

Audiência Pública na Câmara dos Deputados em 13 de novembro de 2013

“Principais efeitos biológicos
das Radiações Não Ionizantes”

ou

“Porque acreditamos que existe compatibilidade
em se ter boa qualidade de comunicação e
em preservar a saúde
dos indivíduos e da população”

Alvaro Augusto A. de Salles, e equipe do Lab. de Comunicações
do Depto. Eng. Elétrica da UFRGS
aasalles@ufrgs.br

Quantos neste plenário sabem que:

1.) a OMS – “Organização Mundial da Saúde” classificou as radiações de rádio frequências (RF) e de microondas (p. ex., dos sistemas celulares, WiFi, WiMax, Bluetooth, rádios AM, FM, TV, etc) como **“possivelmente cancerígenas”** (Grupo 2 B) ?

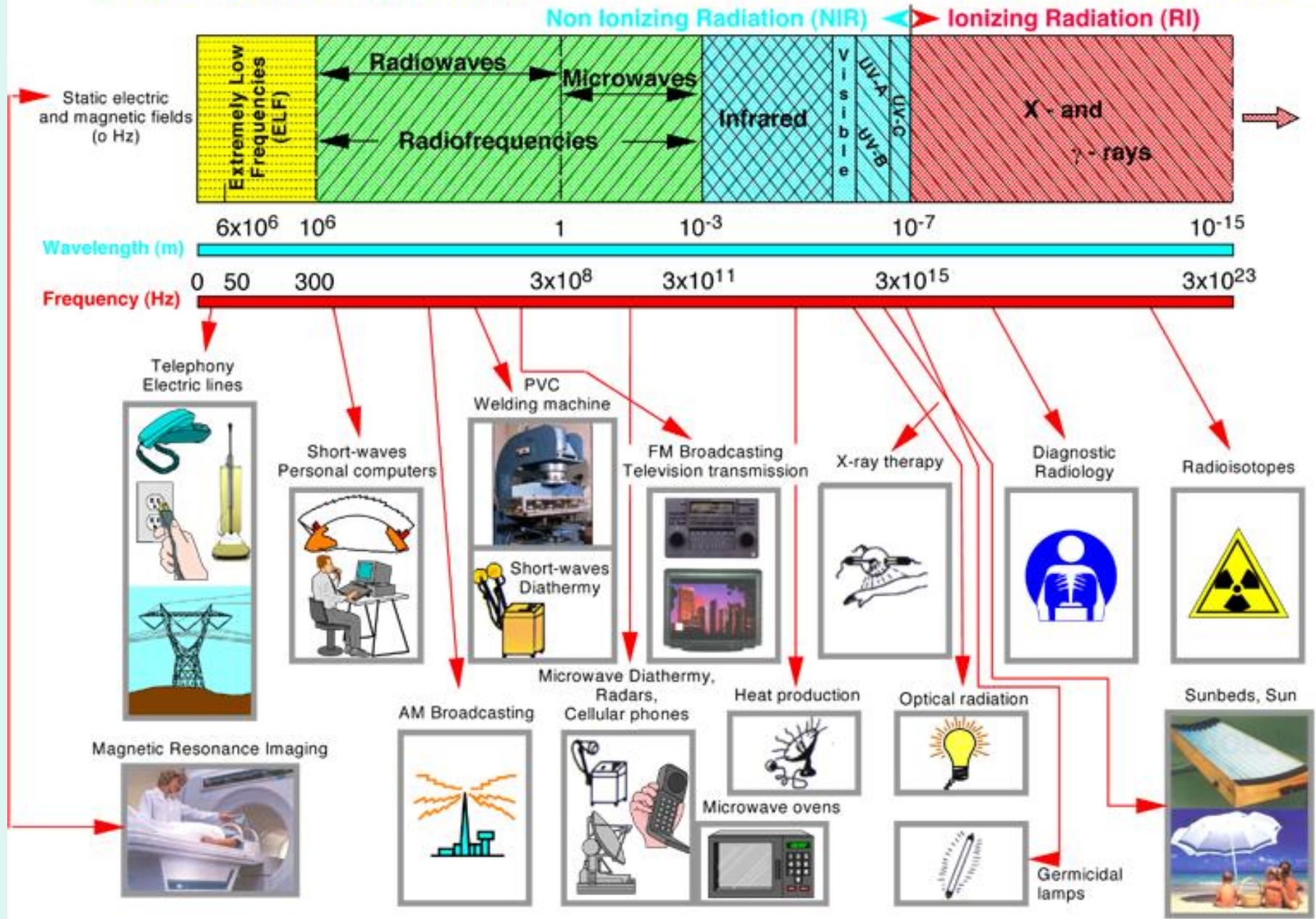
2.) os fabricantes de celulares nos “manuais do usuário” recomendam **distâncias mínimas de qualquer parte do corpo** (p.ex., 1 cm, 1,5 cm, 2 cm ou 2,5 cm) ?

Leniência, desdém e inação

“É impressionante como a classificação da OMS-IARC aparentemente não resultou em **nenhum impacto significativo nas percepções dos governos sobre suas responsabilidades em proteger a saúde pública** destas radiações tão difundidas, especialmente tendo em vista a **facilidade** com que estas exposições podem ser reduzidas (p. ex., fones de ouvido, viva voz, mensagens de texto, comunicações via cabos ou fibras óticas, etc).”

