

## 1. Introdução

### O que são barramentos?

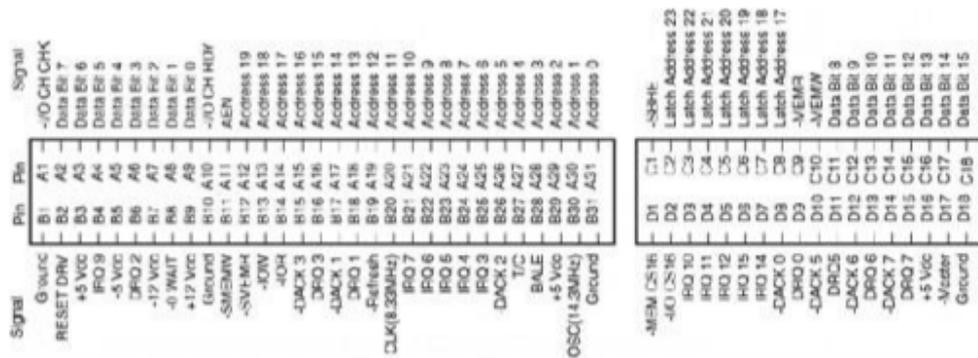
Na computação barramentos são o meio de comunicação entre as partes integrantes da placa levando e trazendo informações de um lado a outro inclusive de placas de expansão. Na história da computação, já foram criados diversos modelos de barramentos, cada um para determinado momento específico e uma tecnologia que de certa forma era melhor que sua predecessora, mais adiante vamos falar um pouco de cada barramento e sua história.

## 2. Barramentos

### 2.1. ISA

O primeiro barramento de expansão utilizado em micro PC, sua primeira versão foi utilizada pelos primeiros computadores e contava com slot de 8 bits, sua segunda versão era disposta de slots com 16 bits sendo introduzida nos micros 286. Mesmo sendo processadores de 8 bits, os 8088 se comunicavam com os periféricos externos utilizando um barramento de 8 bits. Por este motivo, o padrão ISA era um barramento de 8 bits, onde inicialmente operava com taxa de 4.77Mhz de transferência (frequência de clock do pc original). Mas em seguida foi produzido o PC XT, onde o processador e o barramento funcionavam a uma taxa de 8.33Mhz. Com a introdução dos micros 286 no mercado, o barramento ISA sofreu uma atualização para barramentos de 16 bits, mas garantindo o seu funcionamento com as placas antigas de 8 bits. Onde os pinos adicionais foram adicionados em forma de extensão aos já existentes, dividindo-o em duas partes onde a primeira parte suportava as placas de 8 bits e a segunda suportava as de 16 bits.

SLOT ISA Uma coisa que chama a atenção sobre este barramento é que ele conta com noventa e oito contatos para um slot de 16 bits, onde dezesseis trilhas são de dados e as demais são para endereçamento, alimentação elétrica, sinal de clock, refresh e assim por diante.



Esquema de pinos do SLOT Cada um destes pinos podia ser controlado individualmente por meio de software, e muitas placas não utilizavam todos os pinos do conector. Por ser de fácil programação, as controladoras ISA eram as preferidas por pessoas que trabalhavam com automatização e robótica por muito tempo. Um barramento muito complexo, porém extremamente lento, em referência aos padrões atuais, pois mesmo operando a uma taxa de 8.33Mhz, era preciso ter tempo de espera entre as transferências, fazendo com que na prática se atingisse apenas metade da frequência nominal disponível, ou seja, no ISA 16 bits era possível obter uma taxa de transmissão de 8.33Mhz, porém devido a espera ocasionada pelo protocolo

utilizado, era possível obter a taxa um pouco superior a 5Mbps da real disponibilizada. Fazendo com que assim que fosse criado um padrão melhor, os periféricos mais rápidos como placa de vídeo, rede e interfaces IDE migrassem de tecnologia.

