
Redes Sem Fio

Aula 01: Introdução



- ❑ **Motivação para mobilidade e redes sem fio**
- ❑ Aplicações
- ❑ Dispositivos móveis
- ❑ História das comunicações móveis
- ❑ Áreas de pesquisa
- ❑ Redes Sem Fio: Modos de operação
- ❑ Redes 802.11



Computadores para as próximas décadas

Computadores são integrados

- ❑ pequenos, de baixo custo, portáteis, substituíveis
- ❑ não mais dispositivos separados

A tecnologia está no *background*

- ❑ Computadores são cientes do seu ambiente e se adaptam
- ❑ Computadores reconhecem a localização do usuário e reagem apropriadamente (ex.: encaminhamento de conexões, sensibilidade ao contexto)

Avanços na tecnologia

- ❑ Maior poder de computação em pequenos dispositivos
- ❑ Telas de cristal líquido (LCD) compactas, *multi-touch* e de baixo consumo
- ❑ Novas interfaces de usuário, voltadas para pequenas dimensões
- ❑ Mais largura de banda “por centímetro cúbico”
- ❑ Múltiplas interfaces de rede sem fio no mesmo dispositivo: para redes sem fio locais e de longa distância, bem como para serviços regionais



Comunicações móveis

Dois aspectos da mobilidade

- ❑ Mobilidade de usuário: usuários se comunicam (sem fio) a qualquer momento e em qualquer lugar
- ❑ Portabilidade de dispositivos: capazes de conexão à rede a qualquer momento e em qualquer lugar

Sem fio vs. Móvel Exemplos

×	×	Computador fixo/estacionário
×	✓	Notebook em um hotel
✓	×	LAN sem fio em prédios históricos
✓	✓	computadores de mão (PDAs)

A demanda por comunicação móvel criou a necessidade de integração de redes móveis com as redes fixas existentes

- ❑ Redes de área local: padrões IEEE 802.11
- ❑ Internet: extensão móvel do protocolo IP: IP móvel
- ❑ Redes de longa distância: integração de redes GSM com ISDN



Por que optar por uma WLAN?

Três cenários:

- ❑ Ao instalar uma LAN inteiramente nova
- ❑ Ao estender uma LAN existente
- ❑ Ao substituir uma LAN existente (por uma LAN sem fio ou não)

Principais questões:

- ❑ Custo
- ❑ Escalabilidade (da rede, das aplicações)
- ❑ Interoperabilidade e portabilidade
- ❑ Integração com redes existentes (ex.: com a rede fixa e com a Internet)

Soluções

- ❑ totalmente cabeada, totalmente sem fio (possível?), mista



- ❑ Motivação para mobilidade e redes sem fio
- ❑ Aplicações
- ❑ Dispositivos móveis
- ❑ História das comunicações móveis
- ❑ Áreas de pesquisa
- ❑ Redes Sem Fio: Modos de operação
- ❑ Redes 802.11



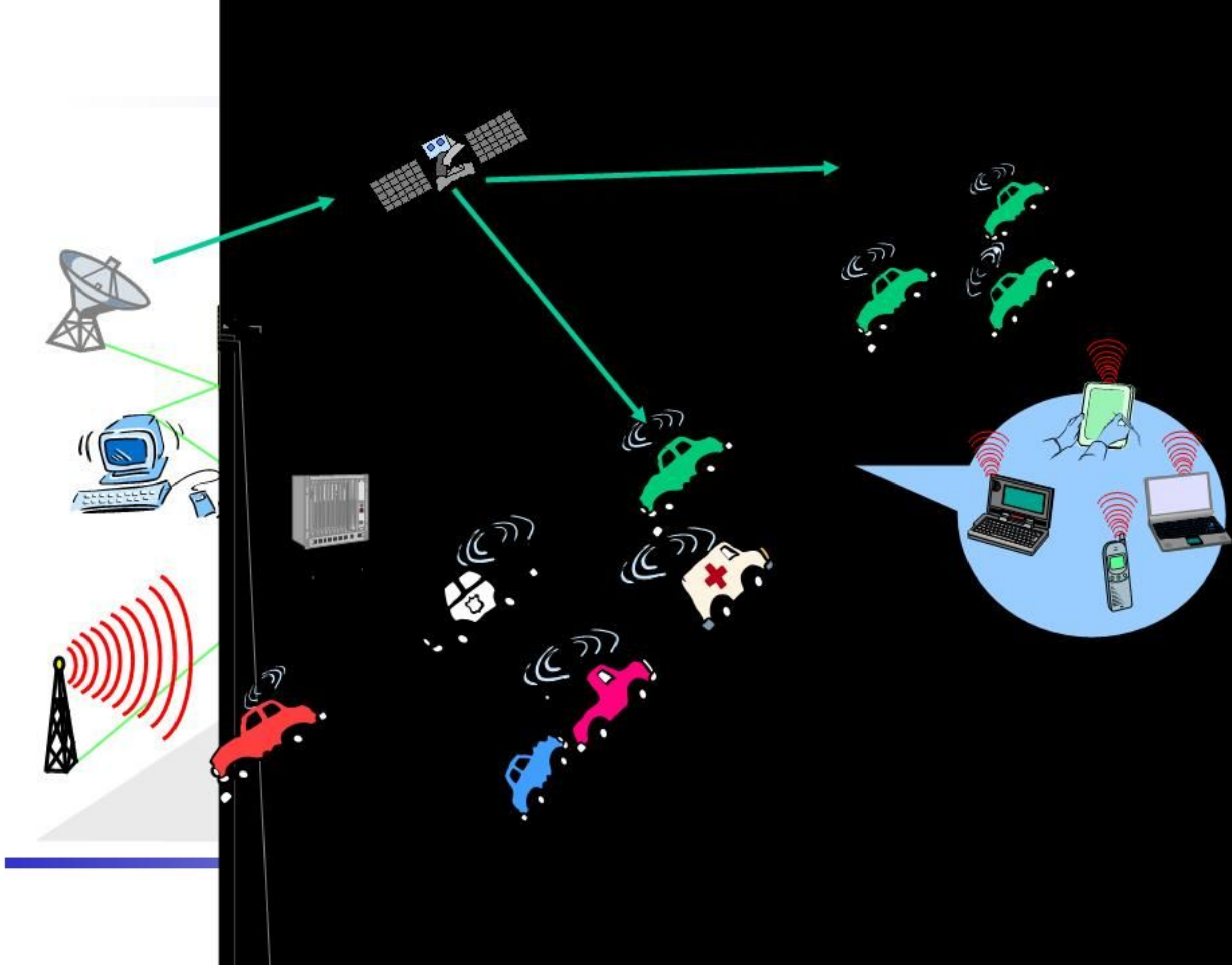
Veículos

- ❑ Transmissão de notícias, condições de tráfego e de tempo e música via DAB, DVB-T (no Brasil, ISDB-T)
- ❑ Comunicação pessoal usando GSM, EDGE, 3G
- ❑ Posicionamento geográfico via GPS
- ❑ Redes locais ad-hoc com veículos próximos para prevenção de acidentes, sistema de navegação
- ❑ Dados sobre o veículo (ônibus, trens) podem ser transmitidos para as oficinas antecipadamente à manutenção

