissão no município de São Paulo abrangeram uma área de 25,5 km², e, dentro destes corredores, estavam total ou parcialmente contidos 1.162 setores censitários. Nessa área considerada como exposta aos CEM havia 40.677 domicílios, ou seja, 1,3% do total de domicílios da cidade.

O total de residentes vivendo nestas áreas foi de 152.176 habitantes, de acordo com dados do Censo 2000 – atualizados para o ano de 2008 –, perfazendo uma prevalência de exposição aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$, gerados por linhas de transmissão no município de São Paulo de 1,4%.

De acordo com o que se observa na Tabela 5, essa população é predominantemente mais jovem. Cerca de metade dos indivíduos residentes nesses corredores tem até 24 anos de idade. Em contrapartida, a população idosa, a partir de 70 anos, representa apenas 3,2% do total de residentes.

Quando a prevalência de exposição é estimada nas diferentes faixas etárias, percebe-se também que essa prevalência é mais elevada em populações de idades mais jovens. Em contrapartida, a prevalência de exposição é menor a partir dos 40 anos de idade, atingindo o valor mais baixo na faixa etária dos 80 anos ou mais. Estes resultados sugerem que a exposição aos CEM gerados por linhas de transmissão no município de São Paulo diminui com o aumento da idade dos residentes, conforme se observa na Tabela 5.

Tabela 5 Distribuição da população residente no município de São Paulo e nas áreas expostas aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ gerados por linhas de transmissão, 2008

Faixa etária (anos)	População do Município de São Paulo*	%	Expostos	%	Prevalência de Exposição
0-10	1.958.723	18,0%	29.968	19,7%	1,5%
10-14	747.111	6,9%	10.945	7,2%	1,4%
15-24	2.100.458	19,3%	29.991	19,7%	1,4%
25-29	985.524	9,1%	14.131	9,3%	1,4%
30-39	1.771.114	16,3%	25.101	16,5%	1,4%
40-49	1.410.271	13,0%	18.757	12,3%	1,3%
50-59	892.297	8,2%	11.390	7,5%	1,2%
60-69	563.299	5,2%	6.936	4,6%	1,2%
70-79	329.412	3,0%	3.709	2,4%	1,1%
80 e mais	121.410	1,1%	1.250	0,8%	1,0%
Total	10.879.619	100%	152.176	100,0%	1,4%

FONTE: IBGE, Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2000.

* Resultados corrigidos para o ano de 2008

Em relação à escolaridade dos chefes de domicílio residindo nos corredores, o grupo que se apresentou mais freqüente foi aquele com 1 a 5 anos de estudo. Este grupo, somado ao dos chefes sem instrução, totalizaram quase metade do total. Como era de se esperar, as escolaridades mais elevadas obtiveram os menores percentuais, conforme se verifica nas categorias acima dos 6 anos de estudo. O grupo representando maior escolarização – chefes de domicílio com 13 anos e mais de estudo – foi o que mostrou o menor percentual em relação aos demais (Tabela 6). Deve-se notar que a diferença existente entre o número de domicílios e total de chefes de domicílio é decorrente da correção realizada neste último para o ano de 2008. Como não foram encontradas estimativas do número de domicílios para o

município de São Paulo atualizadas para o ano de 2008, foi mantido o número existente nos registros do Censo para o ano 2000.

Na variável renda mensal dos chefes de domicílio, o comportamento das variáveis não é diferente do verificado na escolaridade, ou seja, as categorias indicando menores rendas, até 3 salários mínimos, são mais frequentes frente aos demais grupos de rendimento. Praticamente um terço dos chefes de domicílio residindo nos corredores não possuía rendimento ou recebia até dois salários mínimos. Contudo, 5% dos chefes de domicílio apresentavam renda superior a 20 salários mínimos, conforme se observa na Tabela 7.

Tabela 6 Distribuição dos chefes de domicílio expostos aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ de acordo com a escolaridade, por anos de estudo, Município de São Paulo, 2008

Grupos de escolaridade*	N	%	% acumulado
Sem instrução	3.216	7,7%	7,7%
01 a 05	16.682	40,1%	47,8%
06 a 09	9.544	22,9%	70,8%
10 a 12	7.509	18,1%	88,8%
13 e mais	4.649	11,2%	100,0%
Total	41.600	100,0%	

FONTE: IBGE, Censo Demográfico 2000.

* Resultados corrigidos para o ano de 2008

Tabela 7 Distribuição dos chefes de domicílio expostos aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ de acordo com a renda mensal, por salários mínimos, Município de São Paulo, 2008

Grupos de renda*	n	%	% acumulado
Sem rendimento	4.919	11,8%	11,8%
Até 02	8.679	20,9%	32,7%
02 a 03	5.622	13,5%	46,2%
03 a 05	8.073	19,4%	65,6%
05 a 10	8.410	20,2%	85,8%
10 a 20	3.797	9,1%	95,0%
Mais de 20	2.097	5,0%	100,0%
Total	41.600	100,0%	

FONTE: IBGE, Censo Demográfico 2000.

* Resultados corrigidos para o ano de 2008

5.2 Análise Socioeconômica

Quando se estimou a prevalência de exposição aos CEM de acordo com a escolaridade, ficou clara uma tendência de diminuição da prevalência de exposição conforme o aumento da escolaridade do chefe de domicílio. Na Figura 7, observa-se que o percentual de chefes sem instrução vivendo nos corredores de exposição foi o mais elevado, com 1,7%, quase duas vezes maior do que a prevalência de exposição encontrada nos chefes com 13 anos ou mais de estudo.

Figura 7. Prevalência de exposição aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ de acordo com a escolaridade do chefe de domicílio, município de São Paulo, 2008

A prevalência de exposição por renda mensal dos chefes de domicílio apresentou resultados semelhantes aos verificados em relação à escolaridade, ou seja, uma tendência de aumento do percentual de pessoas expostas conforme diminuía a renda. Os chefes de domicílio sem rendimento ou recebendo até três salários mínimos foram os que apresentaram as maiores prevalências de exposição entre os grupos de renda. Em contrapartida, os percentuais de chefes com renda de 20 salários mínimos ou mais foi de apenas 0,7%, ou seja, metade da prevalência observada nos chefes com baixa renda ou sem rendimento, como se observa na Figura 8.

Figura 8. Prevalência de exposição aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ de acordo com a renda mensal do chefe de domicílio, município de São Paulo, 2008

Comparados os indicadores selecionados de renda e escolaridade entre a população exposta e não exposta no município de São Paulo, observou-se que entre os expostos há maior proporção de chefes de domicílio com até 5 anos de estudo e com renda mensal até 2 salários mínimos. Por outro lado, entre os não expostos há maiores percentuais de chefes com 13 anos ou mais de estudo e com renda mensal igual ou superior a 20 salários mínimos. Todas estas diferenças entre expostos e não expostos foram estatisticamente significantes ($p < 0,001$), conforme se observa na Tabela 8.

