

# Exposição à Radiação Electromagnética em Comunicações Móveis

Projecto monIT  
Instituto de Telecomunicações






INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Resumo

-  **O Projecto monIT**
-  **Mitos e Factos**
-  **Medições das Radiações do Telemóvel**

# Projecto monIT

- ❏ O Projecto **monIT** é uma iniciativa de comunicação de risco associado à radiação electromagnética emitida pelas antenas de sistemas de comunicações móveis.
- ❏ O Projecto engloba várias actividades:
  - ❏ Portal na Internet,
  - ❏ Acções de Informação,
  - ❏ Medidas de Radiação.
  - ❏ Concurso a Nível Nacional para Alunos do Ensino Secundário – Prémio monIT (<http://monit.it.pt/premio>).

# Portal

<http://monit.it.pt>

Monitorização de Radiação Electromagnética em Comunicações Móveis

Acesso deste site | Informações básicas sobre OEM | Resultados de Medidas | Informação Avançada sobre OEM | Pesquisa do site | Links

Destaque  
Mapa de site  
Imprensa  
English Version  
Pesquisas Freqüentes

Este site, da responsabilidade do Instituto de Telecomunicações, apresenta informação actualizada sobre radiação electromagnética em comunicações móveis: conceitos básicos relacionados com ondas electromagnéticas, limites de exposição conhecidos, bibliografia, referências pertinentes, para além de resultados de medidas efectuadas junto de antenas de estação base em locais escolhidos ao longo do País. O conteúdo do site contempla dois níveis de profundidade: um nível simplificado, acessível ao público em geral, e um nível mais avançado destinado à comunidade técnica interessada.

Destaque  
rito do Porto [14-11-2006] Rece de Monitorização Contínua em Odivelas

🔗 Informação Básica

🔗 Informação Técnica

🔗 Resultados de Medidas



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO



Instituto de Telecomunicações



instituto de telecomunicações



# Divulgação de Informação

- ✘ Centros Comerciais
- ✘ Escolas
- ✘ Hospitais
- ✘ Conferências
- ✘ ...



# Medidas de Radiação

↻ Efectuam-se medidas de radiação electromagnética em áreas de acesso público:

- ↻ Jardins
- ↻ Ruas
- ↻ Centros Comerciais
- ↻ Aeroporto
- ↻ Metro Lisboa
- ↻ Assembleia República
- ↻ Escolas
- ↻ Hospitais
- ↻ Estádios
- ↻ Recintos de Espectáculos
- ↻ ...