“**Riscos desnecessários** podem (e devem) ser evitados”

ELECTROMAGNETIC RADIATION AND SOME TYPICAL APPLICATIONS



Podem ocorrer dois tipos de exposição :
“ativa” - usuário de aparelho que emite as radiações;
“passiva” - pessoa em locais com radiações no ambiente

No Brasil: mais que **268,44 milhões** de terminais móveis, ou seja, 135,45 acessos por 100 habitantes*

No mundo: mais que **6,8 bilhões** de terminais móveis **

Comunicações móveis movimentam atualmente mais que **3 trilhões de dólares** (3.000.000.000.000) anuais.

Fontes: * Anatel, agosto 2013: www.anatel.gov.br

** ITU- Int. Telecommunications Union, 2013: www.itu.int/ITU-D/ict/facts

Efeitos de curto e de longo tempo de exposição

A interação dos campos eletromagnéticos com os sistemas biológicos pode resultar em alterações nestes.

Estes efeitos podem de classificados como:

- 1.) “agudos”, ou de curto tempo de exposição, ou “térmicos”: as normas mais difundidas internacionalmente, p.ex., ICNIRP, FCC/IEEE, Lei 11.934 de 2009, etc, são baseadas unicamente nestes efeitos; e
- 2.) “crônicos”, ou de longo tempo de exposição, ou “não térmicos”, ”: p. ex., as pessoas que trabalham ou habitam próximas de ERBs e outras fontes de RF e microondas estão sendo irradiadas várias horas por dia: atualmente a realidade é outra, e as recomendações oficiais são antigas e não contemplam estes efeitos.

O tempo é nosso inimigo !

Recomendações da *ICNIRP** em 1998

.....”Indução de cancer por longo tempo de exposição não foi considerada ser estabelecida, então estas recomendações são baseadas em efeitos imediatos e de curto período de exposição, como estímulo de nervos e musculos periféricos, choques e queimaduras pelo contacto com objetos condutores, bem como temperatura elevada dos tecidos resultante da absorção de energia durante a exposição”

GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC, MAGNETIC, AND ELECTROMAGNETIC FIELDS (UP TO 300 GHz), “Health Physics” April 1998, Volume 74, Number 4, pp. 496.

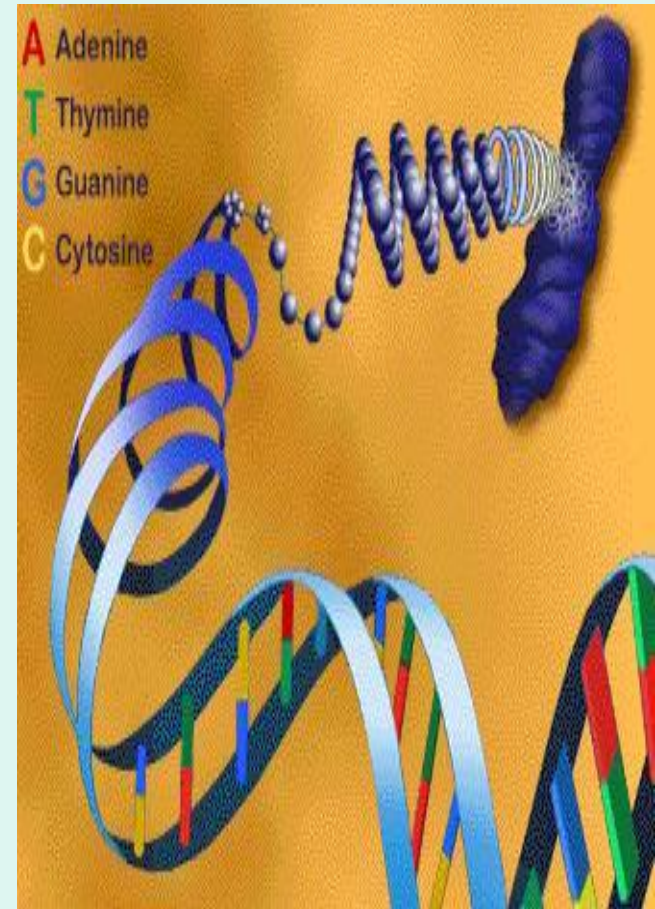
* International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

2.) Alguns Resultados Importantes de Pesquisas “in vitro” e com Cobaias

especialmente mostrando efeitos danosos à saúde **em níveis substancialmente abaixo dos limites térmicos.**

“Quebras” Simples e Duplas na molécula de DNA*

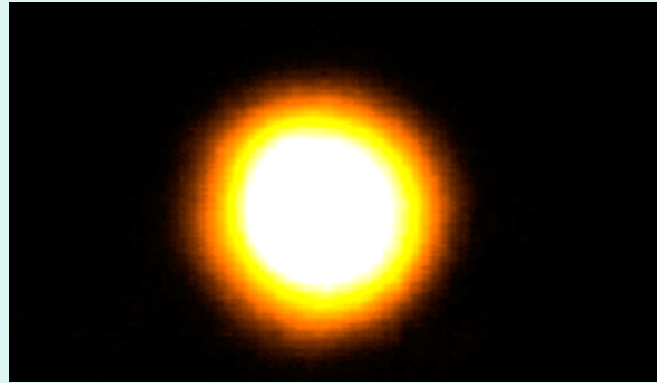
Quebras” simples e duplas foram observadas em moléculas de DNA expostas a sinais pulsados (pulsos de 2 microsegundos de duração, a uma taxa de repetição de 500 pulsos por segundo) e a sinais contínuos de 2.450 MHz, com densidade de potência média de 2 mW/cm², produzindo uma taxa de absorção específica- SAR de 1,2 W/Kg.



