

## Verificação dos Níveis de Irradiação das Estações Rádio-Base

Apesar da população ter demonstrado apreensão quanto aos efeitos associados ao campo irradiado pelas ERB, o problema dominante analisado pelas pesquisas é o da irradiação do terminal portátil sobre a cabeça do usuário. A partir da equação acima e com o valor da densidade de potência limiar, é possível estimar a distância da ERB associada a este valor limiar. Para essa estimativa, será adotada uma análise de pior caso, como detalhado a seguir:

- ERB-TDMA, com 21 portadoras por setor;
- densidade de potência avaliada na direção de máxima irradiação de uma das antenas;
- apenas uma antena considerada no cálculo;
- considera-se que todas as portadoras estão em operação e com o mesmo nível de intensidade;
- valores típicos de potência transmitida variando entre 30 e 45 dBm, e antenas com ganho típico de 10 dBi.

A Tabela 2 apresenta distâncias associadas ao limiar de segurança da ICNIRP, calculadas segundo a análise de pior caso descrita acima.

$P_t$ [dBm]	Distância estimada de limiar [m]	
	900 MHz	1900 MHz
30	1,927	1,326
36	3,845	2,646
42	7,672	5,28
45	10,837	7,458

Tabela 2. Distâncias teóricas estimadas associadas ao limiar de segurança europeu para densidade de potência.

Os valores estimados na Tabela 2 são tão pequenos que mal caem na zona de campo distante de uma antena típica de uma ERB - para uma antena operando em 900 MHz com dimensão máxima de 1 a 2 m, a distância mínima de campo distante seria de 6 a 24 m. Ainda assim, eles servem como indicação que

existem circunstâncias onde o público pode ter acesso a áreas onde os limiares podem ser ultrapassados. A situação mais representativa deste caso corresponde a um apartamento à mesma altura de uma antena de uma ERB, com visada direta para a direção principal da antena. De fato, tal situação é mencionada por Moulder [3], que cita a distância típica de 6 m, em concordância com os valores da tabela 2.

Deve-se ressaltar que as potências utilizadas no cálculo acima são tipicamente para macrocélulas. As potências para microcélulas variam em torno de 20 dBm. Esta distinção é importante pois é comum a instalação de antenas microcelulares em postes ou paredes de edifícios em alturas relativamente baixas (3 m), sem área ou grade de proteção.

O tipo de tecnologia de acesso também deve ser levado em consideração, no que se refere às potências típicas empregadas. Sistemas CDMA, por exemplo necessitam de menos potência para transmissão que os IS-136. Já os sistemas baseados na tecnologia GSM costumam operar com níveis relativamente mais altos.

A situação de "pior caso", exemplificada, é bastante improvável. Primeiramente, apenas estações em área de muita demanda utilizam todas as portadoras, e apenas em horários de pico elas estarão ocupadas simultaneamente. A equação de densidade de potência representa ainda uma situação de propagação idealizada. Na prática, o índice de decaimento com a distância assume valores maiores que 2 (3 a 5 tipicamente) [11]. Um outro argumento relevante refere-se à grande atenuação em direções verticais em função do diagrama de irradiação da antena. Próximo a estações macrocelulares que ocupam uma área própria, torres com diferentes alturas são utilizadas. Além da proteção natural conferida pela irradiação reduzida na vertical, a distância que separa a antena do solo atenua ainda mais o sinal recebido nesta condição. Com relação a antenas sobre tetos de edifícios, moradores de um andar imediatamente abaixo têm a proteção do próprio teto, que atenua bastante o sinal (10 a 20 dB tipicamente) [12], além da já citada atenuação direcional vertical da antena.

### III.2. Medida

A avaliação teórica sobre o problema indica que apenas muito próximo à antena de uma ERB é possível, porém improvável, estar exposto a valores em torno do limiar de segurança. Entretanto, a melhor forma de se verificar isto é através de medidas.

