

Redes Sem Fio

Carlos Gustavo Araújo da Rocha



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

O domínio das tecnologias envolvidas na transmissão de informações sem a necessidade de ligações físicas é **antiga e bastante sedimentada**

Porque não utilizar estes conhecimentos para implementar redes de computadores onde não se deseja a existência de ligações físicas entre os equipamentos ?



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- Cenários
 - Locais onde não se deseja instalar fios
 - Construções antigas, tombadas, locais de difícil acesso, ...





INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- Cenários
 - **Áreas de desastre**
 - Desabamentos, terremotos, ...





INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- Cenários
 - Áreas de eventos
 - Exposições, feiras, congressos, ...



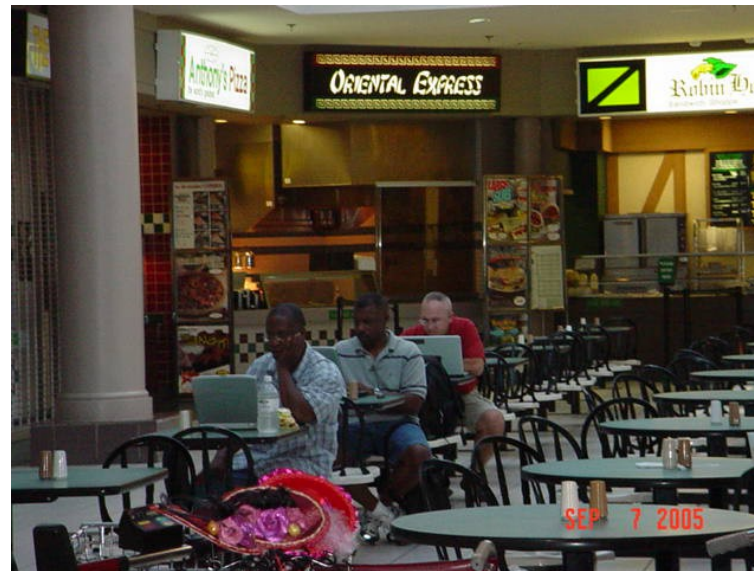
Introdução às redes de computadores
carlos.rocha@cefetrn.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- Cenários
 - Cenários com grande movimentação das estações
 - Uso de notebooks, veículos, ...



Redes sem Fio

- Histórico
 - Em **1970** na Universidade do Havai é criado um projeto de pesquisa chamado AlohaNet
 - AlohaNet permitia a comunicação dos computadores situados em sete campus espalhados por 4 ilhas com um computador central através de uma rede sem fio, usando radio difusão
 - Comunicação bidirecional em uma topologia em estrela



Redes sem Fio

- Histórico
 - AlohaNet
 - Projeto de Grande importância, sua continuação deu origem às redes ethernet (cabeadas)



Redes sem Fio

- Histórico
 - Em 1980 “ganha força” um projeto de pesquisa entre os EUA e o Canadá, que:
 - Visa o desenvolvimento e experimentos de novas tecnologias de redes sem fio;
 - Cria um FORUM para o desenvolvimento das *Wireless LANs*



Redes sem Fio

- Histórico
 - Em **1985** a FCC (*Federal Communications Commission*) impulsionou o desenvolvimento comercial de componentes para redes sem fio, pela autorização do uso público das bandas ISM (Industrial, Scientific, and Medical)
 - Fabricantes e usuários **não terão que pagar** concessões
 - No entanto a banda é bastante “poluída”

Redes sem Fio

- Histórico
 - Depois da liberação das bandas ISM, surgem diversos fabricantes de equipamentos wireless, todos desenvolvendo produtos baseados em tecnologias proprietárias;
 - Para evitar a falta de interoperabilidade entre as novas tecnologias que estavam surgindo, **O IEEE sente a necessidade da criação de padrões para o desenvolvimento das redes sem fio**



Redes sem Fio

- Histórico
 - Os seguintes *Working Groups* do IEEE são dedicados a padronização redes sem fio:
 - *Working Group* 11: Responsável pelo padrão **802.11**, para redes sem fio locais
 - *Working Group* 15: Responsável pelo padrão **802.15**, para redes de área pessoal
 - *Working Group* 16: Responsável pelo padrão **802.16**, para redes metropolitanas



