

# Interfaces de discos rígidos

Fábio Henrique da Silva

RA 008619

MO401 - Arquitetura de Computadores

fabio.silva@ic.unicamp.br

## ABSTRACT

As interfaces de discos rígidos têm importância fundamental na determinação do nível de transparência da comunicação desses dispositivos de armazenamento e na performance dos sistemas que as utilizam. Este trabalho apresenta e situa tecnologicamente as interfaces de discos rígidos e seus objetivos, com atenção especial aos padrões que atualmente dominam o mercado.

## Categories and Subject Descriptors

C.0. [Computer Systems Organization]: General—*hardware/software interfaces*; B.4.3. [Input/Output and data communications]: Interconnections (subsystems)—*interfaces*; B.4.2. [Input/Output and data communications]: Input/Output devices—*channels and controllers*

## General Terms

Design, Standardization, Performance.

## Keywords

Discos rígidos, Interfaces, ATA, IDE, SCSI, SATA.

## 1. INTRODUÇÃO

Os padrões de comunicação com discos rígidos, mais conhecidos como interfaces, especificam de que forma esses dispositivos de armazenamento devem ser conectados fisicamente aos computadores, e qual protocolo físico de comunicação deve ser utilizado no envio e recebimento dos controles e dos dados.

Além de tornar transparentes as complexidades da realização de operações de baixo nível dependentes das características físicas do disco rígido, uma interface permite que equipamentos de fabricantes distintos possam comunicar-se através de um protocolo comum e, em última instância, especifica quais operações do disco rígido podem ou não ser executadas.

O entendimento das diversas tecnologias de interfaces e de suas implicações no desempenho dos sistemas computacionais motiva este trabalho, cujo restante está organizado como descrito a seguir. Na seção 2 são apresentados os princípios do funcionamento dos discos rígidos. A seção 3 traz uma sucinta perspectiva histórica da operação dos primeiros discos rígidos e suas interfaces. As seções 4 e 5 analisam, respectivamente, as interfaces ATA e SCSI, padrões dominantes do mercado. Na seção 6 são tratadas sucintamente outras interfaces para discos rígidos. A seção 7 traz algumas considerações finais a respeito do assunto.

## 2. FUNCIONAMENTO DOS DISCOS RÍGIDOS [1, 2, 7]

Os discos rígidos são dispositivos de armazenamento não-voláteis, isto é, não necessitam de energia para conservar os dados neles gravados.

Os dados de um disco rígido estão armazenados, na verdade, em um conjunto de finíssimos discos. Esses discos são formados por um substrato coberto em ambos os lados com material magnético. É no material magnético que se encontra o princípio de armazenamento. O substrato, não-magnético, é a base desses discos, e geralmente é feito de liga de alumínio ou de uma mistura de vidro e cerâmica, cada vez mais utilizada por permitir a fabricação de discos mais finos e mais resistentes.

Uma cabeça de gravação magnetiza as superfície dos disco através de uma corrente elétrica. O sentido dessa corrente depende dos bits a serem gravados, e determina a polaridade da magnetização. Como um ímã, o material permanece magnetizado (e os dados, portanto, gravados) sem necessidade de corrente elétrica, ao contrário das memórias principais dos computadores, que são voláteis. Os bits gravados podem ser lidos, depois, através das correntes excitadas no cabeçote devido às variações de fluxo magnético causadas pelas polaridades de magnetização.

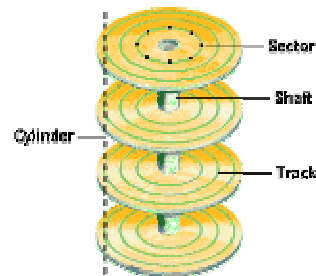


Figura 1. Componentes do disco rígido (Seagate)

Conforme mostra a figura 1, os discos magnéticos formam uma pilha suportada por um eixo central cuja rotação os faz girar. Entre eles existem braços mecânicos que movimentam as cabeças responsáveis pela leitura e gravação em cada uma das superfícies. As trilhas, zonas concêntricas de gravação, são divididas em setores. Setores de discos diferentes que estão relativamente na mesma posição podem ser lidos e gravados simultaneamente, formando cilindros.