Uma extensa campanha de medidas na cidade do Rio de Janeiro foi feita. Foram coletados dados em áreas urbanas, suburbanas e rurais. A maioria dos testes foi feita na faixa de frequência da tecnologia de acesso TDMA. Contudo, alguns dados foram coletados na faixa de frequência CDMA e GSM.

Utilizando uma antena discônica, amplificadores apropriados, um analisador de espectro e um computador com placa de aquisição de dados, foi possível verificar a densidade de potência em um determinado local, segundo a metodologia detalhada em [10]. A Tabela 3 apresenta os valores mais altos verificados em medições realizadas em regiões consideradas suburbanas. A altura das torres variou de 40 a 60 metros e a EIRP variou de 40 a 49 dBm na região suburbana.

A Tabela 4 apresenta os valores mais altos verificados em medições realizadas em regiões consideradas urbanas. Nas regiões urbanas foram coletados dados tanto em macrocélulas quanto em microcélulas. A altura das torres variou de 7 a 30 metros e a EIRP variou de 35 a 44 dBm na região urbana.

<b>Local</b>	<b>S [W/m<sup>2</sup>]</b>
Recreio	1,89 x 10 <sup>-6</sup>
Vargem Pequena	2,49 x 10 <sup>-7</sup>
Vargem Grande	1,03 x 10 <sup>-7</sup>
Santa Cruz	1,76 x 10 <sup>-7</sup>
Sepetiba	3,27 x 10 <sup>-7</sup>
Campo Grande	2,27 x 10 <sup>-7</sup>
Guaratiba	1,16 x 10 <sup>-7</sup>

Tabela 3. Valores de densidade de potência estimada (S) próximo a ERB de uma operadora de telefonia celular a partir de medidas em regiões suburbanas.

<b>Local</b>	<b>S [W/m<sup>2</sup>]</b>
Ipanema (Rua Prudente de Moraes)	$1,4 \times 10^{-7}$
Ipanema (Rua Joana Angélica)	$1,33 \times 10^{-7}$
Copacabana (Rua Miguel Lemos)	$1,25 \times 10^{-7}$
Ipanema (Rua Alberto de Campos)	$2,9 \times 10^{-7}$
São Cristóvão (Rua Escobar)	$2,25 \times 10^{-7}$
Leblon (Rua Gal Venâncio Flores)	$1,04 \times 10^{-7}$
Arpoador (Rua Francisco Otaviano)	$3,14 \times 10^{-7}$

Tabela 4. Valores de densidade de potência estimada (S) próximo a ERB de uma operadora de telefonia celular a partir de medidas em regiões urbanas.

A Tabela 5 apresenta os valores mais altos verificados em medições realizadas no interior de um prédio de 6 andares, com uma ERB de 3 setores instalada em seu teto.

<b>Local</b>	<b>S [W/m<sup>2</sup>]</b>
Teto 1	7,49 x 10 <sup>-4</sup>
Teto 2 (em frente a uma antena)	4,17 x 10 <sup>-2</sup>
Ap 602 - varanda	1,14 x 10 <sup>-4</sup>
Ap 502 - varanda	1,11 x 10 <sup>-4</sup>
Ap 201 - varanda	1,68 x 10 <sup>-5</sup>
Ap 302 - porta da varanda	1,02 x 10 <sup>-4</sup>
Ap 402 - sala	4,04 x 10 <sup>-5</sup>
Entrada do prédio	1,68 x 10 <sup>-6</sup>

Tabela 5. Valores de densidade de potência estimada (S) próximo a ERB de uma operadora de telefonia celular a partir de medidas no interior de um prédio de 6 andares.