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Monitorização Contínua



Odivelas,  
Estádio Arnaldo Dias



Coimbra, Santa Clara, Urb. Santa Isabel



Vila Nova de Gaia,  
Rua 14 de Outubro



Tavira, Rua António Pinheiro



Almada,  
Rua Cidade de  
Ostrava,  
EB1 do Pragal



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

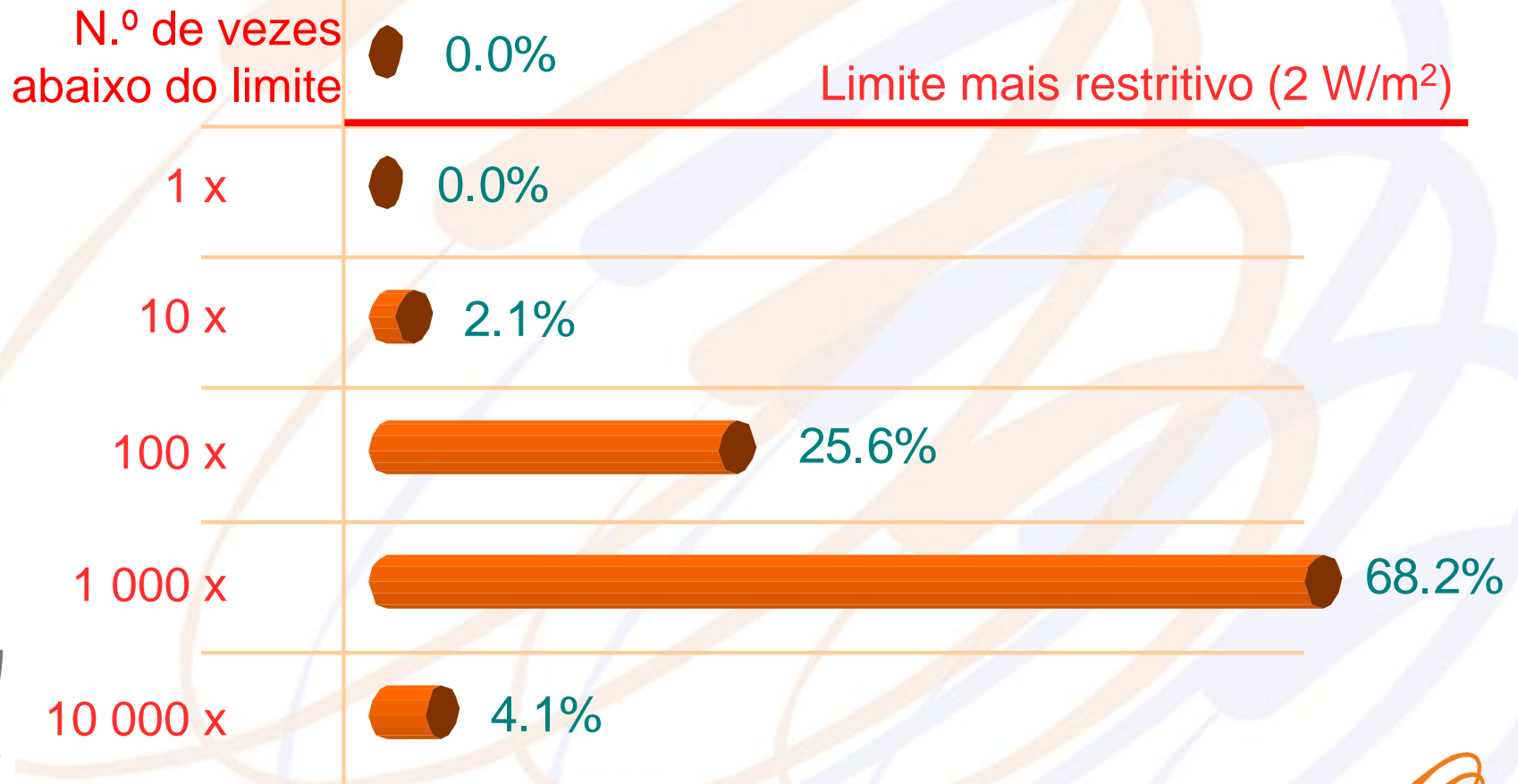


instituto de  
telecomunicações



# Resultados das Medidas Contínuas

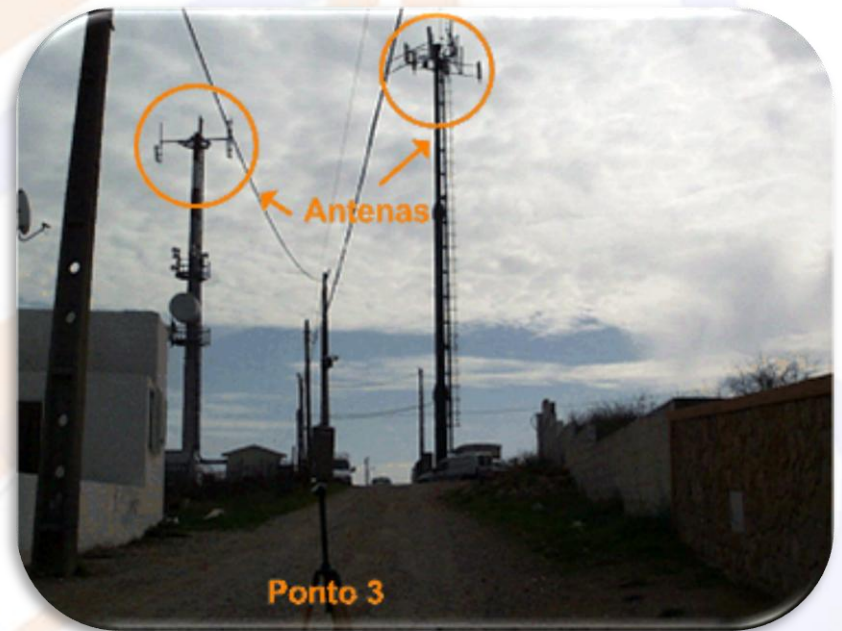
## Todas as Medidas



# Monitorização Localizada em Sesimbra

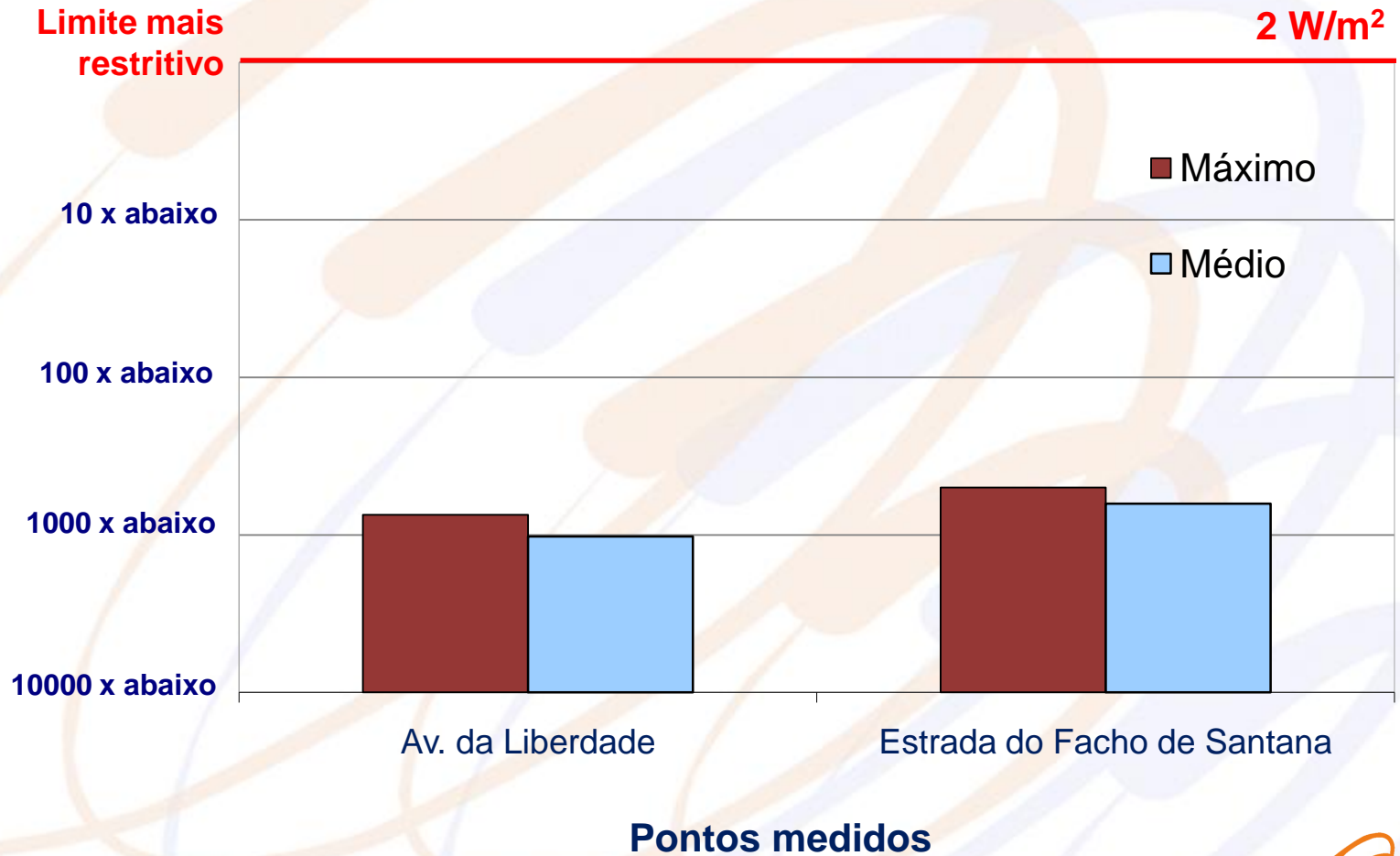


