A decorative graphic consisting of a thin yellow circle on the left side. A thick black bracket is positioned on the left, and a thick yellow bracket is on the right, both framing a horizontal bar. The bar has a light yellow-to-white gradient and contains the title text.

# Novas Tecnologias de Redes de Computadores

Ricardo José Cabeça de Souza

[www.ricardojcsouza.com.br](http://www.ricardojcsouza.com.br)


[rjcsouza@superig.com.br](mailto:rjcsouza@superig.com.br)

2013

**MANET (Mobile Ad Hoc Network)**

# [ SUMÁRIO ]

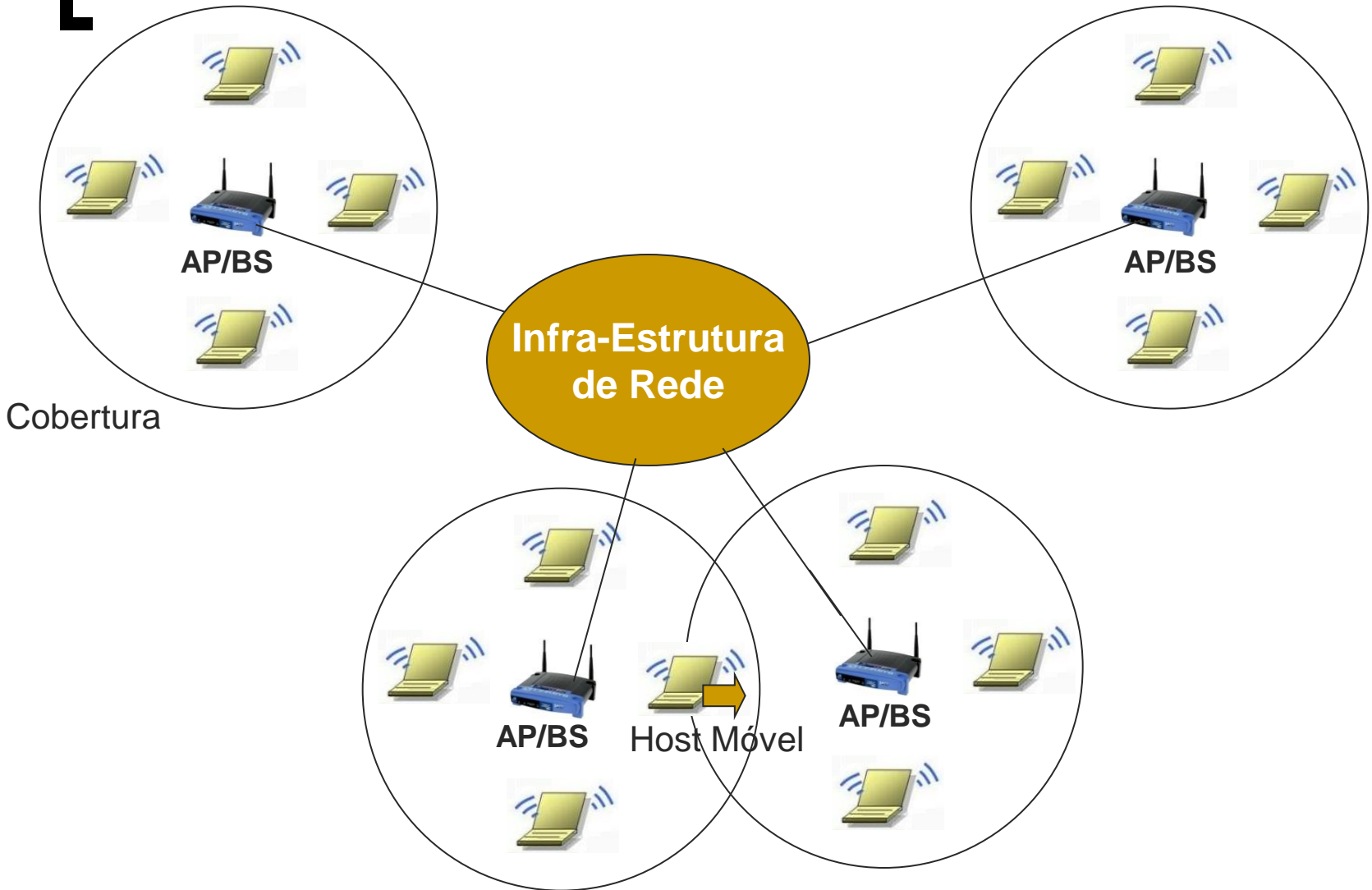
- Redes sem Fio – Elementos
- Tipos de Redes sem Fio
- Características dos Enlaces
- Problemas na Transmissão
- Redes Ad Hoc – Conceito
- Mobile Ad Hoc Network – MANETs
- MANETS: Vantagens e Desvantagens
- MANETs: Classificação
- Roteamento
- Segurança em MANETs