## 2.2. MCA, EISA e VLB

Quando surgiram os processadores 386, que utilizavam palavras binárias de 32 bits, foi necessário a criação de barramentos mais rápido que o ISA para a utilização de periféricos como placas de vídeo e HD's. A IBM foi a primeira a desenvolver o barramento MCA, que operava a 10Mhz, resultando em uma taxa teórica de transferência de 32 Mbps. Primeiro barramento capaz de suportar a tecnologia Plug and Play mesmo oito anos antes do lançamento do Windows 95, também suportando Bus Mastering, que permitia ao HD e a outros periféricos transferissem dados diretamente para a memória RAM. Inicialmente, os demais fabricantes continuaram produzindo micros 386 e 486 utilizando apenas periféricos ISA, o que resultava em limitações óbvias, sobretudo com relação ao desempenho do HD e vídeo, o que os tornava praticamente inutilizáveis para edição de imagens e vídeo, por exemplo, onde os Macs dominavam. Por utilizarem o mesmo barramento dos micros 286 (também chamados de PC-AT), eles eram chamados de "AT 386" ou "AT 486". O "AT" nesse caso indica uma limitação e não um recurso extra. :) Não demorou para que a Compaq desenvolvesse o EISA e abrisse as especificações para os demais fabricantes, criando uma entidade sem fins lucrativos para impulsionar seu desenvolvimento. **O EISA** é um barramento peculiar. As dimensões são as mesmas de um slot ISA de 16 bits, porém o slot é mais alto e possui duas linhas de contatos. A linha superior mantém a mesma pinagem de um slot ISA de 16 bits, de forma a manter a compatibilidade com todos os periféricos, enquanto a linha inferior inclui 90 novos contatos, utilizados pelas placas de 32 bits. O EISA acabou tendo uma vida curta, pois em 1993 surgiu o VLB (VESA Local Bus), outro padrão aberto de barramento de 32 bits, que conseguia ser muito mais rápido, trabalhando a uma frequência nominal de 33 MHz e oferecendo taxas de transferência teóricas de até 133 MB/s. Inicialmente o VLB (ou VESA, como é chamado por muitos) surgiu como barramento próprio para a conexão da placa de vídeo. Nesta época, o Windows 3.11 e os aplicativos gráficos já eram populares, de forma que existia uma grande demanda por placas de vídeo mais rápidas. O "rápido" que menciono aqui é a simples capacidade de atualizar a tela em tempo real enquanto edita uma imagem no Photoshop, não tem nada a ver com aceleração 3D ou exibição de vídeo em alta resolução, como temos hoje em dia :). Além de serem muito lentas, as placas de vídeo ISA eram limitadas à exibição de apenas 256 cores. Graças à boa velocidade, o VLB acabou tornando-se o padrão também para outros periféricos, como controladoras IDE e SCSI. Novamente, existiu a preocupação de manter compatibilidade com as placas ISA, de forma que os slots VLB são na verdade uma expansão, onde temos um slot ISA tradicional, seguido por um segundo conector.

## 2.3. PCI

Embora fosse relativamente rápido, o VLB estava longe de ser perfeito. Em 1992 foi introduzido o barramento PCI, que manteve a mesma frequência de operação, mas incorporou suporte nativo a plug-and-play e bus mastering, além de romper os laços de legado com o ISA, o que simplificou muito a pinagem do barramento. O PCI opera nativamente a 33 MHz, o que resulta em uma taxa de transmissão teórica de 133 MB/s. Entretanto, assim como em outros barramentos, a frequência do PCI está vinculada à frequência de operação da placa-mãe, de forma que, ao fazer overclock (ou underclock) a frequência do PCI acaba também sendo alterada. Em uma placa-mãe soquete 7 antiga, que opera a 66 MHz, o PCI opera à metade da frequência da placa-mãe. Ao fazer overclock para 75 ou 83 MHz, o PCI e todas as placas