Avenida da Liberdade



Estrada do Facho de Santana

# Resultados das Medidas Localizadas



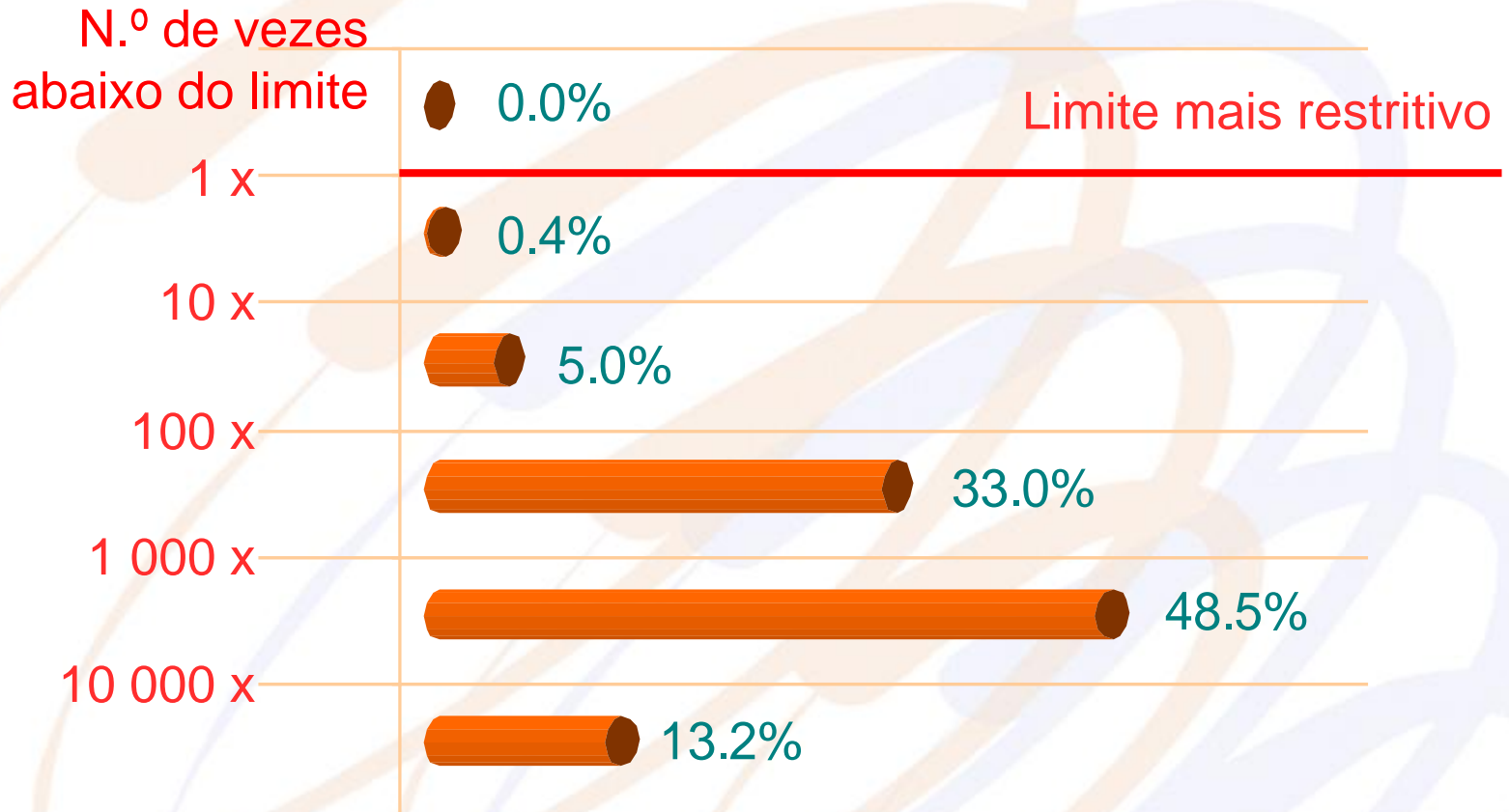
INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Resultados das Medidas



**Todos os locais medidos estão em conformidade com os limites de segurança.**



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

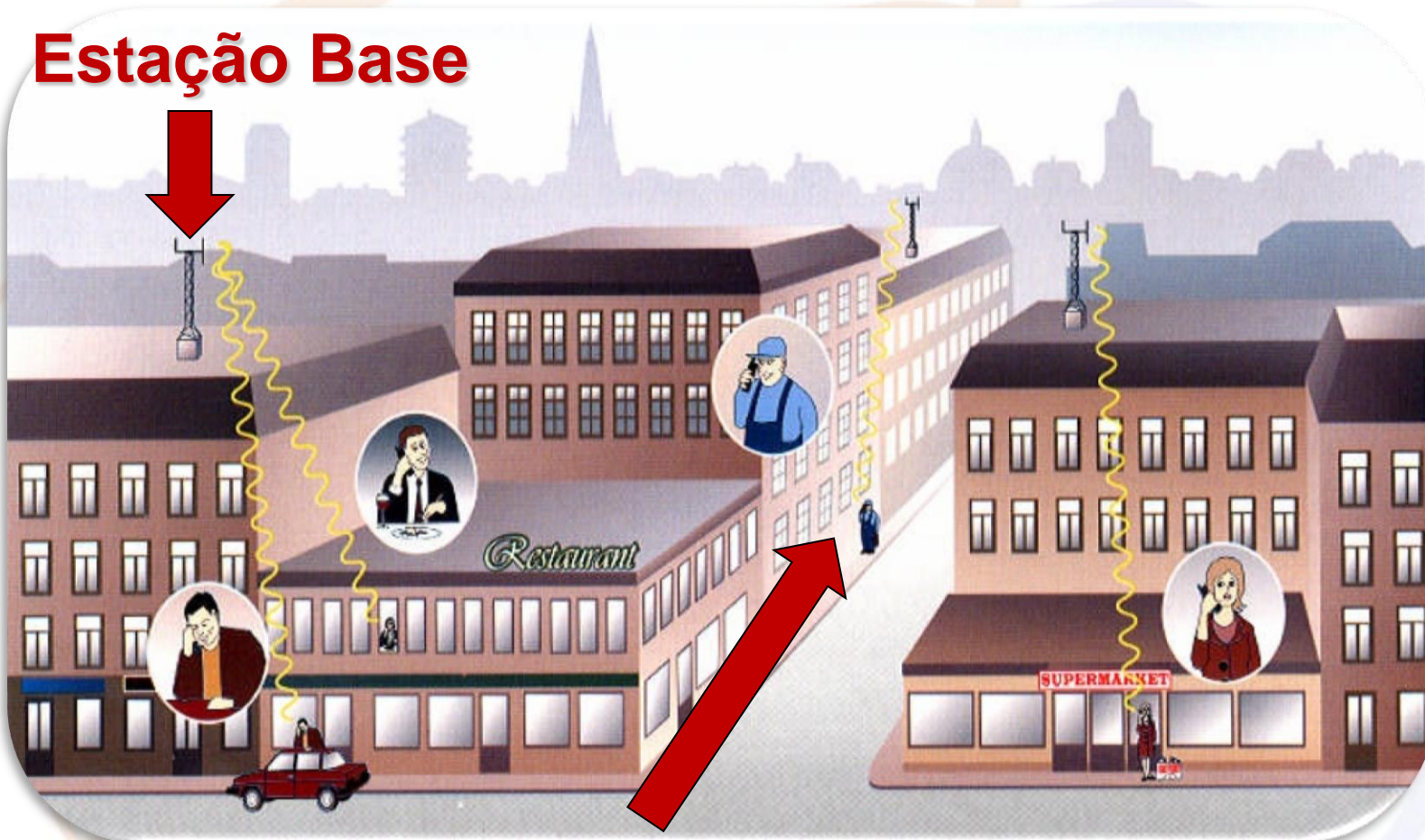


instituto de  
telecomunicações



# Sistemas de Telemóveis

**Estação Base**



**Telemóvel**

[Fonte: Ericsson, 1997]