Conforme esperado, observa-se que os valores verificados são muito menores que os limites de segurança estabelecidos tanto na norma do IEEE quanto na do ICNIRP (6 e 4,5 W/m<sup>2</sup>, respectivamente). Segundo Moulder [3], por exemplo, uma ERB a 10 m do solo, na maior potência possível, pode produzir uma densidade de potência de até 0,1 W/m<sup>2</sup> no solo próximo à torre. Mas as densidades de potência efetivamente verificadas no solo têm valores na casa de 0,0001 a 0,005 W/m<sup>2</sup>, muito abaixo dos níveis das diretrizes de segurança. A ordem de grandeza dos valores está em conformidade ainda, com outras medidas ou estimativas disponíveis [13-16].

#### IV. Estudos Associando o Câncer à Irradiação de Microondas

Por décadas cientistas têm estudado as formas pelas quais irradiações, produtos químicos e drogas podem danificar as estruturas importantes das células, entre as quais o núcleo (onde o DNA se localiza), a mitocôndria (que gera a energia da célula) e as membranas. Como base para o trabalho, eles construíram modelos de como o câncer começa. Ele pode ser iniciado por irradiação ionizante, que tem a capacidade de separar elétrons dos átomos, e por carcinógenos, substâncias que incluem do gás mostarda à fumaça do cigarro, e que podem desarrumar processos-chave como a divisão celular [1].

Estabelecer ligações entre o câncer e a exposição ambiental de qualquer tipo é muito difícil, por causa

da falta de uma causa única de câncer, e por uma série de outras razões. As agências de saúde confiam principalmente em dois tipos de estudo quando investigam agentes carcinogênicos (ou simplesmente carcinogênicos) suspeitos: estudos epidemiológicos, que envolvem análises estatísticas de registros de saúde de pacientes; e testes padrão, realizados em animais ou em células [2]. Em nenhuma destas frentes tem havido evidência replicada que a irradiação de microondas cause câncer, mesmo em níveis altos de exposição [3]. A pesquisa nesta área tem sido extensa, mas ainda assim não há evidências replicadas nem de estudos epidemiológicos, nem de estudos em laboratório, nos níveis associados à exposição pública de antenas de ERB. Os relatos que indicam a associação entre câncer ou males associados ao câncer, são estudos com animais ainda não replicados [3, 17].

Os estudos epidemiológicos não têm indicado associação direta entre o câncer e a irradiação nos níveis de densidade de potência normalmente encontrados emitida por ERB, mas sim a radiações de intensidade em torno dos limites de segurança atuais, ou maiores. E mesmo nesses casos, tais estudos não encontraram correlações significativas [3]. Dentre os trabalhos mais relevantes que descartam a associação com o câncer, destaca-se o recente e grande levantamento da Associação Dinamarquesa do Câncer, que avaliou os registros de mais de 420.000 indivíduos que começaram a usar celulares entre 1982 e 1995. Comparando os registros de câncer no cérebro ou no sistema nervoso verificados naquele grupo com as taxas de incidência da doença na Dinamarca, concluiu-se que o estudo não sustentava nenhuma ligação entre o uso dos aparelhos e tumores cerebrais, nas glândulas salivares ou mesmo leucemia [18]. A expressividade deste resultado como evidência contrária da associação entre câncer e aparelhos celulares é destacada inclusive no Brasil, pelo oncologista Luiz Paulo Kowalski, diretor do departamento de cabeça e pescoço do Hospital do Câncer, de São Paulo [19].

O câncer no cérebro leva anos ou décadas para desenvolver, e os estudos epidemiológicos nada falam sobre riscos futuros. Detectar riscos de curto ou longo prazo de câncer não é fácil. Para detectar pequenos aumentos de risco seriam necessários estudos muito amplos, que são difíceis de controlar e usualmente controversos em sua interpretação. Qualquer estudo válido deveria avaliar o uso individual de celulares durante uma década ou mais, algo complicado dada a velocidade do desenvolvimento tecnológico [2].

Os estudos com animais também não têm suportado uma ligação entre câncer e celulares, de modo geral. Para que um estudo deste tipo seja associado a uma avaliação de risco aos humanos, é preciso:

- replicar independentemente os resultados;
- realizar estudo similar com ratos normais;
- determinar a relação entre exposição e resposta.

