

***Engenharia de Computação***  
***Disciplina: Redes de Computadores II – 8º Período***  
***Professor: José Maurício S. Pinheiro***

## ***AULA 4 – Redes Sem Fio***

As redes sem fio surgiram inicialmente como complemento às redes utilizando cabeamento convencional, possibilitando dessa maneira um maior alcance para as redes locais, através das chamadas Wireless Local Area Networks (WLAN's). Atualmente o que vemos é a competição entre as redes sem fio e as redes cabeadas nas aplicações em redes locais (LAN's) e facilidades de acesso para Internet.

### **1. Trilogia Wireless**

Um fato que se pode observar é que as tecnologias de redes wireless atuais apontam para um objetivo comum: a implantação de inúmeras redes de comunicação, tantas quanto forem necessárias, para criar uma rede de âmbito mundial e proporcionar a inclusão total das pessoas, em todos os lugares, no ciberespaço (a tão falada inclusão digital). Essa tendência é apontada por diversos pesquisadores que preveem ainda que, em um futuro bem próximo, onde quer que um indivíduo esteja, ele estará coberto por uma rede, seja ela individual, doméstica ou coletiva, com acesso à Internet vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana.

Faz parte dessa ideia de uma rede com cobertura em todos os lugares, uma espécie de trilogia tecnológica iniciada há alguns anos atrás com o desenvolvimento dos padrões wireless. Iniciada com o padrão Bluetooth, desenvolvido inicialmente para uso em redes individuais, seguiram-se nessa trilogia o padrão Wi-Fi, para uso em redes coletivas e, mais recentemente, o padrão UWB (Ultra Wide Band - ou banda ultrarrápida), para utilização nas redes domésticas emergentes.

O padrão Bluetooth visa principalmente facilitar as transmissões de voz e dados em tempo real, assegurar proteção contra interferência e a segurança dos dados transmitidos, além de permitir a interoperabilidade dos dispositivos de rede de forma automática, sem a interferência do usuário. É uma especificação aberta (royalty-free) que estabelece um padrão para comunicação sem fio ad hoc, de curto alcance (até 100 metros) e de baixo custo, estabelecido através de um enlace de rádio na frequência de 2.4 GHz, que não necessita licença e com velocidades em torno de 4 Mbps. O padrão baseia-se em um chipset conhecido pelo mesmo nome e que se encarrega de estabelecer a conexão com dispositivos que possuam a mesma tecnologia, por exemplo, computadores, impressoras, scanners, PDA's, telefones celulares, etc., de uma forma simples e segura.

O segundo elemento dessa trilogia é o padrão Wi-Fi, abreviatura para Wireless Fidelity (fidelidade sem fios), utilizado para descrever os produtos que respeitam o conjunto de normas 802.11 criado pelo IEEE. As normas mais conhecidas são a 802.11b, para

dispositivos que operam na banda de 2,4GHz (a mesma frequência de micro-ondas e no telefone sem fios), que permite transferir dados com taxas de 11Mbps e o padrão 802.11a, para dispositivos que operam na banda de 5GHz, que permite transferir dados com taxas até 54Mbps. Um padrão mais recente, o 802.11g é compatível com o 802.11b (trabalha também na banda de 2,4GHz) e com o padrão 802.11a, (pode transferir dados até 54Mbps). Esta tecnologia tem um alcance de cerca de 1 Km a 5 km.

Devido a ocupação quase total do espectro de bandas de frequências até 3GHz, o mercado de redes sem fio se voltou recentemente para a UWB – Ultra Wide Band (banda ultra-larga), o terceiro elemento dessa trilogia.

O UWB opera na faixa de 3,1GHz a 10,6GHz para aplicação em redes de computadores. Primeiramente desenvolvido para aplicações militares, o padrão de transmissão sem fio UWB utiliza sinais de rádio de baixa energia na forma de pulsos curtos. Com a geração de milhões de pulsos por segundo, o UWB pode transmitir grandes quantidades de dados por segundo. Por essa característica, suporta melhor as aplicações de banda larga como, por exemplo, streaming de vídeo. Comparado às demais tecnologias wireless, o UWB pode transmitir dados a mais de 100Mbps, enquanto a máxima velocidade da tecnologia 802.11 é de 11Mbps por segundo ou 4Mbps para o Bluetooth. As aplicações para o UWB incluem as redes locais sem fio, redes multimídia domésticas, comunicação direta entre aparelhos móveis, radares e sensores de proximidade.

