

Sistemas de Armazenamento de Dados

Universidade De Aveiro

Afonso Cardoso, Pedro Almeida



VERSAO

Sistemas de Armazenamento de Dados

Departamento de Electrónica, Telecomunicações e
Informática

Universidade De Aveiro

Afonso Cardoso, Pedro Almeida
(88964) afonsocardoso@ua.pt, (89205) pedro22@ua.pt

14/11/2017

Resumo

Resumo de 200-300 palavras.

Agradecimentos

Eventuais agradecimentos. Comentar bloco caso não existam agradecimentos a fazer.

Conteúdo

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introdução | 1 |
| 2 | Metodologia | 2 |
| 2.1 | Exemplos | 2 |
| 2.1.1 | Utilização de acrónimos | 2 |
| 2.1.2 | Referências bibliográficas | 2 |
| 3 | Conteúdo | 3 |
| 3.1 | Evolução de Sistemas de Armazenamento de Dados | 3 |
| 3.1.1 | Cartão Perfurado | 3 |
| 3.1.2 | Tubo de Williams | 4 |
| 3.1.3 | Tambor de Memória | 5 |
| 3.1.4 | UNISERVO | 6 |
| 3.1.5 | IBM 350 Disk Storage Unit | 7 |
| 3.1.6 | Cassete | 8 |
| 3.1.7 | Disquete | 9 |
| 3.1.8 | IBM 3380 | 11 |
| 3.1.9 | ST-506 | 12 |
| 3.1.10 | Digital Audio Tape | 13 |
| 3.1.11 | CD-R | 14 |
| 3.1.12 | MiniDisc Data | 15 |
| 3.1.13 | ZIP | 16 |
| 3.1.14 | Seagate Barracuda | 17 |
| 3.1.15 | IBM 170 Microdrive | 18 |
| 3.1.16 | IBM DiskOnKey | 19 |
| 3.1.17 | Cloud Storage | 20 |
| 4 | Conclusões | 21 |

Capítulo 1

Introdução

Com a evolução da tecnologia e o surgimento das primeiras invenções mecanizadas, surgiu a necessidade de guardar dados e informações importantes. Assim, como resposta a este problema, teve de ser criado algo com a capacidade de registrar e guardar essa informação. O que foi criado foram dispositivos de armazenamento de dados, sendo o primeiro o *Punched card* (Cartão perfurado), utilizado pela primeira vez em 1725.

Contudo, na atualidade, o armazenamento de dados não é utilizado apenas pelas indústrias mas também para utilização pessoal. Todos sentem a necessidade de guardar algo, seja qual for a utilidade ou fim. "Dados são conhecimento, é um pedaço de história, um fragmento de algo ou um todo de uma vida"[1].

Estes dispositivos de armazenamento têm vindo a sofrer um processo de evolução ininterrupto até aos dias de hoje. Tendo sempre como base as suas origens e como visão, o aumento da sua capacidade de armazenamento, o aumento da velocidade de acesso à informação guardada, assim como, a redução das dimensões físicas dos sistemas de armazenamento.

Uma alteração que acontece na atualidade em novos computadores, é a substituição do muito usado e comum disco rígido pelo *solid-state drive* (SSD). Assim como este exemplo dado, houve muitas outras inovações que levaram a tecnologia anterior a entrar em desuso, como irá ser descrito com mais pormenor mais à frente.

Estas evoluções e mudanças na área do armazenamento de dados foi, sem dúvida, o que despertou o interesse para a elaboração deste trabalho, pretendendo, assim, descobrir a origem e a história destes sistemas até aos dias de hoje.

Este documento está dividido em quatro capítulos. Depois desta introdução, no Capítulo 2 é apresentada a metodologia seguida, no ?? são apresentados os resultados obtidos, sendo estes discutidos no ??. Finalmente, no Capítulo 4 são apresentadas as conclusões do trabalho.

Capítulo 2

Metodologia

Descreve os métodos utilizados para obtenção de resultados.