Quando se deseja saber se algo pode causar câncer, normalmente começa-se com um grupo sensitivo de animais (eventualmente modificados geneticamente para tal) e uma alta dose do agente. Isto maximiza a chance de se encontrar alguma evidência. Se nada for encontrado sob tais circunstâncias, pode-se então ficar bastante confiante de que o agente investigado é não-carcinogênico. Se, por outro lado, câncer em excesso for encontrado, torna-se necessário determinar se isto também ocorrerá em animais normais e/ou em doses mais razoáveis.

Outro ponto importante é a dificuldade em expor os animais a níveis uniformes de irradiação. Basicamente, ou os animais são tratados com liberdade de movimento com mínimo distúrbio, e se aceita uma maior incerteza da dosimetria; ou se obtém uma boa dosimetria, ao risco de se produzir resultados

artificiais devido ao manuseio e ao confinamento.

Com relação a estudos com células, sabe-se que agentes que possam danificar o DNA celular são presumidos potencialmente carcinogênicos. Tais agentes são chamados de genotoxinas ou agentes com atividade genotóxica. Em geral, estudos de células expostas a RF não encontraram evidência de genotoxicidade, a menos que a SAR fosse alta o suficiente para causar algum dano térmico [3].

#### V. Demais Efeitos em Estudo

A outra grande preocupação dos pesquisadores atualmente, com relação à exposição à irradiação de RF, além da possível associação com o câncer, são os chamados "efeitos não-térmicos". Na verdade, mesmo alguns estudos sobre o câncer estão associados a efeitos deste tipo. Os efeitos não-térmicos não são mediados pelo calor, mas sim devidos à interação direta do campo eletromagnético com moléculas ou componentes do tecido, uma vez que suas partículas tentarão se orientar com o campo elétrico de modo a minimizar sua energia potencial. Tais efeitos ainda não são muito bem compreendidos e suas conseqüências exatas para a saúde humana ainda estão sendo investigadas [4].

Um possível efeito fisiológico é a dor-de-cabeça. Na verdade, ninguém tem alegado haver evidências de que as irradiações das ERB causem dores de cabeça, mesmo porque, não há base biofísica ou fisiológica para tal. Entretanto, alguns estudos reportam este efeito nos usuários dos telefones celulares. Tendo em vista esta associação, é possível que este efeito ocorra [3].

De maneira geral, os diversos estudos com usuários de aparelhos celulares indicando alguma evidência de mudança comportamental ou fisiológica [3, 20] ainda não foram replicados. Em particular, considerando-se os baixos níveis de exposição associados a uma ERB, nenhum dos estudos provê evidência substancial de que a irradiação naqueles níveis possa causar algum risco à saúde. Na verdade, muitos dos efeitos reportados nem implicam necessariamente na existência de um risco [3].

Entre os controversos e não replicados efeitos à saúde de pessoas analisadas citados na literatura estão [3]:

- aumento na pressão sanguínea;
- alteração da atividade elétrica do cérebro;
- pequenas mudanças em exames de eletro-encefalograma (EEG);
- pequenas mudanças no padrão de sono;
- possibilidade de danos à barreira de sangue que resguarda o cérebro de certas toxinas;
- mudanças na percepção de cálcio pelas células.
- mudanças na proliferação das células;
- redução da fertilidade de ratos;
- redução da alimentação e bebida de ratos;

- Defeitos de nascença e abortos.

Vale reforçar que alguns dos efeitos acima são possivelmente efeitos térmicos, resultantes da exposição a níveis altos de irradiação. Nos níveis da irradiação emitida por ERB, insuficientes para causar tal aquecimento, não há evidências de tais efeitos [3]. Mais ainda, na contramão da divulgação de efeitos possivelmente perigosos, há ainda vários trabalhos que apontam para a ausência de efeitos nocivos [21-22].

