

Um guia para os padrões sem fio

O alfabeto 802.11

O alfabeto *wireless* começa com 802.11a
e vai até 802.11n. A Linux Magazine
Brasil ajuda você a soletrar sem fio.

POR JÖRG LUTHER

Redes estão em alta e cabos estão em baixa. Mas não são apenas os proprietários de laptops compatíveis com os padrões WLAN que preferem viver sem fios. Muitos lares precisam conectar mais de um computador à Internet; cada vez mais dispositivos eletrônicos como aparelhos de som ou videocassetes lançam mão dos recursos de rede. Claro que a conectividade sem fio é preferível, a menos que você realmente sinta vontade de espalhar cabos de rede por todo o carpete de sua sala.

Essa onda *wireless* reflete-se na imensa alta das vendas de equipamento para redes sem fio. Os negócios vão de vento em popa para os fabricantes de chips e dispositivos WLAN. Só na Europa, espera-se que o mercado *wireless* atinja a mágica meta do bilhão de dólares em 2007. Essa moda também é boa para os consumidores, já que maiores quantidades significam menores preços para o equipamento.

Em vez de um padrão único, e por isso confiável (IEEE 802.11b), há toda uma sopa de letrinhas entre as variantes sem fio que o usuário pode escolher. 802.11a, b, g e h competem pela preferência do usuário, enquanto tecnologias básicas que usam a 802.11n esperam sua vez. Há ainda 11c, d, e, f & i para acrescentar um pouco de pimenta ao caldo.

Os consumidores em potencial ficam tipicamente confusos com a variedade de opções: 11 ou 54 Mbit/s? 2.4 ou 5 GHz? WEP, WPA ou 802.11i? Este artigo ajuda você a formar as primeiras palavrinhas com o alfabeto WLAN.

Visão geral da tecnologia

As redes sem fio dividem-se em duas classes principais, sendo a faixa de frequência o fator decisivo. Tecnologias mais antigas usam a faixa de 2.4 GHz, enquanto as variantes posteriores usam a faixa de 5 GHz, mais larga. A primeira classe inclui o padrão do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) 802.11b (11 Mbit/s) e seu decadente sucessor compatível, o 802.11g (54 Mbit/s). Na época em que este artigo foi escrito, essa classe era a opção mais comum.

Por outro lado, 802.11a e 802.11h, que atingem, ambos, uma velocidade máxima nominal de 54 Mbit/s, operam na faixa de 5 GHz. O 802.11h, que nos EUA é chamado “problema de compatibilidade com a Europa”, é a variante européia do padrão norte-americano. Suas duas maiores características são a seleção

de frequência dinâmica e potência de transmissão variável, que o *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) exige no mercado europeu para assegurar que os sistemas tenham uma potência de transmissão razoável.

O IEEE 802.11c especifica abordagens para o *bridging* sem fio, ou seja, métodos de conectar diferentes topologias de rede por meio *wireless*. O 802.11d é tipicamente chamado “Modo Mundial”: refere-se às diferenças regionais de tecnologia – tais como quantos e quais canais estão disponíveis para uso em quais regiões do mundo. Como usuário, você só precisa dizer o país em que quer usar a placa WLAN e o driver cuida do resto.

O IEEE 802.11e define extensões de QoS (Qualidade de Serviço) e difusão (*streaming*) para 802.11a/h e g. O objetivo é aperfeiçoar as redes de 54 Mbit/s

Tabela 1: Visão geral do IEEE 802.11

Grupo de trabalho	Concentração
802.11a	54 Mbit/s WLAN na faixa de 5 GHz
802.11b	11 Mbit/s WLAN na faixa de 2.4 GHz
802.11c	<i>Bridging</i> sem fio
802.11d	“Modo Mundial” – adaptação a requisitos regionais
802.11e	QoS e extensões de <i>streaming</i> para 802.11a/g/h
802.11f	Roaming para 802.11a/g/h (Inter Access Point Protocol – IAPP)
802.11g	54 Mbit/s WLAN na faixa de 2.4 GHz
802.11h	802.11a com DFS e TPC, “11a Europa”
802.11i	Autenticação e criptografia (AES, 802.1x)
802.11j	802.11a com canais adicionais acima de 4.9 GHz, “11a Japão”
802.11k	Troca de informação de capacidade entre cliente e ponto de acesso
802.11l	<i>não é usado por causa do perigo de confusão tipográfica</i>
802.11m	“Maintenance”, publicação de atualizações padrão
802.11n	Próxima Geração WLAN com ao menos 100 Mbit/s