conectadas a ele passam a operar a respectivamente 37.5 MHz e 41.5 MHz. Isto acabava resultando em um ganho expressivo de desempenho, já que, além do processador, temos ganhos de desempenho também em outros componentes. Conforme a frequência das placas foi subindo, passaram a ser utilizados divisores cada vez maiores, de forma a manter o PCI operando à sua frequência original. Em uma placa-mãe operando a 133 MHz, a frequência é dividida por 4 e, em uma de 200 MHz, é dividida por 6. Como você pode notar, o barramento PCI tem se tornado cada vez mais lento com relação ao processador e outros componentes, de forma que com o passar do tempo os periféricos mais rápidos migraram para outros barramentos, como o AGP e o PCIExpress. Ou seja, a história se repete, com o PCI lentamente se tornando obsoleto, assim como o ISA há uma década atrás.

#### 2.4. PCMCIA

( PC CARD ) O padrão PCMCIA surgiu em 1990 como um padrão para a expansão de memória em notebooks. A ideia era permitir a instalação de memória RAM adicional sem precisar abrir o notebook e instalar novos módulos o que, na maioria dos modelos da época, era bem mais complicado do que hoje em dia. Em 1991 foi lançado o padrão 2.0, que previa a conexão de outros periféricos, como modems, placas de rede, placas de som, adaptadores de cartões e assim por diante. Ironicamente, o padrão PCMCIA foi rapidamente adotado pelos principais fabricantes, tornando-se o barramento de expansão mais usado nos notebooks, mas nunca chegou a ser realmente utilizado para atualização de memória, como originalmente proposto. :) A partir da versão 2.0, o padrão também mudou de nome, passando a se chamar oficialmente "PC Card". Apesar disso, o nome "PCMCIA" acabou pegando e, embora não seja mais o nome oficial do padrão, é usado por muita gente. Tecnicamente, "PCMCIA" é o nome da associação de fabricantes, enquanto "PC Card" é o nome do barramento, mas, na prática, os dois acabam sendo usados como sinônimos. Existem duas versões do barramento PC Card. O padrão original era baseado em uma versão "modernizada" do barramento ISA, que operava a 10 MHz (sem tempos de espera), transmitindo 16 bits por ciclo, resultando em um barramento de 20 MB/s. Em 1995 foi lançada uma versão atualizada, baseada no barramento PCI, que continua em uso até os dias de hoje. O novo padrão preservou a compatibilidade com as placas antigas, de forma que você pode continuar utilizando modems e placas de rede PC Card antigas, mesmo em um notebook atual. :) Naturalmente, o oposto não é verdadeiro, de forma que as placas de 32 bits não funcionam nos notebooks antigos, embora o encaixe seja o mesmo. É fácil diferenciar os dois tipos, pois as placas de 32 bits possuem uma decoração dourada no encaixe. Aqui temos duas placas de 16 bits (um modem e uma placa wireless) e uma placa de rede de 32 bits no centro, que podemos diferenciar pela presença do detalhe dourado.

#### 2.5. AMR e CNR

A grande maioria dos chipsets atuais incluem interfaces de rede e áudio onboard. Muitos incluem também um modem integrado. Ao contrário da placa de rede, que trabalha utilizando sinais digitais, tanto a placa de som quanto o modem utilizam saídas analógicas, o que significa que além dos controladores são necessários os componentes necessários para a conversão digital/analógico e analógico/digital. Muitos fabricantes consideram mais simples separar os componentes analógicos em uma placa externa, o que ajuda a eliminar problemas de interferência e permite que **Os slots AMR e CNR** são encontrados principalmente nas placas da PC-Chips, ECS e Phitronics, usados para o modem fornecido junto com a placa. A PC-Chips é uma subsidiária da ECS e a Phitronics é a marca usada pelas placas fabricadas no Brasil, de forma que as placas das três marcas são muito semelhantes e compartilham os mesmos componentes básicos. Como você pode ver, o "modem" CNR é bem simples, contendo apenas o relay, alguns