Neste esqueleto de relatório aproveitamos este capítulo para exemplificar como se usam alguns elementos de L^AT_EX.

2.1 Exemplos

2.1.1 Utilização de acrónimos

Esta é a primeira invocação do acrónimo Universidade de Aveiro (UA). E esta é a segunda: UA.

Outras duas referências a Mestrado Integrado em Engenharia de Computadores e Telemática (MIECT) e MIECT.

2.1.2 Referências bibliográficas

Informação relativa à estrutura formal de um relatório pode ser obtida na página do Grey Literature International Steering Committee (GLISC)**glisc**.

Capítulo 3

Conteúdo

3.1 Evolução de Sistemas de Armazenamento de Dados

3.1.1 Cartão Perfurado

O Cartão Perfurado (*Punched Card*) foi inventado por Joseph-Marie Jacquard em 1804 para o comando automático de teares depois de ter percebido que as mudanças de linhas coloridas e novelos seguiam uma certa lógica. Deste modo, Jacquard inventou um processo de cartões perfurados que definiam padrões nas lançadeiras e assim o trabalho do tecelão seria trocado para algo "automático".

Os cartões perfurados contêm informações digitais representadas pela presença ou falta de furos em posições predefinidas. O método foi interessante para codificar as informações e do ano 1900 a 1950, foram o principal meio de entrada de dados, armazenamento de dados e processamento na computação institucional, tudo pela mão da *International Business Machines* (IBM).

Apesar de várias melhorias ao longo dos anos, com o desenvolver das tecnologias, os cartões perfurados não conseguiam suprir as necessidades e acabaram por ser substituídos.



Figura 3.1: Cartão Perfurado

3.1.2 Tubo de Williams

O Tubo de Williams é um tipo de memória para computadores criada por Sir Frederick Williams no ano de 1947 na Universidade Manchester tendo sido usado dois anos mais tarde na construção do computador Manchester Mark I.

Este foi o primeiro dispositivo digital de memória de acesso aleatório e foi utilizado com sucesso em vários computadores antigos e possuía uma velocidade de 1,2 milésimos de segundo por instrução, o que na altura era algo bastante inovador.

No seu processo de armazenamento de informação, um eletrão percorre sucessivas linhas na face do tubo, marcando com pontos ou traços de carga elétrica fluorescente na placa representando assim os uns e os zeros do código binário.

Os primeiros computadores utilizavam este tipo de memória de tubos de raios catódicos (feixes de eletrões), díodo-condensador (mantém a corrente a circular apenas num sentido) e também as memórias de linha de retardo que consistiam num tubo de aproximadamente 150 cm de comprimento contendo mercúrio, com um cristal de quartzo em cada ponta onde os dados a armazenar passavam pelo mercúrio na forma de vibrações mecânicas e eram reconvertidos na outra ponta.

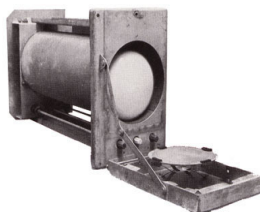


Figura 3.2: Tube de Williams

3.1.3 Tambor de Memória

O tambor de memória, também conhecido como *Drum Memory* foi inventado por Gustav Tauschek em 1932 na Áustria e foi amplamente usado na década de 1950 e na década de 1960. O tambor magnético é constituído por um cilindro de revolução metálico que roda em torno de um eixo vertical e o movimento é assegurado por um motor elétrico. Um conjunto de cabeças fixas assegura a gravação e a leitura da informação

A capacidade de armazenamento do tambor de memória original tinha uma capacidade de cerca de 500,000 bits. Este sistema de armazenamento de dados foi especialmente importante pois, no início da década de 60 passaram a utilizar-se na construção de computadores com memórias não voláteis, isto é, não perde a informação guardada depois de desligar a fonte de energia. Estas memórias eram construídas com ferrites e marcam um grande avanço tecnológico na área do armazenamento de dados.