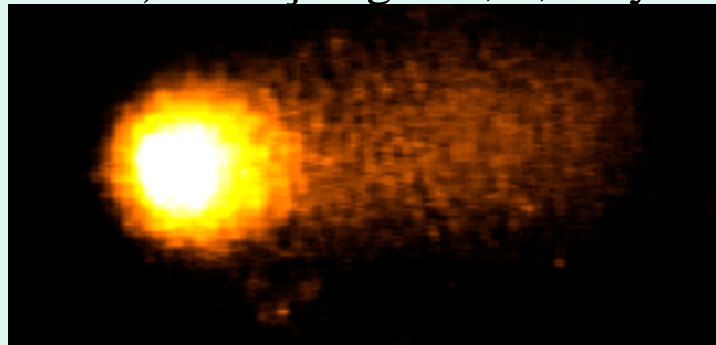
* H Lai and NP Singh, “Single and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency eletromagnetic radiation”, Int. Journ. of Radiat. Biology, 1996, v69, n4, pp. 513-521.

“Ensaio do Cometa”

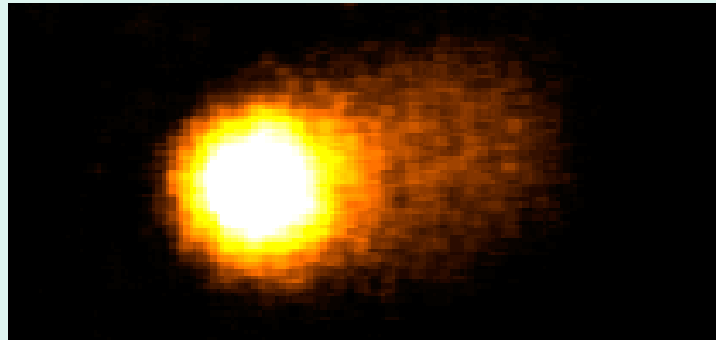
a.) controle (não exposto)



b.) radiação gama; 0,5 Gy



c.) radiação não ionizante: RF - 1800 MHz; SAR 1.3 W/kg.



Projeto Reflex

Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards from Low Energy Electromagnetic Field (EMF) Exposure Using Sensitive “in vitro” Method

http://www.itis.ethz.ch/downloads/REFLEX_ProgressSummary.pdf

Países envolvidos: Alemanha, Austria, Espanha, Finlândia, França, Itália, Suíça.

Duração: 52 meses (4 anos e 4 meses)

Custo total : 3,149 milhões de Euros

Alguns dos principais resultados reportados no relatório do período de 1/2/2000 a 31/5/2004):

- * *Aumento significativo nas **quebras simples e duplas** das cadeias de DNA em níveis de exposição da SAR entre 0,3 e 2 W/Kg*
- * *Alterações na expressão e na fosforilação das proteínas de choque térmico hsp27, que funcionam como indicadores de stress nas respostas das células*

<http://www.who.int/peh-emf>

Alterações na Barreira Cérebro-Sangue (BBB-Blood-brain Barrier) em Níveis Muito Baixos de Campos Eletromagnéticos

Os Drs. L. Salford (neurocirurgião) e B. Persson (biofísico) da Universidade de Lund na Suécia mostraram que níveis muito baixos de exposição (**SAR = 0,002 W/Kg, durante somente 2 hs**) podem alterar a BBB, permitindo que substâncias químicas penetrem em neurônios no córtex, no hipocampo e em gânglios basais do cérebro. Esta alteração permanecia ainda evidente 4 semanas após uma única exposição de 2 hs., mesmo naqueles **níveis baixíssimos de SAR**. “*Environmental Health Perspectives*”, NIEHS-National Institute of Environmental Health Sciences, April, 2003. <www.ehponline.org> doi:10.128/ehp.6039 e Microwave News, vXXIII, n1, Jan/Feb. 2003, p.1.



3.) Estações de Rádio Base - ERBs

- Alguns resultados de Pesquisas Epidemiológicas: Naila (Alemanha), Netania (Israel) e Belo Horizonte;
- Determinação das Zonas de Exclusão respeitando limites recomendados

Pesquisa epidemiológica em Naila, Alemanha*

- “O resultado deste estudo em Naila, Alemanha, mostra que o risco de novos casos de câncer é **três vezes maior** entre os pacientes que viveram durante os últimos dez anos (1994 a 2004) num raio de 400 metros das Estações de Rádio Base-ERBs **, em comparação com os que viveram mais afastados.”

