

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

# Tecnologias de Armazenamento

Murilo Adriano Vasconcelos  
Rogério Alves Cardoso

Instituto de Computação - Universidade Estadual de Campinas

June 11, 2012

## 1 Introdução

## 2 Interfaces

- Introdução
- Interface ATA/IDE
- Interface SATA
- Interface SCSI
- Interface SAS

## 3 Arranjos de disco

## 4 Outras Tecnologias

- Solid State Drives - SSD
- Fusion-io

# Introdução

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Intefaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Evolução da tecnologia
- Evolução dos discos
  - 1956 - 5MB - US\$50.000
  - 2010 - 1.000.000MB - US\$71

# Interfaces de Disco

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- São padrões de comunicação que precisam ser:
  - Eficientes
  - Confiáveis
- Podem ser categorizados em:
  - Computadores pessoais
  - Uso empresarial

# Interface ATA/IDE

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Originalmente concebido como **PC/AT Attachment**
- Desenvolvida pela Western Digital em 1986 em parceria com outras empresas
  - Comercializavam com o nome **IDE** (*Integrated Drive Electronics*)
  - Com a confusão sobre os nomes, passou a ser chamada de **ATA/IDE**

# Interface ATA/IDE

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Com o surgimento dos dispositivos óticos, foram feitas modificações no padrão com o objetivo de melhorar o suporte
- As especificações são padronizadas pelo INCITS (*InterNational Committee for Information Technology Standards*)
- Após a terceira geração ATA, a nomenclatura passou de ATA/IDE para **ATA/ATAPI**
- A última versão do padrão é a ATA/ATAPI-8 de que também contém especificações da interface SATA

# Interface ATA/IDE – ATA-1

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- ATA-1
  - Endereçamento de 28 bits
  - Possível endereçar até 228 setores de 512 bytes (128GB)
  - PIO 0, 1 e 2 - de 3,3 até 8,3 MB/s
  - DMA single-word 0, 1 e 2; DMA multi-word 0

# Interface ATA/IDE – ATA-2

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- ATA-2, EIDE, Fast ATA, Fast IDE, Ultra ATA
  - Taxas de transmissão de até 16,67 MB/s
  - DMA multi-word 1, 2
  - Gerenciador de energia
  - Conector PCMCIA



# Interface ATA/IDE – ATA-3

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- ATA-3, EIDE
  - Modos DMA single-word removidos
  - S.M.A.R.T
  - Segurança

# Interface ATA/IDE – ATA/ATAPI-4

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- ATA-4, Ultra ATA/33
  - Ultra DMA 0, 1 e 2 (UDMA/33)
  - ATAPI (suporte para CD-ROM, dispositivos de fita, etc.)
  - *Host Protected Area* (HPA)
  - *CompactFlash Association* (CFA) para suporte a dispositivos de estado sólido
  - CRC para a detecção de erros

# Interface ATA/IDE – ATA/ATAPI-5

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

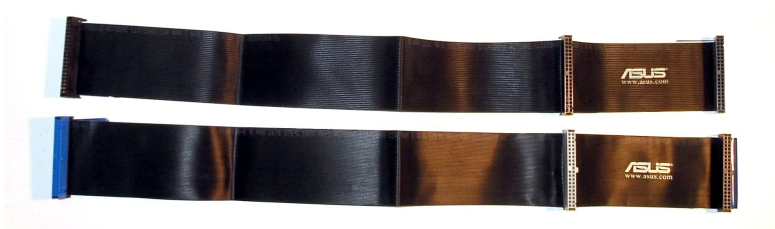
Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- ATA-5, Ultra ATA/66
  - Ultra DMA 3, 4 (UDMA/66)
  - Taxas de transmissão de 44,4 e 66,7 MB/s
  - Cabos de 80 fios
  - Conector *CompactFlash*



# Interface ATA/IDE – ATA/ATAPI-6

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- ATA-6, Ultra ATA/100
  - UDMA 5 (UDMA/100)
  - Taxas de transmissão de 100 MB/s
  - Controle automático de emissão de ruídos