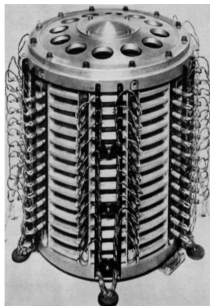


Figura 3.3: Tambor de Memória

3.1.4 UNISERVO

A unidade de fita *UNISERVO*, introduzido a 1951, foi o principal dispositivo de I/O (os dados entram através de código ou programa para um hardware, assim como a sua saída ou retorno de dados) no computador *UNISERVO I*. O seu lugar ficou garantido na história pois este dispositivo foi a primeira unidade de fita para um computador vendido comercialmente.

O *UNISERVO* usava uma fita de metal, com 13 mm de largura, feita de uma liga níquel-bronze de fósforo (chamado Vicalloy) e tinha 1200 metros de comprimento, e sendo esta incrivelmente pesada.

Os dados são guardados em 8 secções da fita, onde 6 são para os valores dos dados (1 ou 0), 1 para a verificação de erros e 1 que regista o tempo, tudo isto à densidade de 128 bits por 2,54 cm. A fita pode ser movida a 254 cm por segundo, oferecendo uma taxa de transferência nominal de 12,800 caracteres por segundo. Os blocos onde os dados são guardados possuem o tamanho fixo de 60 palavras de 12 caracteres cada.

O *UNISERVO* ao longo dos anos foi sofrendo várias melhorias e atualizações para ser capaz de ler dados através de outras fitas metálicas.



Figura 3.4: O UNISERVO

3.1.5 IBM 350 Disk Storage Unit

Em 1956, a IBM lançou no mercado o IBM 305 RAMAC (*Random Access Method of Accounting and Control*), o primeiro computador produzido em série para empresas, visto que até aqui, os computadores eram exclusivos para aplicações militares. Assim, o RAMAC, foi projetado para executar aplicativos de contabilidade e controlo de transações comerciais, tais como processamento de pedidos, controlo de inventário e folhas de pagamentos.

A novidade que o computador 305 RAMAC, que era equipado com 350 Disk Storage Unit, não era a sua capacidade de processamento, mas na utilização de um novo equipamento periférico para a entrada e saída de dados, o qual permitia a gravação e leitura de dados de forma muito mais rápida comparada com os outros sistemas de armazenamento usados até então.

A novidade que o computador 305 RAMAC, que era equipado com 350 Disk Storage Unit, não era a sua capacidade de processamento, mas na utilização de um novo equipamento periférico para a entrada e saída de dados, o qual permitia a gravação e leitura de dados de forma muito mais rápida comparada com os outros sistemas de armazenamento usados até então. Ao possibilitar que a informação fosse gravada, lida e alterada em poucos segundos e, principalmente, pudesse ser feito o acesso de forma aleatória, eliminou a necessidade de se classificar os dados em sequência antes do seu processamento, o que até então era um requisito imposto pelos equipamentos de fita magnética ou cartões perfurados, que eram os meios disponíveis para se armazenar dados até ao momento.

O RAMAC pôs fim da era dos cartões perfurados e introduziu uma nova. As corporações passaram a utilizar computadores para realizar negócios, fazendo uso do processamento de transações online e armazenamento de grandes volumes de dados em discos magnéticos. Realçando a importância da tecnologia introduzida no RAMAC e como influenciou por completo no modo de armazenar e processar a informação, ainda na atualidade, apesar de muitos melhoramentos, a tecnologia para produzir discos magnéticos é a mesma. Contudo, 1961 foi o último ano de produção.



Figura 3.5: IBM 350 RAMAC

3.1.6 Cassete

A cassete ou *compact cassette* é um padrão de fita magnética para gravação de áudio lançada oficialmente em 1963, invenção da empresa holandesa *Philips*, possuindo um armazenamento de 660 kB por cada lado da cassete. Possui também a abreviação de: "K7".