“Este estudo mostrou que não é mais possível assumir que não há relação casual entre emissões de rádio frequências e acréscimo de incidência de câncer”.

*“*The influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer*”, H. Eger, K. U. Hagen, B. Lucas, P. Vogel and H. Voit, *Umwelt-Medizin-Gesellschaft*, vol. 17, No. 4, 2004.

** Transmissor GSM em 935 MHz com 15 dBW por canal.

Pesquisa epidemiológica em Netanya, Israel*

“O resultado deste estudo em Netanya mostra que o risco de novos casos de câncer é **4,15 vezes maior** entre os pacientes que viveram num raio de 350 metros das Estações de Rádio Base- ERBs **, em comparação com os que viveram mais afastados.”

“Os níveis de exposição estimados e medidos em toda a área deste estudo estavam **bem abaixo** de 0,53 microwatts por centímetro quadrado, bem abaixo (~800 vezes abaixo) **dos níveis das recomendações que se baseiam somente nos efeitos térmicos** (como ICNIRP/Lei 11.934, IEEE/ANSI, etc.)”.

*“*Increased Incidence of Cancer Near a Cell-Phone Transmitter Station*”, R.Wolf and D. Wolf, Int. Journal of Cancer Prevention, vol. 1, No. 2, Abril 2004.

**Transmissor TDMA, 850 MHz, 1500 W de potência máxima.

Alguns locais que adotam limites de exposição reduzidos, baseados em parte no “Princípio da Precaução”

Salzburg (Áustria, 1998) *	0,6 V/m	0,1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Paris (França, 2003)	2 V/m	0,53 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
IEC/ABNT NBR 60601-1-2/97	3 V/m	2,4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Suíça (2000) **	4 ou 6 V/m	4,3 ou 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Rússia (1988)	6 V/m	10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Itália (1998)	6 V/m	10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
ICNIRP (Brasil, 5/5/2009)	40 ou 60 V/m	425 ou 900 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

* BioInitiative Report : 0,6 V/m

** também em P. Alegre

ERB no topo de um edifício em P. Alegre

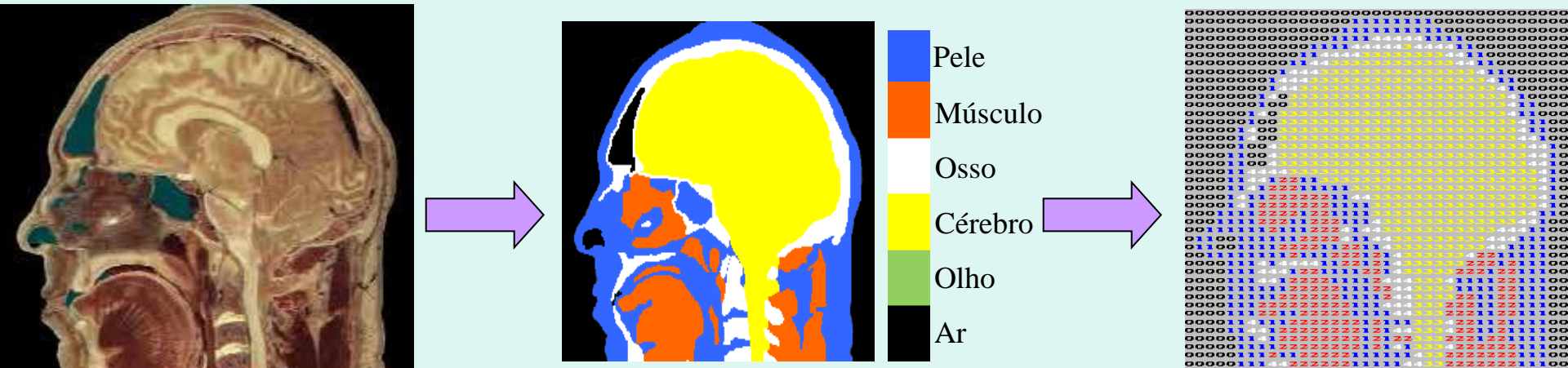


4.) Simulações da SAR em Usuários de Telefones Móveis: Adultos e Crianças

“A distância é nossa amiga !”