A questão que se coloca atualmente é que o padrão UWB uma vez no mercado de redes de computadores vai competir no segmento dominado pelas redes sem fio baseadas no Bluetooth (utilizado em redes locais de curto alcance conhecidas como PAN's) e com o padrão 802.11 (mais utilizado em redes locais LAN's).

O fato é que, independente da tecnologia, as redes wireless atuais possibilitam soluções viáveis para os projetos de redes onde a utilização de cabeamento convencional não é possível ou economicamente inviável, oferecendo uma melhor relação custo/benefício. Embora ainda permaneçam algumas dúvidas e discussões sobre a confiabilidade e a eficiência das redes sem fio no que diz respeito à segurança na transmissão da informação, as redes wireless atuais oferecem um gerenciamento mais fácil, simplicidade na instalação e configuração quando comparadas às redes estruturadas. Somado a esse fato, a grande maioria das tecnologias de redes wireless permite plena conectividade e atende aos padrões e normas dos organismos internacionais.

## **2. Wi-Fi**

Wi-Fi é um padrão para redes locais sem fio ("WLAN's"), de alcance restrito que permite o acesso em banda larga dos seus usuários às redes de computadores, privadas ou públicas, via sinais de rádio. Nas áreas de cobertura Wi-Fi os usuários têm acesso a serviços como Internet, correio eletrônico e navegação através de terminais como laptops e PDA's equipados com placas compatíveis com a tecnologia Wi-Fi.

A principal aplicação das soluções Wi-Fi consiste na concretização do conceito "always on", ou seja, a mobilidade, flexibilidade e conveniência no acesso do usuário à informação independentemente da sua permanência em um ambiente público ou privado. Neste

segmento, os serviços oferecidos destinam-se fundamentalmente aqueles usuários em trânsito que necessitam de acesso em banda larga à Internet e aos recursos das redes privadas de suas empresas.

A maioria das aplicações Wi-Fi em empresas envolve redes sem fio para conectar as suas redes locais. Em residências e pequenos escritórios são usadas para aplicações que vão desde a interligação de pequenas redes até o compartilhamento de Internet de banda larga.

## 2.1. PADRÃO 802.11

O padrão 802.11 refere-se a uma família de especificações desenvolvidas pelo Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) para redes sem fio. A especificação foi aceita em 1997 e define uma interface entre cliente sem fio e estações base e entre dois clientes sem fio.

A Tabela 1 apresenta as especificações do padrão IEEE 802.11 para redes locais sem fio. O padrão 802.11 possui diferentes versões, entre as quais destacam-se:

ESPECIFICAÇÃO		IEEE 802.11 - LAN			
Frequência	2,4GHz	2,4GHz	Infravermelho (850/950 nm)		
Spread Spectrum	DSSS	FHSS		---	
Tipo de Modulação	DBPSK	DQPSK	2GFSK	1GFSK	---
Banda Máxima de Transmissão	1Mbps	2Mbps	1Mbps	2Mbps	1Mbps    2Mbps
Controle de Acesso ao Meio	CSMA/CA, RTS/CTS				
Alcance (área aberta / escritório)	100-300m / 20-100m			20-30m / aprox. 5m	

Tabela 1 – Especificações 802.11 para LAN

### 2.2. 802.11b

Opera na banda de 2,4GHz, conhecida como ISM (“Industrial, Scientific and Medical”) e utiliza as técnicas DSSS (“Direct Sequency Spread Spectrum”). Por trabalhar em uma banda mais baixa está mais suscetível a interferências de outros tipos de fontes de ruído como aparelhos celulares e fornos de micro-ondas que trabalham na mesma faixa de frequência. Conhecido por Wi-Fi (“Wireless Fidelity”) foi a primeira versão de rede wireless comercial a ser lançada e atualmente é a implementação utilizada em ambientes públicos, corporativos e residenciais. Possui alcance de aproximadamente 100 metros e sua taxa de transmissão pode chegar a 11Mbps.

### 2.3. 802.11a

Segunda versão do padrão 802.11 opera na frequência de 5.8GHz e é, em média, cinco vezes mais veloz que o padrão 802.11b. Disponibiliza até oito canais por ponto de acesso, o que possibilita maiores taxas de transmissão para uma quantidade maior de usuários simultâneos. Esse padrão opera na banda conhecida como UNII (“Unlicensed

National Information Infrastructure”) operando com frequências mais elevadas. Por este motivo, é mais imune a interferências eletromagnéticas. A grande desvantagem de operar em uma frequência mais elevada que sofre maior atenuação dos sinais emitidos e recebidos.