varistores e os dois chips (HSP e DAA) que fazem a interface com a linha telefônica. Embora menos comum, os modems AMR ou CNR podem ser encontrados também em algumas placas de outros fabricantes que oferecem modem onboard, como algumas placas da AsRock. Também existem placas de som CNR, fornecidas junto com algumas placas atuais. Normalmente, elas são usadas em placas que oferecem áudio de 6 canais e/ou saídas digitais, já que é difícil integrar todos os conectores e os demais componentes necessários na própria placa-mãe. Estas placas costumam ser bem mais complexas e, devido à similaridade do encaixe, são às vezes confundidas com placas PCI Express. Note que as placas AMR e CNR são atreladas à placa-mãe, já que são apenas um complemento para os componentes integrados na placa. Não espere que o modem ou a placa de som CNR fornecida com uma placa-mãe funcione em outra. Coincidências acontecem, mas nem sempre. :) Um outro padrão similar é o ACR. Ele é um padrão aberto, desenvolvido por uma associação de fabricantes (incluindo a AMD, VIA, nVidia, Motorola e outros), que oferecia a vantagem de permitir o uso de outros dispositivos, além de placas de som e modems. O ACR utiliza o mesmo encaixe dos slots PCI, mas ele é invertido e colocado numa posição diferente para evitar confusão. O ACR foi utilizado em placas de diversos fabricantes, entre eles alguns modelos da Asus, Leadtek, MSI e Chaintech, mas apenas durante um curto espaço de tempo, entre o final de 2002 e início de 2003, desaparecendo em seguida. Alguns dizem que o ACR é um padrão proprietário da Asus, mas essa informação é incorreta. É bastante improvável que você venha a ter em mãos uma placa com o ACR, de forma que o cito aqui apenas como curiosidade.

## **2.6. AGP**

Embora seja mais recente que o PCI e tenha sido largamente utilizado, o AGP é atualmente um barramento em vias de extinção, devido à popularização do PCIExpress. Desde o final de 2006, placas novas com slots AGP são um item raro, com exceção de algumas placas da PC-Chips, ECS e Phitronics. A idéia central do AGP é ser um barramento rápido, feito sob medida para o uso das placas 3D de alto desempenho. A versão original do AGP foi finalizada em 1996, desenvolvida com base nas especificações do PCI 2.1. Ela operava a 66 MHz, permitindo uma taxa de transferência teórica de 266 MB/s. Na época, as placas 3D ainda eram bastante primitivas, de forma que ainda não existia uma demanda tão grande por um barramento mais rápido. Por causa disso, o AGP demorou um pouco para se popularizar. O primeiro chipset com suporte a ele foi o Intel i440LX, lançado no final de 1997, e a adoção ocorreu de forma gradual durante 1998 e 1999. O padrão AGP inicial não chegou a ser muito usado, pois em 1998 surgiu o padrão AGP 2X, que mantém a frequência de 66 MHz, mas introduz o uso de duas transferências por ciclo (assim como nas memórias DDR), dobrando a taxa de transferência. Em seguida foi introduzido o AGP 4X e o 8X, que realizam, respectivamente, 4 e 8 transferências por ciclo, atingindo taxas de transferência teóricas de 1066 e 2133 MB/s. O desempenho de uma placa 3D é fortemente atrelado à velocidade de acesso à memória. Mais de 95% das informações que compõem uma cena 3D de um game atual são texturas e efeitos, que são aplicados sobre os polígonos. As texturas são imagens 2D, de resoluções variadas que são "moldadas" sobre objetos, paredes e outros objetos 3D, de forma a criar um aspecto mais parecido com uma cena real. A velocidade do barramento AGP é importante quando o processador precisa transferir grandes volumes de texturas e outros tipos de dados para a memória da placa de vídeo, quando a memória da placa se esgota e ela precisa utilizar parte da memória principal como complemento e também no caso de placas de vídeo onboard, que não possuem memória dedicada e, justamente por isso, precisam fazer todo o trabalho usando um trecho reservado da memória principal. Naturalmente, tudo isso também pode ser feito através do barramento PCI. O problema é que a baixa velocidade faz com que a queda no desempenho seja cada vez maior,

