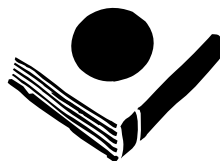


Uma abordagem de sistemas híbridos para a preservação de materiais impressos

Don Willis

2ª edição



CONSERVAÇÃO PREVENTIVA
EM BIBLIOTECAS E ARQUIVOS

Don Willis

**Uma abordagem de sistemas híbridos
para a preservação de materiais impressos**

2ª edição

Rio de Janeiro
Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos
2001

Copyright © 1992 by The Commission on Preservation and Access.

Título original publicado pela *Commission on Preservation and Access*:

A Hybrid Systems Approach to Preservation of Printed Materials

Autor:

Don Willis

Projeto cooperativo interinstitucional Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos, em parceria com o CLIR - Council on Library and Information Resources (Conselho de Recursos em Biblioteconomia e Informação, que incorporou a antiga *Commission on Preservation and Access*).

Suporte Financeiro

The Andrew W. Mellon Foundation

Vitae, Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social

Apoio

Arquivo Nacional

Fundação Getulio Vargas

Coordenação

Ingrid Beck

Colaboração

Sérgio Conde de Albite Silva

Tradução

José Luiz Pedersoli Júnior

Rubens Ribeiro Gonçalves da Silva

Revisão Técnica

Mauro Resende de Castro

Ana Virginia Pinheiro

Dely Bezerra de Miranda Santos

Revisão Final

Cássia Maria Mello da Silva

Lena Brasil

Projeto Gráfico

T'AI Comunicações

Coordenação Editorial

Ednéa Pinheiro da Silva

Anamaria da Costa Cruz

Impresso em papel alcalino.

W 689 Willis, Don.

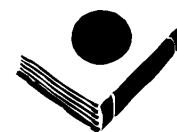
Uma abordagem de sistemas hídricos para a preservação de materiais impressos / Don Willis ; [tradução José Luiz Pedersoli Júnior, Rubens Ribeiro Gonçalves da Silva ; revisão técnica Mauro Resende de Castro, Ana Virginia Pinheiro, Dely Bezerra de Miranda Santos; revisão final Cássia Maria Mello da Silva, Lena Brasil]. — 2. ed. — Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001.

73 p. : il. ; 30 cm.— (Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos; 50. Reformatação).

Inclui bibliografias.
ISBN 85-7009-035-8.

1. Reprografia. I. Título. II Série.

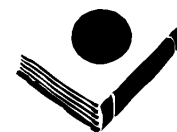
CDD 686



Sumário

Apresentação	7
Prefácio	9
Introdução	11
Comparando micrográficos e tecnologia digital	11
Áreas de análise	11
Sumário executivo	12
Recomendação	15
Os temas	15
Quais as vantagens e desvantagens de cada tecnologia?	15
<i>Micrográficos</i>	15
<i>Reprodução digital de imagem</i>	16
<i>Resumo</i>	16
O disco ótico	17
<i>A solução de acesso proveitosa propiciada pelo disco ótico</i>	17
<i>Armazenamento ‘permanente’ de alta capacidade</i>	17
<i>Discos ópticos: qual a sua duração?</i>	18
<i>Redefinindo ‘arquivístico’</i>	18
<i>Impacto da obsolescência sobre a abordagem digital</i>	19
<i>Preservação através da regravação</i>	19
Resolução, o elemento chave no planejamento	20
<i>Micrográficos</i>	20
<i>Reprodução digital de imagem</i>	20
As contrapartidas ao se selecionar uma tecnologia preferencialmente à outra	22
<i>Um sistema de apenas-filmar (film-only)</i>	22
<i>Um sistema de imagem-digital-apenas (digital-image-only)</i>	22
Os benefícios da abordagem baseada num sistema híbrido	23
<i>Jogando com duas forças</i>	23
<i>O sistema híbrido de acesso do usuário final</i>	24
Filmar primeiro e então converter ... ou vice-versa?	24
<i>Filmando primeiro</i>	24
<i>Escaneando primeiro</i>	26
<i>Tempo e volume, dois fatores chave</i>	26
<i>Escaneamento e filmagem simultâneos</i>	26
<i>A câmara digital computer output microfilm (COM)</i>	27
<i>Tecnologia digital ainda em desenvolvimento</i>	27
Opções para a conversão de um formato a outro	27

Texto ASCII e OCR	28
<i>A extração de dados de código de caracteres da imagem de uma página é sempre uma opção</i>	28
<i>Texto ASCII - utilidade limitada para a preservação</i>	29
<i>Outros formatos de dados</i>	30
Acesso, distribuição e transmissão de imagens	30
<i>Acesso</i>	30
<i>Distribuição</i>	31
<i>Transmissão</i>	31
Custos	31
Manuseio de páginas - pequena diferença de custo	31
Custo de um sistema de preservação de imagem digital	32
<i>Custos de implementação de sistemas digitais</i>	32
<i>Custos operacionais do sistema digital</i>	33
<i>Custos de reprodução de imagens para preservação por contrato</i>	33
<i>Custos de meios físicos e drivers de discos óticos</i>	34
Custo de um sistema de micrográficos	34
<i>Carga de trabalho esperada</i>	34
<i>Custos de implementação de um sistema de micrográficos</i>	35
<i>Custos operacionais do sistema de micrográficos</i>	35
<i>Custos de microfilmagem por contrato</i>	36
<i>Custos de duplicação e de armazenamento de filmes</i>	36
Resumo de custos para a preservação	36
Conclusão	37
Recomendações	38
Envolva-se	38
Compreenda a tecnologia	38
Minimize o risco	38
Prepare-se para o futuro	39
<i>Se a tecnologia estivesse disponível</i>	39
<i>A solução digital futura</i>	39
<i>O sistema a longo prazo</i>	39
<i>Uma composição ótima</i>	40
Apêndice A - Resolução - um parâmetro chave de planejamento	41
<i>O fator individual mais importante</i>	41
<i>Planejando com base na quantidade de dados</i>	41
<i>De que forma a alta resolução afeta os custos</i>	41
<i>Qual o nível de resolução necessário?</i>	41
<i>A captura de tipos de pequeno tamanho</i>	41
<i>Resolução de meio-tom</i>	43
<i>Resolução arquivística</i>	43
<i>O escaneamento com gradações de cinza pode melhorar a qualidade de páginas</i>	43