### 2.4.802.11g

Opera na faixa de 2.4 GHz e atinge taxas de até 54Mbps. Integra-se às redes 802.11b. Assim como a 802.11a, suporta aplicações que fazem uso intenso de largura de banda, sendo um padrão cada vez mais utilizado em redes domésticas.

Trata-se de padrão estabelecido pelo IEEE como aperfeiçoamento do Wi-Fi 802.11b, porém mantendo compatibilidade com o mesmo. O 802.11g é capaz de transmitir dados a 54Mbps, velocidade equivalente à do 802.11a, mas muito maior que os 11Mbps do 802.11b usado atualmente.

A principal vantagem do padrão 802.11g é que este utiliza a mesma faixa de frequência de 2.4 GHz do padrão 802.11b, o que permite que os dois padrões sejam compatíveis. O objetivo é oferecer a possibilidade de montagem de uma rede 802.11b e no futuro adicionar pontos de acesso 802.11g mas mantendo os componentes já instalados da mesma maneira como é feito para adicionar placas e hubs de 100Mbps a uma rede já existente de 10Mbps.

Na Figura 2 temos as relações de utilização das frequências em redes sem fio.

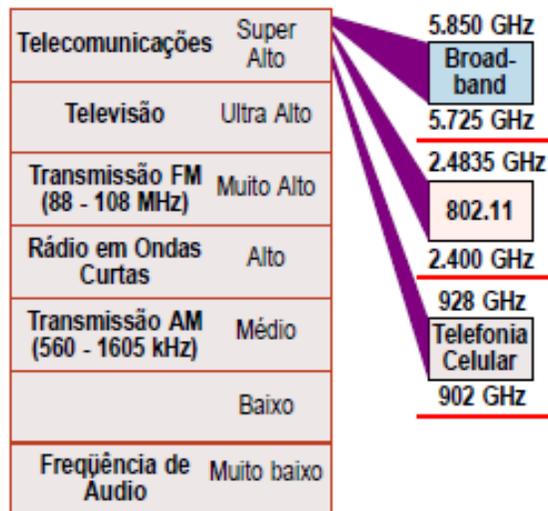


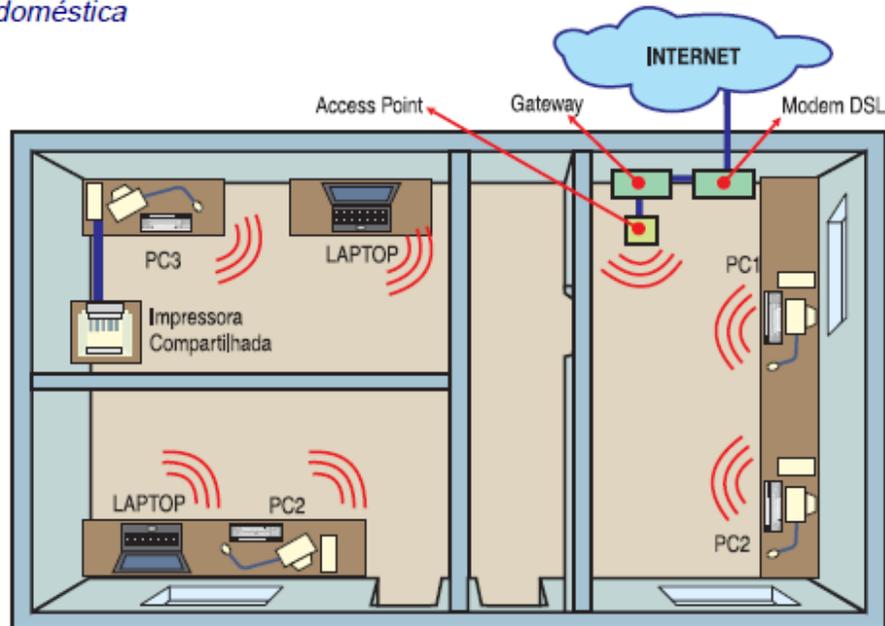
Figura 2 – Frequências Utilizadas

### 3. APLICAÇÕES WI-FI

O Wi-Fi utiliza banda larga para prover acesso a informações para usuários de redes wireless. A maioria das aplicações envolve redes wireless em empresas para conectar

redes locais. Entretanto, as aplicações Wi-Fi estão se tornando populares também nas residências para a interligação de redes domésticas a uma conexão de internet de banda larga conforme ilustra a Figura 3.