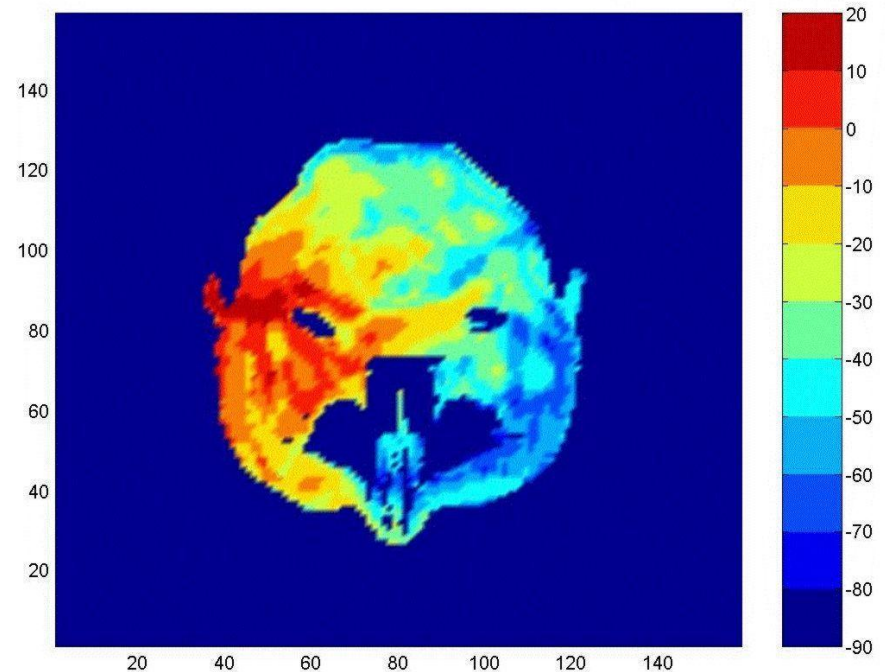
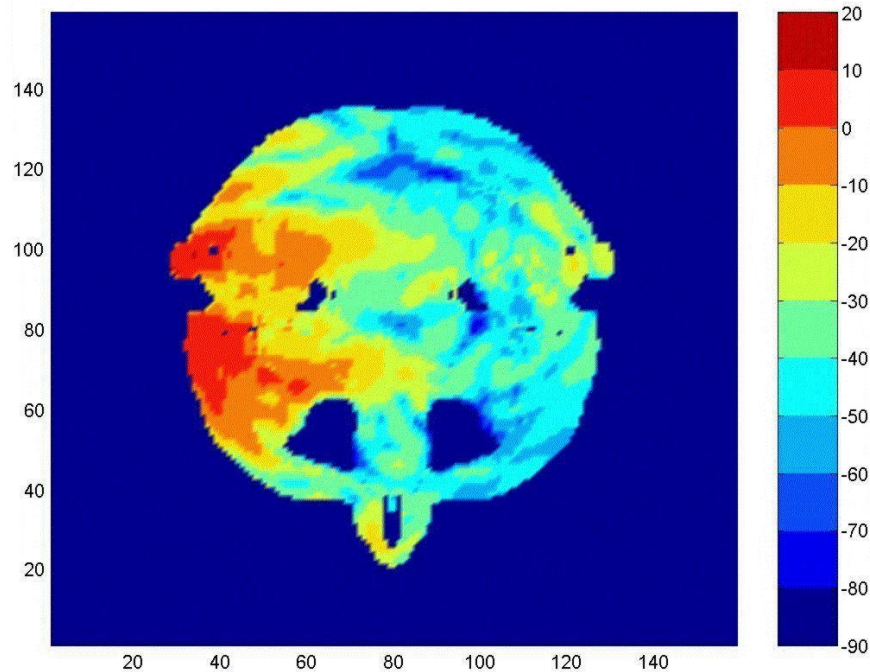
SAR: É a Taxa de Absorção Específica, uma medida da potência absorvida por unidade de massa do tecido, e é medida em W/Kg ou em mW/g de tecido.

Modelamento FDTD



- O algoritmo para cálculo da SAR é inicialmente baseado em imagens médicas (TC ou RM), que irá resultar no domínio numérico onde o campo é calculado.
- Cada célula nesta matriz do domínio é relacionada a um local no espaço e a um determinado tecido, de acordo com sua posição.
- Uma permissividade, uma condutividade equivalente e uma densidade (ou massa específica) são atribuídas a cada espécie de tecido, em função da frequência de operação.

Comparações: adulto e criança *



Adulto

Criança (10 anos)

* Comparison of Electromagnetic Absorption Characteristics in the Head of

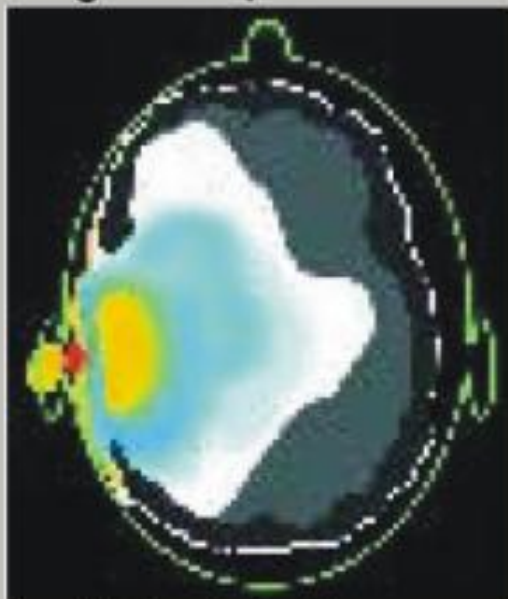
Adult and a Children for 1800 MHz and 850 MHz Mobile Phones .