Tabela 8 Variáveis escolaridade e renda entre expostos e não-expostos aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ no município de São Paulo

	Expostos	Não Expostos	p-Valor
Até 05 anos de estudo	47,8%	41,6%	<0,001
13 anos ou mais de estudo	11,2%	17,6%	<0,001
Renda mensal até 02 salários mínimos	32,7%	28,2%	<0,001
Renda mensal 20 salários mínimos ou mais	5,0%	9,5%	<0,001

Em suma, pode-se afirmar que houve uma tendência maior de chefes de domicílio com menor escolaridade e renda residirem nas proximidades de linhas de transmissão aéreas e, com isso, estarem mais expostos aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ gerados por elas.

5.2.1 Análise comparativa em relação aos distritos administrativos

A partir da análise realizada no município como um todo, os mesmos setores censitários intersectados e não intersectados foram analisados pelo distrito aos quais pertenciam, selecionando-se para esta análise dez distritos com os melhores e piores valores de IDH (Tabela 3). Desta maneira, foi possível verificar se o comportamento das variáveis renda e escolaridade seria uniforme no município, ou se apresentaria resultado diferente conforme o nível socioeconômico do distrito administrativo.

A primeira variável analisada foi a escolaridade. Em cinco distritos, ao contrário do observado no município de São Paulo, houve menor percentual de chefes de domicílio com 1 a 5 anos de estudo entre o grupo de expostos (em relação aos não expostos). Em quatro deles essas diferenças se mostraram estatisticamente significantes (Tabela 9), dois com níveis de IDH elevado: Morumbi ($p=0,001$), Alto

de Pinheiros ($p=0,001$) e dois com baixo IDH: Vila Jacuí ($p=0,01$) e Iguatemi ($p=0,02$).

Nos outros cinco distritos analisados, os percentuais de chefes de domicílio com baixa escolaridade (até 5 anos de estudo) foram mais elevados entre os expostos, comparados aos não expostos, sendo que nos distritos de Itaim Bibi ($p<0,001$) e Parelheiros ($p=0,003$) tais diferenças apresentaram-se estatisticamente significantes, conforme se observa na Tabela 9.

Em contrapartida, os percentuais que indicavam melhores níveis de escolaridade (13 anos ou mais de estudo) entre os chefes de domicílio considerados expostos mostraram-se mais elevados em três distritos: Alto de Pinheiros, Morumbi e Campo Belo, sendo que os resultados foram estatisticamente significantes apenas no Morumbi ($p=0,002$) e Alto de Pinheiros ($p=0,01$). Manteve-se a tendência de significância estatística dos resultados destes distritos, conforme já observado na categoria que indica baixa escolaridade.

Em Iguatemi, não houve diferença nos percentuais nessa categoria de escolaridade, e, nos outros seis distritos, as diferenças seguiram o mesmo perfil observado para o município, ou seja, menores percentuais de chefes com mais de 13 anos de estudo no grupo dos expostos. Em quatro deles, essa diferença foi estatisticamente significativa: dois com índices de IDH elevados – Itaim Bibi ($p<0,001$) e Santo Amaro ($p=0,04$) –, e dois com baixo índice de IDH – Grajaú ($p=0,001$) e Parelheiros ($p=0,01$) –, segundo apresentado na Tabela 9.

Para a categoria 13 anos ou mais de estudo percebeu-se uma diferença mais acentuada entre chefes de domicílio expostos e não expostos nos distritos de elevado

IDH. Em distritos de baixo IDH, ambos os grupos apresentaram baixos níveis de escolaridade.

Tabela 9 Escolaridade entre chefes de domicílio expostos e não expostos aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ nos distritos analisados

Distritos	Até 5 anos de estudo			13 anos ou mais de estudo		
	Não expostos	Expostos	p-valor	Não expostos	Expostos	p-valor
Morumbi	16,3%	2,7%	< 0,001	55%	69,6%	0,002
Itaim Bibi	11,0%	16,9%	< 0,001	59,8%	45,2%	< 0,001
Alto de Pinheiros	13,0%	3,2%	0,02	56,7%	72,6%	0,01
Campo Belo	15,8%	11,6%	0,15	52,6%	54,6%	0,61
Santo Amaro	15,2%	30,8%	0,11	51,1%	23,1%	0,04
Grajaú	59,2%	60,4%	0,23	2,1%	1,1%	0,001
Vila Jacuí	53,5%	48,8%	0,01	5,1%	4,5%	0,47
Jardim Ângela	61,4%	65,5%	0,42	2,4%	1,1%	0,41
Iguatemi	62,1%	58,7%	0,02	1,4%	1,4%	0,88
Parelheiros	62,8%	67,7%	0,003	2,4%	1,1%	0,01

A variável adotada para representar baixo rendimento foi a de chefes de domicílio com rendimento mensal até 2 salários mínimos. Dentre os distritos analisados, em quatro deles houve maior proporção de chefes de domicílio entre os expostos – Itaim Bibi, Santo Amaro, Jardim Ângela e Parelheiros. Em dois deles esta diferença foi estatisticamente significativa: um com alto IDH – Itaim Bibi ($p=0,003$) –, e outro com baixo IDH – Parelheiros ($p=0,002$) – conforme se observa na Tabela 10.

Nos outros seis distritos, com menor percentual de expostos recebendo até dois salários mínimos – Morumbi, Alto de Pinheiros, Campo Belo, Vila Jacuí, Grajaú e Iguatemi (Tabela 12), a diferença em relação aos não expostos foi estatisticamente significativa apenas no Morumbi ($p=0,003$).

Observando-se o percentual de chefes de domicílio com renda de 20 salários mínimos ou mais, a diferença entre expostos e não expostos foi mais acentuada entre os distritos de melhor IDH. No Morumbi, quase 74% dos chefes de domicílio expostos possuíam renda elevada e a diferença em relação aos não expostos foi de 23%. Nos distritos com baixo IDH este percentual não ultrapassou 1,2%, conforme se observa na Tabela 10.

Dentre os cinco distritos com IDH mais elevado, quatro apresentaram diferenças estatisticamente significantes, quando comparado o percentual de chefes expostos e não expostos, com renda igual ou acima de 20 salários. Em dois deles, houve maior percentual de chefes com esta renda no grupo de expostos: Morumbi ($p < 0,001$) e Alto de Pinheiros ($p < 0,001$). Nos outros dois distritos, observou-se o oposto, ou seja, menor percentual de chefes com rendimento acima de 20 salários entre expostos: Itaim Bibi ($p < 0,001$) e Santo Amaro ($p = 0,02$). Entre os distritos com baixo IDH, Parelheiros e Vila Jacuí apresentaram menor percentual de expostos com rendimento de 20 salários ou mais. Porém, apenas no último a diferença foi estatisticamente significativa ($p = 0,02$).