conforme cresce o desempenho da placa de vídeo. Durante muito tempo, fabricantes como a nVidia e a ATI continuaram oferecendo suas placas também em versão PCI, mas a partir de um certo ponto, a diferença de desempenho entre as duas versões passou a ser tamanha que, por mais que ainda existisse uma certa demanda, as placas PCI foram sumariamente descontinuadas. Outra vantagem do AGP é que o barramento é reservado unicamente à placa de vídeo, enquanto os 133 MB/s do barramento PCI são compartilhados por todas as placas PCI instaladas. Note que existe uma diferença entre barramento e slot. Uma placa de vídeo onboard é apenas um chip instalado na placa-mãe, ou mesmo um componente integrado diretamente ao chipset e não uma "placa" propriamente dita. Mesmo assim, ela pode ser ligada ao barramento AGP, utilizando uma conexão interna. É muito comum ainda que a placa-mãe inclua um chipset de vídeo onboard e, ao mesmo tempo, um slot AGP, que permite instalar uma placa offboard. Neste caso, entretanto, a placa onboard é desativada ao instalar uma placa offboard, já que o AGP não pode ser compartilhado pelas duas placas. Assim como no caso do barramento PCI, a frequência do barramento AGP está atrelada à frequência de operação da placa-mãe, de forma que, ao fazer overclock aumentando a frequência do FSB, a frequência do barramento AGP sobe na mesma proporção, o que, a partir de um certo ponto pode causar problemas de estabilidade. Entretanto, aumentar a frequência do AGP não tem uma relação direta com o desempenho da placa de vídeo, pois as placas atuais utilizam um circuito de clock próprio e por isso não são influenciadas por mudanças na frequência do barramento. Aumentando a frequência do AGP, melhoramos apenas o fluxo de dados entre a placa de vídeo, memória e processador, o que tem pouco efeito nas placas atuais, com slots AGP 4X ou 8X.

Além da questão da velocidade, existe também a questão da tensão utilizada. O padrão AGP 1.0 previa placas AGP 1X e 2X, que utilizam tensão de 3.3V. O padrão AGP 2.0, finalizado em 1998, introduziu o AGP 4X e a tensão de 1.5V (utilizada pelas placas atuais), quebrando a compatibilidade com o padrão antigo.

## **2.7. PCI EXPRESS**

Ao longo da história da plataforma PC, tivemos uma longa lista de barramentos, começando com o ISA de 8 bits, usado nos primeiros PCs, passando pelo ISA de 16 bits, MCA, EISA, e VLB, até finalmente chegar no barramento PCI, que sobrevive até os dias de hoje. O PCI é um barramento de 32 bits, que opera a 33 MHz, resultando em uma banda total de 133 MB/s, compartilhada entre todos os periféricos ligados a ele. O PCI trouxe recursos inovadores (para a época), como o suporte a plug-and-play e bus mastering. Comparado com os barramentos antigos, o PCI é bastante rápido. O problema é que ele surgiu no começo da era Pentium, quando os processadores ainda trabalhavam a 100 MHz. Hoje em dia temos processadores na casa dos 3 GHz e ele continua sendo usado, com poucas melhorias. Por ser compartilhado entre todos os dispositivos ligados a ele, o barramento PCI pode ser rapidamente saturado, com alguns dispositivos rápidos disputando toda a banda disponível. O barramento se torna então um gargalo, que limita o desempenho global do PC. A fase mais negra da história do barramento PCI foi durante a época das placas soquete 7 (processadores Pentium, Pentium MMX, K6 e 6x86), quando o barramento PCI era o responsável por praticamente toda a comunicação entre os componentes do micro, incluindo todos os periféricos, a comunicação entre a ponte norte e ponte sul do chipset, as interfaces IDE, etc. Até mesmo o antigo barramento ISA era ligado ao PCI através do PCI-to-ISA bridge (ponte PCI-ISA), um controlador usado nos chipsets da época. Isso fazia com que o barramento ficasse incrivelmente saturado, limitando severamente o desempenho do micro. Eram comuns situações onde o desempenho do HD era limitado ao rodar games 3D, pois a placa de vídeo saturava o barramento, não deixando espaço suficiente para os