Dois modos de endereçamento são comuns nos discos rígidos. O mais antigo, *Cylinder-Head-Sector* (CHS), é altamente ligado a essa configuração espacial dos discos. Nesse modelo, geralmente as operações de leitura e escrita tendem a ser concentradas em localidades próximas, para evitar os *delays* causados pela movimentação dos mecanismos internos do drive.

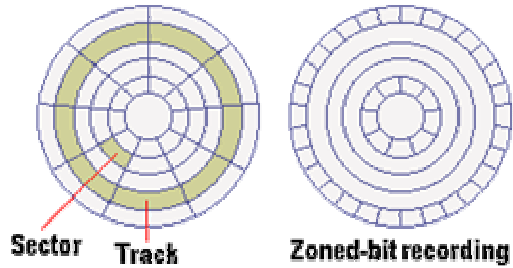


Figura 2. Endereçamento CHS perde significado

Os discos rígidos modernos, entretanto, não respeitam essa divisão tradicional, gravando mais dados onde há maior densidade magnética, conforme mostra a figura 2. Juntamente com essa tendência, os discos passam a ser endereçados como um array unidimensional de setores pelo *Logical Block Addressing* (LBA). LBA não garante qualquer proximidade física entre dois endereços vizinhos nesse array, ficando a cargo da lógica de controle interna dos discos fazer o mapeamento na mídia.

Os discos rígidos têm controladores responsáveis por comandar as sua operação interna e fazer a comunicação com a interface do barramento, um conjunto de linhas de transmissão compartilhadas que conecta os dispositivos de entrada e saída ao processador e à memória.

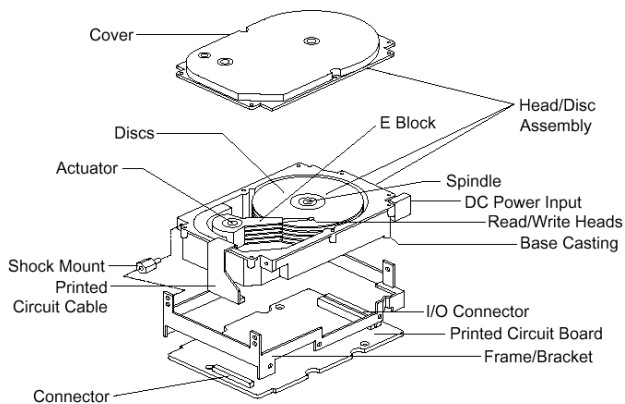


Figura 3. Componentes do disco rígido

A figura 3 esquematiza os componentes de um disco rígido moderno, manufaturado num compartimento selado com a tecnologia *head disk assembly* (HDA), no qual os discos magnéticos estão hermeticamente fechados para evitar contaminações e danos à superfície de armazenamento.

### 3. PERSPECTIVA HISTÓRICA [3]

O primeiro computador a incluir um disco rígido foi o IBM 305 RAMAC (*Random Access Method of Accounting and Control*), lançado em 1956. Antes disso, as formas de armazenamento disponíveis eram memória principal, fitas e tambores magnéticos. O IBM 305 Disk File consistia de uma pilha de 50 discos de 24 polegadas que giravam a 1200 RPM e eram capazes de armazenar 5 milhões de caracteres de 7 bits – pouco mais do que 4 MB. O acesso à mídia era feito a taxas de até 8,8 KB/s através de dois braços mecânicos independentes que se moviam no sentido vertical para selecionar um dos discos, e no sentido horizontal para selecionar a trilha de gravação.

O grande avanço tecnológico seguinte deu-se em 1973, com o lançamento do IBM 3340 Winchester, a primeira tecnologia popular de discos rígidos em compartimentos selados com a tecnologia HDA. Por este motivo, até pouco tempo atrás, os discos rígidos também eram conhecidos como *Winchesters*.

O primeiro disco rígido para computadores pessoais foi lançado em 1979 pela Shugart Associates – hoje Seagate Technologies. O ST-506 era capaz de armazenar até 40 MB e alcançar uma taxa de transferência de dados de 645 KB/s. O disco era conectado ao controlador por dois cabos, um de controle e outro de dados. Ao contrário dos drives modernos, que recebem os dados e internamente tratam-nos, toda atividade mecânica do ST-506 era controlada pelos sinais enviados do controlador através dos 34 pinos do cabo de controle. Esses controles indicavam ao disco de que forma interpretar os sinais do cabo de dados, composto por 20 pinos utilizados para ler e escrever os dados de forma serial.