Redes sem Fio

- Histórico – IEEE 802.11
 - Em 1990 o IEEE formou o *workgroup* que tinha por objetivo: “Desenvolver um padrão para redes sem fio corporativas de alto desempenho”
 - O padrão deveria se utilizar do “conhecimento prévio” existente sobre a transmissão de informação no ar
 - Utilizar faixas de frequência “conhecidas” (como rádio ou infravermelho)
 - Utilizar mecanismos de codificação no ar conhecidos (FHSS, DHSS)

Redes sem Fio

- Histórico – IEEE 802.11
 - Apesar da “reutilização tecnológica” a primeira versão do padrão foi publicada apenas em 1997 (**sete anos após o início dos trabalhos**)
 - Faixa de frequência 900MHz (ISM)
 - Velocidade de 1 e 2 Mb/s



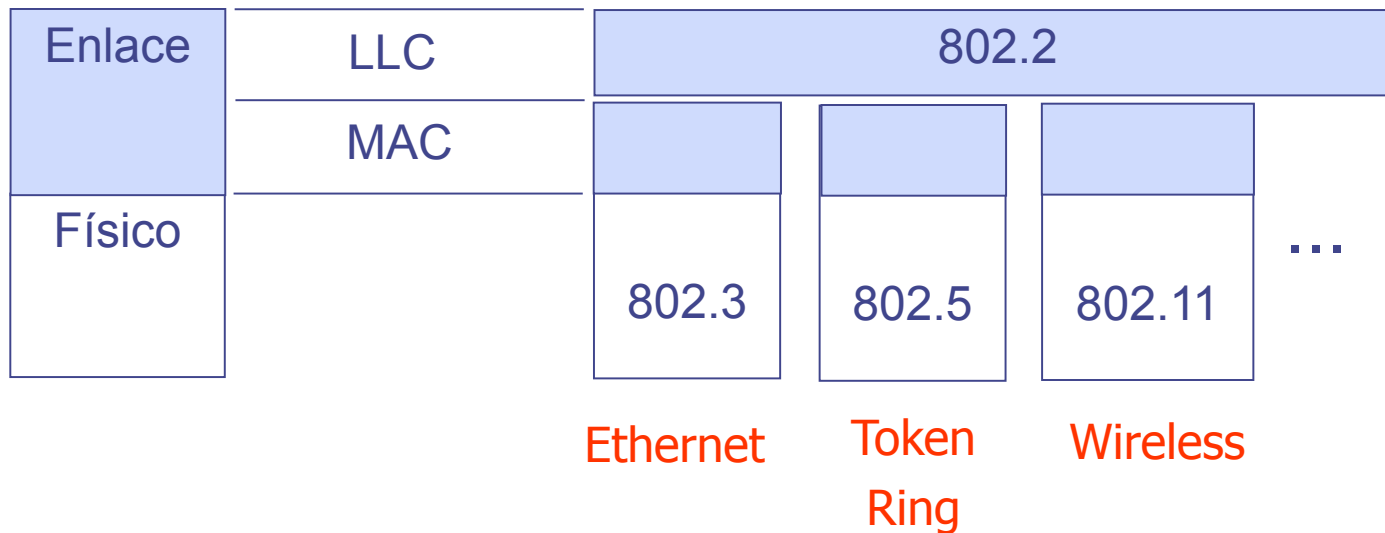
Redes sem Fio

- Histórico – IEEE 802.11
 - Desde 1999 vem sendo publicadas varias adições e revisões do padrão inicial
 - IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac
 - Basicamente alteram dois aspectos do padrão inicial
 - Velocidade: 1, 2, 11, 54, 108, 300, 1000 Mbps
 - Faixa de freqüência: 900MHz, 2.4GHz, 5GHz
 - Atualmente as redes 802.11_ são comumente chamadas simplesmente de redes sem fio



Redes sem Fio

- IEEE 802.11
 - Dentro das arquiteturas RM-OSI ou Internet TCP/IP as redes 802.11 se enquadram simplesmente como mais uma opção de protocolo de nível de enlace



Redes sem Fio

- IEEE 802.11 – Padrões
 - 802.11a
 - Outubro de 1999
 - Até 54mbps
 - Frequência de 5GHz
 - Alcance de 100 metros (na prática bem menos)
 - Incompatível com 802.11b/g



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- IEEE 802.11 – Padrões
 - 802.11b/g
 - Outubro de 1999 (b), Junho de 2003 (g)
 - Até 11mbps (b), 54Mbps (g)
 - Frequência de 2,4GHz
 - Faixa muito poluída
 - Alcance de 100 metros (na prática menos)
 - Incompatível com 802.11a