Emergência

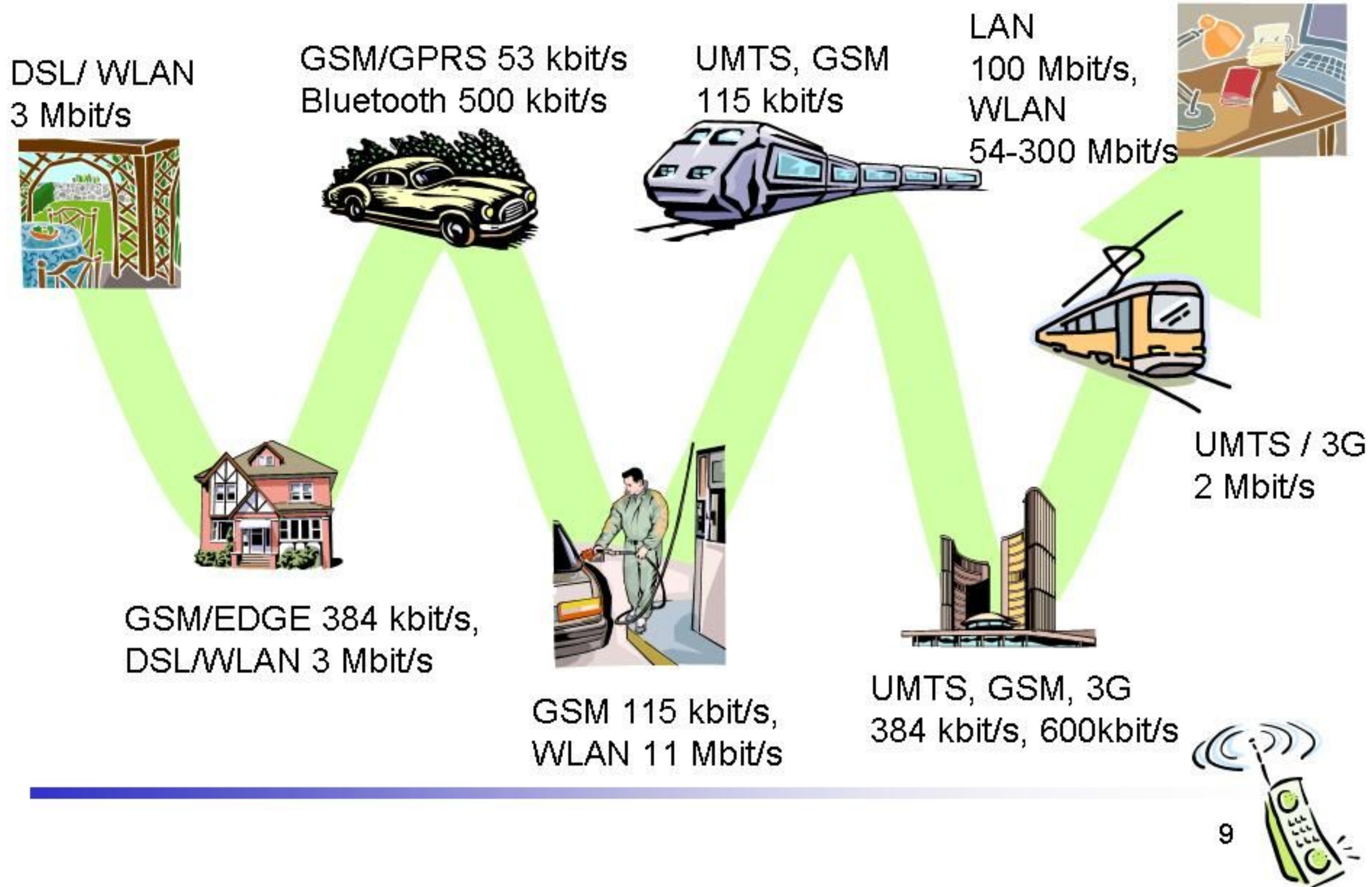
- ❑ Ambulâncias: transmissão antecipada de dados de pacientes para o hospital
- ❑ Substituição da infra-estrutura de rede fixa em caso de catástrofes naturais, incêndios, etc.
- ❑ Situações de crise, guerra, ...





Serviços móveis e sem fio

Sempre conectado



Vendedor viajante

- ❑ Acesso direto aos arquivos do cliente armazenados em um servidor central (na matriz)
- ❑ Um banco de dados consistente para todos os agentes
- ❑ Escritório móvel

Substituição de redes fixas

- ❑ Sensoreamento remoto (condições de tempo, atividade sísmica)
- ❑ Flexibilidade para pavilhões de feiras
- ❑ LANs em edifícios históricos

Entretenimento e educação

- ❑ Acesso à Internet “na rua”
- ❑ Guia turístico inteligente com informações atualizadas dependendo da localização
- ❑ Redes ad-hoc para jogos multi-usuários



Serviços dependentes de localização

Serviços sensíveis à localização

- ❑ Quais serviços (ex.: impressora, fax, telefone, servidor) estão disponíveis no ambiente local

Serviços do tipo “siga-me”

- ❑ Encaminhamento automático de chamadas, transmissão do espaço de trabalho (desktop) para a localização atual do usuário

Serviços de informação

- ❑ “push”: ex.: ofertas do dia no supermercado
- ❑ “pull”: ex.: onde fica o restaurante típico mais próximo

Serviços de suporte

- ❑ Caches, resultados intermediários, informação de estado, etc, seguem o dispositivo móvel através da rede fixa

Privacidade

- ❑ Quem pode obter conhecimento sobre a localização de alguém



- ❑ Motivação para mobilidade e redes sem fio
- ❑ Aplicações
- ❑ **Dispositivos móveis**
- ❑ História das comunicações móveis
- ❑ Áreas de pesquisa
- ❑ Redes Sem Fio: Modos de operação
- ❑ Redes 802.11



Dispositivos móveis

Pager

- recepção apenas
- display minúsculo
- mensagens de texto simples



PDA

- display gráfico simples
- reconhecimento de escrita
- WWW simplificado



Laptop

- completamente funcional
- aplicações padrão



Palmtop

- teclado minúsculo
- versões mais simples de aplicações padrão

Telefone celular

- voz, dados
- display gráfico simples



Sensores,
controladores
embutidos

desempenho



Dispositivos de Redes Sem Fio

Dispositivos pessoais móveis

- ❑ PDAs (Palm, Pocket PC), telefones celulares, notebooks, tablets etc

Dispositivos de conexão

- ❑ Adaptadores de Rede Sem Fio (PCI, PCMCIA, USB, SD)
- ❑ Pontos de acesso
- ❑ Switches WLAN (entre a WLAN e a rede cabeada)
- ❑ Servidores de impressão sem fio
- ❑ Roteadores sem fio
- ❑ Pontes sem fio
- ❑ Repetidores sem fio
- ❑ Antenas