<i>Realce de imagens</i>	44
<i>Algoritmos de compressão padrão</i>	44
<i>Equacionando resolução de scanner e resolução de filme</i>	45
<i>O teorema de amostragem de Nyquist</i>	46
Scanners de imagem digital: como eles funcionam	46
<i>Scanners binários</i>	46
<i>Exigências para o armazenamento de páginas binárias</i>	46
<i>Scanners com gradações de cinza</i>	47
<i>Exigências para o armazenamento de páginas com gradações de cinza</i>	47
Impressão	47
<i>Criando um meio-tom</i>	48
<i>A impressão de meio-tom com a impressora a laser</i>	48
Apêndice B - Um resumo de possibilidades de armazenamento	49
Apêndice C - Tabela - Custos de armazenamento de dados	51
Apêndice D - Tabela - Resumo de custos de preservação	52
Apêndice E - Associações e normas técnicas	53
Notas	54

Apresentação

O Projeto ***Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos - CPBA*** é uma experiência de cooperação entre instituições brasileiras e a organização norte-americana *Commission on Preservation and Access*, atualmente incorporada ao *CLIR - Council on Library and Information Resources* (Conselho de Recursos em Biblioteconomia e Informação).

Em 1997, o Projeto traduziu e publicou 52 textos sobre o planejamento e o gerenciamento de programas de conservação preventiva, onde se insere o controle das condições ambientais, a prevenção contra riscos e o salvamento de coleções em situações de emergência, a armazenagem e conservação de livros e documentos, de filmes, fotografias e meios magnéticos; e a reformatação envolvendo os recursos da reprodução eletrônica, da microfilmagem e da digitalização.

Reunidos em 23 cadernos temáticos, estes textos, somando quase mil páginas, foram impressos com uma tiragem de dois mil exemplares e doados a colaboradores, instituições de ensino e demais instituições cadastradas no banco de dados do Projeto.

Esta segunda edição revisada, com uma tiragem de mais dois mil exemplares, pretende, em continuidade, beneficiar, as instituições e os profissionais de ensino, e todas aquelas instituições inscritas no banco de dados depois de 1997 e que não chegaram a receber os textos.

O presente caderno, de número 50, trata do uso concomitante do microfilme e da tecnologia digital para a preservação e o acesso de materiais impressos, indicando as vantagens e desvantagens de cada uma dessas tecnologias. O texto oferece algumas indicações estratégicas, como o que fazer primeiro, microfilmar ou digitalizar e apresenta recomendações de curto e longo prazos para o desenvolvimento de sistemas de preservação.

Este texto, assim como todo o conjunto de publicações do Projeto CPBA, encontra-se disponível em forma eletrônica na página do Projeto, www.cpba.net.

Além das publicações distribuídas em 1997, o Projeto CPBA ainda formou multiplicadores, por meio de seminários organizados nas cinco regiões brasileiras, com o apoio de instituições cooperativas. Os multiplicadores organizaram novos eventos, estimulando a prática da conservação preventiva nas instituições. No início de 2001 o projeto já contabilizava mais de 120 eventos realizados, somando mais de quatro mil pessoas envolvidas. Os inúmeros desdobramentos ocorridos a partir dos colaboradores em todo o país fizeram o Projeto merecedor, em 1998, do Prêmio Rodrigo Melo Franco de Andrade.

Entre 1997 e 2001, o Projeto CPBA continuou promovendo seminários e cursos, envolvendo as instituições cooperativas. Em muitas ocasiões enviou professores e especialistas aos eventos organizados pelos multiplicadores. No início de 2001 o Projeto já contabilizava mais de 120 eventos realizados em todo o país, somando mais de 4.000 pessoas envolvidas.

As instituições que colaboram com o Projeto CPBA estão relacionadas na página www.cpba.net , onde também poderá ser acessado o seu banco de dados, com mais de 2.600 instituições cadastradas. Esta página virtual pretende ser uma plataforma para o intercâmbio técnico e o desenvolvimento de ações cooperativas.

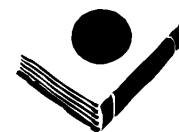
Desde o início o Projeto contou com recursos financeiros da *Andrew W. Mellon Foundation* e de VITAE, Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social. Em 1998 estes patrocinadores aprovaram um segundo aporte financeiro, com o objetivo de dar continuidade às ações empreendidas e de preparar esta segunda edição.

O Projeto agradece o generoso apoio recebido de seus patrocinadores e das instituições cooperativas, brasileiras e estrangeiras, reconhecendo que sem esta parceria nada teria acontecido. Deseja também agradecer aos autores e editores das publicações disponibilizadas, por terem cedido gratuitamente os direitos autorais. Agradecimentos especiais ao Arquivo Nacional, que hospedou o Projeto desde o seu início, assim como à Fundação Getulio Vargas, pela administração financeira dos recursos.

Considerando que a fase do Projeto apoiada pela Fundação Mellon se encerra em junho de 2001, o grupo cooperativo espera encontrar, em continuidade, colaboradores e parceiros no Brasil, para que o processo de difusão do conhecimento da preservação não seja interrompido.

Rio de Janeiro, junho de 2001.