Com a introdução dos IBM *Personal Computers* (PCs) no mercado, que dispunham uma placa adaptadora de expansão para conectar discos ST-506, logo diversas outras companhias começaram a fabricar discos rígidos que utilizavam os mesmos conectores e sinais. A interface se popularizou, tornando-se um padrão *de facto* de interface para discos rígidos no início da década de 80.

A primeira tentativa de imprimir melhoramentos à interface ST-506 surgiu em meados da década de 80, com o padrão *Enhanced Small Device Interface* (ESDI), desenvolvido por um consórcio de empresas lideradas pela Maxtor Corporation. Mantendo o cabeamento utilizado pelo ST-506, a interface ESDI moveu algumas das funções do controlador para o disco rígido, solucionando problemas de compatibilidade existentes no ST-506 e possibilitando taxas nominais de transferência de até 20MB/s. A interface foi generalizada para possibilitar a conexão de outros dispositivos, como discos removíveis e fitas magnéticas, tendo inclusive tornado-se um padrão do *American National Sciences Institute* (ANSI).

Entretanto, no início da década de 90 o padrão ESDI caiu em desuso, devido às complexidades do controlador e do cabeamento e graças à maturidade dos padrões ATA e SCSI, que ofereciam maior confiabilidade e performance.

Preunciada pelo padrão ESDI, a tendência de migrar funcionalidades do controlador para o disco rígido consolidou-se com o surgimento dos *hardcards*, desenvolvidos pela divisão Plus Development da Quantum Corporation. Esses discos rígidos eram montados diretamente numa placa-controladora conectada ao barramento através de um slot de expansão ISA. Mas devido ao fato dos discos serem mecanicamente “pesados”, problemas de vibração ocorriam na falta de um suporte robusto para dispositivos conectados a esses slots. Além disso os *hardcards* ocupavam adicionalmente o espaço físico de outros slots de expansão, tornando-os inaproveitáveis.

Estes problemas mostraram que não havia razão para manter o disco rígido anexado ao controlador. Logo, os discos passaram a ocupar uma baia regular de drive, o chip controlador da interface foi deixado numa placa de expansão à qual se conectava o disco e a lógica de controle foi concentrada em uma das bordas do disco. Esse novo conceito tornou-se conhecido como *Integrated Drive Electronics* (IDE).

## 4. INTERFACES ATA [3, 4, 5]

Em 1986, a Compaq Computer, a Western Digital e uma divisão da Control Data Corporation desenvolveram um precursor da interface *Advanced Technology (AT) Attachment (ATA)*, que recebeu este nome por ter sido primeiramente adotada em computadores PC/AT. Com a venda de computadores Compaq utilizando discos rígidos com controladores integrados, o conceito IDE logo tornou-se popular e foi adotado por outros fabricantes. Devido ao fato deste conceito de controladores embutidos em discos ter surgido quase que simultaneamente às interfaces ATA, elas também são conhecidas como IDE.

O funcionamento básico da interface ATA é simples, pois ela se origina de uma extensão dos barramentos ISA de 16 bits. A conexão entre o disco rígido e o sistema também tem 16 bits, fazendo com que 2 bytes de dados sejam transferidos a cada operação.

Uma evolução subsequente ocorreu na medida em que todos os computadores passaram a incluir discos rígidos. Os *chipssets* das placas-mães trazem, desde então, controladores ATA embutidos, e os discos rígidos são hoje diretamente conectados ao barramento do PC.

As interfaces ATA tornaram-se, a partir de meados da década de 90, o padrão de conexão de discos rígidos mais utilizado em PCs. Sua introdução no mercado propiciou um novo patamar de performance, confiabilidade e compatibilidade.

### 4.1 Modos de transferência

Os modos de transferência especificam de que forma e com qual velocidade ocorre a transferência de dados. Como a interface ATA é, essencialmente, um canal de comunicação, os modos de transferência devem ser suportados tanto pelos discos rígidos como pelo *Basic Input/Output System (BIOS)* da placa-mãe. O BIOS é o software de mais baixo nível, executado pelo computador tão logo este é ligado, que possibilita o acesso a diversos dispositivos de hardware, inclusive ao controlador ATA.

#### 4.1.1 PIO

A forma primitiva de entrada e saída consiste dá-se na forma de instruções de leitura e escrita executadas uma a uma pela CPU. Nos modos de entrada e saída programada, ou *programmed input/output (PIO)*, dois bytes são transmitidos pelos canais ATA a cada ciclo de transferência, e o processador aguarda o término de cada ciclo.