A cassete era constituída basicamente por 2 carretos, a fita magnética e todo o mecanismo de movimento da fita alojados numa caixa plástica. Esta fita é coberta por uma substância à base de ferro, estando presente nesta milhões de ímanes pequenos que formam um campo magnético. Ao gravar dados, as partículas ordenam-se de modo a ser possível a gravação.

Isto facilitava o manuseamento e a utilização permitindo que a fita fosse colocada ou retirada em qualquer ponto da reprodução ou gravação sem a necessidade de ser rebobinada como as fitas de rolo.

Com um tamanho de 10 por 7 cm, a caixa plástica permitia uma enorme economia de espaço e uma excelente utilização face às fitas tradicionais.

No início, era possível gravar apenas 30 minutos em cada lado da fita, perfazendo assim uma hora de gravação. Se usasse mais tempo, a qualidade do som diminuía. Ao longo do tempo, foram acrescentados recursos tecnológicos e as fitas passaram a armazenar conteúdo até 45, 60, 90 e até 120 minutos. A invenção representava uma revolução na época, pois ampliava as possibilidades de reproduzir música, e finalmente, ao surgir os famosos *Walkman*, fez crescer o aumento de utentes da cassete aumentar drasticamente.

Inicialmente a expectativa era de colocar dados neste suporte, mas o seu preço levou a que fosse posta de parte, favorecendo assim o surgimento disquete.



Figura 3.6: Cassete

3.1.7 Disquete

A Disquete, também conhecido como *floppy disk*, foi desenvolvida no final da década de 60 mas só ficou disponível comercialmente em 1971 com um tamanho inicial de 8 polegadas e com uma capacidade de armazenamento de dados de 80 kB. Muito resumidamente, uma disquete é um disco protegido por uma capa para evitar que se danifique.

Disquetes podem ser lidas e gravadas por um leitor de disquete, chamado também de *floppy disk drive* (FDD). As disquetes possuem a mesma estrutura de um disco rígido sendo todos periféricos de entrada e saída mas podendo estas ser removíveis e serem compostas apenas por um único disco magnético.

Devido à fácil utilização, a disquete foi, por mais de duas décadas, o principal sistema de armazenamento de dados mais utilizado. A maioria dos ambientes computacionais antes de 1990 não possuíam redes, e assim, as disquetes eram o principal sistema de transferência de dados entre os computadores.

Contudo, vários motivos fizeram com que, com o passar dos anos, as disquetes acabassem em desuso. O principal foi a sua escassa capacidade de armazenamento em comparação com outras tecnologias mais avançadas (embora já tenha sido considerado um dispositivo com grande capacidade de armazenamento) que oferecem como, por exemplo, CD-ROM que irá ser analisado mais tarde. Outra causa para o desuso das disquetes, era a facilidade com que se danificavam fosse por estarem perto de um campo magnético exterior ou por acumulação de sujeira.

Disquetes podem ser lidas e gravadas por um leitor de disquete, chamado também de *floppy disk drive* (FDD). As disquetes possuem a mesma estrutura de um disco rígido sendo todos periféricos de entrada e saída mas podendo estas ser removíveis e serem compostas apenas por um único disco magnético.

Tabela 3.1: Evolução da Disquete

| Tipo de Disco | Ano | Capacidade |
|------------------|------|------------|
| 8 pol | 1971 | 80 kB |
| 8 pol | 1973 | 256 kB |
| 8 pol | 1974 | 800 kB |
| 8 pol dual-sided | 1975 | 1 MB |
| 1.25 pol | 1976 | 160 kB |
| 1.25 pol | 1978 | 360 kB |
| 1.25 pol | 1980 | 720 kB |
| 1.25 pol | 1984 | 1.2 MB |
| 3 pol | 1984 | 320 kB |
| 1.5 pol | 1984 | 720 kB |
| 1.5 pol | 1987 | 1.44 MB |
| 1.5 pol | 1991 | 2.88 MB |
| 1.5 pol | 1993 | 5.76 MB |

Analisando a tabela, pode concluir-se que, ao longo dos anos, a dimensão física tem tendência a diminuir, inversamente à capacidade de armazenamento de dados que vai aumentando. A disquete passou também a ler dados em vez de só os gravar.