Ingrid Beck
Coordenadora do Projeto CPBA



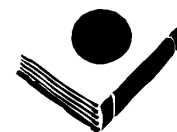
Prefácio

Este relatório, preparado para atender à solicitação do *Technology Assessment Advisory Committee* (TAAC), é um de uma série alertando a *Commission on Preservation and Access* e outros para a preservação e o acesso à informação impressa sobre papel em estágio de desintegração e sobre outros substratos.

O artigo foi submetido a uma revisão de pré-publicação pelos membros da TAAC, apesar de permanecer essencialmente o trabalho de Don Willis, vice-presidente, Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, *University Microfilm International*. O TAAC espera que esta publicação desperte a reflexão, discussão e progresso adicionais no tocante às tecnologias de reformatação, além de contribuir para a compreensão coletiva de como a preservação e o acesso devem ser tratados pelas tecnologias emergentes.

Agradecimentos

O autor gostaria de agradecer a Heinz Dettling, Bob Mottice, Rick Closner, John Brooks e Elaine Cavin, por sua ajuda e revisão crítica, e também Hosni Adra, pela preparação das exibições de realce de imagem. O autor é particularmente grato a Kaitlin Hanger, Tina Creguer e Keri Bryan por seu trabalho gráfico e editorial. Finalmente, o autor gostaria de agradecer aos vários membros do comitê por suas contribuições e direção — em particular, Rowland C. W. Brown, que ajudou tremendamente com a estrutura e apresentação deste trabalho.



Introdução

Comparando micrográficos e tecnologia digital

Esta publicação abordará questões sobre a utilização de micrográficos e de tecnologias digitais de reprodução de imagem para a preservação de materiais impressos. Assuntos como a preservação de som, filmes de cinema, vídeo, arte ou imagens coloridas não serão abordadas. O autor reconhece que existem outras questões acerca da preservação de documentos, contudo, acreditou que, no momento atual, estas duas tecnologias seriam de maior interesse para a comunidade de preservadores. Entre os tópicos a serem discutidos estão:

- quais as vantagens e desvantagens de cada tecnologia?
- quais as implicações de selecionar uma tecnologia sobre outra?
- quais os benefícios de uma abordagem híbrida?
- em um sistema híbrido, deveria ser uma página capturada primeiro sobre o filme e só então convertida para digital, ou vice-versa? Ou ainda, isto poderia ser feito simultaneamente?
- quais as opções disponíveis para a conversão de filme para digital e vice-versa?
- quais os fatores de custo? Como podemos maximizar a qualidade da imagem ao minimizar o custo?
- qual deveria ser a função desenvolvida pelo texto ASCII¹ e pelo OCR (Reconhecimento Óptico de Caracteres)?
- como podemos determinar a resolução necessária e quais as questões relevantes de resolução pertinentes a cada tecnologia?
- que normas técnicas deveriam ser de interesse do profissional da área?

Áreas de análise

Ao comparar sistemas de imagem eletrônica digital e sistemas que atualizam filme, para fins de preservação, existem três áreas de análise primárias: captura do documento, armazenamento e acesso. Na captura, o analista deve estar atento ao mecanismo de captura, resolução, qualidade da imagem capturada, velocidade de aquisição, custo do sistema, custo operacional e necessidade de indexação. No armazenamento, a atenção deve se voltar para a permanência do meio físico utilizado, as necessidades de renovação do meio físico, requisitos de atualização dos meios, obsolescência da tecnologia, custo de *drive*, custo dos meios, intercâmbio de meios, confiabilidade, performance e as contrapartidas referentes ao acesso à informação. Finalmente, com relação ao acesso, o projetista deve analisar a capacidade de recuperação da informação (folheando e pesquisando), a velocidade desta recuperação, a capacidade de transmissão e distribuição, e a qualidade de recuperação. Micrográficos e tecnologia de reprodução de imagens podem complementar-se e juntos suprir as necessidades acima mencionadas da melhor forma, num sistema de preservação bem planejado.

Esta publicação examinará os micrográficos e as tecnologias digitais tendo em vista os temas e considerações definidos anteriormente. O objetivo é chegar a recomendações de curto e longo prazo para o desenvolvimento de sistemas de preservação de documentos baseados nestas tecnologias.

¹ Código Americano de Normas Técnicas para Intercâmbio de Informação.

Sumário executivo

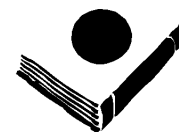
Baseado em uma revisão da tecnologia, nossas conclusões foram:

- os objetivos do projeto são extremamente importantes: o encarregado do planejamento de sistemas de preservação deve identificar os objetivos do sistema em detalhe. Por exemplo, se os conservadores desejam uma reprodução fiel do documento, eles querem a página exatamente como ela está, descolorida pela idade e as manchas d'água, ou preferem uma página limpa, semelhante à publicada originalmente? Obviamente, uma imagem só pode ser 'limpa' com o uso de tecnologia eletrônica, portanto os requisitos do sistema têm impacto direto sobre a tecnologia que deve ser utilizada.

Outros critérios importantes de planejamento de sistemas incluem o volume da carga de trabalho, a qualidade requerida, os métodos de armazenagem e acesso aos documentos, a frequência de acesso, a urgência de acesso, necessidades referentes ao tempo de resposta, estado dos documentos e dimensões das páginas².