Redes sem Fio

- IEEE 802.11 – Padrões
 - 802.11n
 - Setembro de 2009
 - Até 600 Mbps
 - Frequência de 2,4GHz e/ou 5GHz
 - Alcance por volta de 200 metros
 - Compatível com 802.11b/g
 - Incompatível com 802.11a

Redes sem Fio

- IEEE 802.11 – Padrões
 - 802.11ac
 - Janeiro de 2014
 - Pelo menos 1Gbps
 - Frequência de 5GHz
 - Alcance por volta de 200 metros
 - Compatível com 802.11b/g/n



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- IEEE 802.11 – Modos de operação
 - As redes IEEE 802.11 podem funcionar com base em dois “Modos de operação”
 - Infra-estruturado
 - Ad Hoc



Redes sem Fio

- IEEE 802.11 – Modos de operação
 - Infra-estruturado
 - Estações se comunicam com a intermediação de um equipamento central chamado *Access Point* (AP)
 - Cada WLAN pode ter vários AP's
 - A idéia de funcionamento é semelhante a de redes de telefonia celular



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

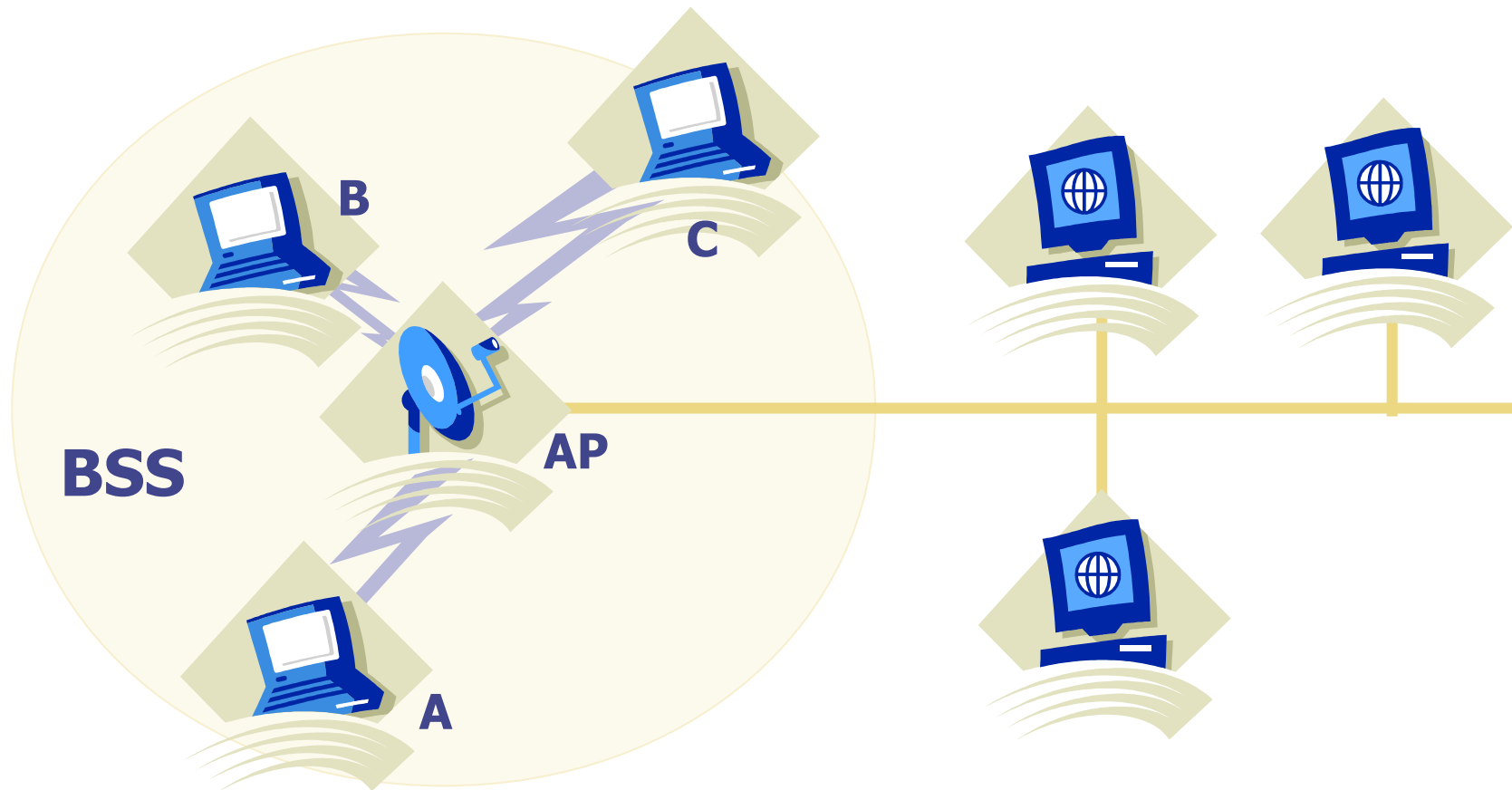
Redes sem Fio

- IEEE 802.11 – Modos de operação
 - Infra-estruturado
 - Redes com apenas um AP são chamadas de **BSS** (Basic Service Set)
 - Todas as estações se comunicam através deste AP



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio





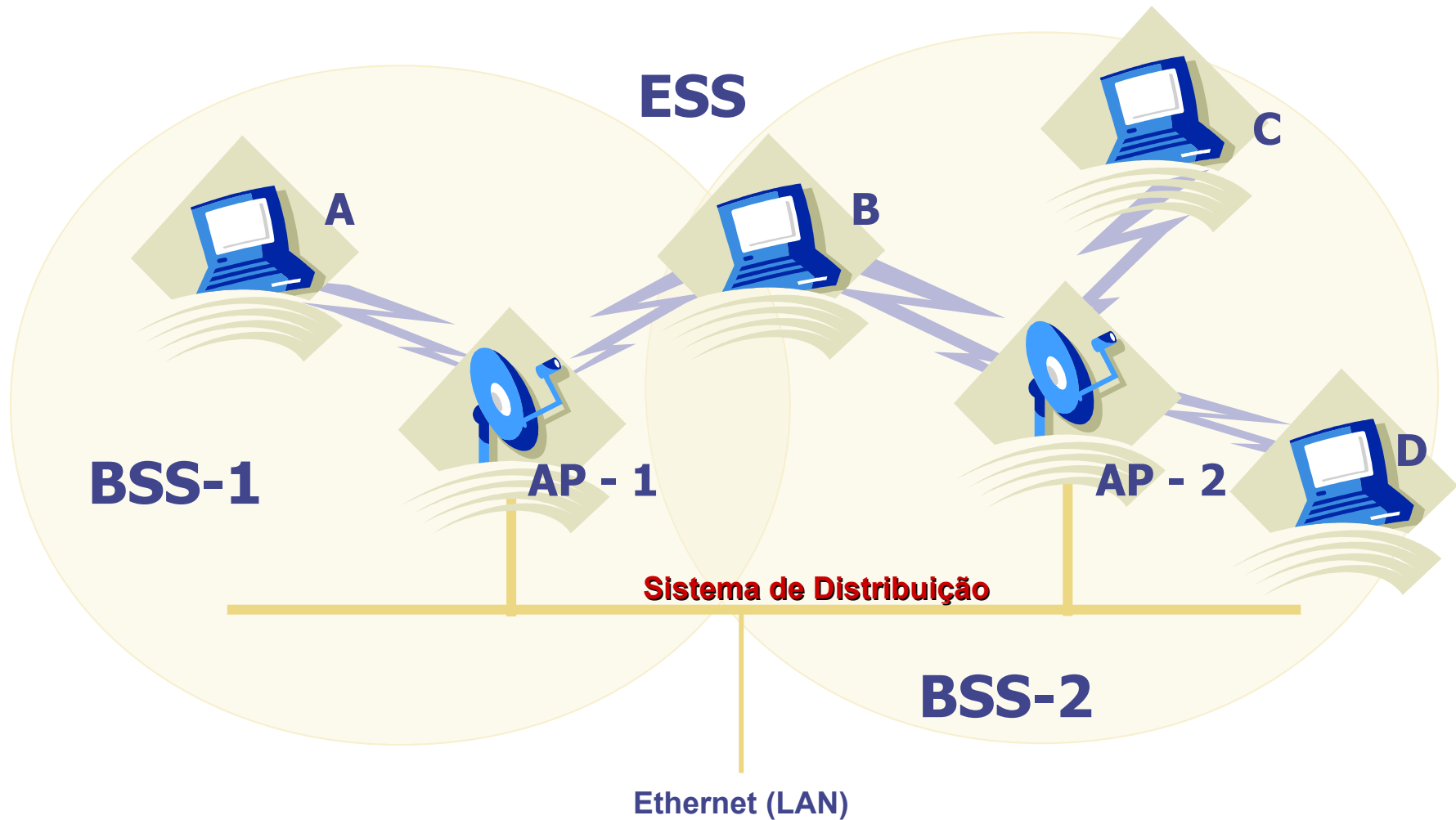
INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- IEEE 802.11 – Modos de operação
 - Infra-estruturado
 - Redes com mais que um AP são chamadas de **ESS** (Extended Service Set)
 - Conjunto de BSS's com áreas de cobertura sobrepostas
 - **A comunicação entre AP's é feita através de um "sistema de distribuição" (cabearamento)**