Tabela 10 Rendimento entre chefes de domicílio expostos e não expostos aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ nos distritos analisados

Distritos	Até 02 salários mínimos			20 salários mínimos ou mais		
	Não expostos	Expostos	p-valor	Não expostos	Expostos	p-valor
Morumbi	11,2%	3,3%	0,003	50,9%	73,9%	<0,001
Itaim Bibi	8,3%	15%	<0,001	43,1%	28,6%	<0,001
Alto de Pinheiros	8,5%	5,3%	0,38	45,9%	63,9%	<0,001
Campo Belo	11,1%	6,6%	0,06	38,1%	37,3%	0,84
Santo Amaro	12,7%	18,2%	0,59	38,7%	0,0%	0,02
Grajaú	42,4%	41%	0,17	0,4%	0,2%	0,07
Vila Jacuí	36%	34%	0,26	1,2%	0,3%	0,02
Jardim Ângela	43,6%	51,1%	0,16	0,4%	0,0%	0,54
Iguatemi	41,2%	40,1%	0,41	0,4%	0,4%	0,94
Parelheiros	47,8	53,1%	0,002	0,6%	0,1%	0,08

De modo geral, observou-se que em alguns distritos os percentuais de chefes de domicílio com melhor renda e escolaridade se mostraram menores entre os expostos, com ênfase nos distritos de Itaim Bibi, Santo Amaro, Jardim Ângela e Parelheiros. Contudo, houve distritos onde se evidenciaram melhores condições socioeconômicas dos chefes de domicílio que residiam próximos a linhas de transmissão de energia, comparados aos demais. Tal padrão foi observado tanto em distritos de alto IDH, quanto de baixo IDH.

Assim, de maneira geral, verificou-se que no município de São Paulo as pessoas expostas aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ gerados por linhas de transmissão de energia elétrica possuem piores condições de renda e escolaridade em relação às pessoas não expostas. Porém, esse padrão não é homogêneo em toda a cidade, e nem é regido pelas condições socioeconômicas do distrito analisado, pois a análise para averiguar ocorrência de desigualdades entre os distritos por níveis de IDH sugere que as diferenças entre as condições socioeconômicas dos chefes de domicílio expostos comparados aos não expostos não ocorrem de forma similar, e independem do valor de IDH.

6 DISCUSSÃO

6.1 Considerações Gerais

Este trabalho apontou como o paradigma de sociedade pós-moderna e os riscos gerados por ela podem afeta-la e de forma desigual. Até que ponto o atual modelo econômico pautado no consumismo e no imediatismo garantirá um futuro seguro, com qualidade de vida para todos e para as futuras gerações? O risco tem sido foco central na Sociedade Reflexiva, principalmente pela disseminação cada vez maior do uso de tecnologias. Essa preocupação traz à tona a relação entre saúde e meio ambiente, cada vez mais relacionados um à outra. Neste sentido, verifica-se uma constante busca dos saberes científicos no dimensionamento e mensuração dos riscos e seus impactos.

A Epidemiologia sempre foi uma disciplina voltada para o estudo do risco, por meio do levantamento da ocorrência e distribuição das doenças em grupos populacionais. No entanto, nas últimas décadas, a mesma tem se voltado com maior ênfase para o risco individual, o que acaba gerando uma responsabilização das pessoas pelos efeitos adversos que possam lhes acontecer, a partir de seus estilos de vida, escolhas, hábitos. Essa mudança do foco do risco coletivo para o individual tem mostrado limitações, principalmente porque os fatores coletivos e contextuais são importantes geradores de maior vulnerabilidade ao desenvolvimento de doenças.

A população demanda por justiça em todos os sentidos. Ela percebe os impactos gerados pelo desenvolvimento – sob o paradigma da Sociedade Reflexiva –

dos quais a ampla maioria participa de forma marginal. Neste sentido, a construção do conceito de vulnerabilidade vem trazendo importantes contribuições para o campo da saúde, enfatizando uma maior ou menor suscetibilidade ao risco e à ocorrência de doenças, que ultrapassa o âmbito individual, adquirindo uma configuração social e estrutural.

A distribuição dos riscos entre a população, não apenas socialmente, mas espacialmente, torna a temática da Justiça Ambiental uma proposta importante aos estudos de base espacial, principalmente com o uso dos sistemas de informação geográfica. É indiscutível que as análises desta pesquisa foram facilitadas e enriquecidas devido à utilização desses sistemas para armazenar, processar e geocodificar dados, transformando-os em mapas cartográficos.

Sistemas de informação geográfica fornecem várias possibilidades de visualização do território e ferramentas de análise espacial para determinar a proporção de minorias e populações de baixa renda nas áreas de interesse. Desta forma, esta tecnologia permite estimar quantas pessoas estão expostas aos CEM e se esta exposição está desproporcionalmente distribuída entre a população. Entretanto, deve-se enfatizar que, mesmo antes da existência das facilidades trazidas pelo desenvolvimento dos SIG, importantes análises espaciais foram realizadas, como, por exemplo, os estudos de John Snow, em Londres (Rouquayrol 1999) e as diversas análises produzidas pela Escola de Chicago (Pierson 1948), dentre outros. Assim, trata-se de mais uma ferramenta de pesquisa à disposição daqueles que buscam uma sociedade mais justa e menos desigual.

Diante das incertezas e controvérsias em relação ao risco associado à exposição aos CEM, é fundamental a continuidade dos estudos epidemiológicos

sobre o tema, uma vez que fornecerão subsídios para a construção de novas metodologias capazes de mensurar com precisão os possíveis efeitos adversos desses campos para a saúde.

Por meio de busca realizada nas bases de dados bibliográficos como Scielo e PubMed, e entre as próprias referências citadas nos estudos, foi possível constatar o crescimento do interesse em estabelecer uma relação causal entre diversas doenças e a exposição aos CEM, tanto residencial como ocupacional. Os estudos relativos aos CEM multiplicaram-se consideravelmente após a década de 1990, com ênfase na segunda metade da referida década.

A possível relação entre esta exposição e efeitos deletérios à saúde tem suscitado preocupação sobre o tema já há algumas décadas. Em 1979, o estudo de Wertheimer e Leeper (1979) colocou o assunto definitivamente em evidência ao apontar uma relação entre o risco para leucemia em crianças e a exposição aos CEM. Desde então, observa-se uma vasta produção de trabalhos que tentam elucidar o possível risco à saúde advindo da exposição aos CEM em variadas partes do mundo, em especial em países do Hemisfério Norte.

As doenças mais investigadas nos estudos epidemiológicos sobre a exposição residencial a CEM são principalmente leucemia, câncer de cérebro, câncer de mama e as malformações congênitas. Os estudos residenciais dirigidos à investigação do risco de leucemia têm interesse maior no público infantil do que no público adulto.

Embora se verifique um aperfeiçoamento ao longo do tempo na avaliação da exposição, toda esta variabilidade existente entre os métodos que avaliam a exposição aos CEM limita a comparabilidade entre os diversos estudos. Isto dificulta até mesmo o consenso entre os especialistas em relação aos danos provocados à

saúde pela exposição ao eletromagnetismo, uma vez que entre as mesmas doenças de interesse, os resultados dos diferentes estudos podem ser diferentes e até conflitantes.