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Sistemas de Telemóveis

 Como é que os Telemóveis funcionam?



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Sistemas de Telemóveis

- ❏ Como é que os Telemóveis funcionam?
- ❏ O telemóvel comunica com uma estrutura ligada à rede fixa chamada de Estação Base (antena).



[Fonte: Nokia]



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

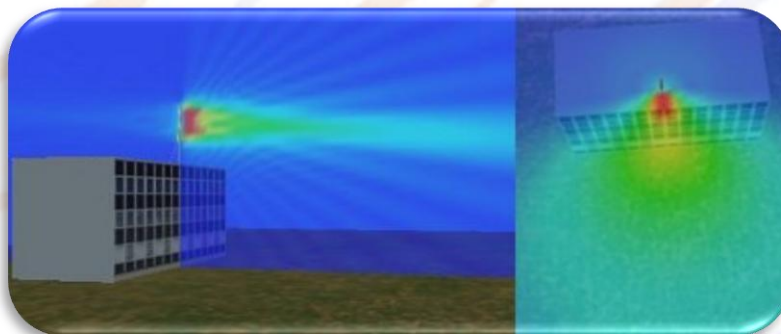


instituto de  
telecomunicações



# Sistemas de Telemóveis

- ❏ Como é que os Telemóveis funcionam?
- ❏ O telemóvel comunica com uma estrutura ligada à rede fixa chamada de Estação Base (antena).
- ❏ A comunicação entre o Telemóvel e a Estação Base é bidireccional, e feita através de radiação electromagnética numa banda de frequências própria, designada por Radiofrequência (RF).



# Tipos de Radiação

 Existem várias fontes de radiação?



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Tipos de Radiação

❏ Existem várias fontes de radiação?

❏ **Sim:**

❏ **Sol,**



[Fonte: MattHaswell, 2005]

# Tipos de Radiação

❏ Existem várias fontes de radiação?

❏ **Sim:**

❏ **Sol,**

❏ **Linhas de energia eléctrica;**



[Fonte: CienciaPT, 2005]



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Tipos de Radiação

❏ Existem várias fontes de radiação?

❏ **Sim:**

❏ **Sol,**

❏ **Linhas de energia eléctrica,**

❏ **Telecomunicações,**



# Tipos de Radiação

❏ Existem várias fontes de radiação?

❏ **Sim:**

❏ **Sol,**

❏ **Linhas de energia eléctrica,**

❏ **Telecomunicações,**

❏ **Electrodomésticos,**



[Fonte: HowStuffWorks, 2008]



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Tipos de Radiação

❏ Existem várias fontes de radiação?

❏ **Sim:**

❏ **Sol,**

❏ **Linhas de energia eléctrica,**

❏ **Telecomunicações,**

❏ **Electrodomésticos,**

❏ **Comandos,**



[Fonte: Amazon, 2008]



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Tipos de Radiação

❏ Existem várias fontes de radiação?

❏ **Sim:**

❏ **Sol,**

❏ **Linhas de energia eléctrica,**

❏ **Telecomunicações,**

❏ **Electrodomésticos,**

❏ **Comandos,**

❏ **Solários,**



[Fonte: ISACN, 2008]

# Tipos de Radiação

❏ Existem várias fontes de radiação?