para aplicativos multimídia e Voz sobre IP – ou seja, telefonia em redes IP e na Internet. A rede precisa garantir taxas de transferência mínimas para cada serviço individualmente ou atrasos de propagação mínimos para poder ser usada com multimídia e voz. O 802.11f descreve técnicas padrão parecidas com o *handover* da telefonia celular (o que se conhece popularmente como *Roaming*) para clientes móveis entre pontos de acesso; o IAPP – *Inter Access Point Protocol* – lida com os detalhes.

Padrões de segurança

O 802.11i foi criado para resolver os problemas de segurança que atacavam as redes sem fio até então, integrando tudo o que o universo da segurança tem para oferecer. Os principais recursos do 802.11i incluem o IEEE 802.1x (esquemas de autenticação, englobando o *Extensible Authentication Protocol*, ou Protocolo Extensível de Autenticação – EAP, RADIUS e Kerberos), bem como criptografia baseada no algoritmo Rijndael AES. A complexidade do padrão 802.11i o tornou extremamente difícil de ser implementado em sua plenitude: só foi publicado, não sem um doloroso processo de negociação, no verão de 2004.

O escopo e a duração da fase de padronização para o 802.11i indica o quão alertas para assuntos de segurança os fabricantes e consumidores são agora. A razão para isso foi o vexame que rondou a primeira técnica padronizada de criptografia para redes sem fio, conhecida como *Wireless Equivalent Privacy* (Equivalente a das redes com cabos), o famigerado WEP. É baseado em um fluxo cifrado em RC4 com chaves estáticas e um vetor de inicialização (*Initialization Vector* – IV), modificado para cada pacote dentro da transmissão. O padrão WEP demonstrou ser um fiasco tão grande na implementação do IV que quebrá-lo virou coisa bastante trivial, já que basta “farejar” um certo número de pacotes de dados trafegando na rede para reconstruir a chave por repetição. Há até ferramentas de análise que fazem isso automaticamente [1].

Até a introdução do 802.11i, os fabricantes tentaram compensar a fraqueza inerente ao WEP com uma solução provisória chamada de *Wi-Fi Protected Access* (WPA), desenvolvida sob a égide da Wi-Fi Alliance [2]. Os principais recursos do WPA são a anulação de chaves fracas (*Weak Key*

Avoidance – WEPplus), autenticação EAP e o Protocolo Temporal de Integridade de Chaves (*Temporal Key Integrity Protocol* – TKIP). O TKIP foi desenvolvido para contornar a maior fraqueza do WEP pela substituição da chave estática por outra dinamicamente modificada. Além disso, o protocolo implementa uma verificação de integridade absurdamente aprimorada. Por razões de compatibilidade, o TKIP ainda usa o fraco esquema de cifragem por RC4. WPA2 é o acrônimo que a Wi-Fi Alliance usa para se referir à implementação de todos os componentes obrigatórios do padrão 802.11i.

Problemas de compatibilidade

Partindo do pressuposto de que nem sempre podemos montar uma WLAN completamente nova, sem conexão com redes sem fio já existentes, é bem provável que a maioria dos usuários precise interligar novos e antigos equipamentos 802.11b. O padrão 802.11g prevê alguma coisa a esse respeito: dispositivos 11b e 11g usam a mesma faixa de frequências, a mesma técnica de modulação e o mesmo alcance, portanto é possível misturá-los numa mesma implementação. Entretanto, a compatibilidade afeta em muito o desempenho: se um único componente 11b for conectado a uma rede 11g, a velocidade cai imediatamente de 54 para 11 Mbit/s.