PDAs com WiFi e Bluetooth



Tablet PC



Adaptadores de Rede Sem Fio



Servidores de Impressão Sem Fio



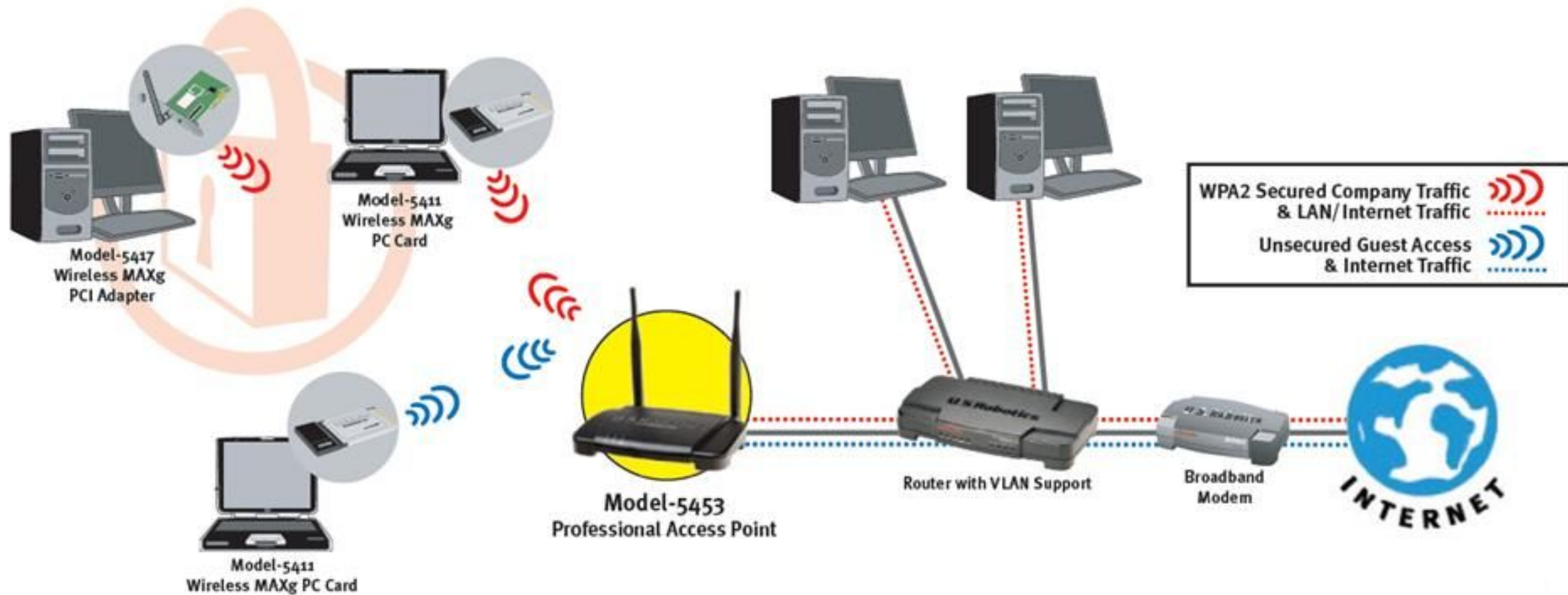
Access Points



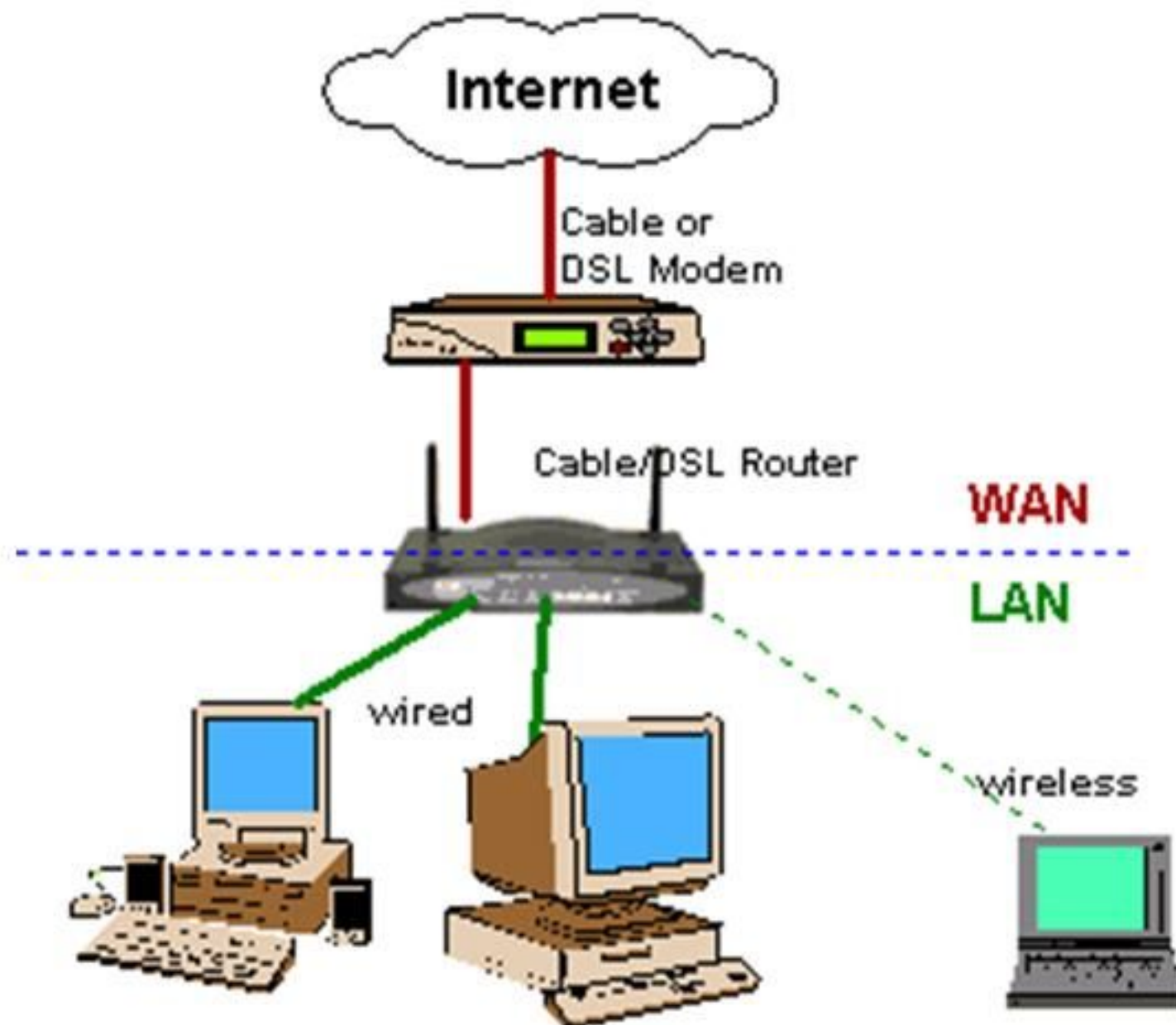
Rede com Access Point I



Rede com Access Point II



WLAN Switch



Roteadores Sem Fio



Rede com Roteador sem fio



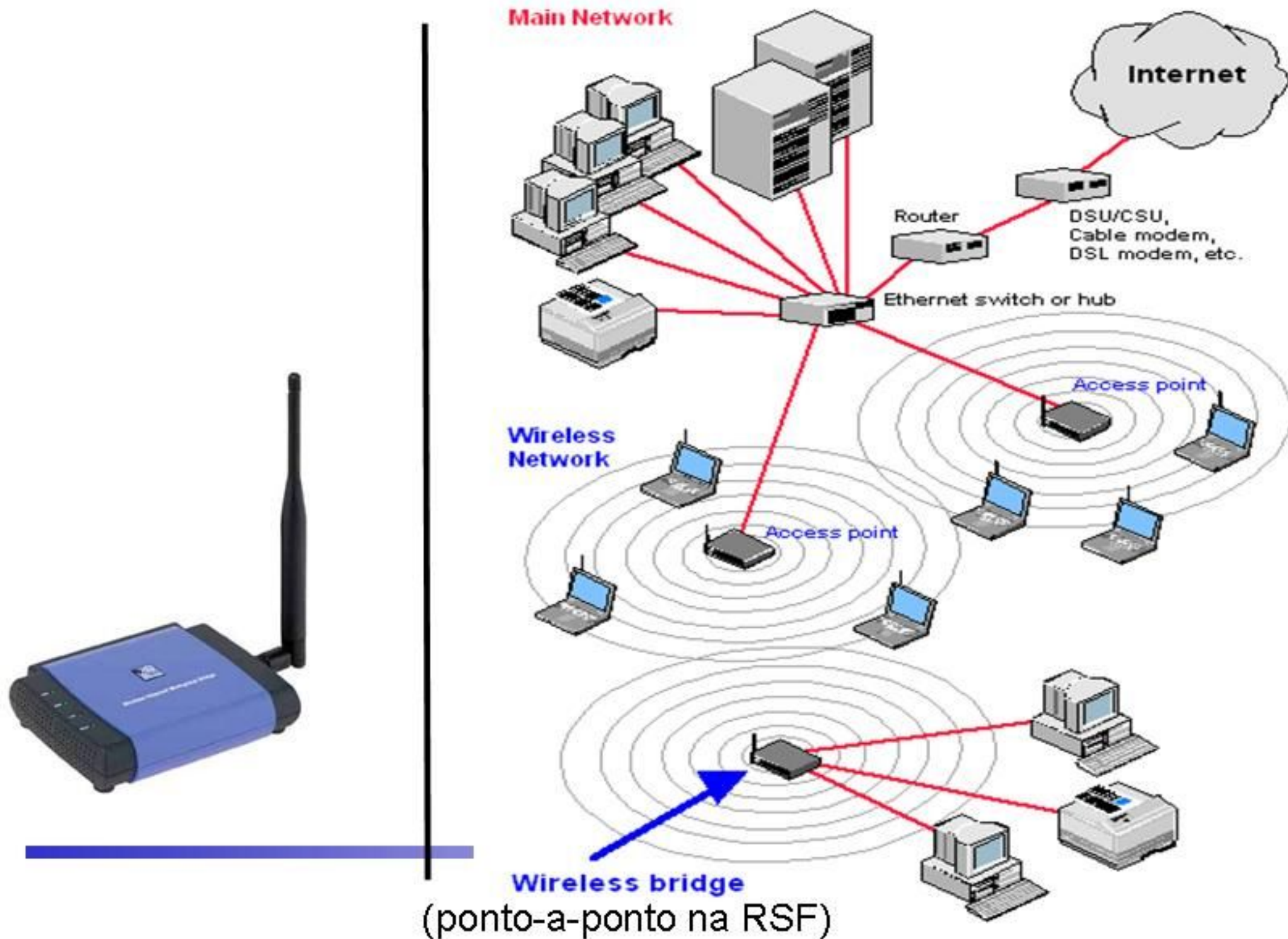
Funções típicas desempenhadas por um roteador sem fio

- ❑ Interconexão de redes
- ❑ Encaminhamento de pacotes
- ❑ NAT
- ❑ Controle de acesso no nível de conexão, baseado em número de porta (TCP e UDP)
- ❑ Controle de acesso no nível de associação, baseado em endereço MAC
- ❑ Firewall
- ❑ Redirecionamento de porta (servidor virtual)
- ❑ DHCP
- ❑ etc

