

Preservação de Documentos Digitais: a fragilidade do suporte CD-ROM para a preservação

INNARELLI, Humberto C.

Mestrando do Departamento de Mecânica Computacional
Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP
Analista de Sistemas do Arquivo Central do Sistema de Arquivos da UNICAMP
humberto@unicamp.br

SOLLERO, Paulo

Professor Doutor do Departamento de Mecânica Computacional
Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP
sollero@fem.unicamp.br

Resumo: A Sociedade Brasileira ao chegar na “Era da Sociedade da Informação”, está se esquecendo de sua memória, pois atualmente com todo o aparato tecnológico existente e grandes sistemas de informações, documentos digitais são perdidos com a mesma facilidade que são gerados. Este artigo é o resultado de um estudo realizado sobre a confiabilidade e durabilidade das mídias de CD-ROM, tendo em vista a preservação dos documentos digitais, uma vez que são constantemente ameaçados pela fragilidade do suporte físico e pela obsolescência tecnológica. São apresentados e discutidos dados da análise de diversos danos físicos observados em mídias e suas principais causas e implicações na preservação dos documentos digitais.

Palavras-chave: CD-ROM, preservação digital, confiabilidade de mídias, durabilidade de mídias, documento digital, obsolescência tecnológica.

1. Introdução

Frente a grande utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação e uma tendência cada vez maior de produção de documentos e informações digitais, é fundamental a iniciativa de se pesquisar a durabilidade, confiabilidade, formato e resistência das mídias que armazenam os documentos digitais, tendo em vista um projeto de preservação destes documentos e informações, para não correremos o risco de viver em uma “Sociedade sem Memória” e conseqüentemente sem parte da História. Esta preocupação é expressa pela UNESCO¹ em sua resolução sobre preservação digital que foi publicada no memorando informativo da ARQ-SP² (2001), que considera a urgente necessidade de salvaguardar os patrimônios culturais digitais, garantindo assim, o acesso continuado aos conteúdos e à funcionalidade dos registros eletrônicos autênticos em prol da preservação e do acesso aos documentos, para assegurar os direitos dos cidadãos.

O texto de Howell (2000), “We have nearly two thousand years experience in making paper by hand and, for the last two hundred years or so, making paper by

machine.”; traz uma reflexão onde percebemos que as experiências de preservação digital ainda são pouco comprovadas, pois podemos prever e não afirmar.

A preocupação pela preservação dos documentos digitais também é relatada por Rondinelli (2002, pp. 477), a qual considera *que* “Os documentos digitais exigem mais, uma vez que são constantemente ameaçados pela fragilidade do suporte e pela obsolescência tecnológica”. Em seu artigo, Rondinelli (ibid, pp. 476) também leva em consideração que no meio digital o suporte e o conteúdo são perfeitamente separáveis, esta separação permite a migração contínua de mídia, a qual acontece forçosamente devido a fragilidade da mídia e à obsolescência tecnológica, porém esta migração aumenta a possibilidade de adulteração, o que torna frágil a garantia da fidedignidade e autenticidade de um documento digital.

Para os arquivos, o documento tem valor quando sua autenticidade é garantida, esta visão, também deve ser considerada na documentação digital, ou seja, qualquer documento comprobatório digitalmente armazenado não poderá ser mais modificado, seja ele um arquivo de computador (.DOC, .PDF, .TIFF, etc.) ou um documento gerado a partir dos dados armazenados em um SGBD³. Tendo em vista toda esta problemática e a falta de experiência prática na preservação de mídias digitais, assim como em seu acesso no futuro (obsolescência dos equipamentos), torna-se fundamental a discussão sobre a preservação digital.