O uso de redes mistas com componentes 802.11b e 11g, e mesmo com componentes de idades diferentes em um mesmo padrão (11g, por exemplo) também pode causar algumas falhas. O padrão de segurança 802.11i não foi introduzido antes de meados de 2004. Placas mais antigas suportam apenas o miserável método WEP e portanto precisam de segurança adicional usando tecnologias de VPN (veja a matéria sobre o OpenVPN à página 30). Alguns fabricantes que dão suporte a um subconjunto do 802.11i, o WPA, oferecem uma atualização do firmware de seus equipamentos, que os torna capazes de trabalhar com 802.11i/WPA2.

Os chamados produtos *Dual-Band/Triple-Mode* podem ajudar o usuário a evitar dores de cabeça causadas

por problemas de compatibilidade desde a embalagem. Esses sistemas suportam bandas de 2.4 e 5 GHz e todas as três tecnologias básicas: 11a, 11b e 11g. Do ponto de vista das tecnologias de rádio, não há obstáculos para a interoperabilidade entre componentes WLAN nessas tecnologias. Por outro lado, tais dispositivos são geralmente muito mais caros.

A Wi-Fi Alliance confere o selo “Wi-Fi certified” (veja **figura 1**) a todos os dispositivos que asseguram uma operação sem problemas entre sistemas WLAN de vários fornecedores. Para conseguir o selo de aprovação, os produtos têm de provar sua conformidade com os padrões atuais passando por uma rigorosa bateria de testes, que incluem interação sem falhas com equipamentos de outras marcas. A Wi-Fi Alliance confere esse selo a sistemas de 2.4 GHz com velocidades de 11 e 54 Mbit/s, para sistemas de 54 Mbit/s em 5 GHz, para WPA, WPA2 e WMM. O acrônimo WMM quer dizer Wi-Fi Multimedia e indica conformidade com o padrão 802.11e (ver **tabela 1**).

Técnicas de transmissão não-padrão ou que dependam de um chipset específico falham fragorosamente no teste de compatibilidade. Mais especificamente, elas são o “802.11b+” com uma velocidade de 22 Mbit/s, produtos IEEE 802.11a em “Turbo Mode”, com velocidades de até 108 Mbit/s, e variantes do 802.11g como “Super G” e “Extreme G”. As taxas de transferência máximas prometidas pelos fabricantes desses sistemas são conseguidas apenas se usarmos em ambos os lados equipamentos fornecidos pelo mesmo fabricante e do mesmo modelo e versão. ➔

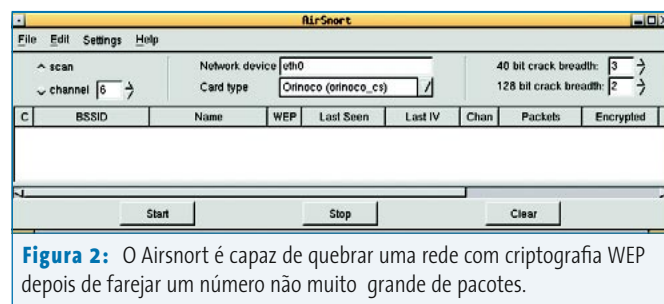
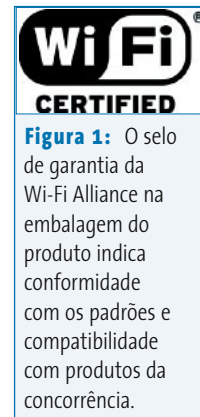




Figura 3: Alguns fabricantes já começam a oferecer sistemas “Pre-N” baseados no princípio MIMO. O roteador Belkin mostrado aqui consegue taxas de transferência de até 300 Mbit/s em uma banda de 2.4 Ghz.

WLAN 2006: 802.11n

A nova geração WLAN promete alcançar velocidades cada vez mais altas. A força-tarefa do comitê IEEE 802.11 está trabalhando em ritmo acelerado para preparar a documentação do padrão. A Agere, fabricante de chips para WLAN, já produziu um chip para demonstrar como a tecnologia pode ser implementada para seguir o padrão. O protótipo usa meios simples para acelerar a tecnologia já existente, a 802.11a, a velocidades de até 162 Mbit/s. O sistema usa três transceptores paralelos (com as respectivas antenas) para criar diversidade de espaço e aumentar a taxa de transferência. A técnica de rádio usada baseia-se na Multiplexação por Divisão Ortogonal de Frequências (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing* – OFDM), definida pelo padrão 11a, que propicia uma clara separação entre as subportadoras individuais dentro da faixa de frequências. Esse truque, carinhosamente chamado de MIMO (*Multiple Input / Multiple Output*, ou Entrada Múltipla / Saída Múltipla), permite que a largura do canal de dados cresça à medida que se acrescentam mais antenas, diz a Agere.