Outra questão importante a ser destacada é o ínfimo número de estudos epidemiológicos sobre exposição aos CEM em países em desenvolvimento. As razões para isso podem ser o desinteresse pela questão, a limitação de corpos técnicos qualificados, verbas de pesquisa limitadas e a ausência ou má qualidade das bases de dados sobre morbi-mortalidade. A preocupação sobre os efeitos adversos dos CEM deve ser mundial e não apenas fechada aos circuitos dos países desenvolvidos. Isso trará mais contribuições e enriquecimento das técnicas na busca de respostas às dúvidas em relação a essas radiações.

6.2 Considerações Específicas

6.2.1 Prevalência de Exposição aos campos eletromagnéticos

Através deste levantamento, foi possível estimar o percentual da população exposta aos CEM de níveis $\geq 0,3 \mu\text{T}$ gerados por linhas de transmissão aéreas que atravessam o município de São Paulo, em suas mais diversas características, como faixa etária, além de renda e escolaridade dos chefes de domicílios.

Deve-se enfatizar que o estudo assumiu uma distribuição espacial das variáveis demográficas e socioeconômicas uniforme dentro de cada setor censitário. No entanto, é preciso levar em consideração as áreas de servidão onde estão instaladas as linhas de transmissão, estas variam entre 7 m a 60 m de acordo com a tensão da linha. Estas áreas não são habitadas, o que pode tornar o valor de prevalência do município de São Paulo entre 20% e 30% menor do que o obtido.

Nos corredores de exposição $\geq 0,3 \mu\text{T}$ existem 40.677 domicílios, o que equivale a 1,4% do total de domicílios do município de São Paulo e 1,3% da população com 152.176 habitantes e, portanto, estão expostos aos CEM gerados por essas linhas. A estrutura etária da população considerada exposta aos CEM reflete o que se observa no município como um todo, porém há um ligeiro predomínio de indivíduos mais jovens.

Examinando a exposição aos CEM no município de São Paulo, de acordo com grupos etários, observou-se que os maiores índices de prevalência ocorreram entre a população infantil: 0-10 anos e 11 a 14 anos, com 1,5% e 1,4%, respectivamente, e menores índices de prevalência entre população idosa, com 1% em pessoas de 80 anos de idade ou mais. Portanto, houve uma tendência de diminuição da prevalência com o aumento da idade.

Estudo de Kliukiene (2004) encontra uma prevalência de exposição de 5% aos CEM $\geq 0,05 \mu\text{T}$ em mulheres da Noruega para linhas de transmissão cuja tensão variava de 33 kV até 420 kV e cuja largura dos corredores era de 40m até 300m, de acordo com a tensão da linha. Draper et al. (2005) encontram uma prevalência de exposição de 4% entre crianças de 0 a 14 anos residindo a até 600 m de linhas de transmissão de 132 kV e 400 kV na Inglaterra e País de Gales. Nos Estados Unidos 6,3% da população está exposta a níveis de campo magnético $\geq 0,3 \mu\text{T}$ (NIEHS 2002), mas, neste caso, a exposição não se restringe apenas a linhas de transmissão de energia, como ocorre neste e nos estudos supracitados.

Dessa forma, fazendo uma comparação dos resultados de prevalência de exposição aos CEM no município de São Paulo com os resultados obtidos em outros estudos, pôde-se observar que o valor de 1,4% ficou abaixo do encontrado em outros

países como Estados Unidos. Se o valor de campo magnético neste estudo fosse $\geq 0,05 \mu\text{T}$, como adotado na Noruega por Kliukiene (2004), talvez o resultado da prevalência de exposição chegasse próximo do valor obtido, que foi 5%. A prevalência de 4% da população infantil da Inglaterra e País de Gales é estabelecida a partir de corredores cujas larguras são muito superiores aos adotados neste estudo para o município de São Paulo, o que compromete qualquer tentativa de comparação. Além disso, os autores (Draper et al. 2005) não detalham o valor do campo magnético adotado como parâmetro de exposição.

Em estudo piloto realizado nos distritos de Itaim Bibi e Campo Belo, em São Paulo (Gouveia e Habermann 2007) a prevalência de exposição encontrada é de 5,7%. Porém, neste caso, o método de delimitação de corredores é diferente, pois se adota uma largura fixa de 50 m para cada lado da linha. A prevalência encontrada para o conjunto do município pode ter sido inferior porque muitas linhas de transmissão que atravessam a cidade passam em regiões com menor densidade de residências, como os extremos norte e sul da cidade, ou áreas com outros usos, como zonas industriais, comerciais, margens de rios, como a Marginal dos Rios Pinheiros e Tietê, entre outros usos de solo.

Esse resultado da prevalência de exposição aos CEM no município de São Paulo serve de incentivo e base para a realização de estudos em outras cidades, bem como orientar políticas relativas a esses campos. Além disso, atende às expectativas do projeto EMF-SP em contribuir com a comunidade científica internacional, aumentando o campo de diálogo com a mesma, dando maior fundamento a qualquer posicionamento que venha a ser adotado em relação ao sistema de distribuição de energia do país.

6.2.2 Justiça Ambiental e campos eletromagnéticos

Os resultados relativos às variáveis socioeconômicas demonstraram que a população que reside próxima a linhas de transmissão apresentou indicadores de menor renda e instrução, ou seja, a exposição aos CEM $\geq 0,3 \mu\text{T}$ aumentava conforme os níveis de salário e anos de estudo diminuía. Por conseguinte, houve uma tendência de queda do percentual de pessoas expostas com o aumento da renda e escolaridade.

Adotou-se a variável renda, pois esta se relaciona a disponibilidade de recursos das famílias que possibilitam a escolha de melhores locais para residir e maiores oportunidades no acesso a reivindicações e garantia de direitos. A escolaridade também é uma variável importante porque a baixa escolarização é um fator limitante na busca por reivindicação das populações frente a condições adversas. Além disso, limita o acesso das pessoas aos processos decisórios e obtenção de informações referentes aos seus locais de moradia e possíveis externalidades negativas que possam ser implantadas ou que já existam (Barcellos, 2002).

Em estudo citado anteriormente (Gouveia e Habermann, 2007), é demonstrado que no distrito de Itaim Bibi indivíduos de menor renda e escolaridade são mais expostos a CEM. Todavia, este padrão não ocorre uniformemente em todos os distritos analisados, como se poderia pensar ao visualizar o resultado geral da cidade. A maior ou menor vulnerabilidade entre as pessoas expostas aos CEM não apresentou este padrão de ocorrência apenas em distritos com melhores ou piores níveis de IDH. Em distritos de baixo IDH, como Vila Jacuí e Iguatemi, houve melhores níveis de renda e escolaridade entre o grupo de expostos, e o contrário se

verificou em distritos de IDH elevado como Itaim Bibi e Santo Amaro, ou seja, tanto podem existir injustiças entre os distritos nobres como o contrário em distritos da periferia mais pobre.

Resultados iguais a esses, que contrastam com aquele encontrado no município, comprovam a limitação em se trabalhar apenas com uma escala territorial, justamente pelo risco de inferir um único resultado como padrão para toda uma área, desconsiderando sua variabilidade interna. Desse modo, o uso de unidades geográficas menores indicou que o resultado obtido no município como um todo não se repete homogeneamente dentro de seu território.