Redes sem Fio





Redes sem Fio

- 802.11 – Segurança
 - Por sua própria natureza as redes sem fio são bem mais suscetíveis a problemas de segurança
 - **Autorização e autenticação**
 - Qual o grupo de estações autorizadas a utilizar a minha rede?
 - Em redes cabeadas isto é determinado pelas próprias ligações físicas

Redes sem Fio

- 802.11 – Segurança
 - **Autorização e autenticação**
 - Em uma rede sem fio mecanismos adicionais precisaram ser definidos
 - Identificadores de rede (**ESS-ID**)
 - Controle baseado em **endereço MAC das estações**
 - Protocolos de autenticação de usuários (**802.1x**)



Redes sem Fio

- 802.11 – Segurança
 - **Criptografia**
 - As informações são transmitidas no ar, disponíveis para quem quer que queira “escuta-las”
 - Caso estas informações sejam “sensíveis” algum mecanismo de criptografia deve ser usado
 - **WEP, WPA, WPA2**
 - Possibilita a encriptação do campo de dados dos frames, antes de sua transmissão
 - Uma “chave” tem que ser distribuída entre todas estações e AP’s

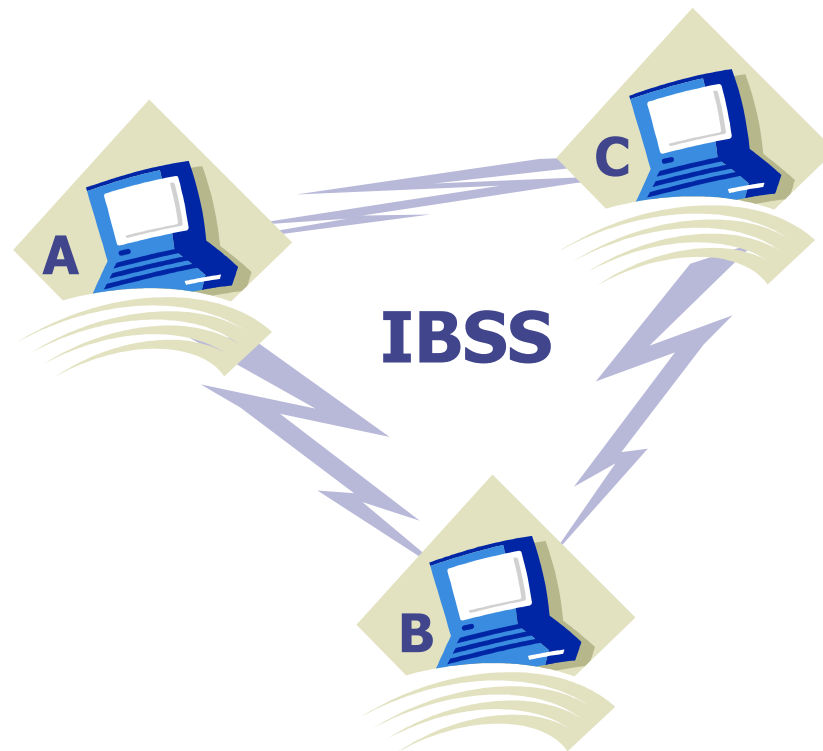
Redes sem Fio

- IEEE 802.11 – Modos de operação
 - Ad Hoc
 - Estações se comunicam **diretamente**, sem nenhum auxílio
 - O conjunto de estações forma um **IBSS** (Independent Basic Service Set)



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio





Redes sem Fio

- 802.11 – Mercado
 - O 802.11 tem despontado como um **concorrente real ao Ethernet** para o ambiente de LAN's
 - Utilização do Ethernet para
 - Infra-estrutura (Ligação entre AP's)
 - Ligação de Servidores ou máquinas com grande volume de acesso
 - Utilização de WLAN's para notebooks!, tablets!, celulares!, desktops?