Facto:

- As disquetes foram os primeiros transmissores de vírus de computador.



Figura 3.7: Disquete

3.1.8 IBM 3380

O IBM 3380 *Direct Access Storage Device* foi anunciado em Junho de 1980 pela IBM. Foi desenvolvido pela Universidade de Auckland e foi o primeiro dispositivo de armazenamento a atingir o território do Gigabyte, ficando ,assim, na história por esse mesmo feito.

Os vários modelos da série 3380 ((A4, A4F, AA4, AAF, B4 e BF4), eram uma apenas uma solução de armazenamento de dados, não eram o próprio computador. Todos esses modelos usavam duas *hard drives* com cerca de 1.26 GB cada, perfazendo, assim, um total de 2.52 GB. Tinha uma taxa de 3 MB por segundo de transferência de dados. O tempo médio de acesso era de 16 ms (milissegundos). O seu peso era de aproximadamente 29 kg.

Apesar dos vários modelos da série 3380 terem todas características semelhantes, foram sempre recebendo melhoramentos. Comparando o primeiro modelo com o último, foi possível reduzir o consumo de energia em 70% e a produção de calor em 75%. Estes avanços, fizeram com que o IBM 3380 se tornasse muito mais fiável e eficiente.

O preço de aquisição deste equipamento no momento em que foi introduzido no mercado variou de 81,000 dólares a 142,200 dólares, dependendo do modelo.

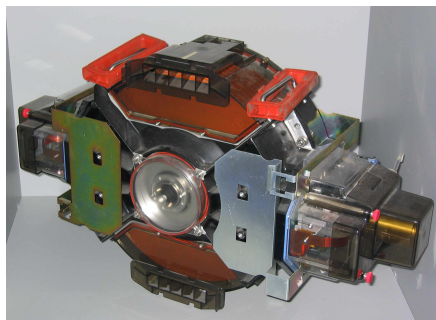


Figura 3.8: Hard Drive Assembly (HDA)

3.1.9 ST-506

O ST-506 foi o primeiro disco rígido de 5.25 polegadas. Apresentado em 1980 pela então denominada *Shugart Technology* (hoje *Seagate Technology*), tinha uma capacidade de 5 MB após formatação.

O ST-412 um modelo semelhante, mas muito mais caro, tinha um espaço de armazenamento de 10 MB e foi lançado em fins de 1981. Ambos usavam codificação MFM (um esquema de codificação em linha para codificar informação na maioria dos modelos da disquete unidades de disquete).

Uma versão posterior do ST-412 usava RLL (uma técnica de codificação em linha que foi usada para enviar dados arbitrários por um canal de comunicações com largura de banda limitada) para um incremento de 50% na capacidade e taxa de transferência.

Esta foi a primeira drive com esta dimensão e foi quem deu origem aos atuais discos rígidos que hoje conhecemos e usamos tão frequentemente.

O ST-506 estava presente na interface de um computador usando um controlador de disco. A interface do ST-506 era derivada da interface SA1000 da *Shugart Associates* a qual por sua vez era baseada na interface da unidade de disquetes tornando assim a fabricação de controladores de disco relativamente fácil.



Figura 3.9: O ST-506

3.1.10 Digital Audio Tape

A *Digital Audio Tape* (DAT) é um cassete de gravação digital apresentado pela Sony em 1987. Funcionava com uma fita magnética de 4mm para fazer a gravação de dados. As fitas do DAT tinham entre 15 a 180 minutos de duração. Uma dita com 120 minutos tinha 60 metros de comprimento.

A Digital Audio Tape nunca foi "adotada" em larga escala pelos consumidores. Isto aconteceu devido aos elevados custos mas viu uso em gravação profissional. Sem grande sucesso, em 2005, a *Sony* descontinuou a produção da *Digital Audio Tape*.