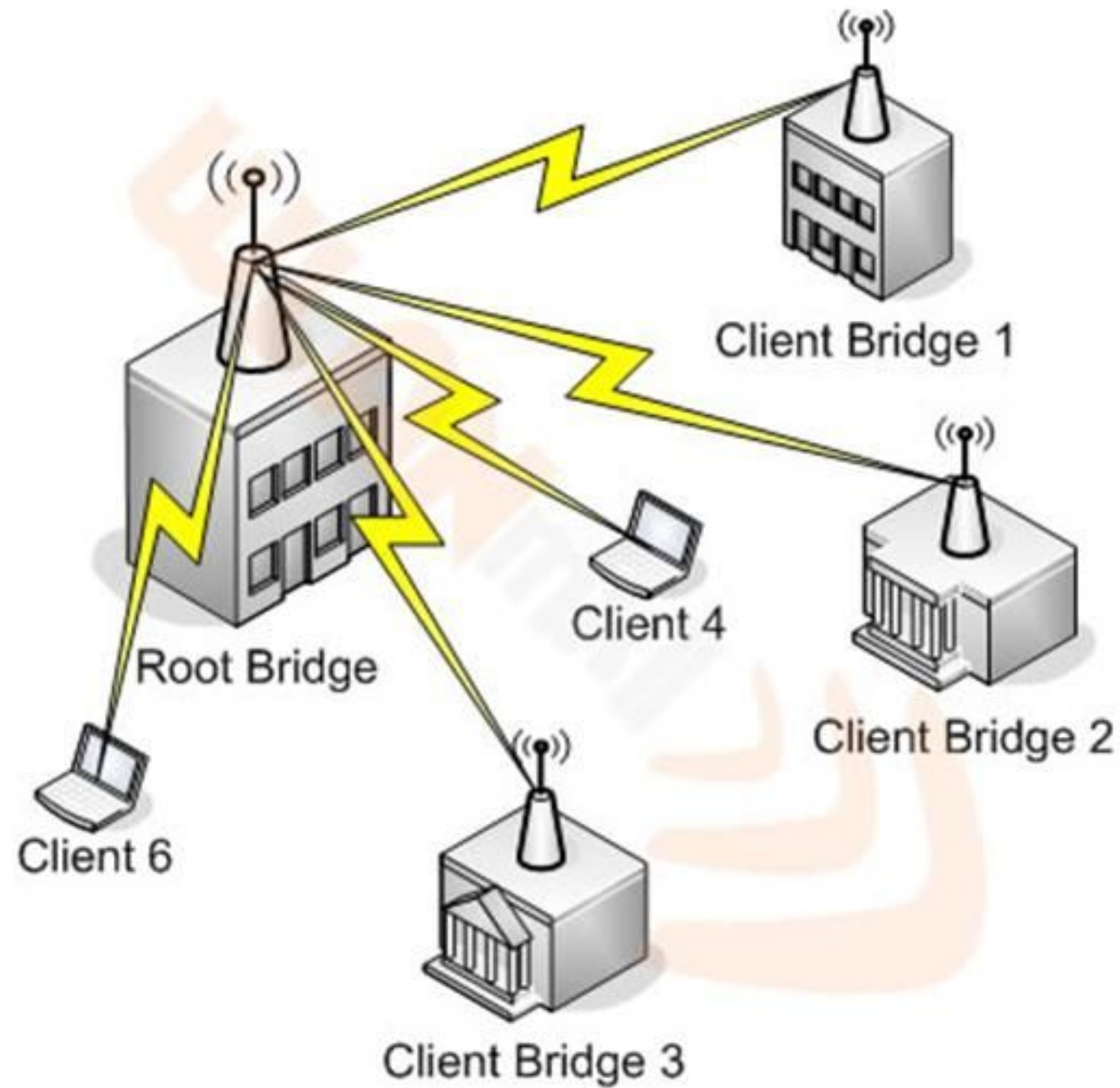


Ponte Sem Fio (WLAN Bridge)

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2005 The Computer Language Co., Inc.



Ponte multi-ponto



Repetidores Sem Fio



Antenas



Outros Dispositivos Sem Fio

Dispositivos para VoIP

- ❑ PDA com WiFi e software p/ VoIP (softphone)
- ❑ Telefone VoIP sem fio

Radio Frequency Identification (RFID)

- ❑ Tags ativos e passivos



Efeitos da portabilidade dos dispositivos

Consumo de energia

- ❑ Poder computacional limitado, baixa qualidade dos displays, discos pequenos – devido à limitada capacidade de bateria
- ❑ CPU: consumo de energia $\sim CV^2f$
 - C: capacidade interna, reduzida pela integração
 - V: fonte de voltagem, pode ser reduzida até um limite
 - f : frequência do relógio, pode ser reduzida temporariamente

Perda de dados

- ❑ Maior probabilidade, deve ser prevista com antecedência no projeto

Interfaces de usuário limitadas

- ❑ Compromisso entre o tamanho dos dedos e a portabilidade
- ❑ Integração de reconhecimento de escrita/voz, símbolos abstratos

Memória limitada

- ❑ Impede o uso de memórias de massa com partes mecânicas
- ❑ Memórias flash como alternativa



Comparação: redes sem fio vs. redes fixas

Taxas de perda mais altas devido à interferência

- Emissões de motores, microondas, relâmpagos, outros dispositivos

Regulamentação restritiva do uso de frequências

- Frequências devem ser coordenadas, frequências úteis já estão quase todas ocupadas

Baixas taxas de transmissão

- WLANs: alguns Mbit/s; WWANs: 9,6Kbit/s com GSM

Atraso e *jitter* mais altos

- Tempo de estabelecimento de conexão: da ordem de segundos com GSM; algumas centenas de milissegundos para outras tecnologias

Baixa segurança, mais simples de se atacar

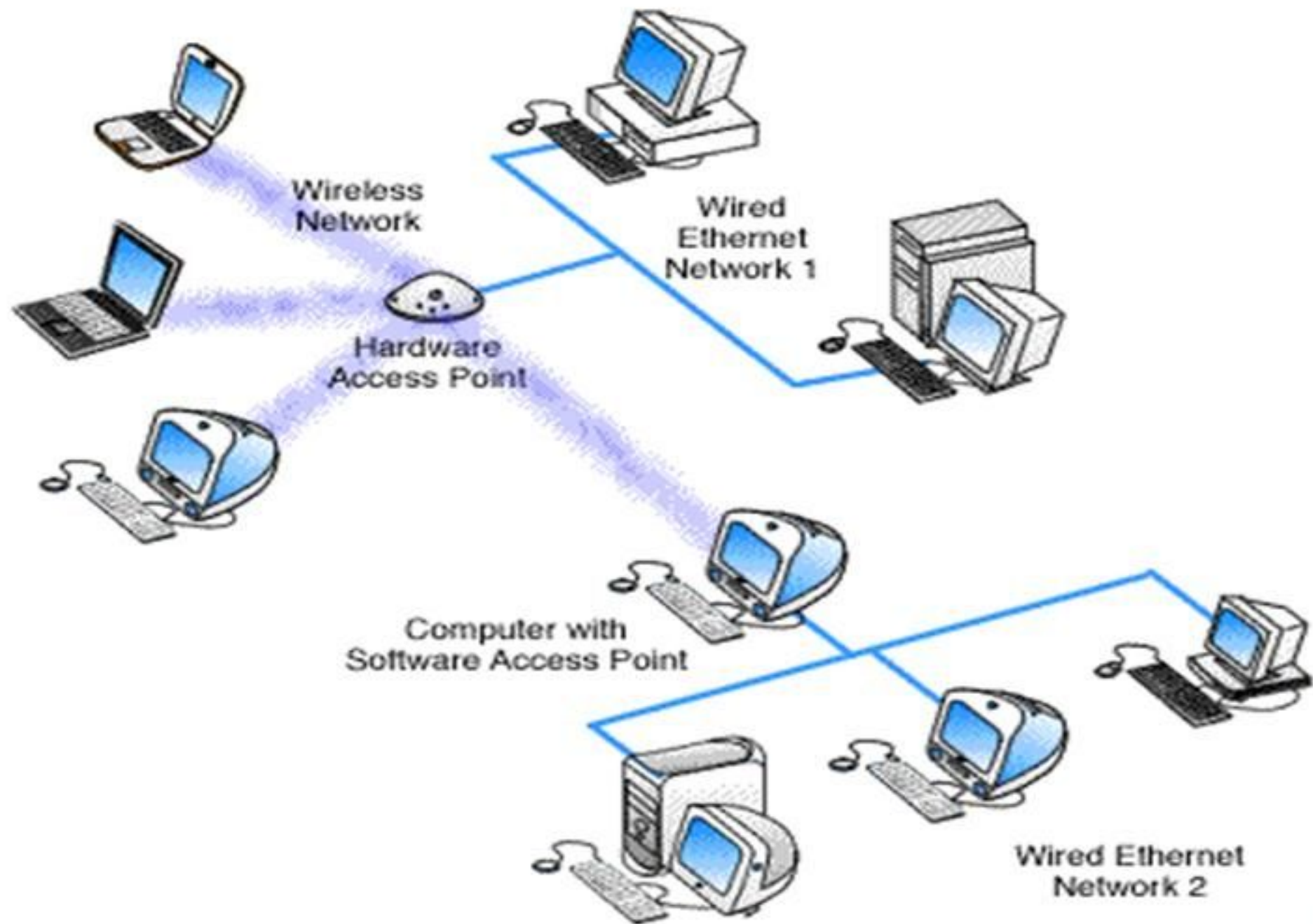
- Interface de rádio acessível a qualquer um, estação base pode ser simulada (p. ex., para atrair chamadas de telefones móveis)

Meio sempre compartilhado

- Mecanismos de acesso seguro são importantes (criptografia)