Redes sem Fio

- 802.11 – Mercado
 - Preço dos equipamentos está caindo acentuadamente

- Roteador 802.11n
- R\$100,00

- AP empresarial 802.11a/b/g/n
- Raio de alcance de 100 metros
- R\$ 2000,00



Redes sem Fio

- 802.11 – Mercado
 - Preço dos equipamentos está caindo acentuadamente



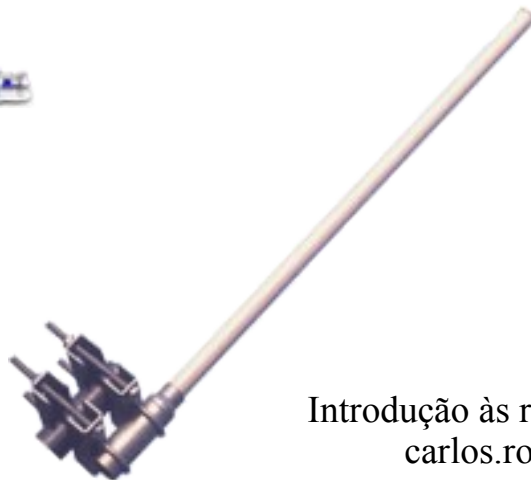
- Adaptador Wireless USB 802.11n
- R\$ 70,00

Redes sem Fio

- 802.11 – Mercado
 - Preço dos equipamentos está caindo acentuadamente



- Antenas externa Omni Direcional, sector panel, direcional
- Podem ser ligadas a um AP “comum”
- Estende o raio de alcance a kilometros
- A partir de R\$ 100,00





INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - História
 - Projeto da Ericsson que tinha por objetivo desenvolver um protocolo com características de baixo custo e consumo de energia
 - Comunicação entre aparelhos celulares e seus acessórios
 - Protocolo foi muito bem aceito pelo mercado
 - Passa a receber apoio de várias outras empresas



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - História
 - Estendido para um padrão para a comunicação local sem fio, que pretende substituir os cabos de ligação entre quaisquer dispositivos eletro-eletrônicos portáteis e/ou fixos

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - **Aplicações – Em casa**
 - Envio de solicitações para eletrodomésticos
 - Despertador
 - Temperatura e iluminação
 - Preparar ou aquecer refeições
 - Abrir e fechar portas e cortinas
 - Ativar/desativar o sistema de segurança

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - **Aplicações – No trabalho**
 - Sincronização automática entre dispositivos (agenda, compromissos, etc)
 - Troca de cartões
 - Acesso a dispositivos locais (por exemplo um projetor multimídia de uma sala de reunião)

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Funcionamento
 - Sinais de rádio na banda 2,4GHz (ISM)
 - Alcance típico de 10 metros, mas pode ser maior
 - Velocidade de 1mbps até 24mbps
 - Versões: 1.2; 2.0+EDR; 3.0+HS; 4.0
 - Conexões ponto-a-ponto e ponto-multiponto, no modo AD-HOC
 - Custo de um “Chip Bluetooth”: R\$4,00

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Funcionamento
 - Cada dispositivo pode operar em um modo “mestre” ou “escravo”
 - Existe uma série de regras para a “eleição” de um dispositivo como mestre
 - O **mestre** possui uma série de funções especiais como o controle do tráfego na rede
 - Todos os outros dispositivos serão **escravos**

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Funcionamento
 - Dispositivos se organizam em “grupos”
 - **Piconets**
 - Até oito dispositivos
 - 1 mestre
 - 0 a 7 escravos
 - Um dispositivo pode pertencer a várias piconets

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Funcionamento
 - **Scatternets**
 - Até 10 piconets
 - Possibilita a comunicação entre dispositivos de piconets distintas (cozinha, banheiro, quarto, ...)