*Figura 3 – Exemplo de uma rede sem fio doméstica*



O 802.11a tem velocidade máxima de 54Mbps mas, em compensação, a distância máxima de conexão fica em torno de apenas 50 metros, um quinto do alcance do 802.11b que é de cerca de 100 metros. Por exemplo, uma rede com 200 metros de raio, que poderia ser interligada com um ou dois pontos de acesso 802.11b (Wi-Fi), exigiria cerca de dez pontos de acesso 802.11a. Isso significa que, pelo menos no ambiente corporativo, as redes 802.11a sempre serão uma solução mais cara que o 802.11b. Outro problema do padrão 802.11a é sua incompatibilidade com o Wi-Fi, mas há fabricantes desenvolvendo interfaces buscando amenizar essa incompatibilidade.

A velocidade de transferência das redes mistas (802.11b e 802.11g) pode ser de 54Mbps ao serem feitas transferências entre pontos 802.11g e de 11Mbps quando um dos pontos 802.11b estiver envolvido.

#### **4. Interoperabilidade**

A interoperabilidade ainda é a principal questão quando se desenvolvem novos padrões para redes wireless. Os novos protocolos se diferenciam dos existentes, incluindo aí os padrões 802.11a, 802.11b e 802.11g, por ultrapassá-los não somente na velocidade de transmissão mas também na faixa de radiofrequência.

Dentre os protocolos em desenvolvimento destacam-se o padrão 802.11e, desenvolvido com o objetivo de possibilitar uma melhor qualidade de serviço nas ligações telefônicas, vídeo de alta resolução e outras aplicações sensíveis a taxas de erros e a especificação de segurança 802.11i, baseada no Padrão de Encriptação Avançada (AES – Advanced Encryption Standard) que suporta chaves de criptografia de 128, 192 e 256 bits. O AES é o resultado de uma iniciativa para implementar algoritmos mais seguros de criptografia com melhor performance e que deve melhorar sensivelmente a segurança nas redes sem fio.

O novo padrão 802.11e deve acrescentar melhor gerenciamento de banda permitindo que certos tipos de tráfego nas redes sem fio sejam prioritários em relação a outros, e apresenta maior imunidade às interferências. Com isto, espera-se assegurar que ligações entre redes utilizando a telefonia IP (“VoIP”) e conteúdo multimídia sejam acessados tão bem em redes wireless como em redes com cabeamento convencional, uma vez que o tráfego de dados por uma rede wireless não é algo tão susceptível a pequenas falhas de conexão como conexões telefônicas ou streaming de vídeo.

## **5. Segurança**

Os dados que trafegam pela rede Wi-Fi, da mesma maneira que em uma rede cabeada, não estão encriptados, mas isto também acontece nas conexões comuns. Porém, quando é acessado um site seguro através, por exemplo, de SSL (“Secure Socket Layer”) os dados são encriptados e o risco de captura é reduzido. Além disso, os fabricantes de placas e chipsets Wi-Fi estão embutindo em seus equipamentos protocolos de segurança nativos que aumentam a confiabilidade da transmissão de dados.

Originalmente o Wi-Fi utilizava uma técnica chamada “Wired Equivalent Privacy” (WEP) que recorria à criptografia simples para proteger os dados transmitidos. Entretanto, foram descobertas vulnerabilidades no WEP que levaram a um novo padrão chamado “Wi-Fi Protected Access” (WPA) que proporciona maior segurança através de novos algoritmos de criptografia de dados e autenticação do usuário.

## **6. Hotspot**

Um hotspot é um ponto de acesso às redes Wi-Fi onde os usuários podem se conectar a uma rede local ou à Internet. O ponto de acesso transmite um sinal sem fio em uma pequena distância, cerca de 100 metros. Esses pontos de acesso podem ser encontrados em locais públicos gratuitamente ou mediante o pagamento de uma taxa, contanto que os dispositivos dos usuários (laptops, PDA’s) possuam os chipsets Wi-Fi.