# Redes sem Fio

Elementos

# REDE SEM FIO - ELEMENTOS





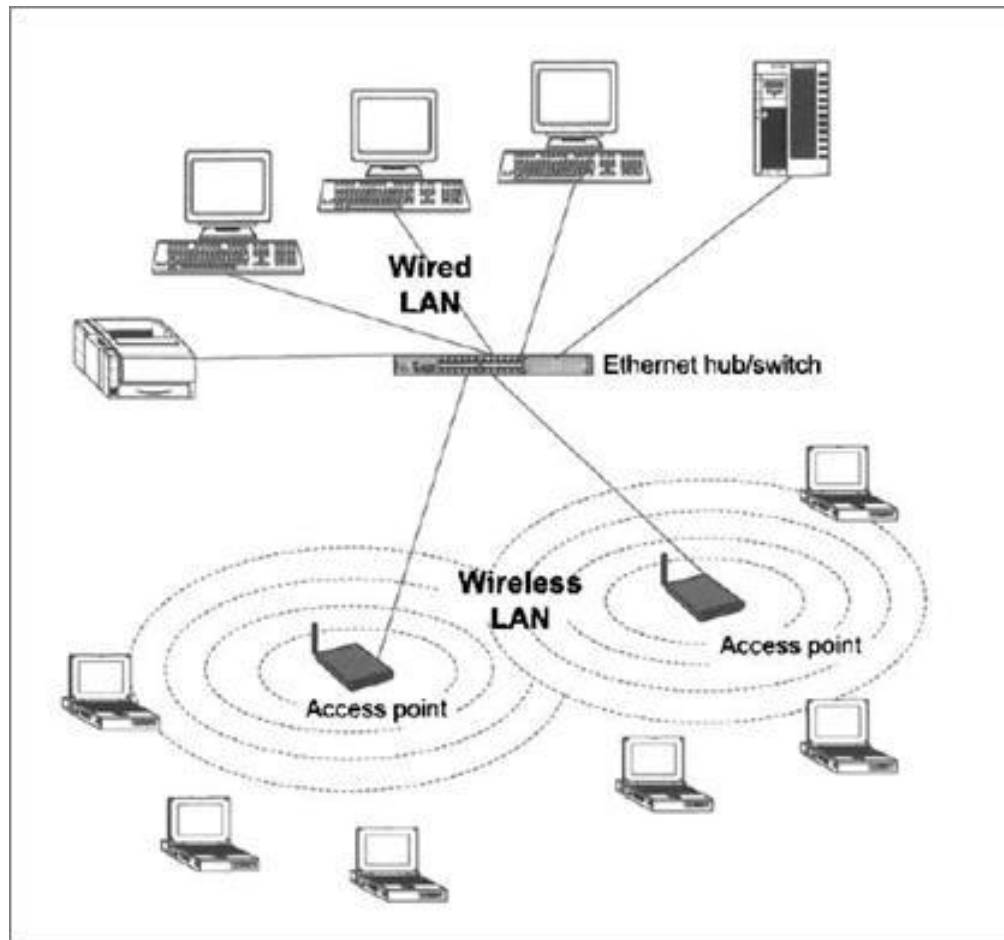
# Redes sem Fio

Tipos

# [ REDES SEM FIO - TIPOS ]

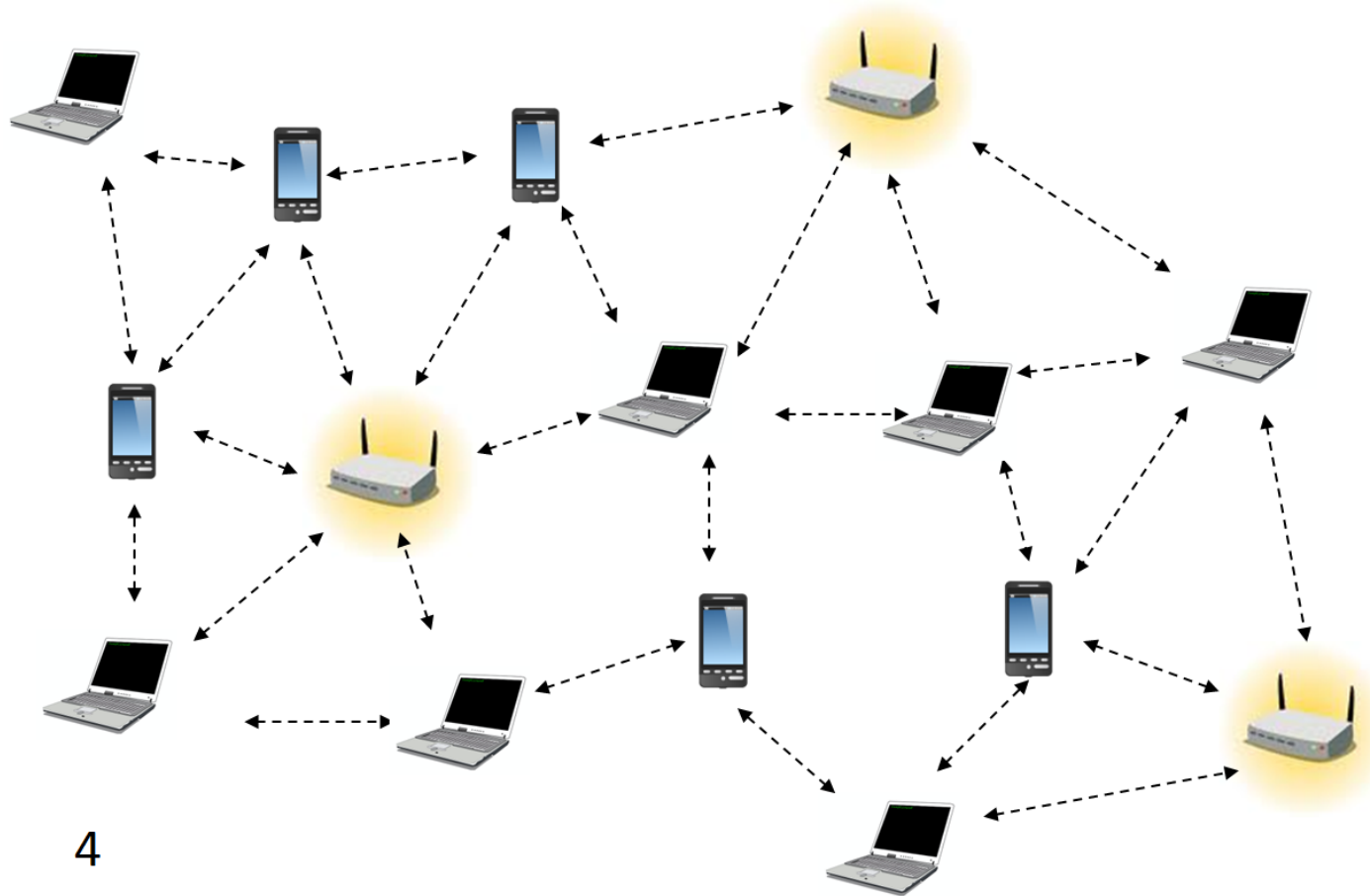
- Rede infraestruturada
  - Host móvel + Host Fixo
- Redes ad hoc
  - Hosts móveis

# REDES MÓVEIS



Rede de Infraestrutura

# [ REDES MÓVEIS ]



4

Rede Ad Hoc

Fonte da Imagem: <http://www.thelifenetwork.org/images/adhoc.png>





# Redes sem Fio

Características dos Enlaces

# CARACTERÍSTICAS DOS ENLACES

TABLE 1: IEEE 802.11 PHY STANDARDS

Release date	Standard	Band (GHz)	Bandwidth (MHz)	Modulation	Advanced antenna technologies	Maximum data rate
1997	802.11	2.4	20	DSSS, FHSS	N/A	2 Mbits/s
1999	802.11b	2.4	20	DSSS	N/A	11 Mbits/s
1999	802.11a	5	20	OFDM	N/A	54 Mbits/s
2003	802.11g	2.4	20	DSSS, OFDM	N/A	54 Mbits/s
2009	802.11n	2.4, 5	20, 40	OFDM	MIMO, up to four spatial streams	600 Mbits/s
2012 (expected)	802.11ad	60	2160	SC-OFDM	Beamforming	6.76 Gbits/s
2013 (expected)	802.11ac	5	40, 80, 160	OFDM	MIMO, MU-MIMO, up to eight spatial streams	6.93 Gbits/s

# CARACTERÍSTICAS DOS ENLACES

Generation	Requirements	Comments
<b>1G</b>	No official requirements. Analog technology.	Deployed in the 1980s.
<b>2G</b>	No official requirements. Digital Technology.	First digital systems. Deployed in the 1990s. New services such as SMS and low-rate data. Primary technologies include IS-95 CDMA and GSM.
<b>3G</b>	ITU's IMT-2000 required 144 kbps mobile, 384 kbps pedestrian, 2 Mbps indoors	Primary technologies include CDMA2000 1X/EV-DO and UMTS-HSPA. WiMAX now an official 3G technology.
<b>4G</b>	ITU's IMT-Advanced requirements include ability to operate in up to 40 MHz radio channels and with very high spectral efficiency.	No technology meets requirements today. IEEE 802.16m and LTE-Advanced being designed to meet requirements.