#### 4.1.2 DMA e UDMA

O método de entrada e saída programada implica em um grande *overhead* para a CPU, que tende a ficar ocupada grande parte do tempo com operações de entrada e saída. Para tanto, um controlador de acesso direto à memória, ou *Direct Memory Access (DMA)*, passa fazer o trabalho antes a cargo do processador, realizando as requisições de saída e interrompendo a CPU somente ao seu término.

Os modos *single word* realizam uma transferência de 2 bytes (ou uma palavra de 16 bits) a cada operação DMA. Como para cada operação PIO corresponde uma operação DMA *single word*, o que é significativamente custoso, pois a CPU gasta ciclos de execução para iniciar uma operação no controlador DMA e para

depois tratar a interrupção ao término. Por essa razão, foram implementados modos *multiword*, onde uma única operação DMA é realizada para cada transferência de bytes consecutivos.

Os modos Ultra DMA (UDMA) utilizam a mesma filosofia dos modos DMA, com a diferença de que as transferências de dados agora ocorrem tanto na borda de subida quanto na borda de descida do clock.

#### 4.1.3 Transferência em bloco

O modo de transferência em bloco permite que múltiplas operações de escrita e leitura sejam agrupadas e tratadas durante uma única interrupção, o que traz melhoras adicionais à performance do sistema, já que o processador é interrompido menos vezes e poupado de executar a rotina de tratamento de interrupções para cada comando separadamente.

## 4.2 Padrões ATA

Na verdade não existe uma única especificação para interfaces ATA, mas uma família de padrões que evoluíram ao longo do tempo, impulsionados pela necessidade de captar as constantes inovações tecnológicas.

### 4.2.1 ATA (ATA-1)

O primeiro documento de definição da interface ATA foi submetido para aprovação do ANSI em 1990, sendo aprovado e publicado no padrão X3.221-1994. Essa interface também é chamada de ATA-1, para distingui-la de suas sucessoras.

A interface ATA suporta dois discos configuráveis como *master* (mestre) e *slave* (escravo). Ao contrário do que os nomes sugerem, o disco mestre não tem nenhum privilégio de comunicação no canal, já que a configuração é feita através de *jumpers* nos próprios discos e serve unicamente para garantir que um dispositivo não interfira na transmissão de dados do outro.

ATA-1 especifica três modos de transferência PIO: 0 (ciclo de 600ns, até 3,3 MB/s), 1 (ciclo de 383ns, até 5,2 MB/s) e 2 (ciclo de 240ns, até 8,3 MB/s). Também foram definidos no primeiro padrão ATA os modos DMA *single word* 0 (ciclo de 960ns, até 2,1 MB/s), 1 (ciclo de 480ns, até 4,2 MB/s) e 2 (ciclo de 240ns, até 8,3 MB/s), e o modo DMA *multiword* 0 (ciclo de 480ns, até 4,2 MB/s). Note-se que as taxas máximas especificadas dizem respeito ao canal e são mera consequência do tamanho dos ciclos de transferência. As taxas reais alcançadas são determinadas pela performance dos discos rígidos.

### 4.2.2 ATA-2

A primeira especificação ATA, contudo, mostrou-se inadequada para discos cada vez mais rápidos e que demandavam novas funcionalidades da interface. formalizada no padrão ANSI X3.279-1996 *AT Attachment Interface with Extensions (ATA-2)*.

ATA-2 introduziu os modos PIO 3 (ciclo de 180ns, até 11,1 MB/s) e 4 (ciclo de 120ns, até 16,7 MB/s), e os modos DMA *multiword* 1 (ciclo de 150ns, até 13,3 MB/s) e 2 (ciclo de 120ns, até 16,7 MB/s).

O endereçamento LBA também passou a ser suportado, bem como comandos de transferência em bloco e funções de auto-deteção das características físicas do disco rígido.

Os termos “Enhanced IDE” (EIDE), “Fast IDE”, “Fast ATA” e “Fast ATA-2” são usados no mercado como sinônimos do padrão ATA-2.

#### 4.2.3 ATA-3

A especificação ATA-3 é uma revisão dos padrões já existentes publicada no padrão ANSI X3.298-1997.