O novo padrão 802.11n, previsto para ser lançado em 2006, deve alcançar taxas de transferência de pelo menos 100 Mbit/s usando a tecnologia MIMO. Mas isso é tudo o que podemos dizer

com certeza sobre o sucessor do padrão atual para redes sem fio. Dois lobbies concorrentes estão batalhando pela implementação do fundamento técnico do futuro padrão 802.11n. A facção TGn Sync [3] – que significa *Task Group n Synchronization* (Algo como força-tarefa para sincronização n) – inclui a Agere e outras empresas como Atheros, Intel, Sony e Philips. O grupo pretende usar canais de 40 MHz na banda de 5 GHz. De acordo com a Agere, isso os colocará em condições de alcançar taxas de transferência de até 500 Mbit/s.

A facção WWiSE (*World Wide Spectrum Efficiency*, ou Eficiência de Espectro em Âmbito Mundial) [4] favorece uma abordagem mais conservadora usando canais de 20 MHz na banda de 2.4 GHz; seus mais proeminentes membros são Broadcom, Conexant, Texas Instruments, Airgo e STMicroelectronics, simplesmente as principais fabricantes de chipsets wireless no mercado. O padrão proposto pelo WWiSE promete compatibilidade com os sistemas 11b e 11g atuais – fator crucial, dada sua popularidade – e um uso mais racional do espectro de frequências. Entretanto, o padrão proposto não permite o uso de velocidades de transmissão muito altas. Resta saber se o mercado irá preferir velocidade ou compatibilidade com as redes e equipamentos já instalados.

Conclusão

O padrão 802.11b, testado e aprovado no campo de batalha do dia-a-dia, ainda não atingiu o fim de sua vida útil, mesmo com a competição entre seus sucessores de 54 Mbit/s. Os preços assustadoramente baixos – provocados pela economia de escala – e sua aplicabilidade em praticamente qualquer situação fazem do 802.11b a tecnologia ideal para os iniciantes no mundo *Wireless*. Se suas necessidades de velocidade são moderadas e você não precisa de aplicações multimídia, o 802.11b ainda é a melhor opção – e também a mais barata e fácil de encontrar, pelo menos no mercado brasileiro.

O 802.11g é o sucessor dedicado do mercado de redes domésticas ou de pequenos escritórios e tem a vantagem de ser compatível com a tecnologia mais antiga (o 802.11b). Os componentes 802.11g podem ser facilmente integrados em redes 11b até que você possa migrar tudo para o novo padrão, embora isso acarrete queda na velocidade de transmissão. O 802.11g também suporta o padrão de multimídia 802.11e para pavimentar o caminho para futuras aplicações, como streaming de vídeo em alta definição e Voz sobre WLAN.

Em contrapartida, as WLANs baseadas em 802.11a/h são as melhores para redes muito grandes com um número também grande de usuários devido a seus benefícios, como a alta velocidade, apesar de algumas desvantagens, como a incompatibilidade com os equipamentos mais baratos e populares. Entretanto, em um ambiente desse tipo tais desvantagens não são tão evidentes – e os usuários podem tirar bom proveito das vantagens. ■

SOBRE O AUTOR

Jörg Luther é jornalista especializado em Tecnologia da Informação, trabalhou para a revista *Internet World* e para o site *Tecchannel.de*. Tornou-se editor-chefe da revista alemã *Linux User*, uma das irmãs da *Linux Magazine*, em outubro de 2004.

INFORMAÇÕES

[1] WEPcrack: <http://wepcrack.sourceforge.net/>, AirSnort: <http://airsnort.shmoo.com/>

[2] Wi-Fi Alliance: <http://www.wi-fi.net/>

[3] TGn Sync Proposal: <http://tgnsync.org/>

[4] WWiSE Alliance: <http://www.wwise.org/>

[5] Bluetooth: <http://www.bluetooth.com/>