Outra linha de pesquisa que vem ganhando atenção é a que procura identificar efeitos não-térmicos associados especificamente ao fato de a irradiação dos celulares ser pulsada, ou seja, ao fato do sinal irradiado ser modulado. O pesquisador norte-americano W. Ross Adey estuda tais efeitos há mais de 20 anos. Uma de suas pesquisas, por exemplo, verificou que a irradiação modulada em amplitude nas frequências de 150 e 450 MHz poderiam produzir mudanças na percepção de cálcio em células do sistema nervoso. Trabalhos posteriores de outros autores, entretanto, refutaram aquelas conclusões [1].

Outro grande defensor da teoria de que a modulação seria por si só causadora de alguns efeitos fisiológicos e comportamentais é o biofísico G. J. Hyland [23]. Entretanto, vários dos efeitos que ele cita são especulações teóricas controversas, e sua argumentação contra a dependência dos efeitos com o nível de irradiação submetida simplesmente contraria a lógica.

## VI. Percepção ao Risco

Diante da controvérsia envolvendo o assunto, a população se sente desorientada e desprotegida, culpando as autoridades e as operadoras locais quanto a danos presentes e potenciais a sua saúde. Uma abordagem psicológica bastante interessante sobre este comportamento é dada por Slovic [24]. Segundo ele, as atitudes do público em geral a um risco potencial precisam ser perfeitamente compreendidas por especialistas e legisladores.

O conceito central, segundo Slovic, é que o público freqüentemente interpreta evidência científica de modo muito diferente dos cientistas e, ao contrário, pratica o que é chamado "toxicologia intuitiva". Por exemplo, leigos tendem a prestar menos atenção que os cientistas a informações técnicas sobre dosimetria ou intensidade de exposição. O mesmo parece ocorrer com trabalhos que venham a negar ou questionar uma evidência de risco já anunciada. Portanto, sua reação freqüente é de medo ou mesmo certeza de uma contaminação, mesmo que a exposição à toxina em questão seja tão pequena que os especialistas as consideram seguras.

Mais ainda, os cientistas estão mais a par que o público em geral das limitações dos estudos toxicológicos e epidemiológicos. Com isso, sua resposta a indicações positivas de perigo é muito mais contida, reconhecendo que os resultados podem ter sido induzidos por variáveis não controladas, ou que sua representatividade estatística seja discutível. Em contraste, os leigos tendem a ficar muito mais preocupados sobre descobertas que simplesmente indiquem a possibilidade de algum mal.

Slovic cita como ilustração para o problema, a reação dos norte-americanos aos possíveis riscos de linhas de transmissão de energia (LT). Comitês de especialistas determinaram que não há evidência conclusiva de risco para a saúde da exposição aos campos elétricos e magnéticos por elas induzidos no corpo humano. Mas uma parcela significativa e persistente de preocupação por parte da população tem levado a demandas para alterar a rota ou para enterrar as linhas de transmissão, mesmo que o custo seja alto. Tentativas de informar o público em grande escala em termos não-alarmistas sobre a pesquisa em andamento sobre LTs têm obtido o efeito inverso, levando as pessoas a ficarem ainda mais



preocupadas.

Por outro lado, as preocupações do público com relação aos campos induzidos em 50/60 Hz foram centradas nas próprias LTs e não nos muitos eletrodomésticos de uso corriqueiro dentro de casa. Isto reflete o fato de que as percepções e aceitações do público ao risco dependem do benefício percebido de uma tecnologia (baixo para LT, alto para eletrodomésticos). Este parece ser o padrão de comportamento dos brasileiros no que diz respeito à questão dos possíveis efeitos biológicos da irradiação dos celulares. Por mais que os especialistas indiquem que a maior exposição decorre da irradiação do próprio telefone celular localmente sobre a cabeça de quem usa, para a população em geral, o telefone representa um benefício muito grande. Se há algum risco à saúde, que a culpa deste risco seja posta em um agente que não traga benefício direto: as ERB. Assim tem pensado a população em geral, incluindo a mídia não especializada, legisladores e magistrados locais (a ANATEL segue o padrão dos especialistas).