**SMS** Short Message Services

**IS-95** Interim Standard 95 (CDMA)

**CDMA** Code Division Multiple Access

**GSM** Global System for Mobile communications

**CDMA2000** Tecnología Híbrida 2.5G e 3G

**EVDO** Evolution Data Optimized

**UMTS** Universal Mobile Telecommunications System

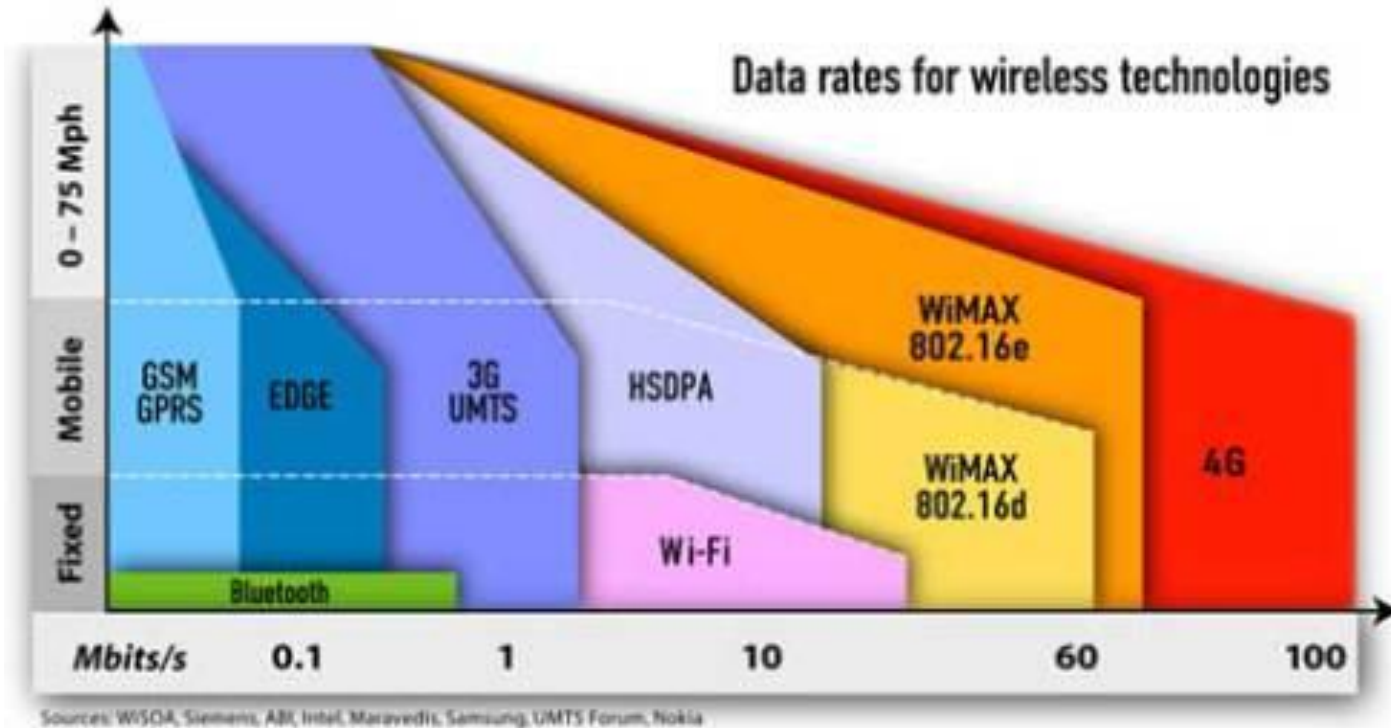
**HSPA** High-Speed Packet Access

**HSDPA** High-Speed Downlink Packet Access

**WiMAX** Worldwide Interoperability for Microwave Access

**LTE** Long Term Evolution

# CARACTERÍSTICAS DOS ENLACES



Fonte da Imagem: [http://softhandover.files.wordpress.com/2010/09/071009\\_wireless\\_evolution.jpg?w=490&h=266](http://softhandover.files.wordpress.com/2010/09/071009_wireless_evolution.jpg?w=490&h=266)

**GSM** Global System for Mobile communications

**GPRS** General Packet Radio Service

**UMTS** Universal Mobile Telecommunications System

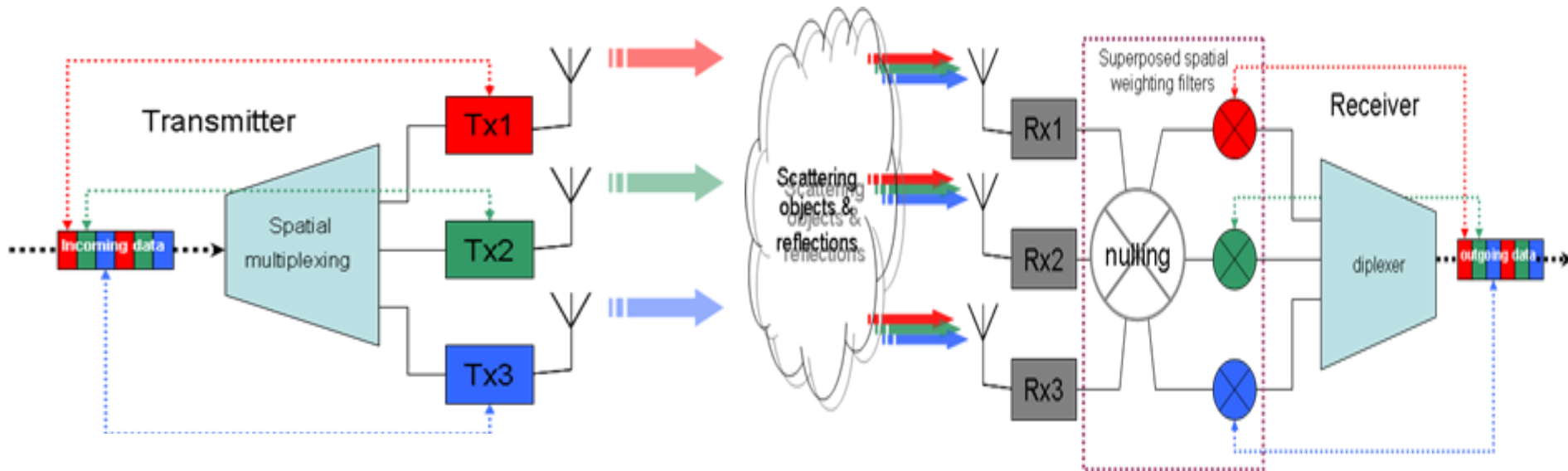
**HSDPA** High-Speed Downlink Packet Access