2. A perda de dados e documentos em meio eletrônico

A humanidade já está perdendo informações e documentos digitais, esta visão é facilmente percebida com a seguinte pergunta: você já tentou abrir algum arquivo que está armazenado em um disquete de 5 ¼” ? Se não tentou, perceba que vai passar por três dificuldades: a primeira é encontrar o drive de 5 ¼”⁴; a segunda será conseguir ler o disquete, pois ele pode estar deteriorado e conseqüentemente danificado fisicamente; e a terceira seria a dificuldade em encontrar o software que leia este tipo de documento. Dentre as três dificuldades, duas podem ser contornadas com a criação de “*museus tecnológicos*”⁵, pois o hardware e o software independem dos dados armazenados, porém a deterioração da mídia jamais pode ser contornada, pois os dados são fisicamente perdidos. A Revista Veja editou em fevereiro de 1998 um artigo “bombástico” que diz:

O pesadelo ganhou contornos graves depois de testes feitos pelo National Media Lab mostraram que em apenas cinco anos um CD-ROM padrão deixa de ser confiável. Por causa do desgaste do tempo, alguns dados contidos em CD-ROM's de 1993 deixaram de ser lidos em computadores comuns. (...) Tão espantosa quanto a fragilidade da mídia digital é a rapidez com que esta tecnologia se torna obsoleta. Um dos alertas da pesquisa americana é justamente para a quantidade de informações que foram guardadas em disco e que hoje não podem mais ser lidas porque são incompatíveis com os softwares atuais (VEJA, 1998, p. 61)

A avaliação da Revista Veja foi fundamentada em testes realizados pelo NML⁶ e publicados por Bogart em 1996, o artigo traz várias tabelas com previsões temporárias de durabilidade em virtude da variação da temperatura e umidade, também é citado que a metodologia dos testes foi baseada nas normas da ANSI⁷.

A humanidade já está perdendo documentos digitais, pois mídias digitais como disquetes de 3 1/2" e 5 1/4", CD's, Fitas DAT, entre outros, estão sendo consumidas pelo tempo e pela obsolescência.

Tendo em vista a preservação dos disquetes, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) fez a NBR-11515 (1990), a qual dispõe da conservação física destas mídias, porém ainda não elaborou uma norma exclusiva para CD's. A American National Standards Institute elaborou a ANSI/NAPM IT9.21-1996 (1996), que dispõe sobre a expectativa de vida útil do CD-ROM, tendo como base os efeitos causados pela temperatura e umidade relativa.

Vale lembrar que preservar não é somente copiar, veja o que diz Gilheany (1998), "Preserving is not merely copying. Preservation is an act of creation, of creating an authentic, accessible record by accessioning the materials sent to archives. These materials are the record of that which we seek to preserve, our civilization."

3. O CD-ROM⁸ como objeto de estudo

O CD-ROM possui uma característica fundamental em relação as demais mídias (exceto o CD-R, DVD-ROM e DVD-R), o CD-ROM é gravado em seu processo de fabricação, veja a citação de Saffady (1997) em seu artigo, "Read-only optical disks, as previously noted, contain prerecorded information. Intend for

eletronic publishing applications, such disks are produced by mastering and replication process“. O CD-ROM é marcado de forma definitiva e irreversível, ou seja, o dado gravado não pode ser mais alterado. Partindo do ponto de vista arquivístico, isso garante a fidedignidade e autenticidade dos dados gravados.

4. Estrutura do CD-ROM

A estrutura do CD-ROM está baseada em conceitos ópticos, os quais permitem a leitura de seus dados através do laser. As informações descritas a seguir sobre o CD-ROM foram retiradas dos artigos de Saffady (1997), Cozer (1999), Feldner (1996), Harvey (1995), McLaughlin (1998), Fukuda (1991) e Trock (2001).

O CD-ROM é formado por três camadas físicas [fig. 01 e 02]: a primeira é a camada de policarbonato; a segunda é uma camada metálica (normalmente alumínio); e a terceira é uma camada de “lacquer” laca/verniz⁹, esta camada é transparente e sua função básica é proteger a mídia. Opcionalmente é impressa uma quarta camada, onde é feita a serigrafia da mídia.

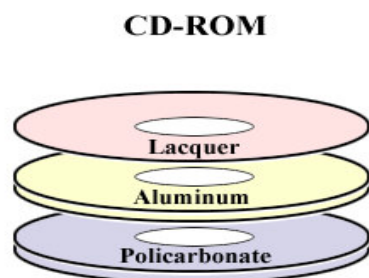


Fig. 01 – Camadas do CD-ROM



Fig. 02 – Foto da Amostra 01

O processo de elaboração da mídia de CD-ROM consiste: na masterização, onde uma matriz de vidro coberta de material fotosensível é exposta ao laser, que percorre a matriz formando os pit's¹⁰; a matriz é revelada permitindo assim o banho galvânico (para metalização da matriz), o banho galvânico dá resistência a matriz; a matriz é utilizada para a criação dos stampers¹¹; o stamper é utilizado como molde na injeção do policarbonato.