No entanto, mesmo alguns distritos mostrando resultado distinto ao do município, isto não é o que acontece na maioria dos distritos atravessados por linhas de transmissão e que não entraram na análise por IDH. Esta afirmação baseia-se no resultado obtido no total do município de São Paulo, que mostra associação entre exposição aos CEM e menores índices de renda escolaridade, com resultados estatisticamente significantes para todas as variáveis estudadas, em desacordo com o conceito de Justiça Ambiental.

Este estudo, feito com um recorte transversal, apontou a ocorrência destas desigualdades. Entretanto, o estudo não respondeu quais os mecanismos que geraram estes resultados, ou seja, não se sabe se essas populações mais pobres e menos escolarizadas foram habitar o entorno das linhas de transmissão após a sua existência e por ser um lugar desvalorizado, ou se estas linhas de transmissão surgiram depois, construídas próximas dessas populações.

Na revisão de literatura sobre Justiça Ambiental, foram apresentados métodos e resultados de pesquisas realizadas em outros países. Essas pesquisas poderiam

contribuir em estudos nacionais, porém é necessário adequá-las à nossa realidade. Arrolar estudos descritivos que apontam desigualdades foi um primeiro passo, mas um posterior entendimento de questões mais profundas seria necessário para a compreensão do contexto histórico e cultural que acompanha a formação e estruturação espacial do país e mais especificamente do município de São Paulo.

Outro fator limitante deste estudo transversal é que ele não pôde afirmar se as injustiças verificadas no entorno das linhas de transmissão, entre as populações expostas, não são reflexos de injustiças anteriores, pois os efeitos de outras externalidades importantes não foram verificados e estas podem ser responsáveis ou co-responsáveis pela associação observada.

A revisão de literatura relacionada ao conceito de Justiça Ambiental levantou resultados de diversos estudos indicando uma maior exposição em populações com desvantagens socioeconômicas aos vários poluentes como poluição atmosférica, rejeitos tóxicos, poluição hídrica (Apelberg et al., 2005; Chacrabarty et al., 1999; Diawara et al., 2006; Dolinoy e Miranda, 2004; Goldson, 2006; Harner et al., 2002; Kingham, 2008; Norton et al., 2007; Pearce et al., 2007; Wing et al., 2000; Vogt, e Sorensen, 1995; Kingham et al., 2007), sugerindo maior exposição a esses poluentes pelas pessoas mais vulneráveis. Assim sendo, a vulnerabilidade não se restringe apenas aos CEM.

Num país com renda desigualmente distribuída fica evidente que a exclusão social e econômica da população é algo mais abrangente do que simplesmente residir próximo a uma linha de transmissão de energia ou qualquer outra externalidade negativa. Evidente que estas externalidades são prejudiciais e precisam ser prevenidas e/ou mitigadas. Porém, são necessárias alterações visando melhoria da

qualidade de vida e saúde num âmbito mais amplo, partindo de uma política de redistribuição da renda e riqueza gerada pela economia, para uma sociedade mais eqüitativa.

6.3 Propostas para trabalhos futuros

No sentido de dar continuidade ao trabalho aqui realizado, recomenda-se:

- Aplicar os métodos deste estudo em outras cidades, para haver maior comparabilidade entre os valores de prevalência de exposição aos CEM gerados pelas linhas de transmissão de energia.
- Aprimorar o estudo de prevalência de exposição aos CEM de frequência extremamente baixa com outras fontes além de linhas de transmissão de energia, como uso de aparelhos elétricos, por exemplo, secadores de cabelo, barbeadores, monitores de computador, entre outros, em inquéritos utilizando dosímetros em uma amostra populacional representativa.
- Realizar estudo de prevalência de exposição ambiental aos CEM de frequência extremamente baixa, integrando-o com exposição aos CEM de outras frequências, como alta frequência, representada por torres de telefonia celular, telecomunicações, radares, entre outros.
- Buscar responder quais mecanismos levaram aos resultados que correlacionaram alta prevalência de exposição aos CEM e baixa escolaridade e renda, e quais foram os fatores propulsores deste comportamento. Buscar responder se a linha de transmissão foi mais um atributo que pôde ter gerado maior vulnerabilidade socioeconômica ou se esta foi reflexo da vulnerabilidade previamente existente.

- Como o estudo encontrou maior vulnerabilidade socioeconômica entre a população exposta aos CEM, realizar análises comparativas com outros fatores de risco, como poluição do ar, áreas contaminadas, poluição hídrica, entre outras, para verificar se os mesmos estão relacionados uns aos outros.

7 ANEXO

Aprovação da pesquisa junto a CAPPesq

Faculdade de Medicina
Universidade de São Paulo

Mateus

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 12/07/06, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **572/06**, intitulado: "**Caracterização da população exposta a Campos Eletromagnéticos, em linhas de transmissão e terminais de energia, no Estado de São Paulo**" apresentado pelo **Departamento de Medicina Preventiva**.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX. 2, letra "c")

Pesquisador(a) Responsável: Nelson da Cruz Gouveia

CAPPesq, 12 de julho de 2006.

RECEBIDO SPG 03.08.06
ASS: Euclides

PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO
Presidente da Comissão de Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HCFMUSP e da FMUSP
Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
Rua Ovídio Pires de Campos, 225, 5º andar - CEP 05403 010 - São Paulo - SP
Fone: 011 - 30696442 fax : 011 - 3069 6492 - e-mail : cappesq@hcnet.usp.br / secretariacappesq2@hcnet.usp.br
fe

original retornado (1/06)

8 REFERÊNCIAS

Acselrad H. *Vulnerabilidade ambiental, processos e relações*. Comunicação ao II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais [internet]. Rio de Janeiro: FIBGE, 2006. [citado em 10 mar. 2007]. Disponível em <http://www.justicaambiental.org.br/projetos/clientes/noar>.

Agyeman J, Evans B. 'Just sustainability': the emerging discourse of environmental justice in Britain? *Geogr J*. 2004; 170(2):155-64.

Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, Tynes T, Verkasalo PK. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. *Brit J Cancer*. 2000; 83(5):692-698.

Ahlbom A, Feychting M. Electromagnetic Radiation. *Brit Med Bull*. 2003; 68:157-65.

Anselmo CWSF, Bion FM, Catanho MTJA, Medeiros MC. Possíveis efeitos adversos dos campos eletromagnéticos (50/60 Hz) em humanos e animais. *Ciênc saúde coletiva*. 2005; 10(sup):71-82.

Apelberg BJ, Buckley TJ, White RH. Socioeconomic and Racial Disparities in Cancer Risk from Air Toxics in Maryland. *Environ Health Persp*. 2005; 113(6):693-99.

Ayres JRCM. *Sobre o risco: para compreender a epidemiologia*. São Paulo: Editora Hucitec, 1999.

Ayres JRCM, França Junior I, Calazans GJ, Saletti Filho HC. O conceito de vulnerabilidade e as práticas de saúde: novas perspectivas e desafios. In: Czeresnia

D, Freitas CM, organizadores. *Promoção da Saúde: conceitos, reflexões, tendências*. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz; 2003.