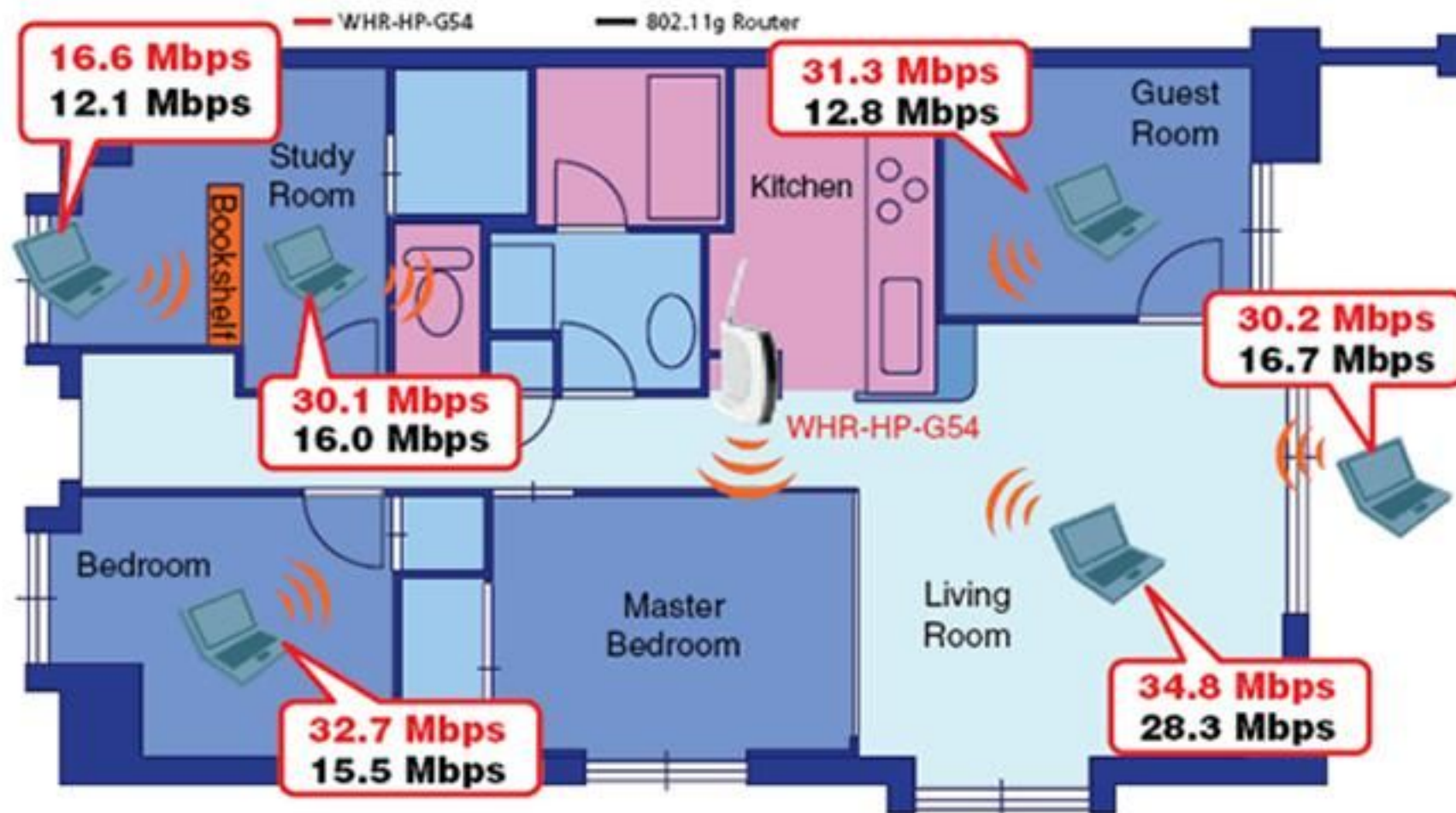
Rede mista: Wired & Wireless



Wireless em Ambiente Doméstico

Wireless Speed Comparison Chart

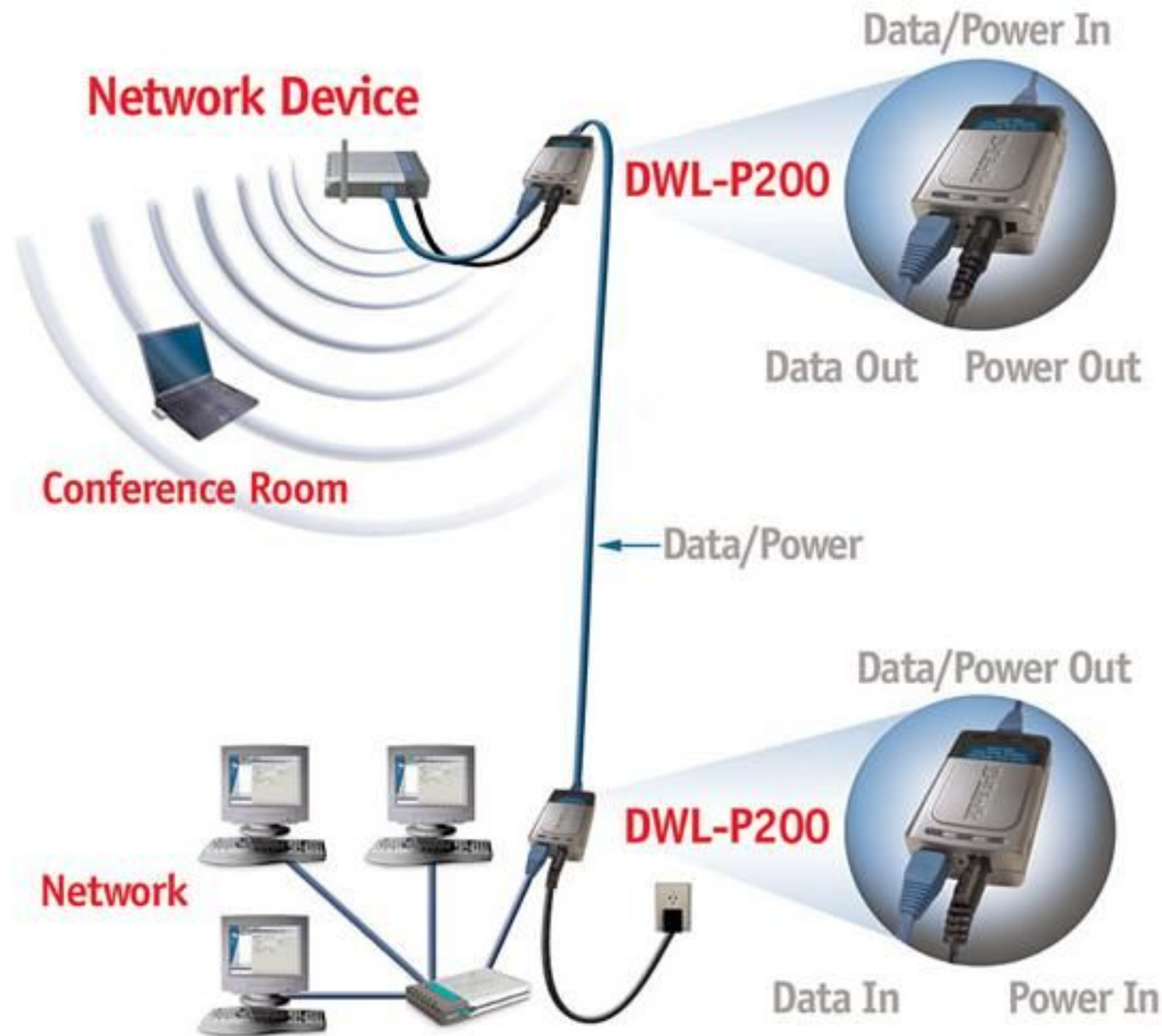
(WHR-HP-G54 vs. Standard 802.11g Router)



[Testing Environment: 4 bedroom apartment in Japan; Measured using Windows to transfer MPEG data (about 98 MB) to FTP server; Server: HD-HG120LAN LinkStation; Client: A laptop with a Pentium® M 1.6GHz processor, 512 MB RAM, and WLI-CB-G54S Wireless 802.11g client card; All room doors were closed. All measurements are subject to variation in different environments due to different signal conditions.]



Power over Ethernet e Redes sem fio



Padrão: IEEE 802.3af

Laboratório Básico

Visão geral da configuração de Redes WiFi

Ponto de Acesso

- ☐ Canais de frequência
- ☐ SSID (nome da rede)
- ☐ Segurança (filtro de MAC; WEP; WPA; PSK ou 801.1x)
- ☐ Modo de operação (a/bg; AP, bridge, repetidor, ad hoc)
- ☐ Configurações avançadas (potência de sinal, taxa de dados, parâmetros de protocolo)
- ☐ Endereço IP (estático ou dinâmico)