Figura 3.10: Digital Audio Tape

3.1.11 CD-R

Um CD-R (do inglês *Compact Disc – Recordable*) é um disco fino (1.2 mm) de poli-carbonato usado principalmente para gravar músicas ou dados, que surgiu no de 1990 com um armazenamento de 700 MB. Mas em vez do alumínio usado nos CDs comuns para guardar os dados, o CD-R (também conhecidos como "CD-ROM") usa uma camada especial de corante para permitir a gravação de dados num drive comum de CD-R.

Este suporte marcou a história pela sua ampla utilização e ainda atualmente consegue manter a sua presença tanto ao nível da gravação de música como de dados. Nem os ZIP nem o JAZ conseguiram destronar este suporte, o que fez dele um marco histórico no mundo dos dispositivos de armazenamento de dados.

A superfície do CD contém uma longa pista espiral de dados. Ao longo da pista, existem zonas lisas reflexivas e solavancos não reflexivos. A área lisa reflexiva representa o número binário 1, enquanto que o solavanco representa o número binário 0. O leitor de CD emite um laser na superfície do CD assim detetando ambas as áreas consoante a quantidade de luz que é refletida. Por fim o leitor converte as reflexões em 1's e 0's para ser feita a leitura dos seus dados. O CD-R possui uma camada à mais que o laser poderá modificar, gravando assim dados.



Figura 3.11: Um CD-R

3.1.12 MiniDisc Data

O *MiniDisc Data*, também conhecido como *MD Data* ou apenas MD, e como o nome indica, é, basicamente, um disco com capacidade de armazenamento de informação e normalmente privilegia o áudio. Foi anunciado pela Sony em 1991 mas apenas introduzida no mercado em 1992. Tinha uma capacidade de 140 MB armazenamento.

Contudo, o MD, à semelhança do Digital Audio Tape, nunca teve grande sucesso por várias razões:

- era necessário estar em modo "play", logo não funcionava em computadores. O seu uso era predominante em câmeras digitais;
- era muito caro;
- era considerado lento;

Para contrariar o insucesso, a *Sony* lançou, em 1997 o *MD Data2*, que tinha mais capacidade de armazenamento, cerca de 650 MB. Contudo, este formato só funcionava em outros dispositivos *Sony*. Em 2013 foram vendidos os últimos exemplares.



Figura 3.12: MiniDisc Data

3.1.13 ZIP

O ZIP Drive é um sistema de disco removível de média capacidade, introduzido pela *Iomega* em 1994.

O ZIP Drive foi baseado no sistema *Bernoulli Box* da própria *Iomega*; em ambos os sistemas, um conjunto de cabeças de leitura/escrita montado em atuadores lineares que flutuam em cima de uma disquete girando rapidamente, estando todas estas componentes dentro de um cartucho robusto. O ZIP Drive usa estruturas menores com aproximadamente o tamanho de uma disquete de 3,5 polegadas, em vez dos discos compactos como os suportes multimídia Bernoulli.

Da junção de todas estas partes resultou um disco que possui toda a conveniência da disquete de 3,5 polegadas, mas armazena muito mais dados, com um maior desempenho que a *floppy drive*, contudo não era diretamente competitivo com discos rígidos.

O ZIP Drive original teve uma taxa de transferência de dados de cerca de 1 MB/s e um tempo de pesquisa de 28 milissegundos em média, comparado aos 500 kbit/s de taxa de transferência de uma disquete de 1.44 MB e várias centenas de milissegundo de tempo de pesquisa.

Este dispositivo ficou na história por ser uma solução de armazenamento escolhida pelas empresas e designers onde tinham uma drive rápida que era regravável e muito robusta. Aliada a isto estava o seu preço, muito mais em conta, face às alternativas.