- Um sistema de preservação baseado em micrográficos é uma solução geralmente aceitável aqui e agora para a maioria dos materiais impressos. Trata-se de uma tecnologia bem amadurecida, familiar e bem difundida, e com uma ampla base estabelecida. Filmes de alta qualidade criados e armazenados de acordo com normas técnicas podem durar até quinhentos anos.
- Cofres centralizados já existem, onde mais de 3 milhões de rolos de filmes *masters* estão armazenados em segurança, em condições climáticas controladas, por apenas um dólar norte-americano anual por bobina.
- As maiores desvantagens do microfilme são características de acesso e distribuição inadequadas.
- Apesar das microformas serem atualmente um meio de preservação relativamente barato para materiais impressos, os custos para este tipo de solução aumentarão de 5 a 10% ao ano, devido ao crescente custo de mão-de-obra.
- Os micrográficos não podem ser considerados uma solução aceitável para todas as necessidades de preservação. Por exemplo, não são a solução ideal para preservação de imagens em gradações de cinza de alta qualidade, imagens coloridas (por exemplo, trabalhos artísticos), gravações de som ou vídeo de animação. Nestas áreas, as tecnologias digitais são a única alternativa razoável.
- Pode ser até 20 vezes mais caro armazenar imagens de páginas com resolução arquivística de 5 x 9 polegadas em disco óptico do que em filmes de 35mm.
- Para sistemas de preservação digital, o aumento da produtividade virá com os avanços tecnológicos, que devem se acelerar rapidamente durante os próximos anos.
- Não há forma alguma de armazenagem digital no mercado atual que possa ser considerada de qualidade arquivística, segundo a definição tradicional.

² Ao longo deste documento (a não ser que se especifique de outra maneira), o tamanho da página utilizado é uma medida de uma página de jornal comum de 8,5 x 11 polegadas ou 93,5 polegadas quadradas. Uma vez que o livro comum tem apenas 5x9 polegadas ou 45 polegadas quadradas, o espaço de armazenagem necessário para a representação digital das páginas de livros a qualquer resolução é de aproximadamente metade daquele necessário para a página de dimensões de jornal.



- Discos ópticos *write-once* poderão ser considerados permanentes³, mas não de qualidade arquivística. A razão não é a longevidade do meio— é o fato de que a tecnologia se torna obsoleta. Mesmo que o meio físico dure 50 anos, é provável que não exista mais um *drive* disponível, capaz de ler a informação que ele contém.
- Quando nos referimos a meios de armazenagem digital, talvez o termo ‘arquivístico’ deva ser redefinido como a habilidade de recriar uma cópia exata do meio original antes de sua degradação ou antes que a tecnologia necessária à sua leitura se torne obsoleta.
- Assumindo que a atualização de meios físicos de armazenagem (recopiar a informação para meios mais novos) teria seu custo justificado pelo aumento da capacidade e/ou redução dos custos dos novos meios, uma questão chave que os conservadores devem responder é: “Uma solução que requer que os meios de armazenagem sejam recopiados para meios mais avançados a cada ‘n’ anos a fim de acompanhar as tecnologias em desenvolvimento é aceitável? Em caso afirmativo, quem seria encarregado de assegurar que tal conversão de meios se daria no prazo previsto? Todo este tema poderia ser assunto de uma outra publicação
- Um sistema de preservação baseado em imagens digitais é a solução futura mais promissora para materiais impressos. Trata-se de uma tecnologia de rápida mudança de qualidade, velocidade e aspectos econômicos. Seus maiores inconvenientes são o fato de ser uma tecnologia recente, os altos requisitos para armazenagem de dados e a ausência de uma capacidade comprovada de armazenagem de qualidade arquivística.
- A tecnologia digital de reprodução de imagens terá sua funcionalidade ampliada e seus custos reduzidos num futuro próximo. Muitos especialistas acreditam que um sistema totalmente digital proporcionará a solução mais econômica para a preservação no futuro. De fato, se fosse feita uma análise de projeção para cinco anos dos sistemas atuais de preservação baseados em micrográficos *versus* aqueles baseados em imagem digital, computando-se os custos de acesso e distribuição, o sistema digital provavelmente se apresentaria como a alternativa mais barata.
- O acesso à informação armazenada é um benefício chave do sistema de preservação de imagem digital. O acesso pode se dar através de uma base de dados, separada, de índices, resumos e índices, procura de texto integral na porção ASCII de documentos compostos, ou folheando-se item por item através da base de dados.
- Com a tecnologia digital o usuário não precisará mais se deslocar até o local onde os materiais preservados estão fisicamente armazenados; o acesso às coleções históricas de todo o país pode estar tão perto quanto o computador ou a impressora mais próximos.
- O acesso eficiente às coleções preservadas tem o poder de permitir à instituição arcar com alguns dos custos de preservação, através de rendimentos gerados a partir da melhoria do acesso à coleção arquivística.
- Uma solução barata para a preservação tem sido explorada em um projeto pioneiro da Universidade de Cornell. Eles vêm usando o escaneamento digital a 600 pontos por polegada

³ Perdurando sem qualquer alteração fundamental ou significativa.

(dpi) binário para criar cópias de alta qualidade sobre papel neutro. A idéia consiste em criar cópias permanentes sobre papel, não arquivísticas, que possam ser recolocadas nas estantes-reformatação de preservação.

- Um sistema híbrido, que combine filme e reprodução digital de imagens, pode muito bem oferecer a melhor alternativa para as necessidades atuais de preservação. Micrográficos proporcionam um meio de armazenamento relativamente barato, de alta qualidade arquivística. A tecnologia digital de imagens contribui para o acesso, a distribuição e a transmissão da informação. Veja que, num futuro próximo, a maioria das repartições de serviço nacionais serão capazes de passar de uma tecnologia para outra, de modo que o profissional da área não precise planejar uma capacidade híbrida completa no sistema local.

- Um sistema híbrido pode ser implementado com a tecnologia hoje disponível filmando primeiro, e depois escaneando alguns ou todos os filmes para melhorar o acesso à coleção preservada. Este processo será designado como o **sistema de preservação arquivístico ‘*filmar primeiro*’**.