Ayres JRCM. Risco, razão tecnológica e o mistério da saúde. *Interface*. 2007; 11(21):145-63.

Barcellos CC, Sabroza PC, Peiter P, Rojas LI. Organização espacial, saúde e qualidade de vida: Análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. *Inf Epidemiol SUS*. 2002; 11(3):129-38.

Baris D, Linet M, Auvinen A, Kaune W T, Wacholder S, Kleinerman R, Hatch E, Robison L, Niwa S, Haines C, Tarone RE. Temporal and other exposure aspects of residential Magnetic Fields measurement in relation to Acute Lymphoblastic Leukaemia in children: The National Cancer Institute/Children's Cancer Group Study. *Radiat Prot Dosim*. 1999; 83(1-2):53-60.

Barros RP, Henriques R, Mendonça R. Desigualdade e pobreza no Brasil: retrato de uma estabilidade inaceitável. *Rev Bras Ci Soc*. 2000; 15(42):123-42.

Baumgardt-Elms C. Residential exposure to overhead high-voltage lines and the risk of testicular cancer: results of a population-based case-control study in Hamburg (Germany). *International Arch Occupational Environmental Health*. 2005; 78:20-26.

Beck U. *Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna*. São Paulo: Edunesp, 1997.

Beck U. *La Sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós, 2002.

Blaasaas KG, Tynes T, Lie RT. Residence Near Power Lines and the Risk of Birth Defects. *Epidemiology*. 2003; 14(1):95-8.

Bren SPA. Historical introduction to EMF Health effects. *IEEE Eng Med Biol*. 1996; 15(4):24-30.

Buzzelli M. Bourdieu does environmental justice? Probing the linkages between population health and air pollution epidemiology. *Health Place*. 2007; 13(01):03-13.

Canadian Electricity Association (CEA). *Electric and magnetic fields: Perspectives: Facts on EMF* [Internet]. Fevereiro 2006. [citado em 28 nov. 2006]. Disponível em http://www.canelect.ca/EMF/Pdf/2999_PerspectiveEN_Electric_MagneticFields.pdf.

Cardona OD. *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión*. International work-conference on Vulnerability in Disaster theory and practice. Disaster studies of Wageningen University and Research Center: Wageningen; 2001.

Chacraborty J, Schweitzer LA, Forkenbrock DJ. Using GIS to assess the Environmental Justice consequences of transportation system changes. *Trans GIS*. 1999; 03(3):239-58.

Chor D, Faerstein E. Um enfoque epidemiológico da promoção da saúde: as idéias de Geoffrey Rose. *Cad Saúde Pública*. 2000; 16(1):241-244.

Clayton S. Models of Justice in Environmental Debate. *J S Issues*. 2000; 56(3):459-74.

Coleman MP, Bell CMJ, Taylor HL, Primic-Zakelj M. Leukemia and residence near electricity transmission equipment: a case-control study. *Brit J Cancer*. 1989; 60:793-798.

Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL). *Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos e nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas. Síntesis y conclusiones*. Brasília: UNA; 2002.

Copeland KT, Checkoway H, McMichael AJ, Holbrook RH. Bias due to misclassification in the estimation of relative risk. *Am J Epidemiol*. 1977; 105:488-95.

Davis S, Mirick DK, Stevens RG. Residential Magnetic Fields and the Risk of Breast Cancer. *Am J Epidemiol*. 2002; 155(5):446-54.

Diawara MM, Litt JS, Unis D, Alfonso N, Martinez L, Crock JG, Smith DB, Carsella J. Arsenic, Cadmium, Lead, and Mercury in surface soils, Pueblo, Colorado: implications for population health risk. *Environ Geochem Hlth*. 2006; 28:297-315.

Dolinoy DC, Miranda ML. GIS Modeling of Air Toxics Releases from TRI-Reporting and Non-TRI-Reporting Facilities: Impacts for Environmental Justice. *Environ Health Persp*. 2004; 112(17):1717-24.

Draper G, Vincent T, Kroll ME, Swanson J. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *Brit Med J*. 2005; 330:1290-95.

Feito L. Vulnerabilidad. *Anales Sis San Navarra* . 2007; 30(Sup 3):7-22.

Feychting M, Ahlbom A, Kheifets L. EMF and Health. *Annu Rev Publ Health*. 2005; 26:165-89.

Frazier EF. O Harlem dos Negros: Estudo Ecológico. In: Pierson D, organizador. *Estudos de Ecologia Humana*. São Paulo: Ed. Livraria Martins; 1948. p. 462-79.

Freitas CM, Porto MFS. *Discutindo o papel da ciência frente à Justiça Ambiental* [internet]. Indaiatuba: Anais do II Encontro da ANPPAS; 2004. [Citado em abril de 2007]. Disponível em: www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT17/gt17_marcelo_porto.pdf.

Fulton JP, Cobb S, Preble L, Leone L, Forman E. Electrical wiring configurations and childhood leukemia in Rhode Island. *Am J Epidemiol.* 1980; 111(3): 292–296.

Giddens A. Risco, confiança, reflexividade. In: Beck, U. *Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna*. São Paulo: Edunesp; 1997. p. 219-34.

Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). *Município de São Paulo – MSP* [internet]. São Paulo: 2008. [Citado em setembro de 2008. Disponível em: <http://www.seade.sp.gov.br/produtos/msp/index.php>.

Giddens A. *Modernidade e identidade*. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar; 2002.

Gouldson A. Do firms adopt lower standards in poorer areas? Corporate social responsibility and environmental justice in the EU and the US. *Area.* 2006; 38(4):402–12.

Gouveia N, Habermann M. Justiça Ambiental e exposição aos campos eletromagnéticos da linha de transmissão de energia Sul-Bandeirantes nos distritos Itaim Bibi e Campo Belo, São Paulo/SP. *Geografia.* 2007; 32(2):335-348.

Graneski S, Bolin B, Boone C. Criteria Air Pollution and marginalized populations: environmental inequity in Metropolitan Phoenix, Arizona. *Soc Sci Quart.* 2007; 88(2):535-554.

Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. *Epidemiology.* 2000; 11:624-34.

Gurney JG, Mueller BA, Davis S, Schwartz SM, Stevens RG, Kopecky, KJ. Childhood Brain Tumor Occurrence in Relation to Residential Power Line Configurations, Electric Heating Sources, and Electric Appliance Use. *Am J Epidemiol.* 1996; 143(2):120-28.

Hansen NH, Sobel E, Davanipour Z, Gillette LM, Niiranen J, Wilson BW. EMF Exposure Assessment in the Finnish Garment Industry: Evaluation of Proposed EMF Exposure Metrics. *Bioeletromagnetics*. 2000; 21:57-67.

Harner J, Warner K, Pierce J, Huber T. Urban Environmental Justice Indices. *Prof Geogr*. 2002; 54(3):318-31.

Harvey DA. *Justiça Social e a cidade*. São Paulo: Ed. Hucitec; 1980.

Hayes MV. On the epistemology of risk: language, logic and social science. *Social Sci Med*. 1992; 35(4):401-07.