**Wi-Fi** Wireless Fidelity

**WiMAX** Worldwide Interoperability for Microwave Access

# CARACTERÍSTICAS DOS ENLACES

## MIMO - Multiple Input Multiple Output



Fonte das Imagens:

[http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos\\_vf\\_2008\\_2/joao\\_luiz/img/spatial-multiplexing-4.jpg](http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/joao_luiz/img/spatial-multiplexing-4.jpg)

[http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos\\_vf\\_2008\\_2/joao\\_luiz/img/multi-path-2.png](http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/joao_luiz/img/multi-path-2.png)

# CARACTERÍSTICAS DOS ENLACES

802.11n; also supports  
802.11a, 802.11b, and 802.11g



802.11n; also supports  
802.11b and 802.11g



802.11g; also supports 802.11b



802.11a; also supports 802.11b and 802.11g





# Redes sem Fio

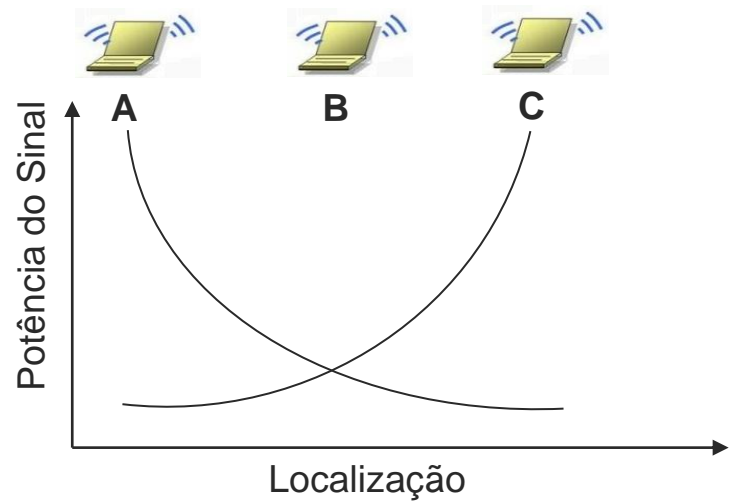
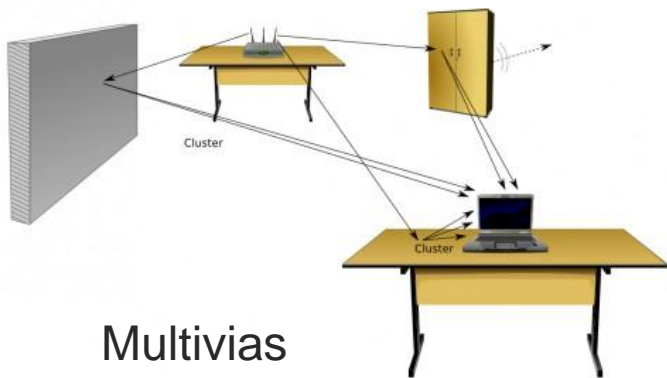
Problemas na Transmissão

# PROBLEMAS NA TRANSMISSÃO

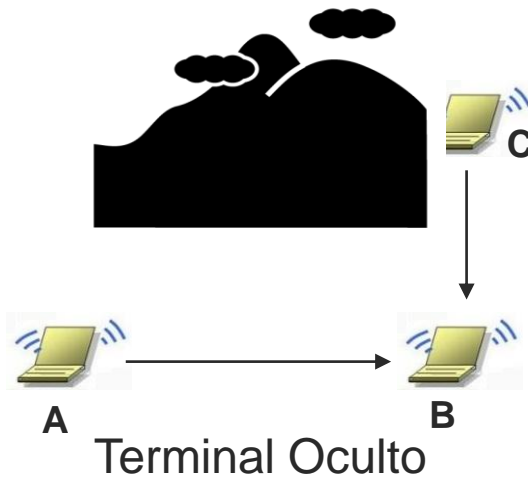
- Redução força sinal → atenuação percurso
- Interferência de outras fontes
- Propagação multivias (multicaminhos) → reflexão
- Maior probabilidade de erros no sinal
- Problemas com terminal oculto



# PROBLEMAS NA TRANSMISSÃO



Fonte Imagem: <http://e.cdn-hardware.com.br/static/20111026/reflexao.png.500x283.auto.jpg?CmsZoomEnable>



# PROBLEMAS NA TRANSMISSÃO

## ATENUAÇÃO:

$$At = 32,4 + 20 \log (\text{frequência em MHz}) + 20 \log (\text{distância em Km})$$

Frequência	Atenuação em 100m (dB)
900 MHz	~ 71,5
2,4 GHz	~ 80,0
5,8 GHz	~ 87,7

Obs: Atenuação sem obstáculos.