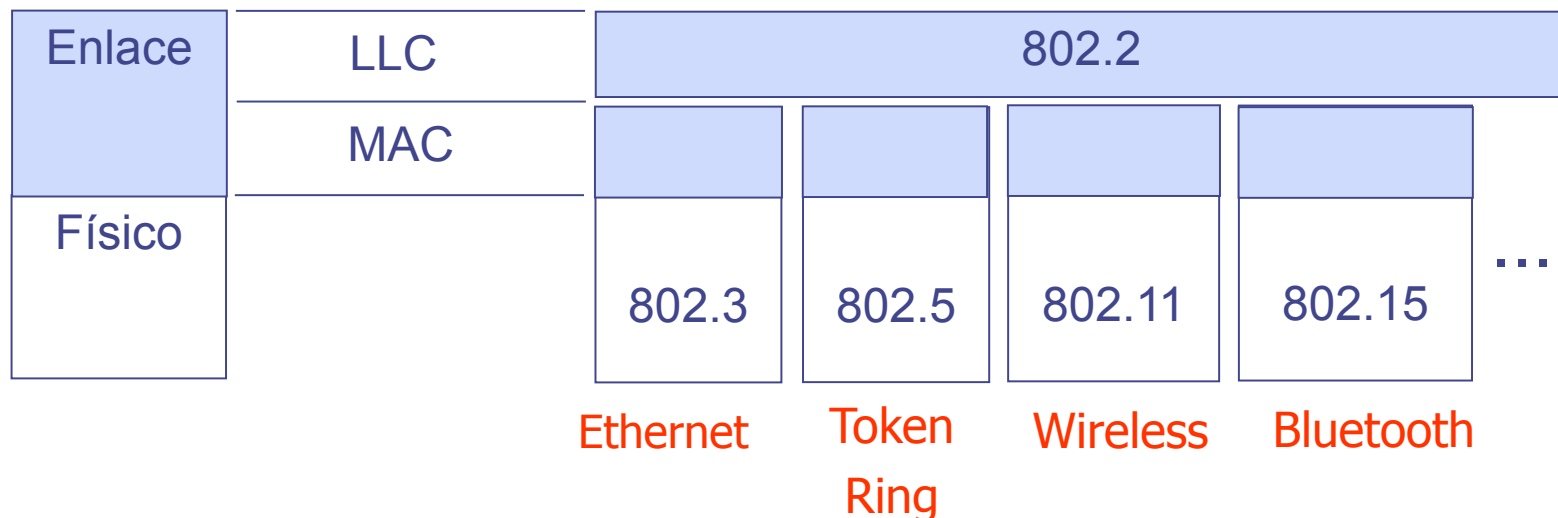


Redes sem Fio

- Bluetooth

- Funcionamento

- O Bluetooth pode ser utilizado como mais uma opção de protocolo de enlace para redes RM-OSI ou TCP/IP



Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Segurança
 - O Bluetooth possui os mesmos requisitos de segurança de uma rede 802.11
 - Autenticação e autorização
 - Criptografia

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Segurança – **Autenticação e autorização**
 - Diretamente pelo endereço do dispositivo
 - **Esquema de “desafio e resposta”** (bastante usado)
 - Reconhecimento de chave secreta compartilhada

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Segurança – **Criptografia**
 - Três opções disponíveis
 - Nenhum pacote é criptografado
 - Criptografia apenas no tráfego ponto-a-ponto
 - Todo o tráfego é criptografado

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Desafios
 - Alcance
 - Velocidade
 - Interferências / conflitos com 802.11
 - Utilização de energia



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Dispositivos

- Headset Bluetooth = R\$20,00



Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Dispositivos

- Bluetooth USB adapter = R\$ 5,00



Redes sem Fio

- Bluetooth
 - Dispositivos



- Celular com suporte a Bluetooth (quase padrão para todos os modelos e fabricantes)



Redes sem Fio

- Bluetooth – outros dispositivos





Redes sem Fio

	Bluetooth	Wireless
Aplicação	Substituição de cabeamento e na formação de redes ad hoc	Formação de redes corporativas
Tecnologia	RF 2,4GHz	RF 2,4GHz; 5GHz
Velocidade	1Mbps (até 24Mbps)	Até 1Gbps
Serviços suportados	Voz e dados	Dados
Alcance	10m	100m (sem antena externa)
Ângulo de conexão	360 graus	360 graus

Redes sem Fio

- WI-MAX
 - Proposta do IEEE para redes sem fio metropolitanas
 - Fórum fundado em 2001
 - Visa aproveitar boa parte das soluções tecnológicas do wi-fi e bluetooth

Redes sem Fio

- WI-MAX
 - Primeiros padrões publicados em 2004 - 2005
 - 802.16d (comunicação sem fio em banda larga)
 - 802.16e (comunicação **móvel** e sem fio em banda larga)
 - Equipamentos existem no mercado a bastante tempo

Redes sem Fio

- WI-MAX
 - Características
 - Raio de cobertura teórico de 30 a 40Km (**com visada**)
 - 8 a 12Km **sem visada**
 - Taxas de transmissão de dados de até **70Mbps**
 - Compartilhado entre os dispositivos
 - Elevado número de dispositivos
 - Por volta de uma centena por AP

Redes sem Fio

- WI-MAX
 - Características
 - Opera tanto em faixas de frequência livres, como em licenciadas
 - 5,8 GHz (ISM)
 - 3,5 GHz (licenciada)
 - 10 GHz (licenciada)
 - ...