C. R. Fernández, G. Bulla, A. C. Pedra and A. A. A. de Salles, Momag, 2006 and EBM, vol. 25, p. 349-360, 2006.

Comparações: adulto e crianças

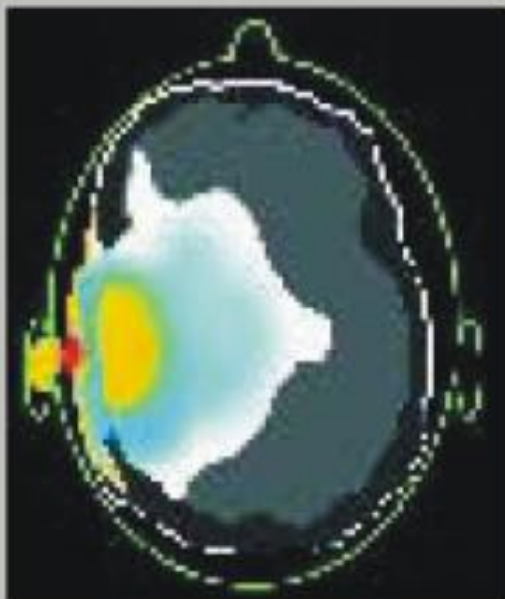
Gandhi O.P., Lazzi G., Furse C.M. (1996 vol.44, p1884-1897) :
Absorption des rayonnements électromagnétiques dans la tête et
le cou humain pour les téléphones mobiles de 835MHz /1900MHz

Degré de pénétration des Radiations du Portable dans le Cerveau



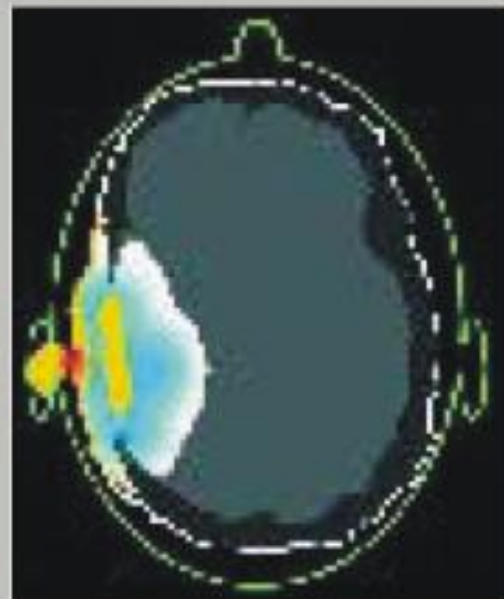
Enfant de 5 ans

Taux d'absorption: 4,49W/kg



Enfant de 10 ans

Taux d'absorption: 3,21W/kg



Adulte

Taux d'absorption: 2,93W/kg

Pour un taux d'absorption de 2,93 W/kg de puissance absorbée par un adulte, cette même puissance produira un
Taux d'absorption de 3,21 W/kg pour un enfant de 10 ans et un Taux d'absorption de 4,49 W/Kg pour un enfant de 5ans.

www.next-up.org

Crianças: 5 anos

10 anos

Adulto

“Dasy 3” para as Medidas de SAR no LAD do CPqD em Campinas

O modelo usado é o SAM-
(Specific Anthropomorphic
Mannequin), baseado em um
adulto com mais de 100 Kg e
mais de 1,90 m de altura.
Entre outros, usa também um
líquido homogêneo. Isto não
simula as diferentes não
homogeneidades dos tecidos
do cérebro.



5.) Alguns resultados das pesquisas epidemiológicas relacionando o uso de telefones móveis e o desenvolvimento de tumores cerebrais

O tempo é nosso inimigo !

Projeto Interphone *

...”Aumento de risco para gliomas tende a ser maior em indivíduos que usam o telefone móvel do mesmo lado da cabeça em que se localiza o tumor (“ipsilateral”), em comparação aos que usam no lado oposto”

...”Houve tendência de **aumento de risco para gliomas** e muito menos para meningiomas, nos casos de maior nível de exposição, para exposição “ipsilateral”, e para glioma, para tumores no lobo temporal”

Multiplicado por **2 ou por 4** o risco de tumores cerebrais entre os usuários mais constantes;

Usuários “regulares” eram definidos como aqueles efetuando uma ligação por semana num período de 6 meses;

O uso médio de telefones móveis entre a população estudada era entre 2 e 2,5 horas por mes.

* De 1999 a 2004, mais de 30 milhões de US dólares, 48 cientistas em 13 países, em 14 mil pessoas.

* “Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case–control study”, International Journal of Epidemiology, 2010;1–20 , doi:10.1093/ije/dyq079.

Crescimento de tumores na glândula parótida (projeto “Interphone”)