Enquanto alguns hotspots são gratuitos, a maioria das redes públicas é suportada por Internet Service Providers (ISP’s) que cobram uma taxa dos usuários para a conexão a Internet. O custo desse acesso Wi-Fi depende do provedor de serviços. Alguns provedores Wi-Fi oferecem a opção de uma mensalidade ou de um plano de acesso diário, conforme a Figura 4.



*Figura 4 – Localização do Hotspot*

Como exemplos para aplicação da tecnologia Wi-Fi podemos citar os seguintes:

- **Restaurantes** – O pedido é anotado através de um computador de mão (pocket PC) conectado via Wi-Fi diretamente na rede do restaurante que interliga a cozinha, o caixa e o estoque.
- **Bancos** – Dentro do banco, um computador de mão identifica a rede e permite o acesso ao sistema do banco, evitando filas e ganhando tempo.
- **Hospitais** – A estrutura física de um hospital normalmente é muito grande, mas é possível montar diversas antenas com redes Wi-Fi com alcance de até 100 metros. Os médicos podem usar equipamentos com suporte Wi-Fi, por exemplo, Pocket PC's contendo um aplicativo para acessar em tempo real um banco de dados com as informações dos pacientes.
- **Escolas** – Em salas e laboratórios com vários computadores é possível reduzir drasticamente a quantidade de cabeamento de rede, permitindo maior flexibilidade do layout e rápida resolução de problemas de rede.

## 7. ACCESS POINT - AP

Um Access Point é um equipamento de hardware localizado normalmente em um lugar estratégico, atuando como um ponto central de conexão, provendo acesso à rede sem fio para todos os equipamentos que estiverem dentro do seu raio de alcance (Figura 5). Ele funciona como uma ponte entre redes normais de cabeamento, por exemplo, redes utilizando o padrão Ethernet e a rede sem fio Wi-Fi. Entretanto, como cada Access Point é uma conexão compartilhada, quanto mais usuários utilizarem o mesmo Access Point simultaneamente menor será a velocidade da rede.

Um exemplo de aplicação do Access Point está em um prédio residencial com alguns apartamentos por andar onde é possível compartilhar os custos de uma conexão em banda larga. Conectando um Access Point ao acesso de Internet, por exemplo, seria possível que todos os apartamentos navegassem através de um cartão de rádio instalado no computador.

*Figura 5 – Esquema de funcionamento de um Access Point*



É o tipo de solução que também poderia ser executada através de cabeamento convencional mas que, em comparação, iria exigir um esforço maior para a passagem dos cabos com a necessidade de perfurar paredes para adaptar a estrutura do prédio a esta nova necessidade.

## 8. Alcances

Em geral o alcance de redes Wi-Fi depende do tipo de ambiente variando em ambientes fechados de 100 metros à velocidade de 11Mbps e 50 metros a 10Mbps para ambientes externos com alcance em torno de 150 metros a 11Mbps e 500 metros a 1Mbps.

Padrão	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
*Frequência	2400-2483.5GHz (2,4GHz)	5150-5250 GHz 5250-5350 GHz 5725-5825 GHz (5,7GHz)	2400-2483.5Hz (2,4GHz)	2.4GHz e 5 GHz
Banda	ISM	UNII	ISM	ISM, UNII
Alocação de	83.5 MHz	300 MHz	83.5 MHz	83.5 MHz e 300
*Número de canais não sobrepostos	3	12	3	Mesmo 802.11b/a/g
Largura de banda de cada	20Mhz	20Mhz	20Mhz	20Mhz ou 40MHz
*Taxa máxima de transmissão	11Mbps	54Mbps	54Mbps	144 Mbps até 600 Mbps
*Throughput	< 5 Mbps	< 32 Mbps	< 32 Mbps	<80Mbps <160 Mbps
MAC	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA
Tecnologia de modulação	DSSS	OFDM	OFDM DSSS	OFDM/OFDMA com MIMO
Vantagens	Custo reduzido e intervalo de frequência satisfatório	Rápido, menos propenso a interferência	Rápido, intervalo de frequência satisfatório	Taxas de dados muito boas, intervalo aprimorado
Desvantagens	Lento, propenso a interferência	Custo mais elevado, intervalo de frequência mais curto	Propenso a interferência de eletrodomésticos que funcionam na faixa de 2.4	

Vale lembrar que em ambientes internos a espessura das paredes e a presença de objetos metálicos podem prejudicar a transmissão do sinal por parte do Access Point e dessa maneira reduzir o alcance do acesso à rede.