❏ **Sim:**

❏ **Sol,**

❏ **Linhas de energia eléctrica,**

❏ **Telecomunicações,**

❏ **Electrodomésticos,**

❏ **Comandos,**

❏ **Solários,**

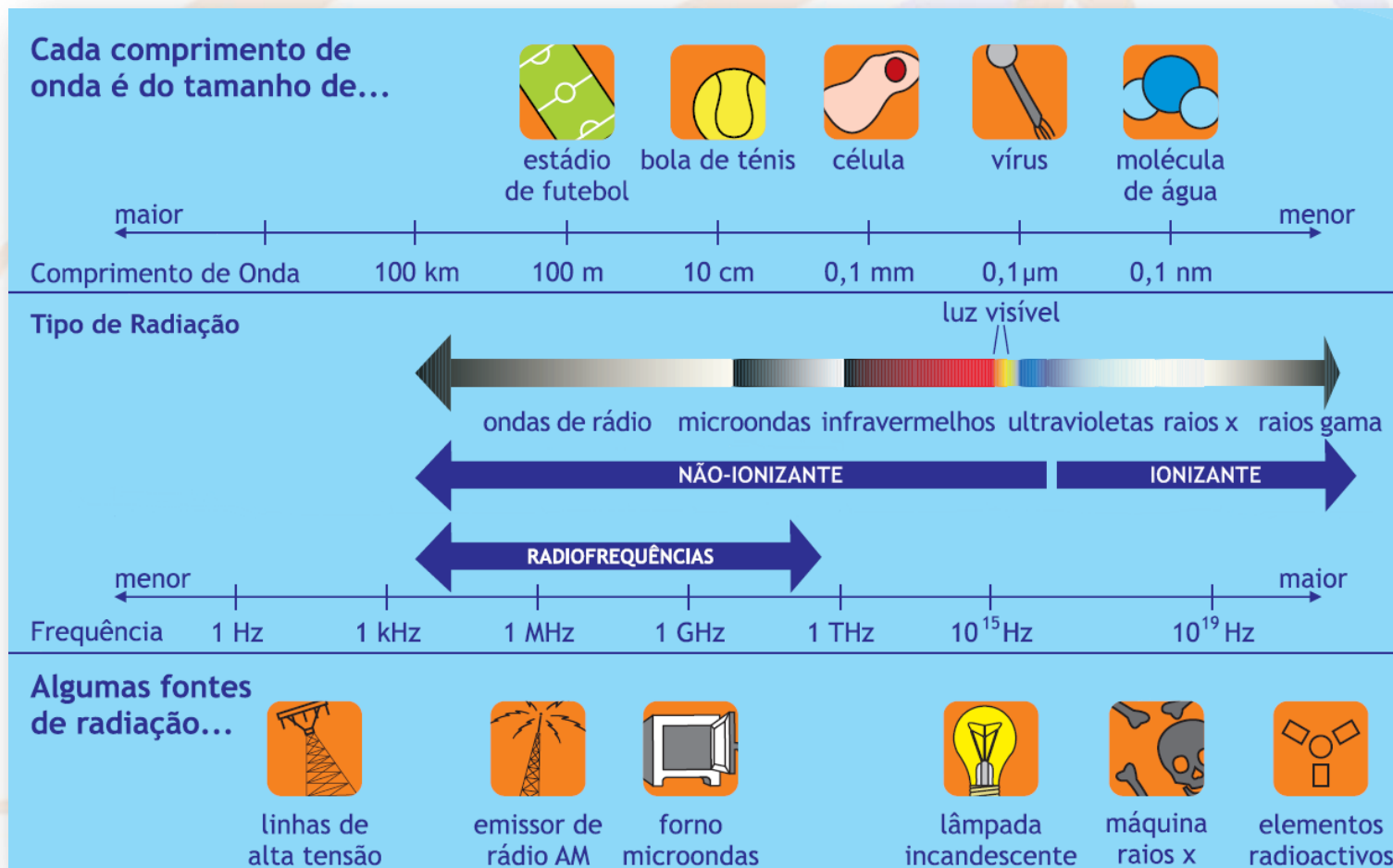
❏ **Raios X...**



[Fonte: Natl. Cancer Inst., 2008]

# Tipos de Radiação

## Espectro Electromagnético



# Radiação Ionizante vs. Não-Ionizante

## ❏ Ionização:

- ❏ Processo pelo qual um átomo ou uma molécula perde um electrão;
- ❏ Não ocorre de forma espontânea, sendo necessária a interacção com radiação caracterizada por fotões com níveis de energia altos.

❏ **Radiação Ionizante:** é capaz de causar ionização, podendo produzir alterações moleculares, que por sua vez podem causar danos no tecido biológico, incluindo efeitos a nível genético. Exemplo: Raio X.

❏ **Radiação Não-Ionizante:** não tem energia suficiente para causar ionização de átomos ou moléculas.

Exemplos: Radiofrequência, Luz visível.



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Transmissão / Recepção

- ❏ A Estação Base e o Telemóvel transmitem e recebem radiações electromagnéticas?

# Transmissão / Recepção

- ❏ A Estação Base e o Telemóvel transmitem e recebem radiações electromagnéticas?
- ❏ **Sim, para que se possa comunicar (falar e ouvir) ao telefone.**



[Fonte: Mobilfunk, 2008]

# Transmissão de Potência

❏ A Estação Base e o Telemóvel transmitem a mesma potência?



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Transmissão de Potência

❏ A Estação Base e o Telemóvel transmitem a mesma potência?

❏ Não, porque devido à diferença de tamanhos, a estação base tem que transmitir uma potência ligeiramente superior.



[Fonte: Wibe, 2008]



[Fonte: Ericsson, 1997]



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



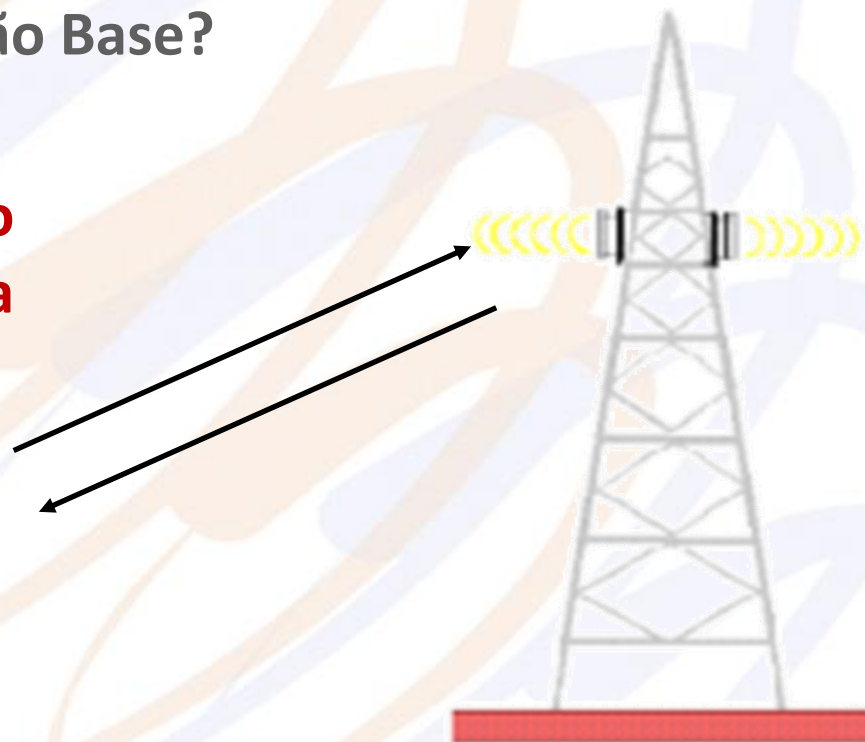
# Aumento da Potência

- ❏ Os operadores têm interesse em aumentar a potência de transmissão da Estação Base?

# Aumento da Potência

❏ Os operadores têm interesse em aumentar a potência de transmissão da Estação Base?

❏ Não, porque não aumenta a cobertura (ligação bidireccional).