ATA-3 acrescenta ao padrão ATA uma tecnologia de auto-deteção de condições adversas e falhas conhecida como *Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology* (SMART), e a capacidade de proteger os discos rígidos através de senhas.

#### 4.2.4 ATA/ATAPI-4

A interface ATA foi originalmente concebida exclusivamente para discos-rígidos. Dispositivos como CD-ROMs e drives de fita utilizavam interfaces proprietárias ou mesmo a lentíssima interface de disquetes.

Criou-se então uma extensão do protocolo ATA com suporte a esses demais periféricos: *AT Attachment Packet Interface* (ATAPI). Internamente, ATAPI comunica-se com os dispositivos através de pacotes de comandos, fazendo com que eles se comportem como um disco ATA. A extensão ATAPI foi incorporada na quarta geração do padrão ATA, publicada no padrão NCITS 317-1998, ou ATA/ATAPI-4.

Além dos modos de transferência especificados pelos padrões ATA anteriores, ATA/ATAPI-4 introduziu os modos UDMA 0 (ciclo de 240ns, até 16.7 Mb/s), 1 (ciclo de 160ns, até 25.0 MB/s) e 2 (ciclo de 120ns, até 33.3 MB/s). Os modos UDMA 0 e 1 nunca chegaram a ser implementados pelos fabricantes de discos. Os discos ATA/ATAPI-4 também são conhecidos no mercado como “Ultra ATA”, “ATA/33”, “Ultra ATA/33” e “Ultra DMA/33”, por causa do *throughput* máximo de 33.3 MB/s.

Neste padrão alguns comandos obsoletos foram retirados e outros mais avançados foram acionados, e erros de transmissão passaram a ser checados via código *Cyclical Reduncy Checking* (CRC).

#### 4.2.5 ATA/ATAPI-5

Em 2000 foi publicada a especificação ATA/ATAPI-5 no padrão NCITS 340-2000.

ATA/ATAPI-5 suporta os modos UDMA 3 (ciclo de 90ns, até 44.4 MB/s) e 4 (ciclo de 60ns, até 66.7 MB/s). Também devido às taxas máximas de transferências do modo UDMA 4, discos rígidos ATA/ATAPI-5 são popularmente denominados “ATA/66” ou “Ultra ATA/66”.

Pequenas mudanças no conjunto de comandos foram feitas. Para garantir a confiabilidade de transmissões a frequências mais altas, o padrão ATA/ATAPI-5 tornou obrigatório do uso de um cabo de 80 vias, que nada mais é do que o tradicional cabo de 40 vias no qual para cada via de sinal há uma via de aterramento, impedindo interferências entre as linhas. O uso deste cabo era opcional na especificação ATA/ATAPI-4.

#### 4.2.6 ATA/ATAPI-6 e

Publicada em 2001 no padrão NCITS 347-2001, a interface ATA/ATAPI-6, também conhecida como “Ultra ATA/100” e “Ultra ATA/66+”, suporta o modo UDMA 5 (que alcança taxas

de até 100 MB/s) e disponibiliza recursos de controle automático de emissão de ruídos no disco rígido.

#### 4.2.7 ATA/ATAPI-7

O padrão ATA/ATAPI-7 é a especificação mais recente da interface ATA. Publicada em 2002 no padrão NCITS 361-2002, ela suporta o modo UDMA 6 (até 133 MB/s), sendo também conhecida como “Ultra ATA/133”.

ATA/ATAPI-8 está em desenvolvimento. Apesar das crescentes taxas de transmissão dos modos UDMA introduzidos pelos padrões ATA mais recentes, até o momento não há discos rígidos capazes de sustentar transferências acima de 80 MB/s.

## 5. INTERFACES SCSI [2, 3]

*Small Computer Systems Interface* (SCSI) é um protocolo de nível mais alto do que ATA. Na verdade, apesar de ser comumente referida como uma interface, SCSI é mais do que isso: um barramento de sistema com controladores “inteligentes” no qual os dispositivos trabalham em conjunto para controlar o fluxo de dados no canal de comunicação. Além disso, SCSI não é um padrão concebido unicamente para discos rígidos, mas para ser um barramento de interconexão de periféricos dos mais diversos tipos. Portanto, ao contrário de ATA, SCSI engloba diversos padrões de cabeamento.