Source: *Epidemiology*, 22, p.130, January 2011

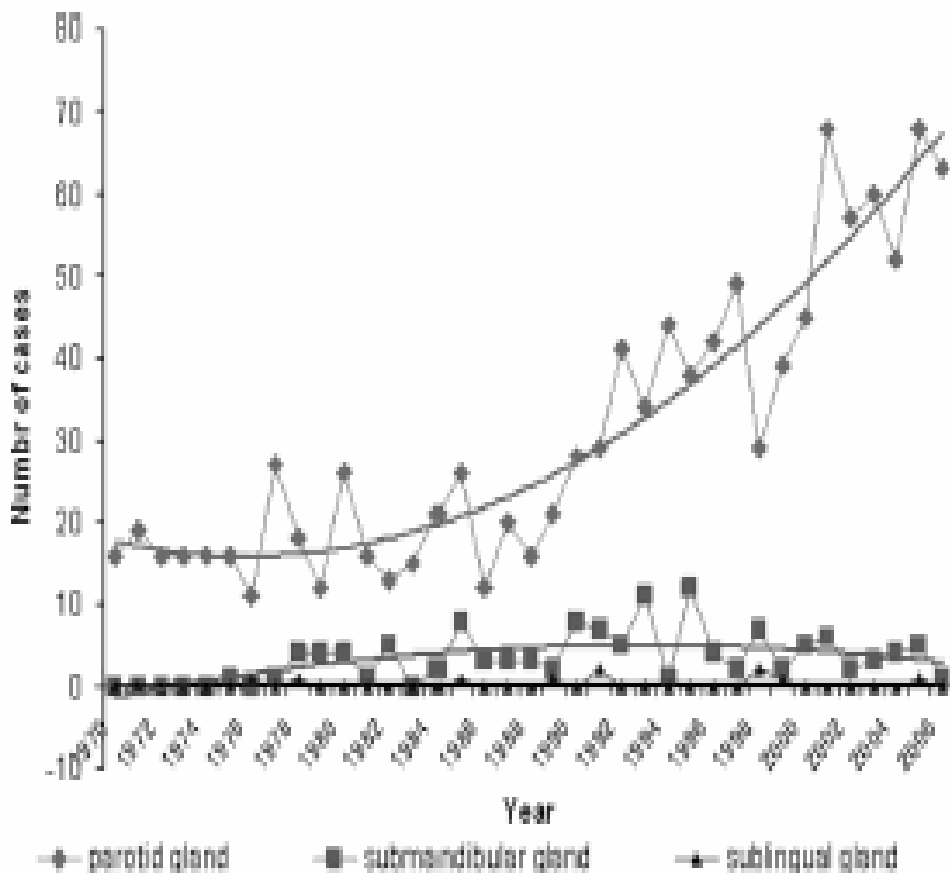


FIGURE. For trend analyses, we added regression lines and calculated R^2 values. Parotid gland cancer: $R^2 = 0.83$; Submandibular gland cancer: $R^2 = 0.36$; Sublingual gland cancer: $R^2 = 0.02$.

Telefones celulares e tumores cerebrais

“Os resultados indicam que usando um telefone celular por ≥ 10 anos **aproximadamente dobra o risco** de ser diagnosticado com um tumor no mesmo lado (“ipsilateral”) da cabeça onde o celular é preferencialmente utilizado. Os dados fornecem significância estatística para glioma e para neurinoma acústico, mas não para meningioma”.

Khurana V. et. Al., “Cell phones and brain tumors: A review including the long-term epidemiologic data”, (*Surgical Neurology*, 2009)

Crianças e adolescentes: L. Hardell et. al *

Aqueles que começam usando telefones móveis de forma constante na adolescência apresentam risco de tumores no cérebro (quando estiverem na faixa de 20 a 30 anos) da ordem de **4 a 5 vezes maior** que os demais.

* *Hardell, L. et al. "Epidemiological evidence for an association between use of wireless phones and tumor diseases", Pathophysiology, March, 2009.*

6.) O que dizem a OMS, a ciência e os fabricantes ?

- Quais são as principais recomendações: OMS e entidades científicas ?
- O que significa o “Princípio da Precaução” ?
- O que dizem os fabricantes ?

OMS adverte para o possível risco de câncer das radiações de RF e microondas

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Agência Internacional para Pesquisa em Câncer (IARC) classificaram no dia 31/5/2011 as radiações não ionizantes em RF e microondas como "possivelmente carcinogênicas para humanos" (categoria 2 B: mesma do DDT, HIV tipo 2, clorofórmio, chumbo, cobalto, níquel, herbicidas clorofenois, tetra cloreto de carbono, hexa cloretano, estireno, descargas de motores a gasolina, HPV*, etc).

“Associações positivas foram observadas entre a exposição a irradiação em radiofrequência de telefones móveis e glioma e neurinoma acústico”.

* (tipos: 5 ; 8 ; 26 ; 30 ; 34 ; 53 ; 66 ; 67 ; 69 ; 70 ; 73 ; 82 ; 85 e 97)

OMS adverte para o possível risco de câncer cerebral pelo uso de celulares

Embora não tenham quantificado o risco, o grupo de trabalho OMS-IARC referiu-se a um estudo, com dados até 2004, que detectou **aumento de 40% no risco de gliomas** entre os usuários mais frequentes de celulares, ou seja, os que **utilizam em média 30 minutos por dia em um período de dez anos**.

Christopher Wild, diretor da IARC, acrescentou que, "dadas às potenciais conseqüências destes resultados e desta classificação para a saúde pública, é importante que se investigue mais a longo prazo o uso intensivo de celulares".

"Faltando essa informação, é importante tomar medidas pragmáticas para **reduzir a exposição a equipamentos como os fones de ouvido** para celulares", acrescentou Wild.