5. Principais variáveis causadoras de danos

O CD-ROM é afetado por diversas variáveis as quais influenciam diretamente em sua durabilidade e confiabilidade, dentre a bibliografia levantada, foi possível identificar as variáveis que mais afetam as mídias, são elas: a temperatura; a umidade relativa do ar; tempo de uso da mídia; a qualidade da mídia; e a poluição do ar.

As principais citações feitas sobre as variáveis estão nos seguintes artigos: a poluição atmosférica é citada por Borgat (1995); o tempo de uso da mídia é citado por Chervenak (1998) e Stinson, Ameli e Zaino (1995); a qualidade da mídia é citada no artigo de Baba (1999), o qual fala sobre a camada metálica de ouro e/ou prata, e nos artigos de Cozer (1999) e Quemel (2002), os quais falam sobre a camada metálica; a temperatura e a umidade relativa do ar, estão presentes na maioria dos artigos e são citadas por Saffady (1997), por Harvey (1995), por Hartke (2001), por Cozer (1999), por Chervenak (1998), por Borgat (1996), por Stinson, Ameli e Zaino (1995) e por Wong, James S. et al (1992). A temperatura e a umidade relativa, estão ligadas diretamente a corrosão da camada metálica e a dilatação das mídias.

Algumas citações sobre condições e materiais que ajudam na preservação também são relatados pelos diversos autores: a durabilidade está diretamente ligada às condições de armazenamento das mídias, Bogart (1996) e Saffady (1997); temperatura e umidade relativa do ar influenciam na durabilidade da mídia, Bogart (1996), Wong (1992), Howell (2000) e Saffady (1997); Baixas temperaturas ajudam a preservar as mídias, Bogart (1996); a qualidade dos materiais são fundamentais para a durabilidade das mídias, Bogart (1996) e Howell (2000); condições de estresse da mídia = 80º C e 85% RH – medição de falhas a cada 500 horas, verificando os bit's que ilegíveis, Wong (1992); teste acelerado de temperatura e umidade relativa do ar = 80º C e 85% RH – medição de falhas a cada 500 horas – um mês de armazenamento à 80º C equivale a 170 anos em armazenamento à 25º, ANSI IT9.21; número de vezes de acesso à mídia, Howell (2000); e manipulação da mídia, Howell (2000).

No estudo, foi observado que a composição física de cada mídia é determinante na sua durabilidade e confiabilidade, pois os materiais são mais ou menos resistentes às variáveis que influenciam seus elementos físicos.

6. Análise experimental para obtenção dos principais danos físicos

Os danos físicos podem ser causados pela ação do ambiente e/ou pelo uso contínuo da mídia. Na hipótese do desgaste causado pelo ambiente, são objetos de estudo fatores como umidade relativa do ar e temperatura, identificados na literatura como os principais fatores de degradação da mídia. Na hipótese do uso contínuo da mídia, são estudados problemas causados pelo manuseio e pela leitura contínua das mídias, também identificados como principais fatores causadores de danos.

Fora o desgaste ambiental e os danos físicos causados pelo manuseio, também são considerados geradores de problemas físicos da mídia, o processo de fabricação e o material utilizado como matéria prima.

6.1. Danos na camada de policarbonato

Ranhuras na camada de policarbonato: Ranhuras causadas no processo de limpeza da mídia e durante a sua manipulação [Fig. 04], também são citadas por Saffady (1997) como fatores que danificam a mídia, a limpeza da mídia por processos inadequados e a manipulação inadequada das mídias podem causar ranhuras, as quais afetam o processo de leitura.



Fig. 04 – Ranhuras na mídia

Opacidade do policarbonato: a opacidade causada pela alteração das características físicas originais do policarbonato é citada por Cozer (1999) e está ligada diretamente a qualidade do policarbonato utilizado. Esta alteração ocorre normalmente pela ação da temperatura e da umidade relativa na mídia.