Num barramento SCSI os dispositivos competem pelo controle do canal, e estão disponíveis comandos de alto nível através dos quais operações como rebobinar uma fita magnética ou formatar um disco rígido podem ser iniciadas em um dispositivo sem qualquer intervenção subsequente da CPU, o que representa um ganho de desempenho significativo para sistemas multitarefa.

O desenvolvimento do padrão SCSI tem origem em 1979, quando a Shugart Associates lançou a *Shugart Associates Systems Interface* (SASI), uma predecessora rudimentar de SCSI que implementava apenas uma pequena parte das funcionalidades das interfaces modernas, cujos objetivos eram suportar endereçamento LBA ao invés de CHS, realizar transferências paralelas de 8 bits e abolir as linhas exclusivas de controles em favor de comandos genéricos executados nos mesmos canais de transmissão de dados.

As interfaces SASI eram capazes de transmissões de no máximo 1.5 MB/s. Entretanto, elas representaram uma idéia inovadora, por serem a primeira proposta de uma interface inteligente de armazenamento para computadores de pequeno porte.

### 5.1 SCSI-1

Em 1981, a Shugart uniu-se à NCR Corporation para padronizar a interface SASI. No ano seguinte, as duas companhias formaram o comitê técnico ANSI X3T9.2. Diversas mudanças foram feitas na definição SASI para incorporar novas funcionalidades e obter melhorias de performance. O resultado deste trabalho culminou em 1986 com a publicação do padrão ANSI X3.131-1986, a primeira especificação formal da interface SCSI.

Conhecido como SCSI-1, esse padrão é a definição básica do barramento SCSI, seu protocolo de sinalização e um conjunto de comandos de 6 e 10 bytes. Ele especifica um barramento de 8 bits (sendo 1 bit de paridade) no qual podem ser conectados até 8 dispositivos. Este barramento é capaz de transferir até 3.5 MB/s

em modo assíncrono e até 5 MB/s em modo síncrono, e o tamanho máximo dos cabos de conexão é limitado a 6m.

O suporte nativo ao padrão foi adotado pela maioria dos computadores Apple Macintosh, que vinham de fábrica com uma porta SCSI para conexão de dispositivos como drives de disco e impressoras. É interessante notar que muitos dos primeiros discos SCSI eram, na verdade, discos ST-506 ou ESDI com um adaptador SCSI embutido.

Como SCSI-1 não exigia a implementação de todos os comandos pelos dispositivos aderentes ao padrão, surgiram dificuldades para sua popularização, já que não havia garantias de que dispositivos diferentes poderiam trabalhar em conjunto.

## 5.2 SCSI-2

Um ano depois da publicação do padrão SCSI-1, iniciou-se o trabalho da especificação SCSI-2, que foi aprovada em 1994 e publicada como o padrão ANSI X3.131-1994.

Para solucionar os problemas de incompatibilidade do padrão anterior, SCSI-2 especifica um subconjunto mínimo de comandos que deve ser implementado por todos dispositivos, o *Common Command Set* (CCS).

O padrão SCSI-2 traz novos comandos para possibilitar o suporte a outros dispositivos, como drives de CD-ROM e scanners, estendendo o conjunto inicial de comandos que era focado na comunicação com discos rígidos. Outra nova funcionalidade consiste na capacidade de executar múltiplas requisições de entrada e saída entre os dispositivos do barramento de forma simultânea.

Com a especificação do padrão SCSI-2 surgiram também as seguintes variantes:

- “Fast SCSI”, que dobrou a taxa máxima de transmissão de dados com a redução do tamanho dos cabos para 3m, alcançando 10 MB/s;
- “Wide SCSI”, que dobrou o tamanho do barramento para 16 bits e passou a possibilitar a conexão de até 16 dispositivos;
- “Fast Wide SCSI”, que, reunindo as modificações das duas variantes anteriores, ainda viabilizou taxas de transmissão de até 20 MB/s.

## 5.3 SCSI-3

O trabalho de definição do padrão SCSI-3 começou em 1993, antes mesmo do lançamento oficial de SCSI-2, cuja especificação consumiu cerca de oito anos de trabalho. Diante das dificuldades de se formalizar de um padrão tão abrangente e da proliferação de extensões proprietárias que ocorre no mercado quando inexistem padrões oficiais, optou-se por dividir SCSI-3 em uma coleção de padrões distintos, porém correlatos, que poderiam ser desenvolvidos mais rapidamente e de forma razoavelmente independente. O relacionamento entre esses padrões é definido pelo *SCSI-3 Architecture Model* (SAM).