# Interface ATA/IDE – ATA/ATAPI-7

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- ATA-7, Ultra ATA/133
  - UDMA 6 (UDMA/133)
  - Taxas de transmissão de 133 MB/s
  - Transmissão feita em 16 bits em paralelo

# Interface ATA/IDE – ATA/ATAPI-8

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- ATA-8
  - Suporte a discos híbridos
  - Ainda não-ANSI

# Interface SATA

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Na interface ATA, os dados são transmitidos de forma paralela
- Essa transmissão é feita através de um cabo contendo vários fios
- No entanto, transmitir dados em alta frequência por fios muito próximos é problemático
- Solução: transmissões seriais



# Interface SATA

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

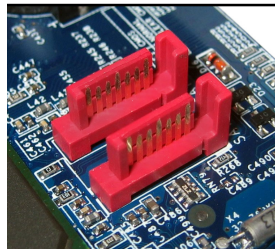
Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Desenvolvimento iniciado em 2002 pelo SATA Workgroup
- Objetivo: serializar a interface ATA/IDE
- Alta frequência/baixa tensão
- 150 MB/s ou 1,5 Gbit/s





# Interface SCSI

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

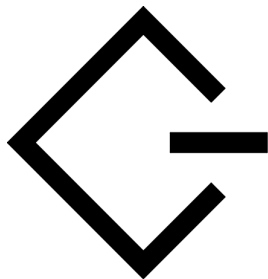
Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Desenvolvida inicialmente pela Shugart em 1979 com o nome de SASI
- Buscava ser uma interface de discos que suportasse endereçamento por blocos lógicos
- Também buscava ter transferências paralelas de alto desempenho
- Em 1981 foi apresentada ao comitê ANSI e passou a se chamar **SCSI**



# Interface SCSI

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Dispositivos SCSI tem a habilidade de competir pelo barramento
- Host no barramento SCSI faz o intermédio entre o dispositivo e memória principal

# SCSI-1

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Barramento de 8 bits (1 de paridade)
- Até 7 dispositivos simultâneamente
- Taxa de transmissão:
  - Síncrono: 3,5 MB/s
  - Assíncrono: 5 MB/s

# SCSI-2

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Também chamado de Fast-SCSI
- Estabeleceu um conjunto mínimo de comandos (CCS) que deve ser implementado
- Novos comandos para suporte a dispositivos como CD-ROM e *scanners*
- Capacidade de realizar múltiplas requisições de E/S de forma simultânea entre os dispositivos

# SCSI-3

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Levou 8 anos para ser concluído (1992 - 2000)
- Dividido em um conjunto de padrões
- O relacionamento desses padrões é definido pelo SCSI-3 *Architecture Model (SAM)*
- A forma mais conhecida passou a se chamar *Parallel SCSI (SPI)*, comercializada sob o nome Ultra-SCSI
- Recursos adicionados na SPI-4 (Ultra-320)
  - Transmissão 320 MB/s em modo síncrono (16 bits por vez a 80 MHz)
  - Detecção de erros CRC
  - Transmissão de dados em pacotes
  - Conectividade de até 16 dispositivos
  - Compensação de efeito de atraso e outras técnicas para melhorar o desempenho

# SCSI-3 – SPI-5

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Começou a ser desenvolvida em 2003
- É uma tentativa de serializar o SCSI
- Utiliza o *Fibre Channel* como enlace

# Interface SAS

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- *Serial Attachment SCSI*
- Taxas de transferência de 3 Gb/s
- Pode ser utilizada para transferências de longa distância utilizando fibra ótica
- Compatível com o padrão SATA
- Vantagem em relação ao *Fibre Channel*: permite utilização de discos de diferentes taxas de transmissão, utilizando a máxima de cada um
- SAS-2: 6 Gb/s, segundo um *draft* liberado em 2008



# Arranjos de disco

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Como aumentar a capacidade de armazenamento?
- Discos maiores vs vários discos pequenos
  - Preço de um disco grande pode ser muito maior que vários discos menores que somam a mesma capacidade
  - Porém, o potencial de falha multiplica quando consideramos que os discos têm a mesma confiabilidade