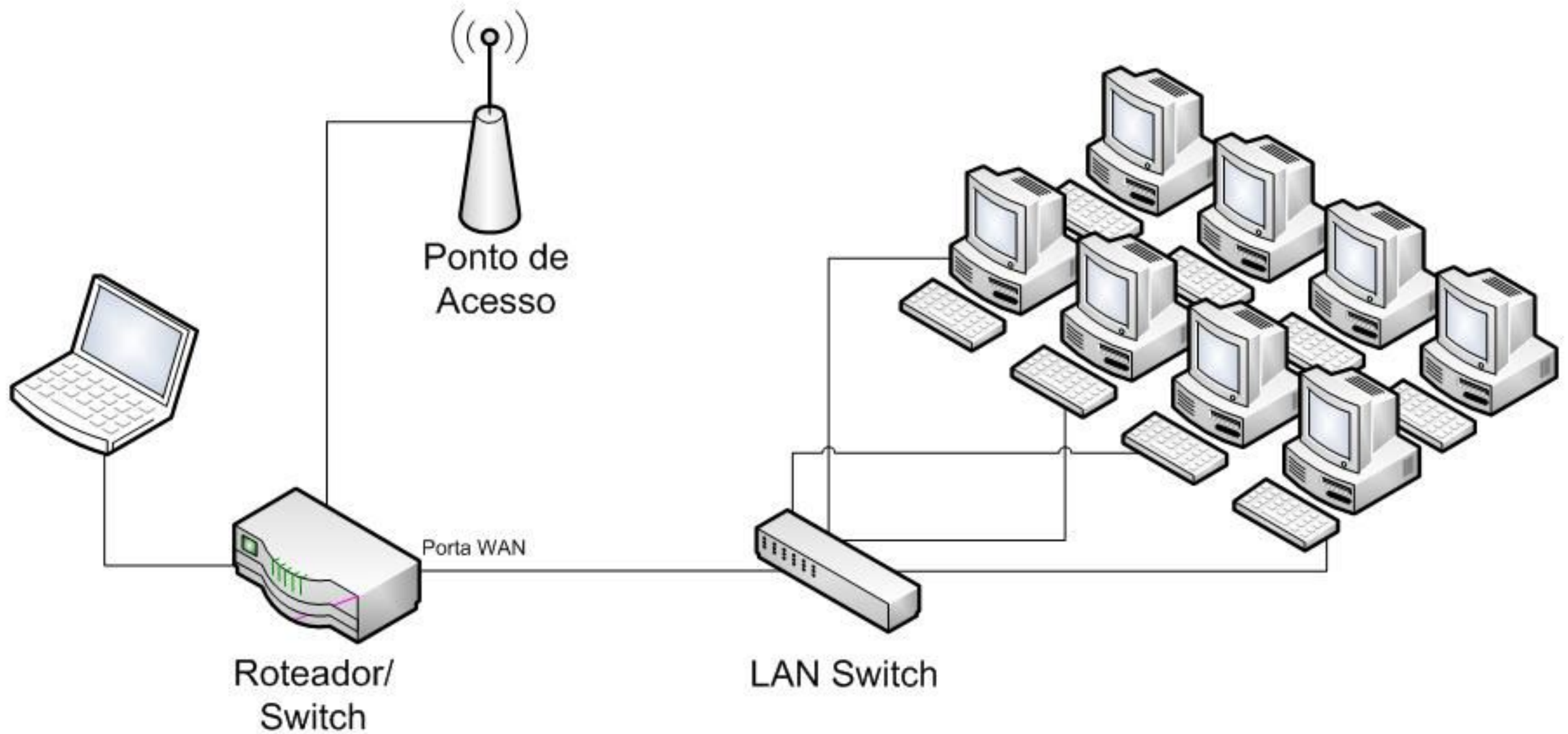
Roteador Sem Fio

- ☐ Todas as configurações de AP
- ☐ Endereço da rede interna (LAN)
- ☐ DHCP, NAT, firewall, DMZ
- ☐ Servidor virtual, DNS dinâmico

Em qualquer caso: Atualização de firmware!



Topologia



- ❑ Motivação para mobilidade e redes sem fio
- ❑ Aplicações
- ❑ Dispositivos móveis
- ❑ **História das comunicações móveis**
- ❑ Áreas de pesquisa
- ❑ Redes Sem Fio: Modos de operação
- ❑ Redes 802.11



Pré-História das comunicações sem fio

Muitos povos na história usaram a luz para comunicação

- Heliógrafos, bandeiras, semáforos
- Sinais de fumaça (150 aC, na Grécia)
- 1794: telégrafo óptico (Claude Chappe)



Ondas eletromagnéticas

- 1831: Faraday demonstra a indução eletromagnética
- J. Maxwell (1831-79): teoria dos campos eletromagnéticos, equações de onda (1864)
- H. Hertz (1857-94): demonstra experimentalmente o caráter de onda da transmissão elétrica através do espaço



História das comunicações sem fio I

1896 Guglielmo Marconi

- Primeira demonstração de telegrafia sem fio (digital!)
- Transmissão em ondas longas
alta potência de transmissão ($>200\text{KW}$)



1907 Conexões transatlânticas comerciais

- Imensas estações base (30 antenas de 100m)

1915 Transmissão de voz sem fio (NY-S. Fco)

1920 Descoberta das ondas curtas por Marconi

- Reflexão na ionosfera
- Transmissores e receptores de menor porte, possíveis devido à invenção da válvula eletrônica (1906, Lee DeForest e Robert von Lieben)

1926 Telefones em trens (Alemanha)

- Cabos paralelos aos trilhos



História das comunicações sem fio II

1928 Várias experiências de broadcast de TV

- (através do Atlântico, TV em cores, tele-jornais)

1933 Modulação por frequência (E.H. Armstrong)

1958 A-Netz na Alemanha

- Analógico, 160MHz, estabelecimento de conexão apenas a partir da estação móvel, sem handover, cobertura de 80%, 11.000 clientes em 1971

1972 B-Netz na Alemanha

- Analógico, 160MHz, estabelecimento de conexão também a partir da rede fixa (embora a localização da estação móvel precisasse ser conhecida)

1979 NMT a 450MHz (países escandinavos)

1982 Início da especificação de GSM

- Objetivo: sistema de telefonia móvel digital pan-europeu, com suporte a roaming

1983 Início do sistema americano AMPS (analógico)

1984 Padrão CT-1 (Europa) para telefones sem fio



História das comunicações sem fio III

1986 C-Netz na Alemanha

- ❑ Transmissão analógica de voz, 450MHz, com handover, sinalização digital (controle), e localização automática de dispositivos móveis
- ❑ Em uso até 2000; serviços: fax, modem, X.25, e-mail; cobertura de 98%

1991 Especificação do padrão DECT

- ❑ Digital Enhanced Cordless Telecommunications
- ❑ 1880-1900MHz, ~100-500m de alcance, 120 canais duplex, taxa de transmissão de 1,2Mbit/s, encriptação de voz, autenticação, até várias dezenas de milhares de usuários por Km², usado em mais de 50 países

1992 Início de operação de GSM

- ❑ Completamente digital, 900MHz, 124 canais
- ❑ Localização automática, handover, celular
- ❑ Roaming em mais de 170 países
- ❑ Serviços: dados a 9,6Kbit/s, fax, voz, ...



História das comunicações sem fio IV

1994 E-Netz na Alemanha

- ❑ GSM com 1800MHz, células menores (98% da pop.)

1996 HiperLAN (High Performance Radio LAN)

- ❑ ETSI, padronização do tipo 1: 5,15-5,30GHz, 23,5Mbit/s
- ❑ Recomendações para os tipos 2 e 3 (ambos a 5GHz) e 4 (a 17GHz) para redes ATM sem fio (até 155Mbit/s)

1997 Wireless LAN – IEEE 802.11

- ❑ Padrão do IEEE, 2,4-2,5GHz e infravermelho, 2Mbit/s
- ❑ Muitos produtos (proprietários) disponíveis no desde o início

1998 Especificação dos sucessores de GSM

- ❑ Para UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), como proposta europeia para o IMT-2000
- ❑ Iridium: 66 satélites (+6 sobressalentes), a 1,6GHz para os telefones móveis



História das comunicações sem fio V

1999 Padrões adicionais para WLANs

- ❑ IEEE 802.11b, a 2,4-2,5GHz, 11Mbit/s
- ❑ Bluetooth para piconets (PANs), 2,4GHz, <1Mbit/s

Decisão sobre IMT-2000

- ❑ Vários membros de uma família: UMTS, CDMA2000, DECT,...

Início do WAP (Wireless Application Protocol) e i-mode

- ❑ Primeiro passo em direção à unificação da Internet com comunicação móvel
- ❑ Acesso a muitos serviços via telefone celular

2000 GSM com taxas de dados mais altas

- ❑ HSCSD, oferecendo taxas de até 57,6Kbit/s
- ❑ Primeiras experiências com GPRS: até 50Kbit/s (orientado a pacotes!)