- A possibilidade mais recente para implementação de um sistema híbrido é através da filmagem e do escaneamento simultâneos. Novos aparelhos de captura de imagem (combinação dupla escanear/filmar alimentada com velocidade) foram introduzidos na mostra da AIIM de 1992 por Bell & Howell e Kodak. Estes aparelhos podem ser utilizados em documentos não quebradiços. Em termos de processamento, este tipo de sistema apresenta algumas limitações também comuns ao sistema ‘*filmar primeiro*’, que serão discutidas posteriormente.

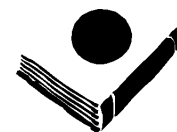
- O **sistema de preservação arquivístico ‘*escanear primeiro*’** está rapidamente se tornando uma alternativa aceitável para o planejador de sistemas de preservação. Escaneando primeiro, cada página pode ser decomposta em áreas separadas de texto, *line art* e sombreado. Cada uma destas áreas será eletronicamente processada de maneira independente, para maximizar a qualidade total da página. Ao escanear em gradações de cinza e realçar os dados digitais antes da criação do filme, será possível criar filmes de qualidade superior aos atuais, que se baseiam em metodologias que utilizam luz/lentes.

- O sistema com escaneamento antes da criação do filme também permitirá um auxílio mais inteligente para recuperação da informação, no formato de código de barras ou marcas *blip* que serão gravadas sobre o filme, permitindo a automatização da recuperação da informação.

- A reprodução digital de imagens permite ao usuário final obter cópias impressas de qualidade superior às obtidas a partir de micrográficos. Cada cópia será uma cópia de primeira geração. De forma análoga aos CD’s musicais, não ocorre degradação durante o uso. Devido ao que foi anteriormente mencionado, o sistema de preservação ‘*escanear-primeiro*’ será mais eficiente em termos de custos para construção e operação do que qualquer outro tipo de sistema de preservação, uma vez que toda a tecnologia necessária esteja disponível.

- A resolução é o parâmetro chave de planejamento para um sistema de preservação de imagem digital (veja **Apêndice A**). Foram definidos diferentes níveis de resolução que serão apresentados nesta publicação da seguinte forma:

- Resolução arquivística ótima é a resolução mais baixa que satisfará completamente os objetivos de imagem arquivísticas definidos para o sistema.



- Resolução de acesso adequada, na ordem de 300 dpi binária, define-se como a resolução suficiente para capturar 99,9% do conteúdo de informação da página.
- O microfilme é indiferente à resolução. Cada quadro de filme pode armazenar imagens de alta qualidade com resolução digital equivalente a cerca de 800 a 1.000 dpi com aproximadamente 8-12 níveis de gradações de cinza.
- A reprodução digital da imagem é dependente da resolução: quanto maiores os requisitos de resolução, mais elevados os custos e a complexidade do sistema.
- Os itens anteriores sugerem uma segunda questão referente à resolução, que deve ser respondida se pretendemos uma avaliação precisa das alternativas disponíveis. A questão é: “deveriam as normas referentes a filmes, que medem primariamente os componentes de elevado contraste de uma reprodução, ser utilizadas para medir a reprodutibilidade digital? Desejamos uma impressão perfeita ou uma cópia de alta qualidade do original inteiro, incluindo meios-tons?”

Recomendação

Atualmente, os profissionais que escolhem o microfilme como solução de preservação podem ter certeza de que seus materiais impressos serão adequadamente preservados e de que mesmo no próximo século, ou ainda além, haverá tecnologia disponível para a transferência deste material para outros meios físicos de armazenagem, se desejado. Isto se deve à sua já aceita natureza arquivística e ao fato de que apenas uma lente e luz são necessários para lê-lo. O armazenamento óptico pode ser considerado para fins de preservação sobre uma base seletiva, desde que haja um plano para recopiar o meio antes de qualquer degradação substancial. Numa perspectiva de longo prazo, os profissionais da área deveriam iniciar imediatamente o planejamento do sistema de preservação arquivístico híbrido do futuro. Os avanços rápidos e contínuos na reprodução digital de imagens e nas tecnologias de discos ópticos serão a chave para a solução dos problemas de preservação.

Os temas

Quais as vantagens e desvantagens de cada tecnologia?

Micrográficos

Vantagens: enquanto meio de armazenagem de informação, o microfilme é durável e relativamente barato. As normas técnicas para a criação, processamento, armazenamento e leitura de microfilmes são bem conhecidas; o equipamento necessário à leitura do microfilme não deve se tornar obsoleto (tudo o que precisamos é de luz e ampliação); cópias de microfilme são reconhecidas como substitutos legalmente aceitos para documentos originais; o microfilme pode, teoricamente, armazenar imagens com gradações de cinza de alta qualidade a baixos custos, e é um meio físico de qualidade arquivística reconhecida (ANSI T9.5-1988, ANSI PH1.67-1985), com uma ampla base de equipamento instalada (**Figura 1**).

Desvantagens: o filme pode ser arranhado quando manipulado; conseqüentemente, filmes de qualidade arquivística são armazenados em galerias seguras (cofres), sendo apenas as cópias distribuídas para uso geral. Cada geração ou cópia subsequente perde em resolução (cerca de 10 por cento).

Além disso, a utilização da maioria dos equipamentos de leitura/impressão de micrográficos requer o manuseio dos filmes; os *printouts* dos equipamentos de leitura/impressão são de baixa qualidade; as variáveis envolvidas na criação dos filmes de difícil controle; a qualidade do filme só pode ser determinada depois que ele estiver concluído e as páginas defeituosas terão que ser filmadas novamente e emendadas ao corpo do filme.