### 5.3.1 SPI-1

Com a generalização do padrão SCSI, todas as funcionalidades “tradicionais” do barramento SCSI paralelo para discos rígidos passaram a ser conhecidas como *SCSI-3 Parallel Interface* (SPI), e foram normatizadas num conjunto de documentos de

especificação do protocolo de comunicação e das características da camada física.

Do padrão SPI-1 originaram-se duas variantes: “Ultra SCSI”, que dobrou a frequência de transmissão Fast SCSI (alcançando até 20 MB/s), e “Ultra Wide SCSI”, que dobrou a frequência de transmissão de Fast Wide SCSI (alcançando até 40 MB/s).

### 5.3.2 SPI-2

A segunda geração da SPI, publicada em 1999, trouxe melhorias de desempenho e novas características eletrônicas que foram consolidadas no mercado através das implementações “Ultra2 SCSI”, que dobrou a frequência de transmissão de “Ultra SCSI” (alcançando até 40 MB/s), e “Ultra2 Wide SCSI”, que dobrou a frequência de transmissão de “Ultra Wide SCSI” (alcançando até 80 MB/s).

### 5.3.3 SPI-3

A SPI-3 tornou-se um padrão oficial em 2001. A confiabilidade da comunicação foi melhorada nessa versão da interface com a introdução da checagem de erros de transmissão via CRC. Ganhos de desempenho foram obtidos com recursos como empacotamento de comandos e *Quick Arbitration and Selection* (QAS), que diminuem o overhead da comunicação.

Além disso, a taxa máxima de transmissão foi dobrada novamente, alcançando até 160 MB/s. Dessa vez, a frequência do barramento não foi aumentada: os dados passaram a ser transmitidos tanto na borda de subida quanto na borda de descida do clock.

Os discos rígidos que implementam a interface SPI-3 foram denominados genericamente pela SCSI Trade Association como “Ultra3 SCSI”, mas devido ao fato de esse termo não os obrigar a terem os mesmos conjuntos de funcionalidades, eles são mais comumente conhecidas no mercado pelas variantes: “Ultra160 (Ultra160/m) SCSI” e “Ultra160+ SCSI”.

### 5.3.4 SPI-4

Publicada em 2002 no padrão NCITS 362-2002, a interface SPI-4 dobra novamente a frequência do barramento, passando a suportar o modo “Ultra320 SCSI” (até 320 MB/s).

## 5.4 ATA versus SCSI

As interfaces SCSI são menos utilizadas do que as interfaces ATA por seu custo maior. Apesar de tecnicamente superior, as vantagens de SCSI em relação a ATA são geralmente irrelevantes para estações de trabalho em residências ou escritórios. Finalmente, a maioria os PCs não tem suporte nativo a SCSI – o que pode ser conseguido através de uma placa de expansão do barramento PCI.

Por esses motivos, SCSI é mais comum em servidores, devido a suas funcionalidades especiais que suportam mais adequadamente dispositivos de armazenamento de altíssima performance.

## 6. OUTRAS INTERFACES [3, 9, 10, 11]

Esta seção apresenta sucintamente outras interfaces menos comuns também utilizadas em discos rígidos.

## 6.1 SATA

Depois de ATA e SCSI, a interface Serial ATA (SATA) é a que desfruta de maior popularidade. SATA é uma implementação da interface ATA paralela (também agora conhecida como PATA) com comunicação serial. Interfaces SATA estão sendo cada vez mais adotadas devido a problemas de interferências na transmissão que indicam a impossibilidade de grandes aumentos futuros nas velocidades no padrão ATA.

O padrão SATA abandona a arquitetura *master-slave*, dedicando apenas um cabo de 7 vias para cada disco rígido, que transmite bits sequencialmente em frequências que vão desde 1.5 GHz (~150 MB/s) na especificação SATA I, até 3 GHz (~300 MB/s) no SATA II. O comitê que promove o desenvolvimento da interface pretende alcançar taxas de transferência até 600 MB/s por volta de 2007.

## 6.2 PC Parallel Port e USB 2.0

A porta paralela do PC foi originalmente concebida apenas para comunicação uni-direcional com impressoras a no máximo 10 KB/s. Em 1994, o padrão IEEE 1284 introduziu cinco novos modos de transmissão, possibilitando transferências de até 2MB/s e suporte a DMA.