demais componentes. A história começou a mudar com o aparecimento do barramento AGP. Ele desafogou o PCI, permitindo que a placa de vídeo tivesse seu próprio barramento rápido de comunicação com o chipset. O AGP matou dois coelhos com uma cajadada só, pois permitiu o aparecimento de placas 3D absurdamente mais rápidas e desafogou a comunicação entre os demais componentes. Rapidamente todas as placas de vídeo passaram a utilizá-lo, com os fabricantes oferecendo versões PCI apenas dos modelos mais simples. O passo seguinte foi a criação de barramentos dedicados para a comunicação entre os diversos componentes do chipset (como o DMI, usado em chipsets Intel, e o HyperTransport), fazendo com que as interfaces IDE ou SATA e outros componentes também ganhassem seu canal exclusivo. O PCI passou então a ser exclusividade das próprias placas PCI.

O problema é que, mesmo desafogado, o PCI é muito lento para diversas aplicações. É lento demais para ser utilizado por placas de rede Gigabit Ethernet (embora seja suficiente na teoria, na prática a história é um pouco diferente, devido ao compartilhamento da banda), por placas SCSI modernas, ou mesmo por placas RAID e controladoras eSATA. Além disso, os slots PCI utilizam um número muito grande de trilhas na placa-mãe, o que é dispendioso para os fabricantes. Existiram tentativas de atualização do PCI, como o PCI de 64 bits, o PCI de 66 MHz e o PCI-X, que além de ser um barramento de 64 bits, trabalha a 133 MHz, resultando num barramento de 1024 MB/s. Em termos de velocidade, o PCI-X supriria as necessidades dos periféricos atuais, o problema é que, devido ao grande número de contatos e ao tamanho físico dos slots, ele acaba sendo um barramento muito dispendioso e imprático, que ficou relegado aos servidores topo de linha.

### **2.7.1. FUNCIONAMENTO DO PCI EXPRESS**

Ao longo da história da plataforma PC, tivemos uma longa lista de barramentos, começando com o ISA de 8 bits, usado nos primeiros PCs, passando pelo ISA de 16 bits, MCA, EISA, e VLB, até finalmente chegar no barramento PCI, que sobrevive até os dias de hoje. O PCI é um barramento de 32 bits, que opera a 33 MHz, resultando em uma banda total de 133 MB/s, compartilhada entre todos os periféricos ligados a ele. O PCI trouxe recursos inovadores (para a época), como o suporte a plug-and-play e bus mastering. Comparado com os barramentos antigos, o PCI é bastante rápido. O problema é que ele surgiu no começo da era Pentium, quando os processadores ainda trabalhavam a 100 MHz. Hoje em dia temos processadores na casa dos 3 GHz e ele continua sendo usado, com poucas melhorias. Por ser compartilhado entre todos os dispositivos ligados a ele, o barramento PCI pode ser rapidamente saturado, com alguns dispositivos rápidos disputando toda a banda disponível. O barramento se torna então um gargalo, que limita o desempenho global do PC. A fase mais negra da história do barramento PCI foi durante a época das placas soquete 7 (processadores Pentium, Pentium MMX, K6 e 6x86), quando o barramento PCI era o responsável por praticamente toda a comunicação entre os componentes do micro, incluindo todos os periféricos, a comunicação entre a ponte norte e ponte sul do chipset, as interfaces IDE, etc. Até mesmo o antigo barramento ISA era ligado ao PCI através do PCI-to-ISA bridge (ponte PCI-ISA), um controlador usado nos chipsets da época. Isso fazia com que o barramento ficasse incrivelmente saturado, limitando severamente o desempenho do micro. Eram comuns situações onde o desempenho do HD era limitado ao rodar games 3D, pois a placa de vídeo saturava o barramento, não deixando espaço suficiente para os demais componentes.