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

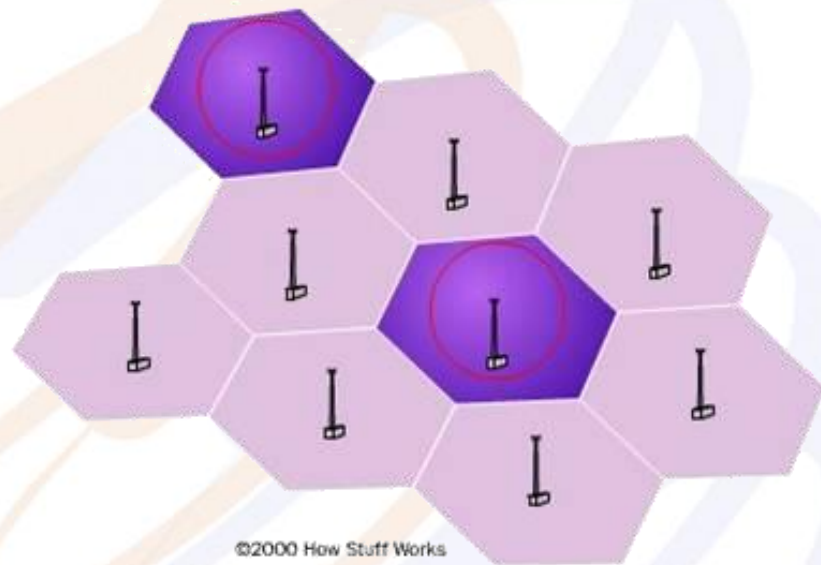


instituto de  
telecomunicações



# Aumento da Potência

- ❌ Os operadores têm interesse em aumentar a potência de transmissão da Estação Base?
- ❌ Não, porque não aumenta a cobertura (ligação bidireccional).
- ❌ Não, porque causa interferência noutros telefones.



[Fonte: HowStuffWorks, 2000]

# Transmissão Contínua

 Os telefones estão sempre a radiar?



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



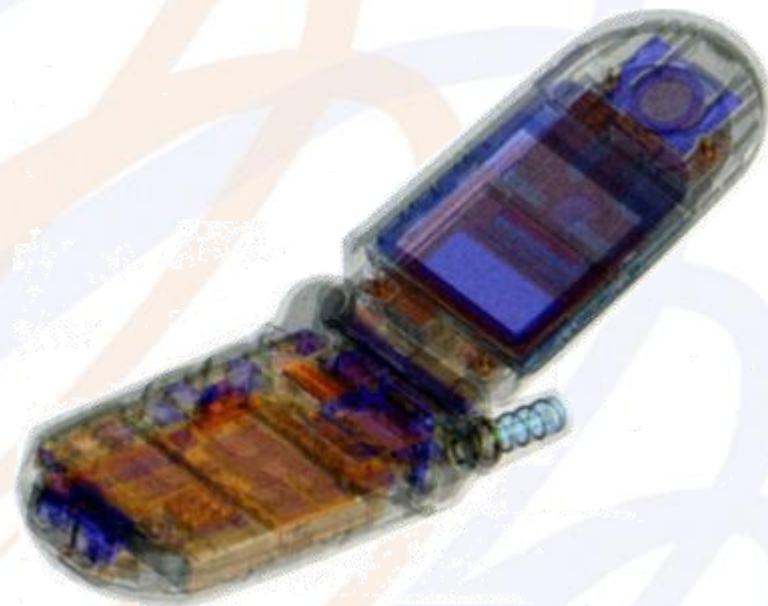
instituto de  
telecomunicações



# Transmissão Contínua

❌ Os telefones estão sempre a radiar?

❌ Não, os telefones só radiam quando estão a comunicar.



[Fonte: Schmid, 2006]



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações

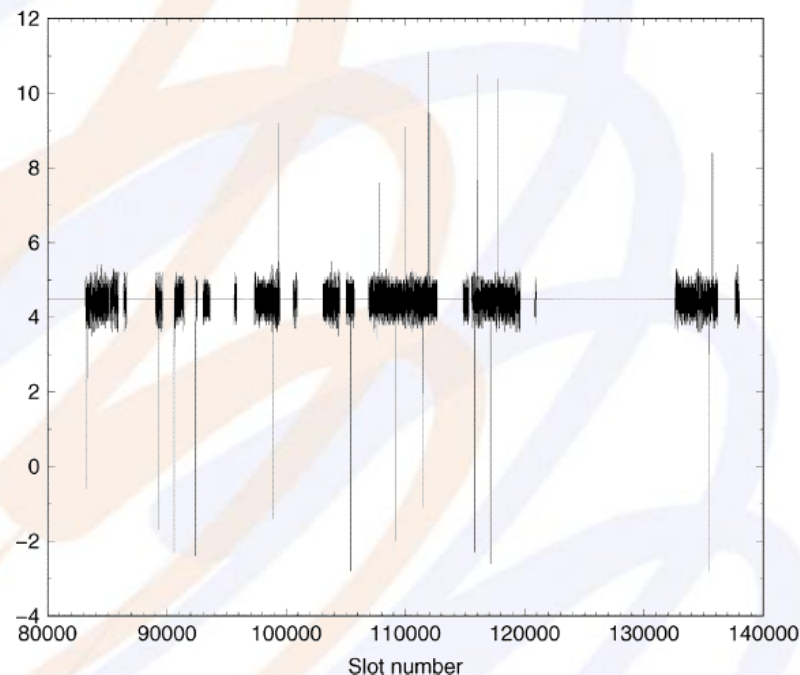


# Transmissão Contínua

❌ Os telefones estão sempre a radiar?

❌ Não, os telefones só radiam quando estão a comunicar.

❌ Não, porque mesmo quando falamos, os telefones não transmitem continuamente.



[Fonte: IEEE, 2004]



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



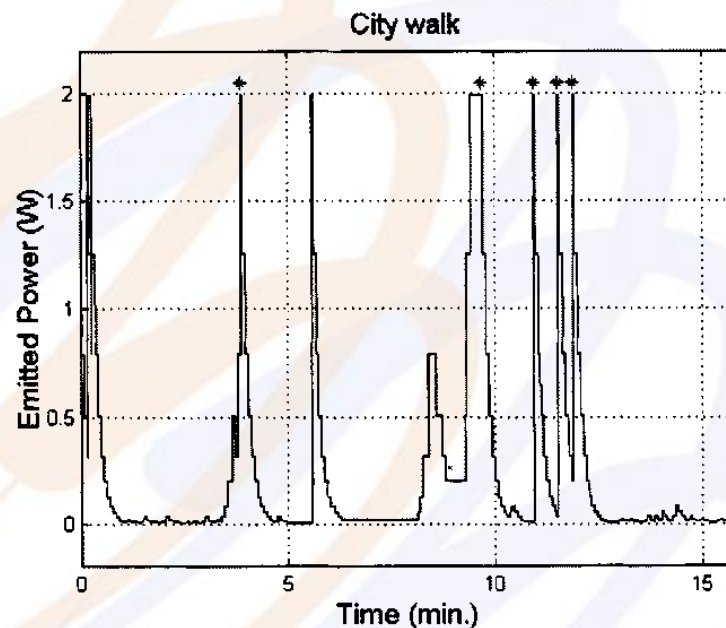
# Transmissão Constante

 Os telefones radiam sempre a mesma potência?