Fonte da Imagem: [http://www.vivasemfio.com/blog\\_imagens/frequencia\\_atenuacao.jpg](http://www.vivasemfio.com/blog_imagens/frequencia_atenuacao.jpg)

Obstáculo	Atenuação típica a 2,4 GHz em dB
Chuva	0,02
Neblina	0,02
Parede fina (gesso)	2 a 5
Parede de tijolos	6 a 12
Parede de concreto	10 a 20
Laje de concreto	20 a 40
Janela dupla	25 a 35
2 a 4m de arbustos	10 a 15
30 a 50m de mata fechada	30 a 50

Fonte da Imagem: [http://www.vivasemfio.com/blog\\_imagens/atenuacao\\_obstaculos.jpg.pagespeed.ce.d5NYjMxu\\_y.jpg](http://www.vivasemfio.com/blog_imagens/atenuacao_obstaculos.jpg.pagespeed.ce.d5NYjMxu_y.jpg)



# Redes Ad Hoc

Conceito

# [ REDE AD HOC - CONCEITO ]

- **Ad hoc** expressão latina que quer dizer "*com este objetivo*"
- Temporário
- Não há topologia predeterminada
- Sem controle centralizado
- Não requer infraestrutura (backbone)
- Não requer AP

# [ REDE AD HOC - CONCEITO ]

- Nós ou nodos se comunicam sem conexão física
- Dispositivos fazem parte da rede de fato apenas durante a duração da sessão de comunicação
- Dispositivos móveis ou portáteis