Herculano S. *Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil* [internet]. Indaiatuba: I Encontro da ANPPAS; 2002. [Citado em 10 abril 2007]. Disponível em: http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/teoria_meio_ambiente/Selene%20Herculano.pdf.

Hogan DJ. Mobilidade populacional, sustentabilidade ambiental e vulnerabilidade social. *Rev Bras Estud Popul*. 2005; 22(2):323-38.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Recomendaciones para limitar la exposición aos campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz). *Health Phys*. 1998; 74(4):587-593.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Review of the Epidemiologic Literature on EMF and Health. *Environ Health Persp*. 2001; 109 (Sup 6):911-33.

International Commission on Radiological Protection (ICRP). Low-dose extrapolation of radiation related cancer risk. *Annals of the ICRP*. 2005; 35(4):1-142.

Jeffers D. Power Frequency Transmission and Installations in the UK. *Radiat Prot Dosim.* 1997; 72(3–4):259–269.

Kabuto M, Nitta H, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y, Hagihara J, Isaka K, Saito T, Ojima T, Nakamura Y, Mizoue T, Ito S, Eboshida A, Yamazaki S, Sokejima S, Kurokawa Y, Kubo O. Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: A case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. *Int J Cancer.* 2006; 119:643–50.

Kasperson RE, Renn O, Slovic P. The Social Amplification of Risk: A conceptual framework. *Risk Anal.* 1988; 18(2):177-87.

Kheifets LI, Greenberg RS, Neutra RR, Hester GL, Poole CL, Rall DP, Lundell G. Electric and Magnetic Fields and Cancer: Case Study. *Am J Epidemiol.* 2001; 154(sup 12):s50-s58.

Kheifets L, Sahl JD, Shimkhada R, Repacholi MH. Developing Policy in the Face of Scientific Uncertainty: Interpreting 0.3 μ T or 0.4 μ T cut points from EMF Epidemiologic Studies. *Risk Anal.* 2005; 25(4):927-35.

Kheifets L, Shimkhada R. Childhood Leukemia and EMF: Review of the Epidemiologic Evidence. *Bioelectromagnetics.* 2005; Sup. 7:S51-S59.

Kheifets L, Afifi AA, Shimkhada R. Public Health Impact of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields. *Environ Health Persp.* 2006; 114(10):1532-37.

Kingham S, Pearce J, Zawar-Reza P. Driven to injustice? Environmental Justice and vehicle pollution in Christchurch, New Zealand. *Transport Res.* 2007; D12:254-63.

Klaeboe L, Blaasaas KG, Haldorsen T, Tynes T. Residential and occupational exposure to 50-Hz magnetic fields and brain tumors in Norway: A population-based study. *Int J Cancer.* 2005; 115:137–41.

Kliukiene J, Tynes J, Andersen A. Residential and Occupational Exposures to 50-Hz Magnetic Fields and Breast Cancer in Women: A Population-based Study. *Am J Epidemiol.* 2004; 159(9):852-61.

Koifman S, Viana TS, Silveira CLP, Carneiro MTD, Koifman RJ, Sarcinelli PN, Mattos RCOC, Lima JS, Silva JJO, Moreira JC, Ferreira MFA, Fernandes C, Bulcão AC. Agrupação de casos de câncer em adultos jovens indígenas residindo nas proximidades de linhas de transmissão de alta tensão elétrica em Bom Jesus do Tocantins, Pará, Brasil. *Cad Saúde Pública.* 1998; 14 (sup 03):161-72.

Kolluru RV. *Risk assessment and management handbook for environmental, health, and safety professionals.* New York: McGraw- Hill Inc; 1996.

Kurokawa Y, Nitta H, Kabuto M. Evaluation of Residential Exposure to Intermediate Frequency Magnetic Fields. *Arch Environ Health.* 2004; 59(12):693-99.

Kurtz HE. Reflections on the iconography of environmental justice activism. *Area.* 2005; 37(1):79-88.

Lash S. Sistemas especialistas ou interpretação situada? Cultura e instituições no capitalismo desorganizado. In: Beck U, organizador. *Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna.* São Paulo: Edunesp; 1997. p. 235-54.

Lefebvre H. *The Production of Space.* Oxford: Blackwell Publishers; 1991.

Li DK, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, Bracken TD, Senior R, Rankin R, Iriye R. A Population-Based Prospective Cohort Study of Personal Exposure to Magnetic Fields during Pregnancy and the Risk of Miscarriage. *Epidemiology.* 2002; 13(1):09-20.

London SJ, Pogoda JM, Hwang KL, Langholz B, Monroe KR, Kolonel LN, Kaune WT, Peters JM, Henderson BE. Residential Magnetic Field Exposure and Breast Cancer Risk: A Nested Case-Control Study from a Multiethnic Cohort in Los Angeles County, California. *Am J Epidemiol.* 2003; 158(10):969–80.

Lupton D. Risk as moral danger: the social and political functions of risk discourse in public health. *Int J Health Serv.* 1993; 23(3):425-35.

Marandola Jr E, Hogan, J.D. Natural hazards: O estudo geográfico dos riscos e perigos. *Ambient Soc.* 2004; VII(2):95-109.

Marandola JR E, Hogan JD. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. *Revista Brasileira de estudos de população.* 2005; 22(1):29-53.

Mattos IE, Koifman S. Mortalidade por câncer em trabalhadores de companhia geradora de eletricidade do estado de São Paulo, Brasil. *Rev Saúde Publ.* 1996; 30(6):564-75.

McBride ML, Gallagher RP, Thériault G, Armstrong BG, Tamaro S, Spinelli JJ, Deadman JE, Fincham S, Robson D, Choi W. Power-Frequency Electric and Magnetic Fields and Risk of Childhood Leukemia in Canada. *Am J Epidemiol.* 1999; 149(9):831-42.

Mejia-Arangure JM; Fajardo-Gutierrez AF; Perez-Saldivar ML; Gorodezky C; Martinez-Avalos A; Romero-Guzman L, Campo-Martinez MA, Flores-Lujano J, Salamanca-Gomez F, Velasquez-Perez L. Magnetic Fields and Acute Leukemia in Children with Down Syndrome. *Epidemiology*; 18(1):158-61. 2007.

Minkler M, Tajik M, Patersen D. Promoting Environmental Justice through Community-Based Participatory Research: The Role of Community and Partnership Capacity. *Health Educ Behav.* 2006; XX (X):01-19.

Morello-Frosch R, Lopez R. The riskscape and the color line: Examining the role of segregation in environmental health disparities. *Environ Res.* 2006; 102(02):181-96.

Myers A, Clayden AD, Cartwright RA, Cartwright SC. Childhood cancer and overhead power lines: a case-control study. *Brit J Cancer.* 1990; 62:1008-14.

Nardocci AC. Gerenciamento Social de Riscos. *Rev Direito Sanit.* 2002; 03(1):64-77.

National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS). *EMF Associated with the use of Electric Power. Questions and Answers* [internet]. NIEHS/DOE EMF RAPID Program, 2002. [Citado em Jun. 2007]. Disponível em: <http://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/emf/docs/emf2002.pdf>.