Além disso, é impossível fazer um ajuste seletivo do processo de aquisição para maximizar a qualidade em termos de conteúdo da página. Alguns projetos de preservação requerem a filmagem de duas exposições de certas páginas — uma exposição de alto contraste para a captura efetiva do texto, e uma exposição de baixo contraste para a captura mais fiel de fotografias. Mesmo com este tipo de abordagem, certas combinações de cor não fotografam bem, como impressão em preto sobre fundo vermelho ou azul. (Alguns profissionais da área de preservação/microfilmagem desenvolveram um processo químico especial para o processamento de filmes que melhora a faixa de tons de imagens em gradações de cinza, ao mesmo tempo em que preserva o contraste — essencialmente dando ao usuário o melhor dos dois mundos — gradações de cinza e texto). Finalmente, o conservador deve atentar para o fato de que a maioria dos microfilmes produzidos por instituições de serviço específicos para o gerenciamento de registros não atende aos padrões de preservação.

Reprodução digital da imagem

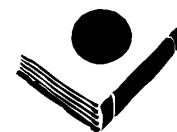
Vantagens: o formato de imagem digital oferece facilidade de acesso; capacidades de transmissão e distribuição excelentes; restauração e realce eletrônicos; cópias de alta qualidade para o usuário e auxílio automatizado de recuperação da informação. Veja que a ênfase primeira está em melhorar a qualidade do usuário e oferecer melhor acesso às informações (**Figura 2**).

Desvantagens: a tecnologia é relativamente recente; uma imagem digital, exibida ou impressa, ainda não é aceitável como substituto legal para o original; faltam normas técnicas em muitas áreas; o armazenamento digital não é considerado de qualidade arquivística — requer um monitoramento contínuo e uma nova cópia eventual ou periódica; os sistemas de *drive* inevitavelmente se tornarão obsoletos; os custos para armazenar imagens de qualidade arquivística de alta resolução crescem com o aumento da qualidade; e imagens em gradações de cinza requerem um espaço de armazenagem ainda maior.

Resumo

Micrográficos: uma tecnologia madura, geralmente aceita para preservação de materiais impressos. Alta qualidade e baixo custo. Desvantagem principal — características de acesso e distribuição inadequadas.

Reprodução digital da imagem: a tecnologia mais promissora para a preservação de materiais impressos. Rápido desenvolvimento em termos de qualidade, velocidade de acesso e aspectos econômicos. Desvantagens principais — a tecnologia ainda é recente, os requisitos para a armazenagem de dados em padrões arquivísticos de imagem são elevados, não há normas técnicas suficientes e a tecnologia não é um meio físico comprovado de armazenamento com características arquivísticas.



O disco óptico

A solução proveitosa de acesso pelo disco óptico

O acesso é o outro lado da moeda da preservação. Uma coisa é a preservação de um corpo de conhecimento para as gerações futuras; outra e com objetivo completamente distinto, é propiciar ao usuário acesso aos materiais preservados e de modo a evitar que sejam danificados. Refletindo sobre esta dicotomia, Billl Nugent, um visionário no campo da tecnologia de reprodução de imagens e de disco óptico, diz “[...] Os objetivos duais de preservação de materiais e de permitir [...] o acesso público a eles são opostos. Preservação implica, em geral, um ambiente físico rigorosamente controlado, um cuidado de custódia cauteloso e utilização pública limitada. A utilização excessiva geralmente significa desgaste acelerado e deterioração. Contudo, as imagens de páginas preservadas no disco óptico digital ou em um sistema híbrido podem, agora, alcançar os dois objetivos sem conflito, uma vez que não há desgaste resultante da ação do feixe de *laser* de baixa potência utilizado na leitura dos dados armazenados nos discos” [1]*. Claramente, o disco óptico, utilizado num sistema híbrido de forma hierárquica, atende com eficiência às necessidades de acesso à informação.

Além disso, o fato de que os pesquisadores não terão mais que se deslocar fisicamente até a coleção, a possibilidade crescente de acessar múltiplas coleções simultaneamente, a possibilidade de recuperar rapidamente informações bastante seletivas e, finalmente, a possibilidade de recuperar rapidamente informações bastante seletivas e, finalmente, a possibilidade de acesso a cópias de alta qualidade de documentos históricos são características exclusivas dos meios de armazenagem eletrônicos, sendo inviáveis para qualquer outro meio existente. Uma vez que esta capacidade superior de acesso contribui para o processo de pesquisa, ela tem o poder de permitir à instituição arcar com alguns dos custos de preservação através de rendimentos gerados a partir da melhoria do acesso à coleção arquivística.

Armazenamento ‘permanente’ de alta capacidade

O disco óptico foi uma das primeiras tecnologias a tornar prática a reprodução digital de imagens. As imagens digitais requerem grandes quantidades de espaço para armazenagem. O disco óptico promete elevada capacidade, permanência, removabilidade e acesso randômico — tudo isso a baixos preços. As vantagens do disco óptico como tecnologia de armazenamento estão relacionadas na **Figura 3**. Uma vez que o disco óptico é lido por um feixe de *laser* e que sua superfície metálica é encapsulada por plástico ou vidro, ele possui elevada resistência ao desgaste no uso.

Existem vários tipos de discos ópticos. Aqueles normalmente discutidos enquanto alternativa de preservação é o disco *write-once-read-many* (WORM)**. Escreve-se com um feixe de *laser* que queima pequenas aberturas em sua superfície metálica. Uma vez que os dados estiverem ‘escritos’ no disco, não será mais possível apagá-los. Se um erro for cometido e os dados precisarem ser reescritos, isto será feito em uma nova área da superfície do disco deixando assim um *audit trail*⁴.

* Todos os números contidos entre colchetes referem-se às notas bibliográficas, que vêm ao final do texto.

⁴ Um registro manual ou computadorizado que pode ser utilizado para reconhecer o tipo e a origem de operações que afetam o conteúdo de um documento, registro ou arquivo.