# REDE AD HOC - CONCEITO



Fonte: <http://www.ixbt.com/comm/wireless/smc-80211b/ad-hoc.png>



# Mobile Ad Hoc Network - MANET

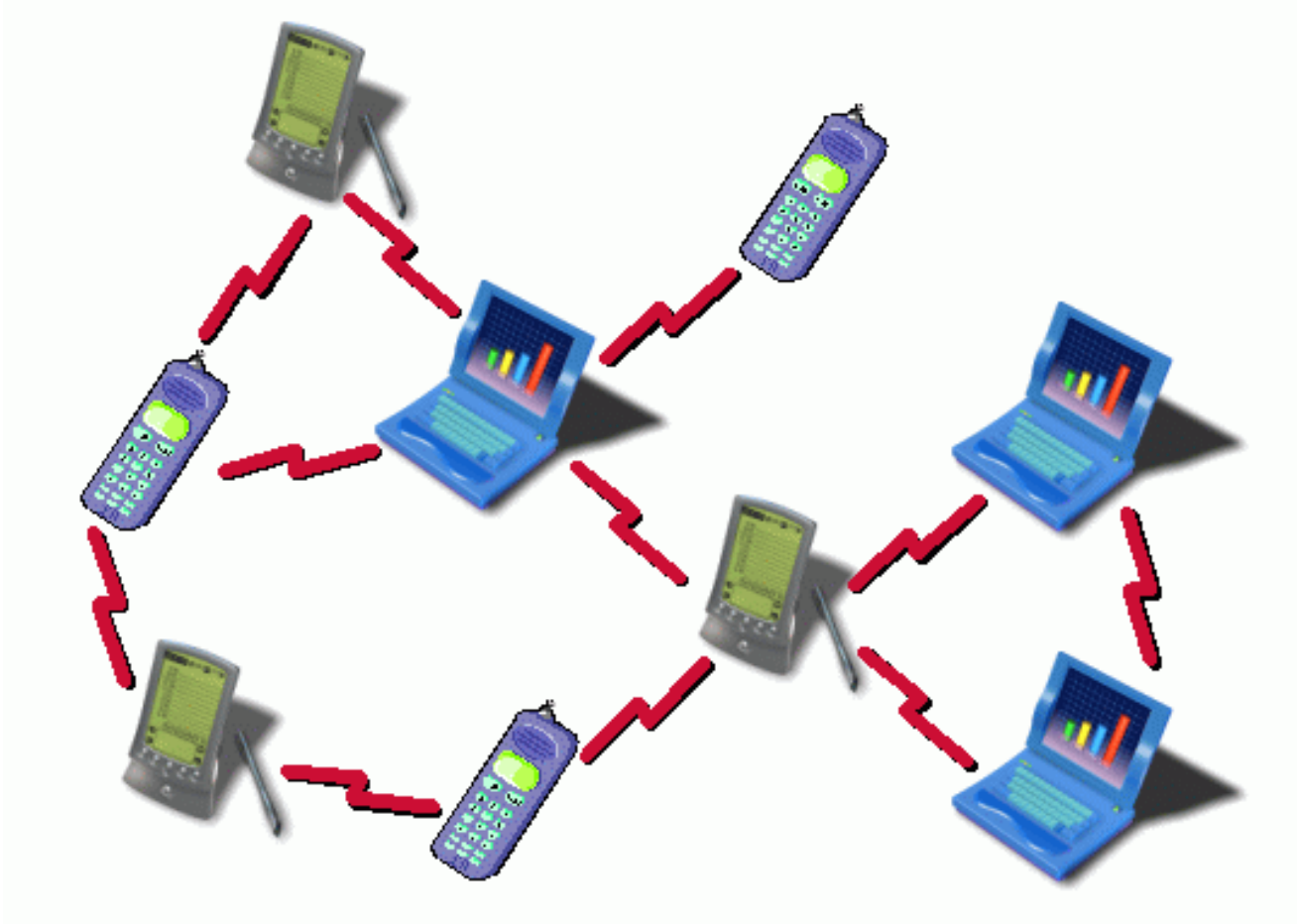
Conceito

# MANET (Mobile Ad Hoc Network)

- Conjunto de nós móveis (MNs)
- Redes dinâmicas autônomas
- Independentes de qualquer infraestrutura
- MNs se comunicam sem a intervenção BS ou AP
- Rede de múltiplos saltos (hops)
- Modo de operação ponto-a-ponto distribuído



# MANET (Mobile Ad Hoc Network)



Fonte: <http://www.acorn.net.au/telecoms/adhocnetworks/adhocnet.gif>

# [ MANETS - VANTAGENS ]

- Mobilidade
- Rapidez e facilidade de implantação
- Ambientes desprovidos de infraestrutura
- Facilidade de comunicação

# [ MANETS - DESVANTAGENS ]

- Comunicação não é confiável
- Baixa velocidade
- Preocupação com gastos de energia
- Pouca segurança
- Alta taxa de erros
- Difícil localização (endereçamento)
- Capacidades limitadas dos MNs



# Redes Ad Hoc

Classificação

# REDES AD HOC - CLASSIFICAÇÃO

## ■ SIMÉTRICAS

- Os nós têm iguais capacidades e dividem responsabilidades similares

## ■ ASSIMÉTRICAS

- Capacidades variam de nó para nó



# Redes Ad Hoc

Efeitos da Mobilidade

# EFEITOS DA MOBILIDADE

- APLICAÇÃO
  - Novas aplicações e adaptações
- TRANSPORTE
  - Controle de fluxo e congestionamento
- REDE
  - Endereçamento e roteamento
- ENLACE
  - Transição e acesso ao meio
- FÍSICO
  - Interferências e erros na transmissão

# Reconfigurable Wireless Networks (RWN)

- Rede Ad Hoc grande alcance
- Rapidamente desenvolvida sem infraestrutura
- Nós possuem alta mobilidade





# Redes Ad Hoc

Roteamento

# [ ROTEAMENTO ]

- **Protocolos Pró-Ativos (com tabelas)**
  - Protocolos tradicionais (caminho + curto)
  - Sempre mantêm rotas entre todos os pares
  - Atualização periódica → alta sobrecarga
  - Todos os nós mantêm as informações completas de roteamento da rede
    - Informações são atualizadas continuamente
  - Esquemas orientados por tabela(table-driven)

# [ ROTEAMENTO ]

- **Protocolos Reativos (sob demanda ou iniciados na origem)**
  - Encontram a rota quando necessário
  - A origem inicia o processo
  - Nós mantêm apenas as rotas para os destinos que estiverem ativos

# [ ROTEAMENTO ]

---

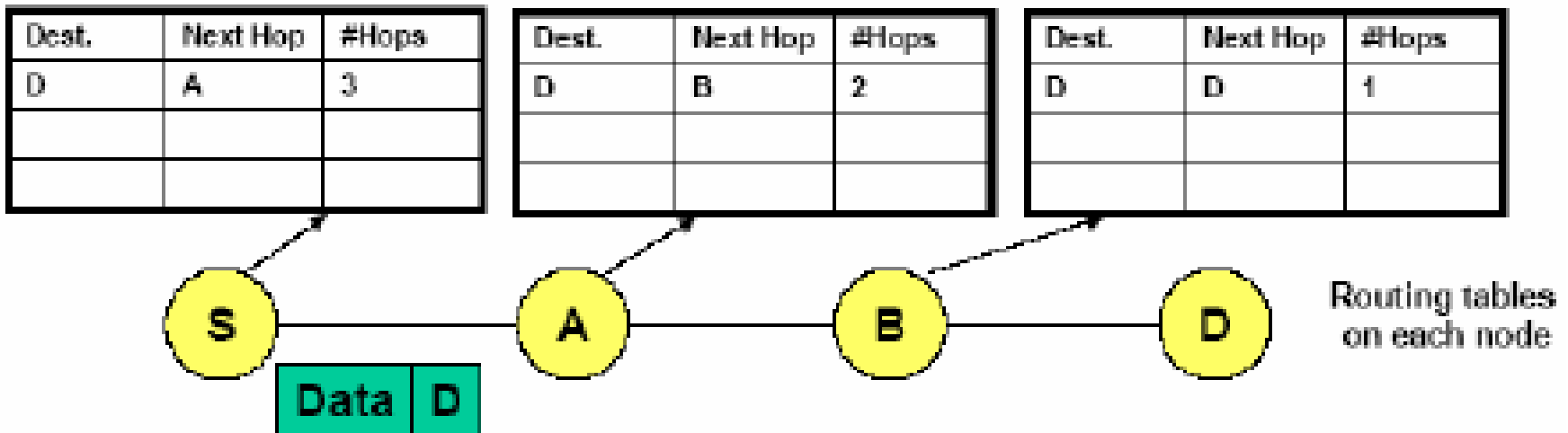
- **Protocolos Hierárquicos**
  - São atribuídas funções diferenciadas para os nós da rede