Apesar de ainda muito lenta em comparação com taxas normais de transmissão de discos rígidos, a porta paralela mostrou-se extremamente flexível e de baixo custo para conexão de discos externos, principalmente em notebooks, mas caiu em desuso com o advento das interfaces USB.

Em contrapartida, com a miniaturização de dispositivos *pen drive* que hoje são capazes de armazenar mais de 1GB de dados e são muito mais portáteis do que discos rígidos, os discos rígidos estão sendo cada vez menos utilizados com o padrão USB.

## 6.3 IEEE-1394

O padrão IEEE-1394, também conhecido como FireWire, na verdade é um barramento serial capaz de transmitir até 400 megabits por segundo. Ele tem uma arquitetura similar à USB, porém mais genérica, permitindo que o conjunto de comandos SCSI seja utilizado para comunicação.

## 6.4 SSA

Serial Storage Architecture (SSA) é um protocolo de transmissão serial usado para conectar discos rígidos a servidores capaz de conectar até 192 discos rígidos com taxas de transmissão de até 80 MB/s. Ela é tolerante a falhas no sentido de que defeitos em um único cabo não interrompem o acesso aos dados. SSA caiu em desuso com o surgimento do padrão Fibre Channel.

## 6.5 Fibre Channel

O padrão Fibre Channel foi concebido – ao contrário de outras – não com o objetivo de alcançar velocidades de comunicação maiores, mas com o intuito de simplificar os conectores das interfaces e aumentar as distâncias máximas de cabeamento. Fibre Channel suporta vários protocolos de comunicação, como SCSI,

ATM e IP, e é usado de forma restrita, principalmente em redes de armazenamento corporativo.

## 6.6 iSCSI

Internet SCSI (iSCSI) é uma implementação dos comandos do padrão SCSI-3 sobre os protocolos TCP/IP. Ela permite que qualquer máquina em uma rede inicie uma requisição de entrada e saída em bloco num servidor de armazenamento da mesma forma que faria em um disco local, viabilizando a criação de redes de armazenamento centralizadas com o baixo custo do TCP/IP.

## 6.7 SAS

Serial Attached SCSI (SAS) é um novo protocolo serial de comunicação cuja proposta é utilizar os comandos de comunicação especificados pelos padrões SCSI, tradicionalmente um barramento de comunicação paralela.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O maior problema da área de intercomunicação com periféricos diz respeito ao grande número de siglas e nomes de padrões associados às especificações das interfaces, como pudemos constatar especialmente em relação às duas principais – ATA e SCSI. Isso cria um problema de ordem prática: é tão difícil localizar-se e oferecer garantias de compatibilidade em meio a uma inúmera quantidade de padrões do que em um cenário sem padrões.

## 8. REFERÊNCIAS

- [1] Anderson, D. *The PC Technology Guide – Hard Disks*. <http://www.pctechguide.com/04disks.htm>.
- [2] Bosch, P. *Mixed Media File Systems*. PhD thesis. University of Twente, 1999.
- [3] Kozierok, C. *The PC Guide – Hard Disk Drives*. <http://www.pcguides.com/ref/hdd/>.
- [4] Landis, H. *ATA/ATAPI.COM – ATA/ATAPI History*. <http://www.ata-atapi.com/hist.htm>.
- [5] Patterson, D., Hennessy, J. *Computer Organization and Design: the hardware/software interface*. Morgan Kaufmann Publishers, 2005.
- [6] Schlosser, S., Ganger, G. *MEMS-based storage devices and standard disk interfaces: A square peg in a round hole?* In Proceedings of the 3rd USENIX Conference on File and Storage Technologies, pages 87-100, March 2004.
- [7] USByte.com. *Hard disk drive design and technology*. <http://www.usbyte.com/common/HDD.htm>.
- [8] Wikipedia, the free encyclopedia. *Advanced Technology Attachment*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Parallel\\_ATA](http://en.wikipedia.org/wiki/Parallel_ATA).
- [9] \_\_\_\_\_. *iSCSI*. <http://en.wikipedia.org/wiki/iSCSI>.
- [10] \_\_\_\_\_. *SCSI*. <http://en.wikipedia.org/wiki/SCSI>.
- [11] \_\_\_\_\_. *SSA*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Serial\\_Storage\\_Architecture](http://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Storage_Architecture).