Redes sem Fio

- WI-MAX
 - Perspectivas
 - Existia uma grande expectativa do mercado na sua adoção
 - Possibilidade de disponibilização de uma gama de serviços aos usuários
 - **Contudo, tem tido uma adoção bem abaixo da esperada**
 - Redes de telefonia móvel?

Redes sem Fio

- WI-MAX





INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- Sistemas celulares
 - 1G: Primeira geração
 - **Tecnologia analógica**
 - Obteve sucesso bem acima do esperado
 - **Muito limitado e suscetível a fraudes**
 - **AMPS** (Advanced Mobile Phone Service)
 - Implantado em 1979 no Japão, 1983 em Chicago
 - **NMT** (Nordic Mobile Telephony)
 - Implantado em 1981 na Europa



Redes sem Fio

- Sistemas celulares
 - 2G: Segunda geração
 - **Tecnologia digital**
 - Incremento de funcionalidades e tolerância a falhas
 - **Não adequado para tráfego de dados**
 - **TDMA**
 - Evolução do AMPS
 - **Lançado em 1994**



Redes sem Fio

- Sistemas celulares
 - 2G: Segunda geração
 - **CDMA**
 - Lançado em 1993 nos EUA
 - **GSM** (Global System for Mobile Communications)
 - Lançado em 1991 na Europa, conseguiu prover roaming mundial





Redes sem Fio

- Sistemas celulares
 - 2.5G: Segunda geração avançada
 - Suporte a transmissão de dados
 - **GPRS** (General Packet Radio Service)
 - Provê transmissão de dados para usuários GSM
 - Taxas de até 144Kbps
 - **EDGE** (Enhanced Data for Global Evolution)
 - Permite que operadoras GSM suportem aplicações multimídia
 - Taxas de até 384Kbps



Redes sem Fio

- Sistemas celulares
 - 3G: Terceira geração
 - Provê diversas recomendações para serviços com **altas taxas de dados**
 - Na teoria pode chegar a algumas dezenas de Mbps
 - Principais exemplos: **UMTS/HSDPA**



Redes sem Fio

- Sistemas celulares
 - 4G: quarta geração
 - Ainda em implantação (inicial) no Brasil
 - Reutiliza faixas de frequência da TV analógica, ainda não liberadas do Brasil
 - Na teoria pode chegar a algumas **centenas** de Mbps
 - Principal exemplo é o **LTE**

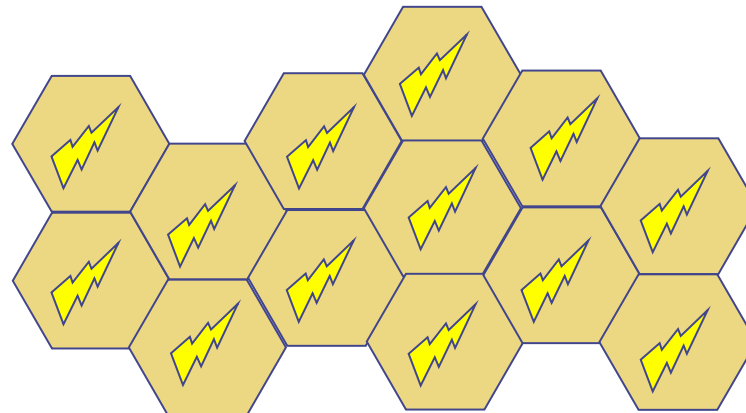




INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Redes sem Fio

- Sistemas celulares
 - Células
 - A rede de uma operadora é formada por um conjunto delas
 - Cada célula possui uma “estação rádio base”
 - Uma antena Omnidirecional (ou várias setoriais) provê a comunicação com os dispositivos nela localizados



Introdução às redes de computadores
carlos.rocha@cefetrn.br

Redes sem Fio

- Sistemas celulares
 - Estações base
 - As estações base são ligadas a uma “infra-estrutura” para:
 - Comunicação entre dispositivos em células distintas
 - Comunicação com outras redes de telefonia
 - Outros sistemas celulares
 - PSTN (telefonia convencional)