# RAID 0

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

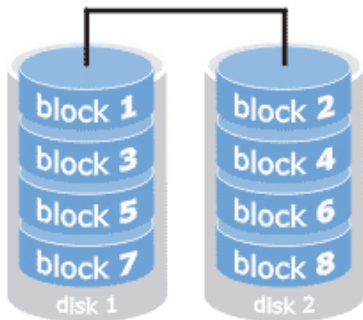
Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

## RAID 0 striping



# RAID 1

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

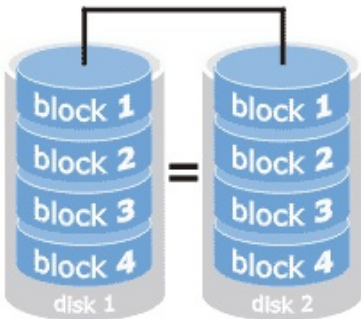
Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

## RAID 1 mirroring



# RAID 3

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

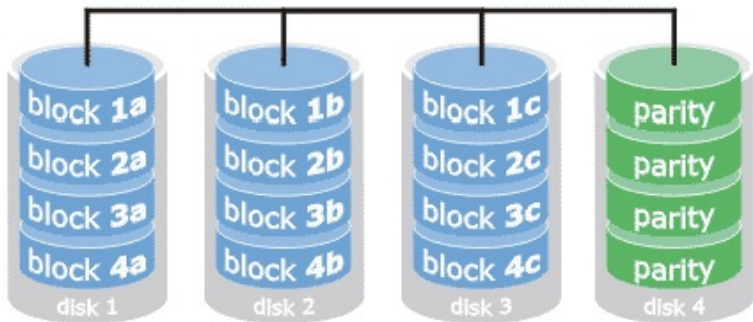
Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

## RAID 3

parity on separate disk



# RAID 5

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

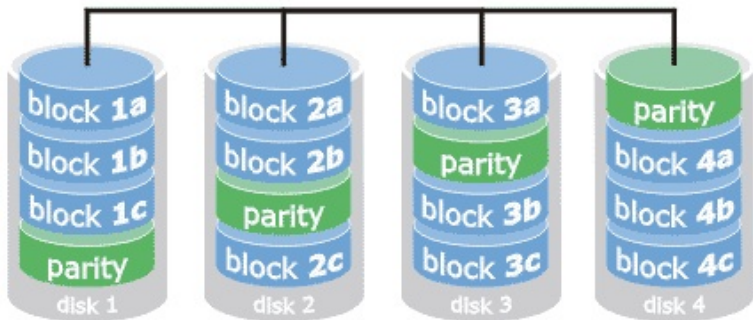
Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

## RAID 5 parity across disks



# Outras Tecnologias

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- A demanda por desempenho levou ao desenvolvimento de outras tecnologias
- A limitação imposta por dispositivos eletromecânicos não é desejável, pois
  - Tem alto consumo de energia
  - Partes móveis
  - Inviável para dispositivos móveis

# Solid State Drives - SSD

Tecnologias  
de Armazena-  
mento

Murilo  
Adriano  
Vasconcelos  
Rogério Alves  
Cardoso

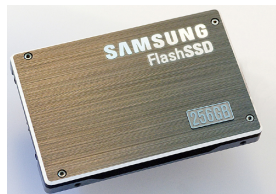
Introdução

Interfaces

Arranjos de  
disco

Outras  
Tecnologias

- Unidade de armazenamento não volátil similar à EEPROM
- GB muito mais caro
- Capaz de armazenar mais de um bit por célula *multi level cell* (MLC)
- Atualmente, modelos de notebooks já incorporam SSDs
- Porém, SSDs suporta uma quantidade limitada de escrita



- Utiliza sistemas paralelos de discos SSD
- 700 MB/s leitura / 500 MB/s escrita
- ioFX
  - 420 GB
  - 700 MB/s escrita / 1,5 GB/s leitura
  - Cada unidade funciona como um disco SSD independente
- Fusion ioDrive Duo
  - Capacidade: 320 GB até 1,8TB
  - 1,5 GB/s leitura / 1,0 GB/s escrita
  - Latência média: 30 $\mu$ s
  - Utiliza o barramento PCI-Express