As conseqüências da percepção diferenciada ao risco têm sido observadas no mundo inteiro. Cientistas desta realidade, instituições regulatórias locais e internacionais têm incorporado a discussão sobre o assunto em suas recomendações sobre os efeitos da irradiação em microondas. A OMS, por exemplo, disponibiliza no site do projeto EMF um documento de orientação de comunicação entre autoridades governamentais, empresas prestadoras de serviço e a população em geral, no que se refere aos riscos envolvidos na irradiação eletromagnética [25]. Os ministérios da Saúde e do Meio-Ambiente da Nova Zelândia recentemente publicaram diretrizes nacionais para gerenciar os efeitos das rádio-transmissões, em que a questão da percepção ao risco também é evidenciada [26].

## VII. Considerações Finais

Apesar do número de pesquisas indicando a segurança dos celulares e principalmente de suas ERB ultrapassar consideravelmente o de trabalhos que a questionam, a controvérsia gerada entre os cientistas e a mobilização da população em busca de respostas mais adequadas a suas preocupações foram suficientes para incentivar novas pesquisas. Em particular, o grande questionamento tem sido por estudos sobre efeitos não-térmicos da irradiação emitida pelos celulares, com ênfase na possibilidade de câncer. Tais pesquisas têm sido financiadas principalmente pelas autoridades governamentais de alguns países, pois em geral é delas que se espera um posicionamento mais isento, voltado para o interesse de suas comunidades.

Seja qual for o desfecho das pesquisas mais recentes, a discussão deve continuar. Os celulares se juntam a outras tecnologias que envolvem eletricidade como radares policiais, terminais de computadores e linhas de transmissão que tem levantado temores públicos por causa de seus campos eletromagnéticos. Tais questões são muito difíceis e levam tempo para responder, e a forma mais apropriada de fazê-las é identificando perigos reais, mas evitando controvérsias improdutivas [2].

Em particular, a discussão atual centrada nas ERB que tem dominado a atenção da mídia não-especializada, assustando imprudentemente a população, parece equivocada e exagerada. Mesmo que as pesquisas atuais e futuras venham a apresentar fortes evidências de efeitos não-térmicos, apenas a partir do adequado entendimento sobre tais efeitos será possível redefinir os limites de exposição das atuais diretrizes internacionais de segurança.

Não menos importante no contexto atual é a questão da percepção ao risco. Prova disto são os recentes esforços de algumas instituições em evidenciar as conseqüências alarmistas e improdutivas que podem resultar das diferenças de percepção ao risco entre a população em geral e os especialistas. Além da

continuidade das pesquisas, parece hoje fundamental que autoridades governamentais e empresas exploradoras dos serviços celulares se esmerem em estabelecer um diálogo responsável com a comunidade, tendo em vista a referida questão.

#### Agradecimentos

A L.H.G.Macêdo, J.F.Macêdo, L.S.Duarte e V.F.L.Carvalho pela participação ativa no desenvolvimento da metodologia de medição e nas campanhas de medidas realizadas.

#### Referências

[1] M. Fischetti, "The cellular phone scare", IEEE Spectrum, pp 43-56, Jun 1993.

[2] K. R. Foster, "Are mobile phones safe?", IEEE Spectrum, vol 37, No 8, pp 23-28, Ago 2000.

[3] J. E. Moulder, FAQ on Cellular phone antennas (mobile phone base stations) and human healths, 23 Fev 2003 (última atualização), em

<http://www.mcw.edu/gcrc/cop/cell-phone-health-FAQ/toc.html>

[4] A. A. A. de Salles, "Biological effects of microwave and RF", Proceedings of the SBMO/IEEE MTT-S IMOC'99, Rio de Janeiro, pp 51-56, 1999.

[5] IEEE, IEEE C.95.1-1991, Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz.