# Transmissão Constante

❏ Os telefones radiam sempre a mesma potência?

❏ Não, os telefones só radiam a quantidade necessária para estabelecer a ligação.



[Fonte: IEEE, 2000]

# Efeitos da Radiação

 A radiação electromagnética pode ter efeitos?

# Efeitos da Radiação

❏ A radiação electromagnética pode ter efeitos?

❏ **Sim:**

❏ **Efeitos Físicos Térmicos,**



[Fonte: Oregon.gov, 2007]

# Efeitos da Radiação

❏ A radiação electromagnética pode ter efeitos?

❏ **Sim:**

❏ **Efeitos Físicos Térmicos,**

❏ **Efeitos Físicos Não-Térmicos,**



[Fonte: IEEE, 2008]

# Efeitos da Radiação

- ❏ A radiação electromagnética pode ter efeitos?
- ❏ **Sim:**
  - ❏ **Efeitos Físicos Térmicos,**
  - ❏ **Efeitos Físicos Não-Térmicos,**
  - ❏ **Efeitos Psico-Somáticos.**



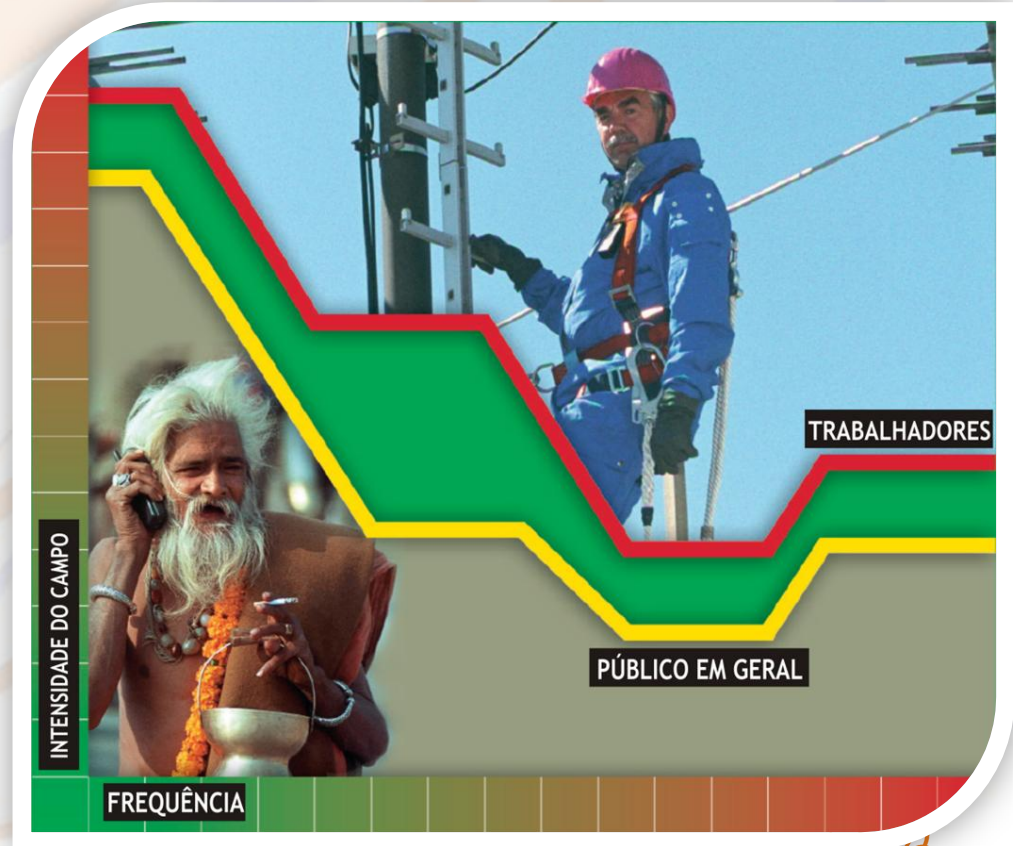
[Fonte: Ranburg, 2008]

# Estudos

- 📡 Já existem alguns estudos sobre o efeito das radiações electromagnéticas?

# Estudos

- ❏ Já existem alguns estudos sobre o efeito das radiações electromagnéticas?
- ❏ Sim, vários organismos internacionais, alguns associados à OMS, já têm recomendações sobre níveis máximos de exposição.



[Fonte: OMS]

# Radiação pelas Antenas

 As antenas das Estações Base são as que radiam mais?

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

Sistema	Potência [W]
<i>Lâmpada</i>	60

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

Sistema	Potência [W]
<i>Lâmpada</i>	60
Telemóvel (max. equiv. rad.)	??

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

Sistema	Potência [W]
<i>Lâmpada</i>	60
Telemóvel (max. equiv. rad.)	1

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

Sistema	Potência [W]
<i>Lâmpada</i>	60
Telemóvel (max. equiv. rad.)	1
Estação Base (max. equiv. rad.)	??

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

Sistema	Potência [W]
<i>Lâmpada</i>	60
Telemóvel (max. equiv. rad.)	1
Estação Base (max. equiv. rad.)	600

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

Sistema	Potência [W]
<i>Lâmpada</i>	60
Telemóvel (max. equiv. rad.)	1
Estação Base (max. equiv. rad.)	600
Forno micro-ondas	??

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

Sistema	Potência [W]
<i>Lâmpada</i>	60
Telemóvel (max. equiv. rad.)	1
Estação Base (max. equiv. rad.)	600
Forno micro-ondas	1000

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

Sistema	Potência [W]
<i>Lâmpada</i>	60
Telemóvel (max. equiv. rad.)	1
Estação Base (max. equiv. rad.)	600
Forno micro-ondas	1000
Emissores TV (max. equiv. rad.)	??

# Radiação pelas Antenas

- ❌ As antenas das Estações Base são as que radiam mais?
- ❌ **Não, pelo contrário.**

Sistema	Potência [W]
<i>Lâmpada</i>	60
Telemóvel (max. equiv. rad.)	1
Estação Base (max. equiv. rad.)	600
Forno micro-ondas	1000
Emissores TV (max. equiv. rad.)	400 000

# Interferências

📶 Os telemóveis podem causar interferência noutros equipamentos?

# Interferências

- ❏ Os telemóveis podem causar interferência noutros equipamentos?
- ❏ **Sim, por exemplo:**
  - ❏ **Estimuladores Cardíacos,**



[Fonte: *Wikimedia*, 2008]

# Interferências

❏ Os telemóveis podem causar interferência noutros equipamentos?