Figura 3.13: Uma ZIP Drive e seu leitor

3.1.14 Seagate Barracuda

Seagate Barracuda é uma série do disco rígido, a maioria dos quais operam a uma velocidade de rotação de 7200 RPM (rotações por minuto). Eles são produzidos pela *Seagate Technology*. Embora inicialmente fossem comercializados como unidades de alto desempenho com interfaces SCSI (a tecnologia que permite ao usuário conectar uma larga gama de periféricos, tais como discos rígidos) e capacidades elevadas para o seu tempo, uma vez que apareceram em 2001, tornaram-se no principal produto de mercado de massa da *Seagate*. Com isto a indústria dos discos rígidos começou a colocar estas unidades nas unidades de *desktop*.

Esta foi a primeira unidade com 7200 RPM's tornando-se num *standard* para a indústria dos discos rígidos e dos nossos computadores e isso marcou a história do armazenamento.

Os dados são gravados na forma binária de 0 e 1. Estes são gravados em diferentes bandejas. Estas bandejas são feitas de uma liga de alumínio não-magnética, vidro ou cerâmica e são revestidos com uma fina camada de material magnético. Finalmente, estas são separadas em pilhas e setores, onde as pilhas são circunferências concêntricas e os setores em fatias de forma circular no topo das pilhas.

O disco rígido guarda informação na forma de campos magnéticos. Os dados são guardados digitalmente na forma de pequenas zonas magnetizadas no prato onde cada zona representa um bit. Para escrever no disco, um campo magnético é colocado num pequeno campo numa das duas polaridades: Norte-Sul e Sul-Norte. A orientação determina o número binário a introduzir. Se a orientação for "N-S" representa o "1", caso seja "S-N" representa o "0". Esta polaridade é analisada por controladores integrados no disco rígido.



Figura 3.14: Seagate Barracuda

3.1.15 IBM 170 Microdrive

O *Microdrive* (MD) é um disco rígido de 1 polegada concebido para caber num *Slot Tipo II CompactFlash* (CF). Este sistema de armazenamento de dados teve bastante adesão por ser barato, com bastante oferta e grande capacidade de armazenamento.

Tabela 3.2: Modelos Microdrive

| Ano | Armazenamento |
|------|---------------|
| 1999 | 170 MB |
| 2000 | 512 MB |
| 2003 | 2 GB |
| 2004 | 2.5/5 GB |
| 2005 | 6 GB |
| 2006 | 8 GB |



Figura 3.15: Microdrive

3.1.16 IBM DiskOnKey

Em 2000, a *M-Systems* e a *IBM* apresentaram a *IBM DiskOnKey*, também conhecida como *USB drive*. A primeira unidade de armazenamento portátil que cabe num bolso e foi também a primeira unidade de armazenamento *flash* comercializada.

Com um tamanho de um polegar e com uma capacidade de armazenamento de 8 MB, as *USB drive* revolucionaram as transferências de dados entre computadores. Era muito mais simples e rápido do que todos os métodos anteriores e não precisava de nenhum *software* especial, apenas uma ligação USB, e foi, por isso mesmo, responsável por pôr fim à utilização das disquetes. As PEN's foram um sucesso imediato, apesar de o seu preço inicial não ser nada acessível.

Os componentes internos de uma PEN estão tipicamente protegidos por um invólucro de plástico ou metal, o que o torna resistente para ser transportado num bolso. Assim, apenas o conector USB fica exposto, que muitas vezes é retrátil ou protegido por uma capa, o que torna o *USB drive* bastante fiável.

Ao longo dos anos, as *USB drive* foram sofrendo melhorias e na atualidade, a capacidade de armazenamento já chega aos 256 GB e a um preço mais convidativo.



Figura 3.16: USB drive

Capítulo 4

Conclusões

Apresenta conclusões.

Contribuições dos autores

Resumir aqui o que cada autor fez no trabalho. Usar abreviaturas para identificar os autores, por exemplo AS para António Silva. No fim indicar a percentagem de contribuição de cada autor.

Acrónimos

UA Universidade de Aveiro

MIECT Mestrado Integrado em Engenharia de Computadores e Telemática

GLISC Grey Literature International Steering Committee