Norton JM, Wing S, Lipscomb HJ, Kaufman JS, Marshall SM, Cravey AJ. Race, wealth and solid waste facilities in North Carolina. *Environ Health Persp.* 2007; 115(9):1344-50.

Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G. Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children. *Brit Med J.* 1993; 307:891-95.

Organização Mundial de Saúde (OMS). *¿Qué son los Campos electromagnéticos?* [Internet]. [citado em 29 nov. 2006]. Disponível em <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index.html>.

Park RE. Ecologia Humana. In: Pierson D, organizador. *Estudos de Ecologia Humana*. São Paulo: Ed. Livraria Martins; 1948. p. 21-37.

Pearce J, Kingham S. Environmental inequalities in New Zealand: A national study of air pollution and Environmental Justice. *Geoforum.* 2008; 39:980-93.

Pierson D, organizador. *Estudos de Ecologia Humana*. São Paulo: Ed. Livraria Martins; 1948.

Poole C, Ozonoff D. Magnetic fields and childhood cancers. *IEEE Eng Med Biol.* 1996; 15(4):41-9.

Porto MF. Saúde do trabalhador e o desafio ambiental: contribuições do enfoque ecossocial, da ecologia política e do movimento pela Justiça Ambiental. *Ciênc saúde coletiva.* 2005; 10(4):829-839.

Prefeitura de São Paulo, Secretaria Municipal de Desenvolvimento, Trabalho e Solidariedade. *Desigualdade em São Paulo: o IDH.* São Paulo: Prefeitura do município de São Paulo; 2002.

Quenn A. Estudo Ecológico de Perturbações Mentais. In: PIERSON D, organizador. *Estudos de Ecologia Humana.* São Paulo: Ed. Livraria Martins; 1948. p. 436-49.

Reckless WC. Distribuição pela cidade da prostituição organizada. In: PIERSON D, organizador. *Estudos de Ecologia Humana.* São Paulo: Ed. Livraria Martins; 1948. p. 480-94.

Repacholi MH, Greenbaum B. Interaction of Static and Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields with Living Systems: Health Effects and Research Needs. *Bioelectromagnetics.* 1999; 20:133–60.

Rose, G. Sick individuals and sick populations. *Int J Epidemiol.* 2001; 30:427-32.

Rouquayrol M. *Epidemiologia & Saúde.* 5ª Edição. Rio de Janeiro: Medsi; 1999.

Sá JLCP. *Campos electromagnéticos de extremamente baixa frequência, Saúde Pública e linhas de alta tensão* [internet]. Lisboa: Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, 2008. [citado em 06 mai 2008]. Disponível em <https://fenix.ist.utl.pt/homepage/ist11935/campos-electromagneticos,-saude-publica-e-linhas-de-alta-tensao>.

Santos M. *O espaço do cidadão*. 5ª edição. São Paulo: Studio Nobel; 2000.

Santos M. *Da totalidade ao Lugar*. São Paulo: Edusp; 2005.

Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA, John EM, Tvrdik JG. Case-Control Study of Childhood Cancer and Exposure to 60 Hz Magnetic Fields. *Am J Epidemiol*. 1988; 128(1):21-38.

Schmid FC. O suicídio em Minneapolis, estado de Minnesota. In: Pierson D, organizador. *Estudos de Ecologia Humana*. São Paulo: Ed. Livraria Martins; 1948. p. 563-81.

Shaw GM, Nelson V, Todoroff K, Wasserman CR, Neutra RR. Maternal Periconceptional Use of Electric Bed-Heating devices and Risk for Neural Tube Defects and Orofacial Clefts. *Teratology*. 1999; 60:124-29.

Shaw R. Delinquência infantil e desorganização social. In: Pierson D, organizador. *Estudos de Ecologia Humana*. São Paulo: Ed. Livraria Martins; 1948: p. 382-88.

Sjöberg L, Drott-Sjöber GBM. Risk Perception. In: *International Conference on Radiation and Society: Comprehending Radiation Risk*. Paris: IAEA; 1994. p. 24-8.

Slovic P. Perception of Risk: Reflections on the Psychometric Paradigm. In: krimsky S, Golding D, editors. *Social theories of risk*. London: Praeger; 1992. p. 117-52.

Smith K. *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*. London: Routledge Physical Environment series; 1992.

Soja EW. *Post Modern Geographies: the reassertion of space in critical social theory*. London: Verso; 1994.

Spink, MJP. Trópicos do discurso sobre risco: risco-aventura como metáfora na modernidade tardia. *Cad Saúde Pública*. 2001; 17(6):1277-1311.

Touché, G.E. Ecological Sustainability, Environmental Justice, and Energy Use: An Annotated Bibliography. *J Plan Lit*. 2004; 19(2):206-26.

Tynes, T.; Haldorsen, T. Electromagnetic Fields and Cancer in Children Residing Near Norwegian High-Voltage Power Lines. *Am J Epidemiol*. 1997; 145(3):219-26.

United Kingdom Childhood Cancer Study Investigators (UKCCSI). Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. *Lancet*. 1999; 354(4):1925-31.

Vecchia P. Electromagnetic Fields and Precautionary Policies. In: IEEE International Symposium on Technology and Society University as a Bridge from technology to society; September 6-8, 2000. Rome. 2000. p. 261-62.

Verdeil V. L'Équité Territoriale. *Espace Geographique*. 1998; 03:204-16.

Verkasalo PK, Kaprio J, Varjonen J, Romanov K, Heikkilä K, Koskenvuo M. Magnetic Fields of Transmission Lines and Depression. *Am J Epidemiol*. 1997; 146 (12):1037-35.

Verkasalo PK, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Järvinen PJ, Heikkilä KV, Koskenvuo M. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *Brit Med J*. 1993; 307:895-99.

Vetter DM, Massena RMR. Quem se apropria dos benefícios líquidos dos investimentos do Estado em infra-estrutura urbana? Uma Teoria de Causação Circular. In: Silva LAM, organizador. *Solo Urbano: tópicos sobre o uso da terra*. Rio de Janeiro: Zahar; 1982. p. 49-78.

Vogt BM, Sorensen JH. *Environmental Assessment and Social Justice*. Oak Ridge [Tennessee]: Oak Ridge National Laboratory, 1995.

Wartenberg D, Greenberg M, Lathrop R. Identification and characterization of population living near high-voltage transmission lines: a Pilot Study. *Environ Health Persp*. 1993; 101(7):626-32.

Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol*. 1979; 109(3):273–84.

Wertheimer N, Leeper E. Adult cancer related to electrical wires near the home. *Int J Epidemiol*. 1982; 11(4):345-55.

Wing S, Cole D, Grant G. Environmental Injustice in North Carolina's Hog Industry. *Environ Health Persp*. 2000; 108(3):225-31.

Zhu K, Hunter S, Payne-Wilks K, Roland CL, Forbes DS. Use of Electric Bedding Devices and Risk of Breast Cancer in African-American Women. *Am J Epidemiol*. 2003; 158(8):798–806.