❏ **Sim, por exemplo:**

❏ **Estimuladores Cardíacos,**

❏ **Hospitais,**



# Interferências

- ❌ Os telemóveis podem causar interferência noutros equipamentos?
- ❌ **Sim, por exemplo:**
  - ❌ **Estimuladores Cardíacos,**
  - ❌ **Hospitais,**
  - ❌ **Aviões.**



[Fonte: Airbus, 2008]

# Distância das Antenas

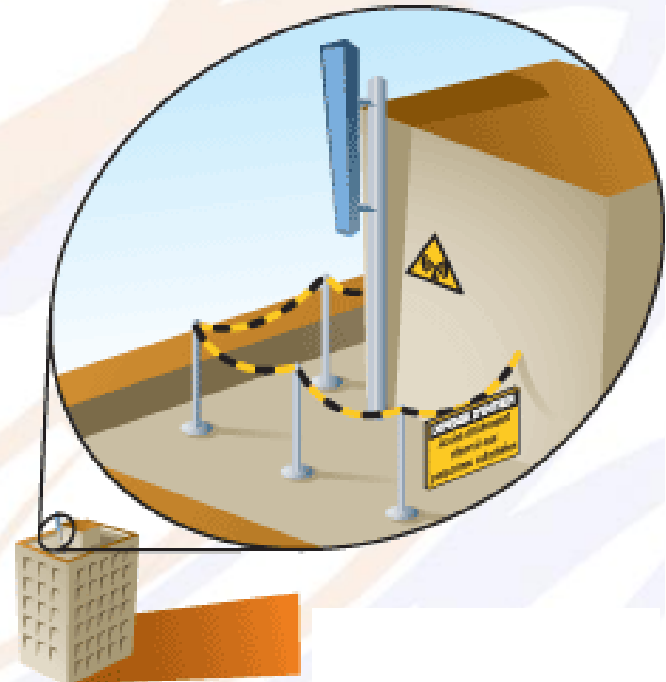
Qual é tipicamente a distância mínima às antenas de Estação Base a que podemos estar?

- 3 m?
- 30 m?
- 300 m?

# Distância das Antenas

Qual é tipicamente a distância mínima às antenas de Estação Base a que podemos estar?

3 m,  
para a grande maioria  
das antenas e  
potências instaladas,  
não ultrapassando  
cerca de 5 a 6 m.



# Campos Electromagnéticos ELF (1)

✎ Há que diferenciar os vários sistemas de transmissão de energia eléctrica:

Linhas de transmissão	Tensão [V]
Baixa Tensão	230 a 400
Média Tensão	Até 60 000
Alta Tensão	Até 110 000
Muito Alta Tensão	Superior a 110 000

✎ O problema da exposição a radiação apenas se coloca para Linhas de Muito Alta Tensão.



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Campos Electromagnéticos ELF (2)

## ✘ Linhas aéreas vs. Linhas enterradas:

- ✘ O campo magnético não sofre atenuação devido ao material, mas sim devido à distância;
- ✘ O campo eléctrico sofre atenuação devido ao material.

## ✘ Efeitos para a saúde:

- ✘ Campos magnéticos: Alterações no sistema nervoso, nomeadamente na excitabilidade do tecido nervoso;
- ✘ Campos eléctricos: Indução de carga eléctrica superficial (choques).

# A Pergunta

 A radiação faz mal?



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# A Pergunta

- ❌ A radiação faz mal?
- ❌ A pergunta não se pode colocar desta maneira, pois tem que se ter em consideração:
  - ❌ A quantidade a que estamos expostos,
  - ❌ E também durante quanto tempo isso acontece.



[Fonte: Portugal Virtual, 2007]

# Conclusões

- ❏ O Projecto monIT pretende informar sobre a exposição à radiação electromagnética em comunicações móveis.
- ❏ A questão fundamental é saber quais são os limites de exposição, e não se a radiação faz mal.
- ❏ Todos os locais medidos estão conforme os limites de segurança, não havendo motivos para preocupação.



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



**<http://monit.it.pt>**

**<http://monit.it.pt/premio>**



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Antenas nos Telhados

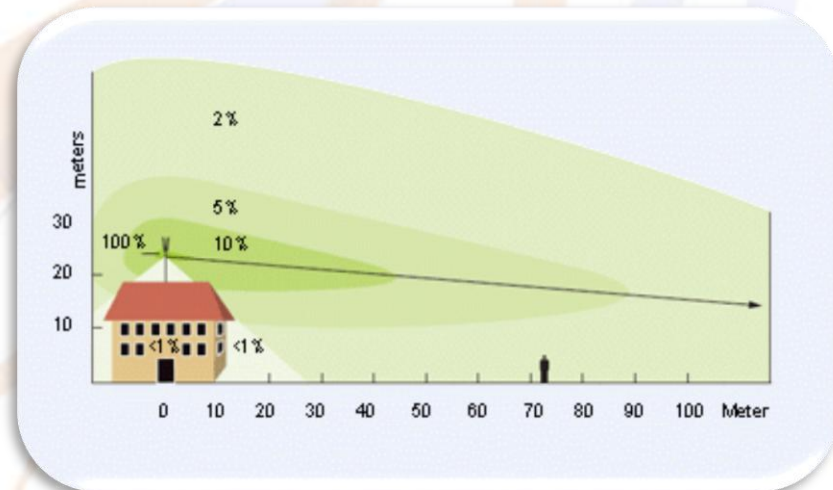
 Há problemas com a instalação de antenas nos telhados?

# Antenas nos Telhados

❏ Há problemas com a instalação de antenas nos telhados?

❏ Não, pois:

❏ As antenas radiam essencialmente na horizontal,



[Fonte: Swisscom]

# Antenas nos Telhados

❏ Há problemas com a instalação de antenas nos telhados?

❏ Não, pois:

- ❏ As antenas radiam essencialmente na horizontal,
- ❏ Paredes e tectos atenuam bastante a radiação electromagnética.



# Perigo versus Risco

 Existe diferença entre Perigo e Risco?



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações



# Perigo versus Risco

❏ Existe diferença entre Perigo e Risco?

❏ Sim:

❏ Perigo – objecto ou conjunto de circunstâncias que podem, potencialmente, causar danos na saúde de uma pessoa;

❏ Risco – probabilidade de uma pessoa sofrer danos de um dado perigo,

[Fonte: Regalo, 2008]



❏ O “risco zero” não existe!



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



instituto de  
telecomunicações