A classificação da OMS/IARC

- * justifica a utilização do “Princípio da Precaução”;
- * confirma a existência dos efeitos não térmicos (ou de longa duração, ou crônicos) que podem causar riscos à saúde humana;
- * indica que os limites atuais das recomendações mais difundidas (ICNIRP, IEEE/FCC, etc) são insuficientes para a proteção da população.

Biointiative Report

www.biointiative.org

Recomenda limites de exposição baseados em resultados biológicos.

ELF – Baixas frequências, p.ex., 60 Hz (Linhas de transmissão, eletrodomésticos, etc.): **1 miliGauss**

RF e microondas – frequências elevadas, p.ex., rádio AM/FM, TV, telefonia móvel, WiFi, WiMax, Bluetooth, etc:

em ambientes externos: **0,614 V/m (0,1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$)**

em ambientes internos: **0,2 V/m (0.01 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$)**

Cópias de parte dos manuais de alguns telefones celulares recomendando distancias mínimas de qualquer parte do corpo

1.) Samsung Galaxy Note GT-N 7000 e Samsung GT 19300

www.samsung.com.br

http://downloadcenter.samsung.com/content/UM/201207/20120726041444217/GT-I9300ICS_Emb_Claro.pdf

Pg 163, 173: **1.5 cm**

2.) iPhone 3 GS e iPhone 3 G da Apple

http://manuals.info.apple.com/pt_BR/iPhone_3GS_Informacoes_Importantes.pdf

Pg. 7 e 8: **15mm**

3.) Nokia Asha 200 e Nokia C3-00 <http://www.nokia.com/br> : **1,5 cm**

4.) Motorola RAZR MAXX e Motorola DEFY™ PRO

<https://motorola-global-portal->

[pt.custhelp.com/ci/fattach/get/462484/1342589213/redirect/1/filename/RAZR_Max_x_UG_BR_PT_68017168001A.pdf](https://motorola-global-portal-pt.custhelp.com/ci/fattach/get/462484/1342589213/redirect/1/filename/RAZR_Max_x_UG_BR_PT_68017168001A.pdf) e https://motorola-global-portal-pt.custhelp.com/ci/fattach/get/457907/1341851060/redirect/1/filename/DEFY_PRO_XT560_UG_BR_PT_68016869001A.pdf

Pg. 1 e pg. 37 e 67: **2,5 cm**

Por que os fabricantes recomendam estas distancias mínimas ?

7- Equívocos atuais e recomendações

Quais são os principais equívocos atuais ?

- Recomendações da ICNIRP: consideram somente **efeitos de curto tempo de exposição**, não protegem portanto em relação as exposições por longo tempo, p. ex., de ERBs, WiFi, WiMax, etc;
- Classificação “2 B” pela OMS: **“Possivelmente cancerígenas”**: tratada com leniência, desdém e irresponsavelmente pelos governos, pela indústria, pelas operadoras e pela população, são disponíveis desde maio de 2011 e **pouco se fez até agora para reduzir a exposição**;
- **Processo de certificação equivocado** e utilização indiscriminada, inclusive por crianças e adolescentes;
- **Usar telefonia móvel quando disponível (ou possível) telefonia fixa**, p. ex., em casa, no trabalho, etc;
- **Utilização de frequências críticas**, como as próximas a 2,4 GHz, p. ex., em sistemas WiFi, WiMax, Bluetooth, e também na próxima geração (4G).

Recomendações aos governos

- Que os celulares sejam fabricados e comercializados **sem microfone e sem alto falante**, de forma que os usuários usem sempre os fones de ouvido;
- Que sejam desenvolvidas políticas incentivando **sistemas de comunicações via cabos e fibras óticas**, e desestimulando as comunicações sem fio;
- Que seja implementada **ampla campanha de esclarecimento à população** sobre os riscos das comunicações sem fio e sobre os meios visando reduzir a exposição à estas radiações.
- **Não permitir o uso de frequências próximas a 2,4 GHz** (p. ex., 4G, WiFi, WiMax, Bluetooth, etc).

Recomendações

1.) Aos legisladores:

“É essencial que qualquer nova legislação (incluindo celulares, WiFi, WiMax, Bluetooth, etc) seja baseada na proteção às crianças e adolescentes (bem como outras populações vulneráveis), para garantir sua segurança ao longo de suas vidas”.

P. ex., limites de exposição de 0,6 V/m (“outdoor”) e 0,2 V/m (“indoor”) (ver www.bioinitiative.org)

Maiores taxas (impostos) para comunicações sem fio e menores para as fixas.

2.) Aos fabricantes e empresas operadoras de telecomunicações:

Usar mais os meios confinados (p. ex., fibras óticas, cabos coaxiais, etc)

Preservar o “Princípio da Precaução” e a saúde dos usuários.

Conclusão

Pelas razões expostas, acreditamos que os padrões atuais que limitam as exposições às radiações não ionizantes – RNI não protegem a população em relação a longos tempos de exposições e devem portanto ser atualizados considerando os efeitos biológicos aqui mostrados e a nova realidade, quando as pessoas estão expostas várias horas por dia, vários dias na semana e muitas semanas no ano.

“Riscos desnecessários podem (e devem) ser evitados”

Muito obrigado pela atenção !

aasalles@ufrgs.br