Trincas ou fissuras na camada de policarbonato: trincas ou fissuras na camada de policarbonato ocorridas no processo de injeção do material durante a fabricação, são citadas por Harvey (1995), que aponta influência direta na camada de alumínio, pois estes defeitos podem acelerar a deterioração da camada metálica, a qual fica desprotegida.

Problemas na injeção do policarbonato: durante a observação das mídias foi constatado a existência de partes onde o policarbonato apresenta falhas na injeção dos pits [Fig. 05], ou seja, estão “fracos” e não representam mais a informação.

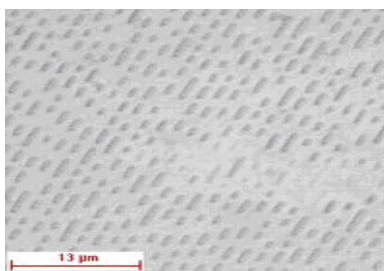


Fig. 05 – falhas na injeção dos pits

6.2. Danos na camada metálica

Corrosão por influência da temperatura e umidade relativa ao longo do tempo: uma das principais preocupações em relação a preservação das mídias de CD-ROM é a corrosão da camada metálica ao longo do tempo [Fig. 06 e 07], pois tanto a temperatura, quanto a umidade relativa do ar podem influenciar sua deterioração, esta preocupação é apontada por Cozer (1999), Saffady (1997) e Harvey (1995).

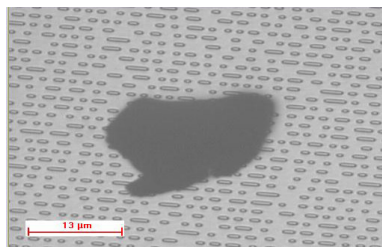


Fig. 06 – Corrosão do alumínio

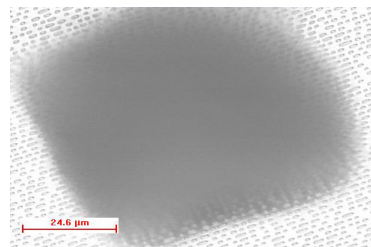


Fig. 07 – Corrosão do alumínio

Cozer e Saffady citam que alumínio é o metal mais frágil entre os demais metais utilizados na camada reflexiva (ouro, prata e platina), levando em consideração a umidade relativa do ar. Harvey também cita, que o principal problema na durabilidade de uma mídia de CD-ROM é a corrosão do alumínio.

Corrosão causada por bolhas de ar entre a camada metálica e a camada de policarbonato: Harvey (1995), cita a corrosão da camada metálica na junção do metal e do policarbonato, pela presença de oxigênio entre a camada metálica e a camada de policarbonato [Fig. 08 e 09]. Este problema é causado no processo de fabricação que podem deixar uma bolha de oxigênio entre a camada metálica e a camada de policarbonato, neste caso a proteção fica incompleta e causa corrosão na camada metálica.

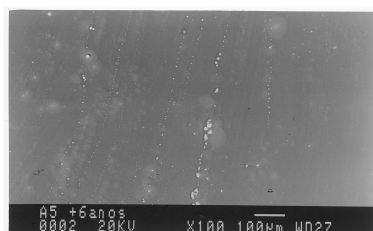


Fig. 08 – Bolhas de ar entre a camada metálica e a camada de policarbonato (F1)

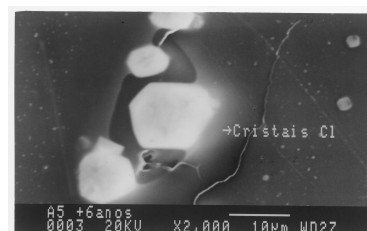


Fig. 09 – Bolhas de ar entre a camada metálica e a camada de policarbonato (F2)

Corrosão causada pela existência de trincas e fissuras da camada de policarbonato ou na camada de laca/verniz: Trincas e fissuras na camada de policarbonato causadas durante o processo de fabricação podem acelerar a deterioração da camada metálica, segundo Harvey (1995) *“trincas ou fissuras na camada de policarbonato podem acelerar a deterioração da mídia”*.