UMTS: leilões de licenças de operação na Europa

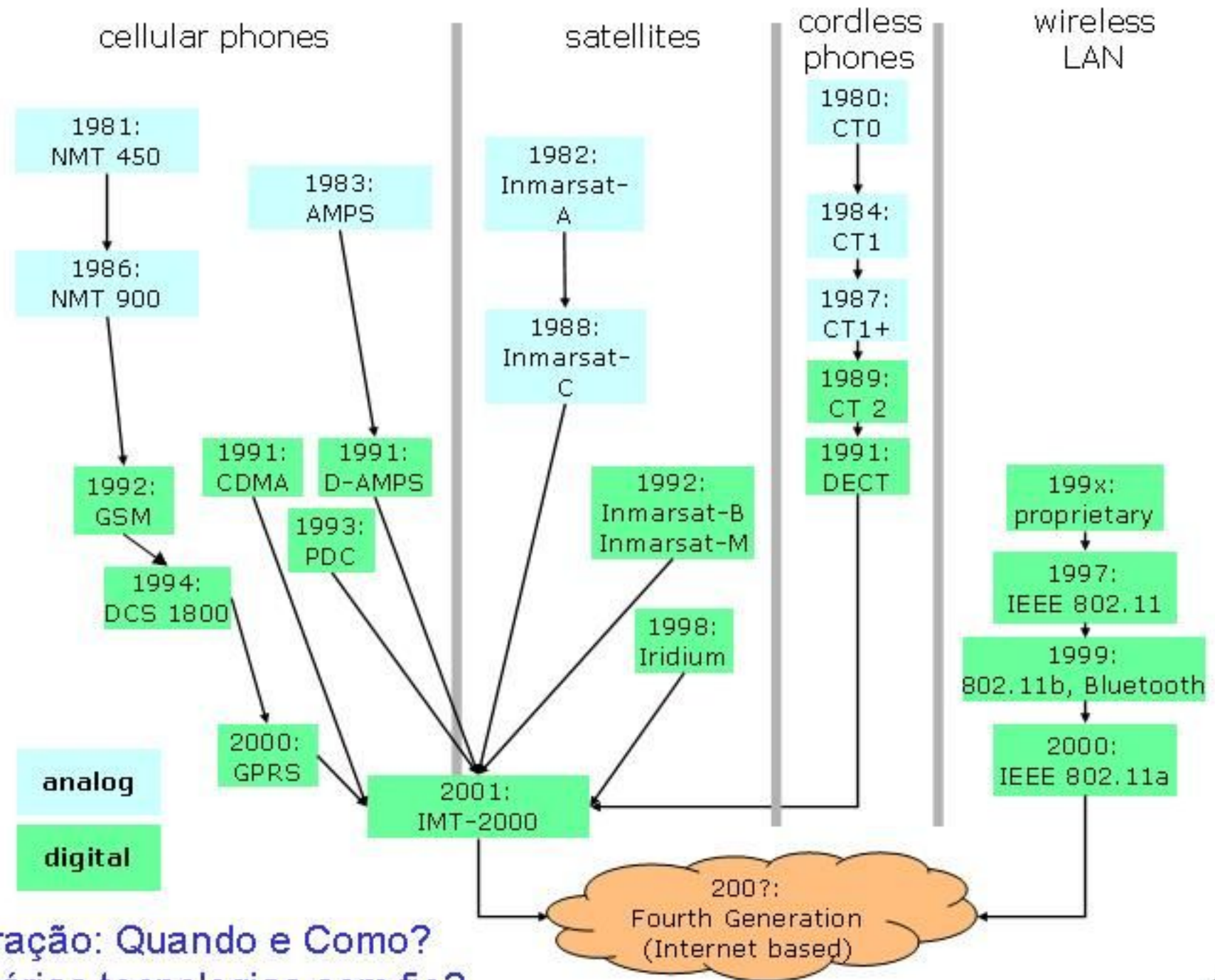
- ❑ Euforia seguida por desilusão (~50B\$ pagos por 6 licenças)

2001 Início dos sistemas 3G

- ❑ CDMA2000 na Coreia, UMTS na Europa, Foma (quase UMTS) no Japão



Sistemas sem fio: visão geral do desenvolvimento



4G – quarta geração: Quando e Como?
Integração de várias tecnologias sem fio?



Recomendações do ITU-R para IMT-2000

M.687-2

- IMT-2000 concepts and goals

M.816-1

- framework for services

M.817

- IMT-2000 network architectures

M.818-1

- satellites in IMT-2000

M.819-2

- IMT-2000 for developing countries

M.1034-1

- requirements for the radio interface(s)

M.1035

- framework for radio interface(s) and radio sub-system functions

M.1036

- spectrum considerations

M.1078

- security in IMT-2000

M.1079

- speech/voiceband data performance

M.1167

- framework for satellites

M.1168

- framework for management

M.1223

- evaluation of security mechanisms

M.1224

- vocabulary for IMT-2000

M.1225

- evaluation of transmission technologies

...

<http://www.itu.int/imt>



- ❑ Motivação para mobilidade e redes sem fio
- ❑ Aplicações
- ❑ Dispositivos móveis
- ❑ História das comunicações móveis
- ❑ Aspectos de mercado
- ❑ Áreas de pesquisa

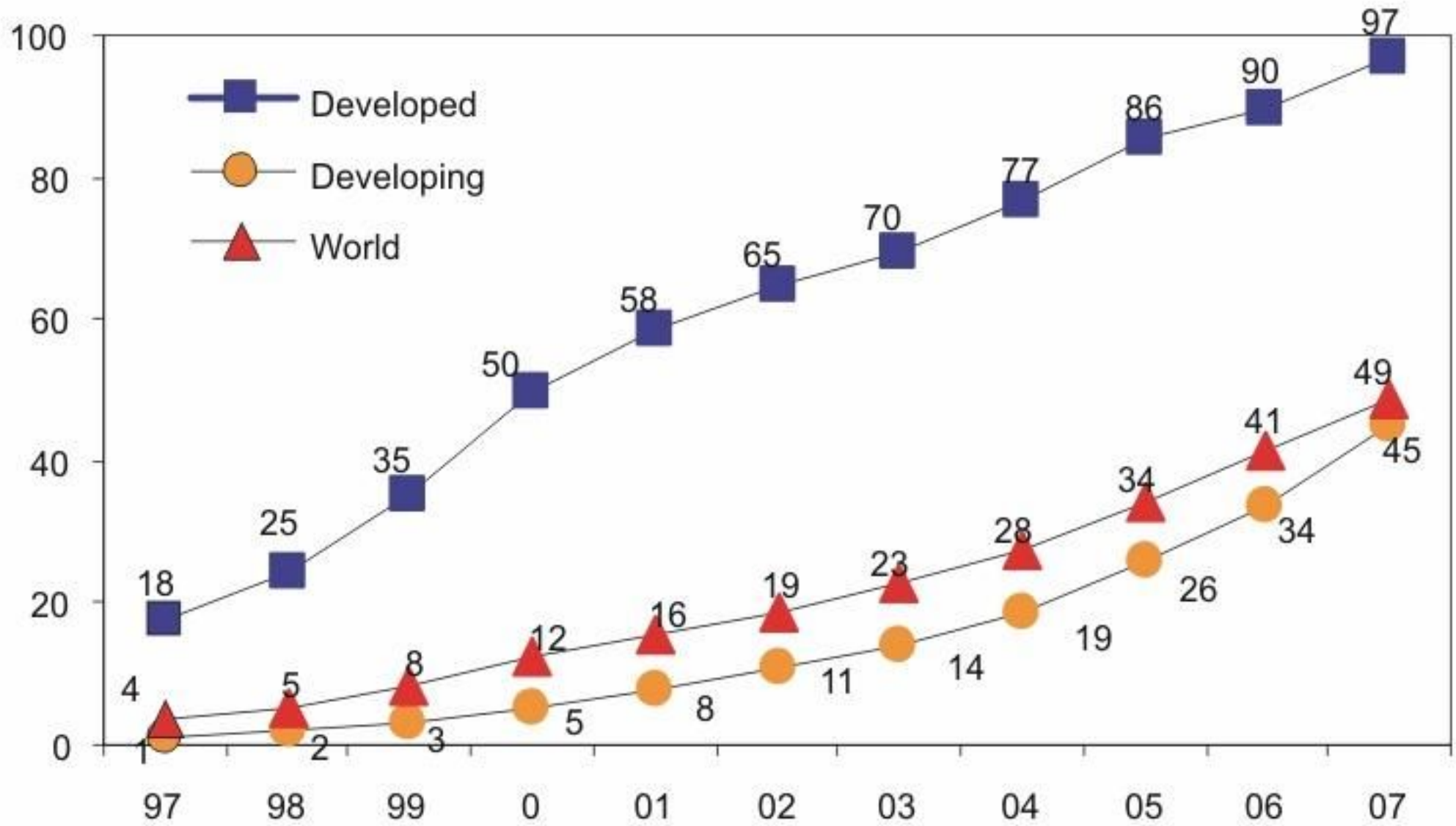


Estatísticas de telefonia móvel

- ❑ Fornecem uma idéia da disseminação do uso de tecnologias de comunicação sem fio
- ❑ Demonstram que uma “cultura de mobilidade” já foi criada
- ❑ Tecnologias de comunicação móvel podem ser (e são!) usadas para transmissão de dados
 - ❑ Base instalada já existente para suporte à computação móvel em larga escala
- ❑ Números podem ser extrapolados para indicar o potencial de tecnologias de computação móvel e sem fio em geral