A história começou a mudar com o aparecimento do barramento AGP. Ele desafogou o PCI, permitindo que a placa de vídeo tivesse seu próprio barramento rápido de comunicação com o chipset. O AGP matou dois coelhos com uma cajadada só, pois permitiu o aparecimento de placas 3D absurdamente mais rápidas e desafogou a comunicação entre os demais componentes. Rapidamente todas as placas de vídeo passaram a utilizá-lo, com os fabricantes oferecendo versões PCI apenas dos modelos mais simples. O passo seguinte foi a criação de barramentos dedicados para a comunicação entre os diversos componentes do chipset (como o DMI, usado em chipsets Intel, e o HyperTransport), fazendo com que as interfaces IDE ou SATA e outros componentes também ganhassem seu canal exclusivo. O PCI passou então a ser exclusividade das próprias placas PCI. O problema é que, mesmo desafogado, o PCI é muito lento para diversas aplicações. É lento demais para ser utilizado por placas de rede Gigabit Ethernet (embora seja suficiente na teoria, na prática a história é um pouco diferente, devido ao compartilhamento da banda), por placas SCSI modernas, ou mesmo por placas RAID e controladoras e SATA. Além disso, os slots PCI utilizam um número muito grande de trilhas na placa-mãe, o que é dispendioso para os fabricantes. Existiram tentativas de atualização do PCI, como o PCI de 64 bits, o PCI de 66 MHz e o PCI-X, que além de ser um barramento de 64 bits, trabalha a 133 MHz, resultando num barramento de 1024 MB/s. Em termos de velocidade, o PCI-X supriria as necessidades dos periféricos atuais, o problema é que, devido ao grande número de contatos e ao tamanho físico dos slots, ele acaba sendo um barramento muito dispendioso e imprático, que ficou relegado aos servidores topo de linha.

## **2.8. USB**

O USB é um velho conhecido. Simplesmente o barramento externo mais usado atualmente. O que torna o USB tão popular é a sua flexibilidade; além de ser usado para a conexão de todo o tipo de dispositivos, ele fornece uma pequena quantidade de energia, permitindo que os conectores USB sejam usados também por carregadores, luzes, ventiladores, aquecedores de xícaras de café, etc. No USB 1.x, as portas transmitem a apenas 12 megabits, o que é pouco para HDs, pendrives, drives de CD, placas wireless e outros periféricos rápidos. Mas, no USB 2.0, o padrão atual, a velocidade foi ampliada para 480 megabits (ou 60 MB/s), suficiente para a maioria dos pendrives e HDs externos. Existem quatro tipos de conectores USB, o USB tipo A, que é o mais comum, usado por pendrives e topo tipo de dispositivo conectado ao PC, o USB tipo B, que é o conector "quadrado" usado em impressoras e outros periféricos, além do USB mini 5P e o USB mini 4P, dois formatos menores, que são utilizados por câmeras, mp3players, palmtops e outros gadgets. O USB é um barramento serial, por isso os conectores possuem apenas 4 contatos, sendo dois para a transmissão dos dados (um para enviar, outro para receber) e os outros dois para a transmissão de eletricidade.

Os dois pinos para a transmissão de dados são os dois mais centrais, enquanto os para energia são os dois externos. Olhando um conector USB com os contatos virados para baixo, o pino da direita é o positivo, enquanto o da esquerda é o neutro. Dentro do cabo, o fio vermelho é o positivo, o preto é o neutro, enquanto o verde e o branco são os usados para transmissão de dados.