Desestruturação da camada de laca/verniz situada entre a estampa e a camada metálica: a camada de tinta utilizada para estampar o CD-ROM pode acelerar a corrosão da camada metálica, por causar a desestruturação da camada plástica (laca/verniz) situada entre a estampa e a camada metálica, Harvey (1995).

Fragmentos na camada metálica: Fragmentos depositados na camada metálica [Fig. 10 e 11] durante o processo de fabricação da mídia ou por outros motivos, são

citados por Saffady (1997), “*Problemas de leitura podem ocorrer quando fragmentos depositados no processo de fabricação ou por outros motivos*”.



Fig. 10 – Fragmentos na camada metálica

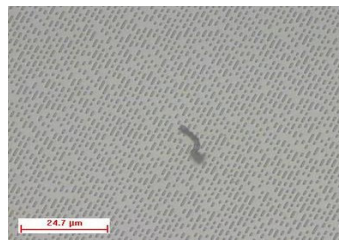


Fig. 11 – Fragmentos na camada metálica

Falha no processo de metalização do policarbonato: durante a observação das mídias (microscópica) foi constatado outro problema físico, o qual pode ser causado no processo de metalização do policarbonato, este problema consiste em partes da mídia não metalizadas [Fig. 12 e 13].

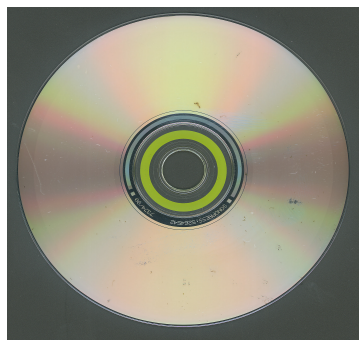


Fig. 12 – Falhas na metalização

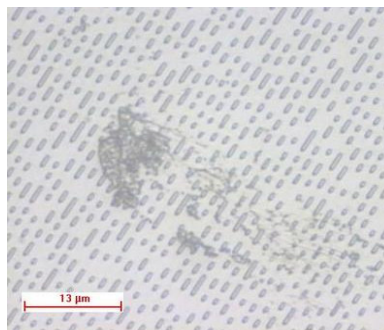


Fig. 13 – Falhas na metalização

6.3. Outros tipos de danos físicos

Danos na camada de laca/verniz: A camada de laca/verniz é a menos citada como causadora de problemas, porém é relatado sua destruturação em função da serigrafia feita de forma inadequada, este fenômeno pode causar a degradação da camada metálica.

Desbalanceamento da mídia: o leitor pode não ler a mídia em alta velocidade, por problemas de balanceamento da mídia, segundo Saffady (1997), o desbalanceamento da mídia pode ser causado por problemas na impressão do rótulo, fixação de adesivos ou falhas na distribuição do material que a compõe.

Leitor com defeito: um leitor com defeito pode danificar a mídia, pois qualquer contato físico com a mídia em alta velocidade causará arranhões ou fragmentação.

Obsolescência dos leitores de CD-ROM's: O modelo do leitor de CD-ROM e a qualidade do leitor, também são problemas relatados, Bogart (1996), diz que *“A vida útil de uma mídia pode estar limitada a obsolescência dos leitores de CD-ROM (10 à 20 anos). Não importa se ela poderá durar 50 anos se não pudermos lê-la”*.

7. Conclusões

O estudo permitiu observar que a composição física de cada mídia é determinante na sua durabilidade e confiabilidade, pois os materiais são mais ou menos resistentes às variáveis que influenciam seus elementos físicos, além disso, é importante observar que o processo de fabricação das mídias também é um fator bastante relevante, pois problemas ou falhas neste processo comprometerão a mídia definitivamente. Diante de tudo isso, o mais assustador é imaginar que muitos documentos foram e serão perdidos nos próximos anos, já que existe pouco interesse sobre a preservação das mídias digitais.

8. Agradecimentos

Agradecemos a coordenadora do Arquivo Central do Sistema de Arquivos Neire do Rossio Martins, a analista de sistemas Andressa Cristiani Piconi e a professora doutora Célia Marina Freire do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Estadual de Campinas.