Mobile telephone subscribers per 100 inhabitants, 1997-2007



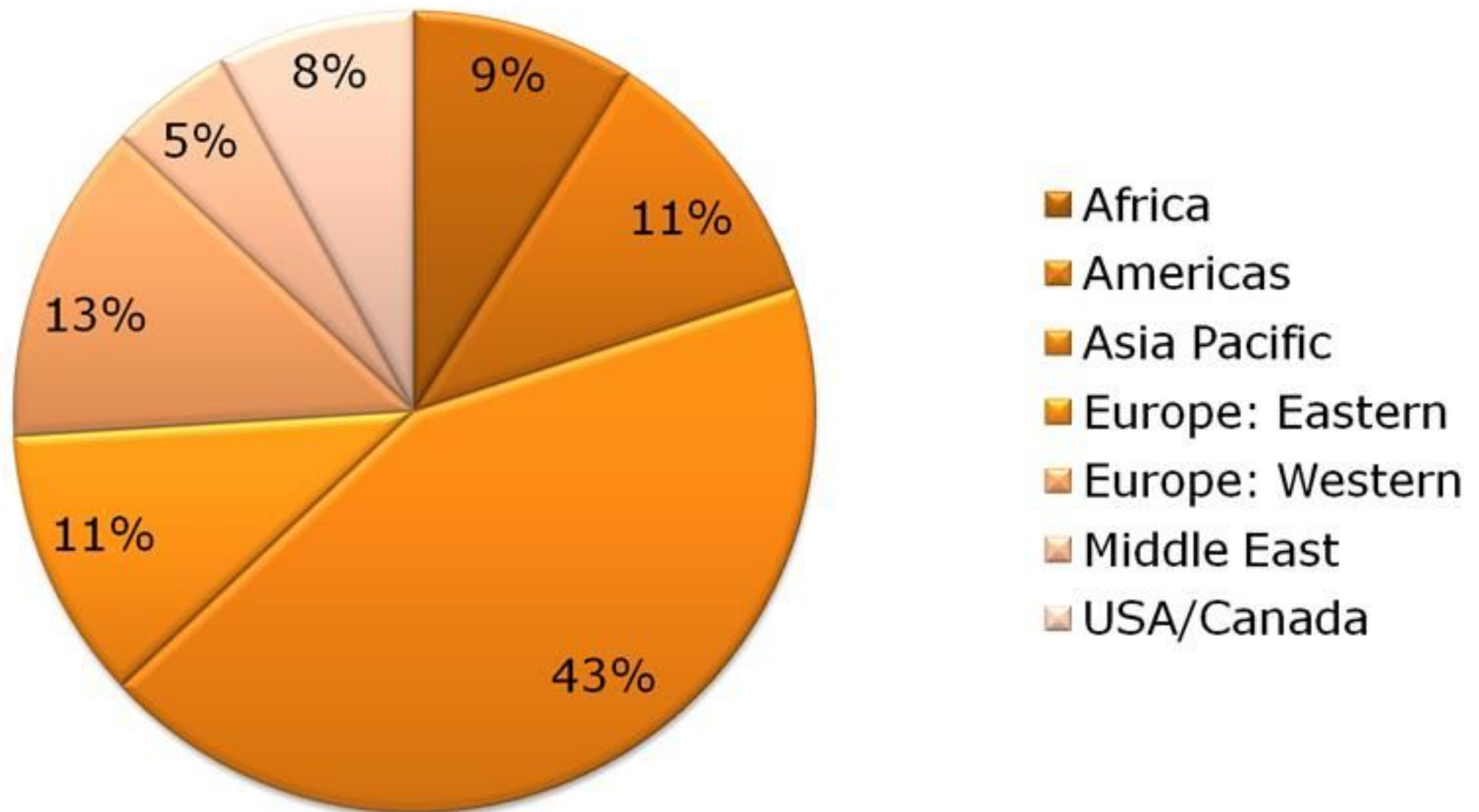


Brasil: 23,1 celulares/100hab (2003); 84,6 celulares/100hab (julho/2009)
161.922.375 celulares em julho/2009



Número de usuários de telefonia celular por região (setembro/2008)

Regions



- ❑ Motivação para mobilidade e redes sem fio
- ❑ Aplicações
- ❑ Dispositivos móveis
- ❑ História das comunicações móveis
- ❑ **Áreas de pesquisa**
- ❑ Redes Sem Fio: Modos de operação
- ❑ Redes 802.11



Áreas de pesquisa em comunicações móveis

Comunicação sem fio

- ☐ Qualidade de transmissão (largura de banda, taxa de erros, atrasos)
- ☐ Modulação, codificação, interferência
- ☐ Acesso ao meio, regulamentações
- ☐ ...

Mobilidade

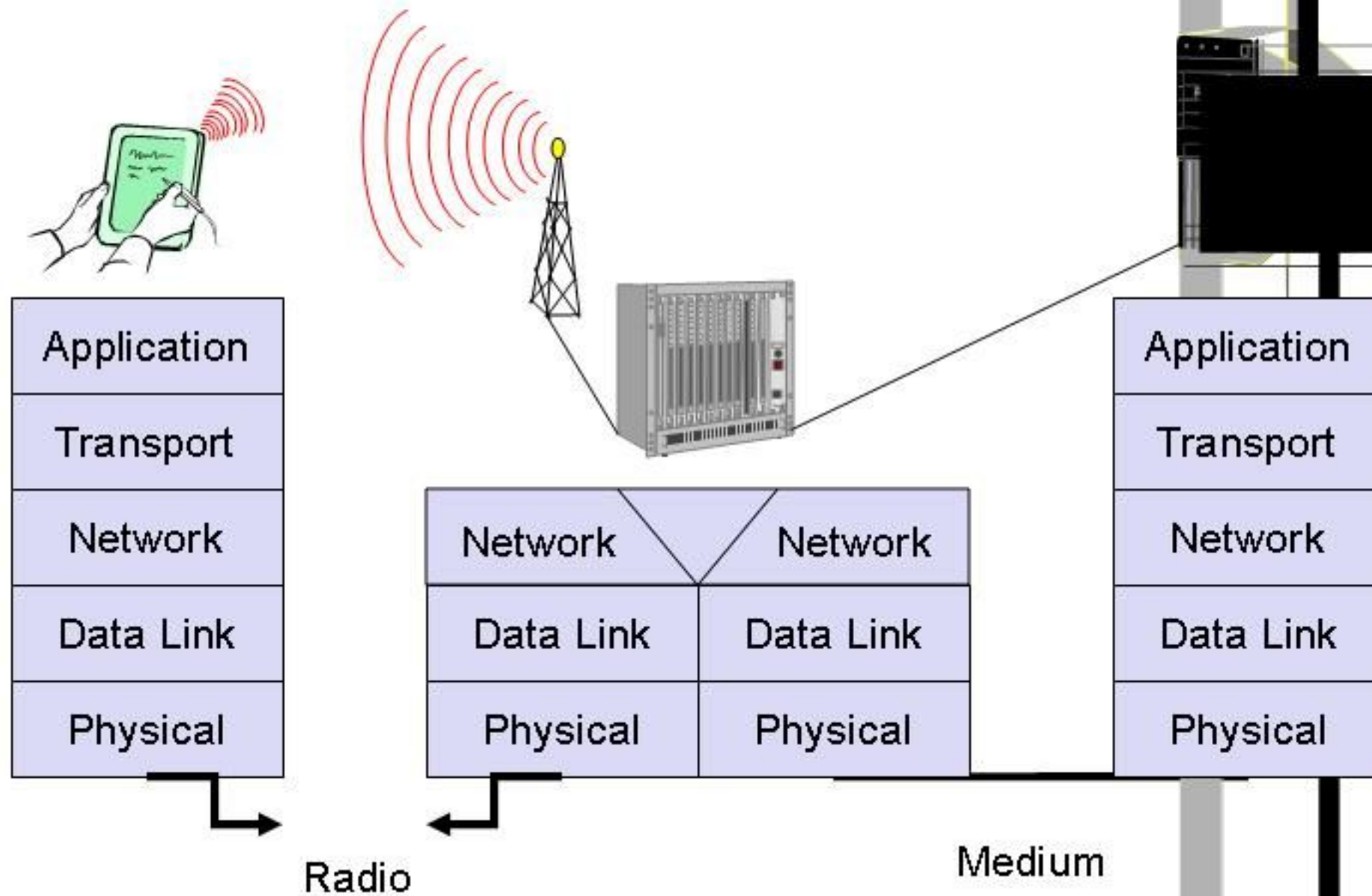
- ☐ Serviços dependentes de localização
- ☐ Transparência de localização
- ☐ Suporte de qualidade de serviço (atraso, jitter, segurança)
- ☐ ...

Portabilidade

- ☐ Consumo de energia
- ☐ Poder computacional limitado, tamanho dos displays
- ☐ Usabilidade (interface com o usuário, conectividade, etc.)
- ☐ ...



Modelo de referência utilizado



Influência da comunicação móvel no modelo de camadas

Camada de Aplicação

- ☐ Localização de serviços
- ☐ Novas aplicações, multimídia
- ☐ Aplicações adaptativas

Camada de Transporte

- ☐ Controle de congestionamento e de fluxo
- ☐ Qualidade de serviço

Camada de Rede

- ☐ Endereçamento, roteamento
- ☐ Localização de dispositivos
- ☐ Hand-over

Camada de Enlace

- ☐ Autenticação
- ☐ Controle de acesso ao meio
- ☐ Multiplexação

Camada Física

- ☐ Criptografia
- ☐ Modulação
- ☐ Interferência
- ☐ Atenuação
- ☐ Frequência



Sobreposição de redes sem fio

O objetivo global

Integração de redes heterogêneas fixas e móveis com características de transmissão variadas