**NT: escrever-uma-vez-ler-várias.

Outros tipos de discos ópticos incluem *read-only-memory** (por exemplo, o CD-ROM e o videodisco) e o mais novo membro da família: o ‘apagável’ (*erasable*).

O disco óptico apagável é visto, a princípio, como um substituto para fitas e discos magnéticos. Uma vez que pode ser apagado e reescrito, este tipo de disco não é normalmente considerado para fins de armazenagem em termos arquivísticos.

O CD-ROM e o videodisco são, originalmente, meios de distribuição; contudo, eles possuem as mesmas características de longevidade, a opção de remoção e correção de erro que seus parentes *write-once*, podendo ser utilizados, numa hierarquia global de armazenamento, para guarda, efetiva de documentos de preservação. Isto é especialmente verdadeiro com a introdução do CD-ROM *write-once*, devido ao baixo custo dos meios físicos, e o fato de que pode ser lido num *drive* padrão para CD-ROM será bastante atraente para utilização em preservação enquanto meio de acesso.

Discos ópticos: qual a sua duração?

Bill Nugent define a longevidade do disco óptico da seguinte forma:

“Longevidade é a duração esperada de um disco óptico desde o momento de sua fabricação até o momento em que um de seus parâmetros importantes se degrada a ponto de torná-lo impróprio para uso, ou até atingir um ponto pré-definido como fim da vida para aquele parâmetro. Um exemplo seria a degradação da taxa de erro de *bit* (BER)⁵ para o nível de $1,0 \times 10^{-4}$, um ponto definido como o fim da vida de discos ópticos *write-once* de 5,25 polegadas”[2].

Ele diz que, ao conduzir uma série de testes de envelhecimento acelerado, é possível determinar estatisticamente uma expectativa de vida para um disco óptico, com base no acréscimo observado na taxa de erro de *bit*. Uma vez determinada, a taxa de erro de *bit* de cada disco pode ser monitorada como o objetivo de prever a aproximação do limite de vida do disco e, assim, permitir que seja copiado enquanto sua integridade ainda está garantida. Uma vez que discos ópticos contêm dois níveis de correção de erros, aqueles em estágios iniciais de degradação podem ser recopiados sem que haja perda de dados.

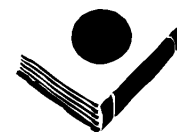
A longevidade é um parâmetro fundamental em aplicação de preservação. Os discos ópticos não serão confortavelmente aceitos (para armazenamento em padrões arquivísticos) até que alguns parâmetros estejam bem estabelecidos, como longevidade, taxas de decadência, natureza física dos mecanismos de falha e uma estratégia de recópia baseada em um monitoramento planejado, utilizando procedimentos de testes bem determinados (ou procedimentos de recópia bem definidos) [3].

Redefinindo ‘arquivístico’

Quando se pensa em definir o termo ‘arquivístico’, a definição ‘preservação de um documento por cerca de quinhentos anos’ vem à mente. Esta definição se presta bem para a informação que pode ser interpretada pelo olho humano, uma vez que este tem permanecido inalterado por centenas de milhares de anos. Contudo, a tecnologia avança rapidamente. A informação armazenada em formato eletrônico deve ser interpretada através de computadores para que seja inteligível aos humanos; contudo,

*NT: ‘memória’ somente para leitura

⁵ Medida do número de bits de dados encontrados em erro quando a informação é lida de um meio de armazenamento.



dois fatores influenciam a habilidade de se ter acesso a este tipo de informação: a permanência do meio físico e o tempo de vida da tecnologia necessária para se ter acesso à informação. O fato de que os meios de armazenamento digital devem durar cem anos ou mais tem pouco significado por si só. Neste caso, ‘arquivístico’ deveria ser redefinido como a habilidade de se recriar uma cópia exata do meio original antes que este se degrade ou antes que a tecnologia necessária à sua leitura se torne obsoleta.

Impacto da obsolescência sobre a abordagem digital

O *National Archives*, em sua publicação *Preservation of historical records*, diz que os discos ópticos nunca podem ser utilizados para armazenamento permanente (acredito que se queria dizer arquivísticos). O *Archives* está preocupado com o problema da obsolescência. Eles citam como exemplo o censo de 1960, que foi o primeiro a ser automatizado. Em 1970, os arquivistas descobriram que havia apenas dois computadores no mundo que poderiam ler os dados do censo de 1960. Um se encontrava no *Smithsonian* e o outro no Japão. Supostamente, sabe-se menos sobre este primeiro censo ‘automatizado’ do que sobre o censo de 1860, realizado cem anos antes [4].

A obsolescência é uma preocupação chave para o *designer* de qualquer sistema de imagem digital. O fato de que o dispositivo de armazenagem se torna obsoleto exigirá a recopagem do meio a cada cinco ou dez anos.

Preservação através da regravação

Pode-se monitorar os meios físicos de armazenagem, como sugere Nugent, ou então se adotar uma política de regravação planejada. Há aqueles que acreditam que, independentemente da estratégia empregada, a regravação de uma geração anterior de um meio de armazenamento digital sobre outro de geração seguinte será favorável em termos de custos, devido aos avanços da tecnologia. Contudo, ao se utilizar o conceito de sistema híbrido, empregando-se o filme como sistema de arquivamento, os custos associados à necessidade de recópia poderiam ser reduzidos ou completamente eliminados do ciclo de vida do sistema. Afinal, o filme, enquanto meio de armazenamento, é ainda mais barato que o disco óptico, e mesmo que o filme de padrão arquivístico deva ser armazenado em galerias especiais, os custos de armazenagem permanecerão inferiores, ainda por algum tempo, àqueles relacionados à regravação (renovação) dos meios digitais.