9. Notas

1. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
2. Associação dos Arquivistas de São Paulo
3. Sistema Gerenciador de Banco de Dados (Oracle, SQL Server, Access, etc.)
4. Hardware responsável pela leitura dos disquetes de 5 1/4”
5. Locais onde teremos equipamentos e softwares considerados obsoletos em perfeito estado de funcionamento, neste local será possível fazer a leitura de qualquer mídia eletrônica e tipo de arquivo considerado obsoleto.
6. National Media Lab
7. American National Standards Institute
8. Compact Disc Read-Only Media
9. Camada onde estão os pit's e os land's – 1 ou 0 na linguagem do CD
10. Sulcos de altos e baixos relevos microscópicos
11. Matriz principal

10. Referências

American National Standards Institute, New York. *ANSI/NAPM IT9.21-1996: Life Expectancy of Compact Discs (CD-ROM) Method for Estimating, Based on Effects of Temperature and Relative Humidity*. New York, 1996.

ARQ-SP. Preservação do patrimônio digital. *Memorando – informativo da ARQ-SP*, n.4, Set. 2001.

Associação Brasileira De Normas Técnicas, Rio de Janeiro. *NBR-11515*. Rio de Janeiro, 1990, 5p.

Baba, K., Ohkuma, Y., Miyagi, M. Silver-gold compound metal island films for durable twice-once optical disk memories. *Electronics Letters*, v.35, n.6, mar. 1999.

Bogart, John W. C. Van. Long-term preservation of digital Materials. In: National Preservation Office (NPO) Conference on “Preservation and Digitisation: principles, practice and policies”. 1996.

Bomba do Tempo. *Revista Veja*, São Paulo, n. 1534, pp. 61, fev. 1998.

Chervenak, Ann L. Challenges for tertiary storage in multimedia servers. *Parallel Computing*, v.28, pp.157-176, 1998.

Cozer, Alberto. Mídias CD-R. *Clube do Hardware*, Dez. 1999. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/midias.html>>. Acesso em: 30 Set. 2002.

Fukuda, Mitsuo. Reliability and degradation of semiconductor laser end LED's. Boston; London: *Artech House*, 1991.

Gilheany, Steve. Preserving information forever and a call for emulators. In: DLA98, *Digital Libraries Asia*. Singapore, Mar. 1998.

Harvey, Ross. Multimedia preservation – capturing the rainbow. In: 2nd National Preservation Office Conference. Brisbane, 1995.

Howell, Alan. Perfect one day – digital the next: challenges in preserving digital information. *AARL*, pp.121-141, Dec. 2000.

McLaughlin, Steven W. Shedding Light on the future of SP for optical recording. *IEEE Signal Processing Magazine*, pp.83-94, Jul. 1998.

Quemel, Luiz Henrique. Qual é o CD-R certo para gravar músicas? E para dados? O que e-tudo fez entre nove marcas diferentes de CD-R. *CorreioWeb*, Jan. 2002. Disponível em: <http://www2.correioweb.com.br/cw/2002-01-01/mat_26850.htm>. Acesso em: 22 Abr. 2002.

Rondinelli, Rosely Curi. Fidedignidade e autenticidade do documento digital: uma abordagem arquivística. In: Congresso Internacional de Arquivos, Bibliotecas, Centros de Documentação e Museus. São Paulo: *Imprensa Oficial*, 2002. pp.471-483.

Saffady, Willian. Electronic Document Imaging Systems: Design, Evaluation, and Implementation. *Westport, CT: Mecker*, 1993.

Saffady, Willian. Stability, care and handling of microforms, magnetic media and optical disks. *Library Technology Reports*, v.33, n.6, pp.681-709, 1997.

Stinson, D., Ameli, F., Zaino, N. Lifetime of KODAK Writable CD and Photo CD Media. Eastman Kodak Company: Digital & Applied Imaging, 1995.

Trock, Jacob. How Permanent is CD-R Media ? Understanding CD-R's variables. Medialine Departments, Mar. 2002. Disponível em: <<http://www.medialinenews.com/issues/2001/news/0314/0314.1.shtml>>. Acesso em: 22 Out. 2002.

Wong, James S. et al. Testing of commercial optical media. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, v.41, n.2, pp. 304-307, 1992.