[6] IEEE, IEEE C95.1-1999, Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz.

[7] J. Gonzalez, "Mobile radio", IEEE Vehicular Technology Society News, vol 49, No 2, pp 27-33, Mai 2002.

[8] ICNIRP, ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), em

<http://www.icnirp.org/documents/emfgdl.pdf>

[9] ANATEL, Diretrizes para limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos variáveis no tempo (até 300 GHz), em

[http://www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/biblioteca/releases/1999/release\\_27\\_12\\_1999.pdf](http://www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/biblioteca/releases/1999/release_27_12_1999.pdf)

[10] M. H. C. Dias e G. L. Siqueira, "Considerações sobre os Efeitos à Saúde Humana da Irradiação Emitida por Antenas de Estações Rádio-Base de Sistemas Celulares", Revista Telecomunicações - Inatel, vol 5, No 1, pp 41-54, Jun 2002.

[11] R. D. Vieira, Otimização de planejamento de frequência de uma rede celular pelo uso das matrizes de isolamento e de compatibilidade, Dissertação de mestrado, PUC-Rio, Abr 2001.

- [12] T. S. Rappaport, *Wireless Communications - Principles and Practice*, Upper Saddle River - NJ - USA, Prentice Hall PTR, 1996.
- [13] R. C. Petersen et al, "Radio-frequency electromagnetic fields associated with cellular-radio cell-site antennas", *Bioelectromagnetics*, vol 13, pp 527-542, 1992.
- [14] A. Thansandote, G. B. Gajda et al, "Radiofrequency radiation in five vancouver schools: exposure standards not exceeded", *Canadian Medical Association Journal*, vol 160, pp 1311-1312, 1999.
- [15] S. M. Mann, T. G. Cooper et al, "Exposure to radio waves near mobile phone base stations", *National Radiologic Protection Board*, Reino Unido, Jun 2000.
- [16] Radio Communications Agency, *Mobile Phone Base Station Audit - Results*, Reino Unido, 21 Dez 2001, em <http://www.radio.gov.uk/topics/mpsafety/school-audit/audit.htm>
- [17] J. C. Lin, "Cellular-Phone Radiation Effects on Cancer in Genetically Modified Mice", *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol 44, No 6, pp 165-168, Dez 2002.
- [18] National Cancer Institute, "Cancer facts - Cellular telephone use and cancer", 04 Jan 2002, em [http://cis.nci.nih.gov/fact/pdfdraft/3\\_risk/fs3\\_72.pdf](http://cis.nci.nih.gov/fact/pdfdraft/3_risk/fs3_72.pdf)
- [19] "Não dá câncer - Pesquisa contraria tese de que celular danifica o cérebro", *Veja*, No 1687, 14 Fev 2001.
- [20] M. Gheyj; M. S. Alencar; S. L. C. Rodrigues; R. R. Wanderley, "Efeitos da radiação de 2,45 GHz em ratos de laboratório", *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, Rio de Janeiro, pp 354-357, 2000.
- [21] N. Edelstyn e A. Oldershaw, "The acute effects of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention", *NeuroReport*, vol 13, pp 119-121, 2002.
- [22] D. Dubreuil, T. Jay et al, "Does head-only exposure to GSM-900 electromagnetic fields affect the performance of rats in spatial learning tasks?", *Behav. Brain Res.*, vol 129, pp 203-210, 2002.
- [23] G. J. Hyland, "How Exposure to Mobile Phone Base-station Radiation can Adversely Affect Humans", Nov 2000, em <http://www.energyfields.org/science/>
- [24] P. Slovic, "Will people believe mobile phones are safe?", *IEEE Spectrum*, vol 37, No 8, Ago 2000.
- [25] World Health Organization, *Establishing a Dialogue on Risks from Eletromagnetic Fields*, 2002, em [http://www.who.int/peh-emf/publications/risk\\_hand/en/](http://www.who.int/peh-emf/publications/risk_hand/en/)
- [26] New Zealand's Ministry for the Environment, *National Guidelines for Managing the effects of radiofrequency transmitters*, Dez 2000, em