# [ ROTEAMENTO ]

- **Protocolos Híbridos ou Assistidos por Localização**
  - Adaptativos/combinção dos anteriores
  - Todos os nós são equipados com o Sistema de Posicionamento Global (GPS)
  - Permite estabelecer mecanismos para a determinação da localização geográfica dos nós da rede
  - Agrupa os esquemas pró-ativos e reativos em uma única classe, que denomina de **esquemas flat**

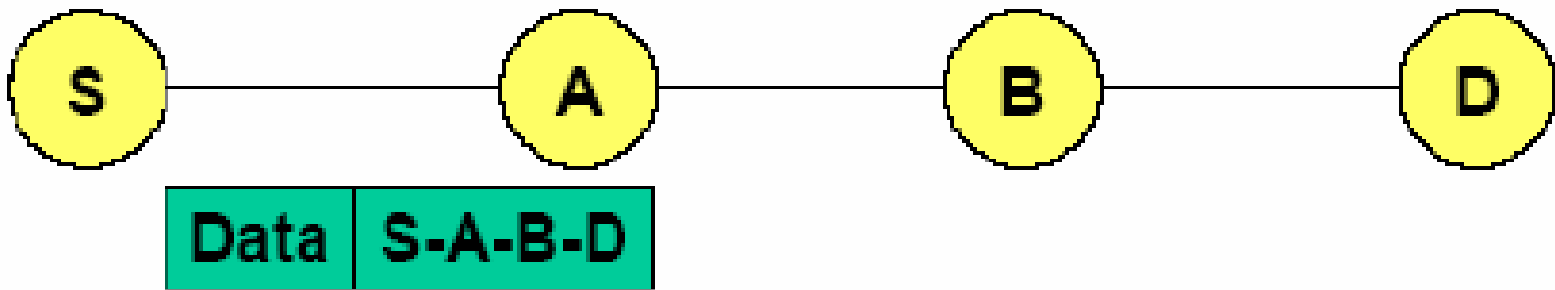
# ROTEAMENTO HOP-BY-HOP

- Pacote só contém DESTINO



# ROTEAMENTO A PARTIR DA ORIGEM

- O pacote roteia-se sozinho
- A origem constrói toda a rota



# Referências

- KUROSE, James F. Redes de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down. 3. Ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006.
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ad\\_hoc](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ad_hoc) acesso em 28/08/2008
- CÂMARA, Daniel  
<http://homepages.dcc.ufmg.br/~danielc/redes/roteamento.html>  
acesso em 28/08/2008
- GOLDMAN, Alfredo. Redes Móveis Ad Hoc. Minicurso SBRC, 2002.
- <http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt> acesso em 28/08/2008
- <http://www.ietf.org/rfc/rfc4728.txt> acesso em 28/08/2008
- <http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt> acesso em 28/08/2008
- BEIJAR, Nicklas. Zone Routing Protocol.  
<http://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38030/k02/Papers/08-Nicklas.pdf>  
acesso em 28/08/2008.
- <http://www.gta.ufrj.br/ensino/CPE825/2006/resumos/OLSR.ppt>



# Referências

- LIMA, Claudinei Quaresma. Rotas Hierárquicas e Segurança em Redes Ad Hoc. Tese de Mestrado. ITA: São José dos Campos, 2006.
- ALBINI, Luiz C. P. etc. al. Segurança em Redes Ad Hoc. Proposta de Minicurso para SBrT2008.  
[http://www.sbrt.org.br/sbrt08/docs/LuizAlbini\\_Seguranca.pdf](http://www.sbrt.org.br/sbrt08/docs/LuizAlbini_Seguranca.pdf)
- FRANCESQUINI, Emilio de Camargo. Detecção de Intrusos em MANETs. <http://grenoble.ime.usp.br/movel/detecao.ppt>
- <http://www.cs.virginia.edu/~cl7v/cs851-papers/dsdv-sigcomm94.pdf>
- <http://www.gta.ufrj.br/~rezende/cursos/eel879/trabalhos/aodv/indice.html>
- PUTTINI, Ricardo Staciarini. Redes Móveis Ad Hoc. UNB.
- REZENDE, Nelson Soares de. **Redes Noveis sem Fio Ad Hoc**. UFRJ: Rio de Janeiro, 2004.