## **2.9. FIREWIRE**

O Firewire surgiu em 1995 (pouco antes do USB), como um concorrente do barramento SCSI. Inicialmente ele foi desenvolvido pela Apple e depois submetido ao IEEE, quando passou a se chamar IEEE 1394. Embora seja mais popularmente usado, o nome "Firewire" é uma marca registrada pelo Apple, por isso você não vai encontrar referência a ele em produtos ou

documentação de outros fabricantes. Outro nome comercial para o padrão é o "i.Link", usado pela Sony. O Firewire é um barramento serial, muito similar ao USB em vários aspectos. A versão inicial do Firewire já operava a 400 megabits (ou 50 MB/s), enquanto o USB 1.1 operava a apenas 12 megabits. Apesar disso, o USB utilizava transmissores e circuitos mais baratos e era livre de pagamento de royalties, o que acabou fazendo com que ele se popularizasse rapidamente. Na época, a indústria procurava um barramento de baixo custo para substituir as portas seriais e paralelas e, como de praxe, acabou ganhando a solução mais barata. Atualmente o Firewire enfrenta também a concorrência do eSATA, a versão externa do SATA, que permite a conexão de HDs e drives ópticos externos, o que o deixa em posição pouco confortável. Assim como o USB, o Firewire é um barramento plug-and-play e suporta a conexão de vários periféricos na mesma por porta, utilizando uma topologia acíclica, onde um periférico é diretamente conectado ao outro e todos se enxergam mutuamente, sem necessidade de uso de hubs ou centralizadores. Você poderia, por exemplo, conectar um HD externo (com duas portas Firewire) ao PC e conectar uma filmadora ao HD e o PC enxergaria ambos.

## **2.10. WUSB**

O WUSB (Wireless USB) é uma versão sem fios do USB, que utiliza o sistema UWB para a transmissão de dados a curtas distâncias, utilizando sinais de baixa potência. Em teoria, o WUSB suporta taxas de transmissão de até 480 megabits a distâncias de até 3 metros e 110 megabits a até 10 metros. Como o sinal utiliza uma potência muito baixa, o WUSB é adequado para interligar aparelhos dentro do mesmo ambiente (a mesma sala ou escritório, por exemplo), sem que existam obstáculos importantes entre eles.

O objetivo é que o WUSB seja uma opção ao uso do USB em todo tipo de periféricos, incluindo mouses, joysticks, impressoras, scanners, câmeras digitais, mp3players e até mesmo HDs externos.

As taxas de 480 e 110 megabits divulgadas são as taxas de transmissão "brutas", que não incluem as perdas causadas pelo protocolo de transmissão, correção de erros, atenuação do sinal e assim por diante. As taxas obtidas na prática, sobretudo a distâncias maiores do que 3 ou 4 metros são muito inferiores, de forma que, em termos de velocidade, o WUSB não se compara diretamente ao USB 2.0.

Apesar disso ele ganha na questão da praticidade e "cool factor", já que permite que você baixe as fotos da câmera, ou copie músicas para o mp3player sem precisar primeiro conectá-los ao PC. Existe ainda a possibilidade de ligar diretamente um dispositivo ao outro, permitindo que a câmera imprima fotos na impressora, ou o mp3players toque músicas armazenadas em um HD externo, por exemplo. Assim como no USB, é possível interligar até 127 dispositivos.

Além de dispositivos com transmissores WUSB nativos, existem dois tipos de adaptadores. O primeiro é um transmissor que permite que PCs sem transmissores se comuniquem com dispositivos WUSB. Ele é parecido com um pendrive ou adaptador bluetooth, que você pluga em uma porta USB disponível e se chama WHA.

O segundo é uma espécie de "hub" (chamado de WDA), destinado a ligar dispositivos USB ao PC com o transmissor. Você poderia ligar sua impressora USB no WDA e assim acessá-la a partir do seu PC com um transmissor WUSB.

Existe ainda a possibilidade de juntar um WHA e um WDA, criando uma espécie de hub USB sem fios. Até que as placas-mãe, notebooks e outros dispositivos com transmissores WUSB tornem-se populares, essa é provavelmente a única classe de produtos wireless USB que você verá à venda.