<http://www.mfe.govt.nz/publications/rma/radio-freq-guidelines-dec00.html>

Autores:



Maurício Henrique Costa Dias nasceu em 25 de julho de 1970. Formou-se em Engenharia de Telecomunicações no Instituto Militar de Engenharia (IME) em dezembro de 1992. Obteve seu título de Mestre em Engenharia Elétrica, área de Eletromagnetismo Aplicado, subárea de Propagação, no mesmo Instituto em janeiro de 1998. Atualmente é capitão do Exército, e está em doutoramento, nas mesmas área e subárea do mestrado, no Centro de Estudos de Telecomunicações (CETUC) da PUC-Rio desde março de 2000. Seus interesses atuais incluem caracterização de canal de propagação, teoria geométrica da difração, estimação espectral e teoria de "wavelets", entre outros tópicos das áreas de propagação e processamento digital de sinais. Em agosto de 2001, seu artigo "Ray-Tracing Analysis of 3.5 GHz Propagation at a Typical Urban Environment for FWA Systems" recebeu o "Amazon Microwave and Optoelectronics Prize" como melhor trabalho de um aluno de pós-graduação na Conferência Internacional de Microondas e Optoeletrônica (IMOC 2001) da SBMO/IEEE MTT-S, em Belém - PA.

e-mail: [mhcdias@ime.br](mailto:mhcdias@ime.br) Este endereço de e-mail está protegido contra spambots. Você deve habilitar o JavaScript para visualizá-lo.



Robson Domingos Vieira nasceu em 24 de maio de 1976. Formou-se em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Goiás (UFG) em dezembro de 1998. Obteve seu título de Mestre em Engenharia Elétrica, área de Eletromagnetismo Aplicado, subárea de Propagação, no Centro de Estudos de Telecomunicações (CETUC) da PUC-Rio em Fevereiro de 2001. Atualmente é aluno de doutorado,

nas mesmas área e subárea do mestrado, no Centro de Estudos de Telecomunicações (CETUC) da PUC-Rio desde março de 2001. Seus interesses atuais incluem caracterização de canal de propagação, alocação de frequência, sistemas com múltiplas antenas (MIMO) e alocação de recursos para sistemas de 3G .

e-mail: [robson.domingos@indt.org.br](mailto:robson.domingos@indt.org.br) Este endereço de e-mail está protegido contra spambots. Você deve habilitar o JavaScript para visualizá-lo.



Gláucio Lima Siqueira, nasceu em Belo Horizonte, MG em 18 de agosto de 1952. Recebeu o grau de Engenheiro Eletrônico e de Telecomunicações com distinção pela PUC/Minas em 1977 e o grau de Licenciatura em Matemática pela UFMG em 1978. Recebeu o título de Mestre (M.Sc.) em Engenharia Elétrica pela UNICAMP em 1982 e o título de PhD. pela Universidade de Londres (University College London), Inglaterra, em 1989. Desde 1989 trabalha no Centro de Estudos em Telecomunicações (CETUC) da PUC/Rio onde exerce o cargo de Professor Associado. Já publicou vários artigos técnicos em revistas especializadas e em conferências nacionais e internacionais. Seus interesses incluem caracterização de canal rádio móvel (medidas e modelamento), propagação em meios aleatórios, atenuação por chuva em enlaces terrestres, sistemas de comunicação sem fio em geral dentre outros. Na PUC/Rio já recebeu várias distinções por suas atividades didáticas e de pesquisa tendo orientado várias teses de mestrado e doutorado. Tem, nos últimos 10 anos, participado de projetos de pesquisa patrocinados por empresas do ramo. É membro de IEEE desde 1989.

e-mail: [glaucio@cetuc.puc-rio.br](mailto:glaucio@cetuc.puc-rio.br)