Admitindo-se que o conceito de hierarquia de armazenamento seja aplicado no contexto do sistema híbrido, apenas uma pequena percentagem dos documentos preservados (os mais freqüente e recentemente utilizados) seriam alterados para o formato digital a qualquer instante. Isto poderia reduzir substancialmente os custos operacionais do sistema de preservação.

Uma preocupação final bastante realista, relacionada à necessidade de se efetuar a preservação através da regravação, é a de que, em tempos de dificuldades econômicas, os custos associados a esta renovação de meios poderiam ser cortados do orçamento ou, por uma razão qualquer, uma política de regravação seletiva ou censura poderia ser adotada. Será que se pode realmente confiar naqueles que nos sucederão para assumir responsabilidades de recópia?

Resolução, o elemento-chave no planejamento

Micrográficos

Resolução em filmes: a resolução em filmes é tipicamente definida como a habilidade de reproduzir detalhes de um objeto; uma medida de nitidez, ela é expressa como o número de pares de linhas (linhas-padrão) por milímetro (1ppm) que podem ser ‘resolvidos’⁶. Um par de linhas consiste em uma linha preta e uma linha branca. Uma série de pares de linhas é considerada resolvida se todas as linhas em um arranjo de pares sobre um alvo puderem ser identificadas com confiança. A resolução do filme é medida ao se fotografar vários alvos teste e, sob o microscópio, determinar o menor padrão em que as linhas individuais possam ser claramente distinguidas [5] (**Figura 4**). As especificações do *Research Libraries Group* requerem que um alvo de resolução seja parte da sequência inicial de quadros para cada livro em um rolo de filme e que a resolução medida seja de cerca de 120 1ppm, ou alvo 10⁶.

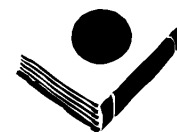
Resolução efetiva de filme: teoricamente, o microfilme é capaz de armazenar resoluções de 1.000 1ppm; mas este limite teórico nunca é realmente alcançado, sendo o limite de resolução para as melhores câmaras de microfilmagem, operando em condições ideais, da ordem de 200 1ppm. E, devido às variações na iluminação, controle de exposição, qualidade das lentes, focos, fatores químicos da revelação, ajuste de câmaras, vibrações e outras variáveis presentes no ambiente de produção, um filme de alta qualidade de 35 mm 12X usualmente produz imagens em uma resolução efetiva de cerca de 120-150 1ppm (o padrão RLG identifica qualquer resolução acima de 120 1ppm, como sendo excelente. Esta resolução efetiva do filme é equivalente a uma resolução de escaneamento binário digital de aproximadamente 700-900 dpi. Levará alguns anos antes que os custos efetivos dos sistemas de imagem digital capazes de alcançar este nível de resolução estejam acessíveis em uma base de produção (**Apêndice A**).

Integridade do filme: os arquivistas estão confiantes na preservação de materiais em microfilmes, uma vez que sabem que — assumindo-se que o filme seja manufaturado, processado e armazenado de acordo com padrões estabelecidos — estão criando um registro permanente, que durará possivelmente centenas de anos.

Reprodução digital de imagem

Histórico: a tecnologia de reprodução digital de imagem é vista por muitos como um substituto para o microfilme; contudo, esta percepção não é completamente exata. Levará algum tempo para que o disco óptico se torne um meio de armazenamento efetivo, em termos de custos, para substituir o filme. Em geral, muitas pessoas estão familiarizadas com os micrográficos. Em contrapartida, muitas pessoas não estão familiarizadas com a complexa tecnologia de reprodução digital de imagem.

⁶ Pares de linhas por milímetro ou linhas por milímetro são uma medida de resolução. O modelo de teste de resolução é constituído de linhas negras sobre um fundo branco: as linhas negras e os espaços em branco apresentam a mesma largura. Um modelo de teste é dito resolvido se todas as cinco linhas em ambas as direções puderem ser claramente diferenciadas.



Resolução da imagem digital: a resolução da imagem digital é comumente definida como o número de amostras eletrônicas (pontos ou *pixels*) por unidade linear medindo nas direções vertical e horizontal de escaneamento. O termo *pixel* refere-se a elementos de ilustração. Uma imagem digital é análoga a uma fotografia eletrônica. Ela consiste de uma série de *pixels* que podem ser reagrupados na sequência apropriada para se reconstruir a página original. Estes *pixels* são representados na memória do computador por um código digital. A maioria dos *scanners* disponíveis no mercado apresenta uma faixa de resolução entre 200 e 600 dpi. Estes são denominados *scanners* bitonais ou binários, porque os *pixels* somente podem ser representados como preto (0) ou branco (1). Se o *scanner* captura *pixels* de gradações de cinza, então a qualidade de quaisquer tons contínuos ou meios-tons sobre a página será capturada de forma mais precisa. *Pixels* de gradações cinza refletem o valor da luz que está sendo refletida para fora da página e, para *pixels* de 8 bits, são representados por um número sobre uma escala de preto puro (0) a extremamente branco (256). O número (isto é, densidade) de pontos é governado pela resolução do *scanner* de imagem digital. Quanto maior a resolução, maior a fidelidade desta representação recriada.

Devido ao reduzido tamanho destes pontos digitais (*pixels*), um grande número deles é necessário para se recriar a imagem. Por exemplo, a uma resolução de 300 dpi, 90 mil pontos por polegada quadrada são gerados. Esta é a razão pela qual grande quantidade de espaço é necessário à armazenagem de dados de imagem de alta qualidade.

Para esta publicação, os diferentes níveis de resolução foram definidos da seguinte forma:

- resolução arquivística é definida como a resolução necessária à captura de uma réplica fiel do documento original, desconsiderando-se os custos para tal. Atualmente, esta resolução parece ser da ordem de 600 dpi com 8 bits de gradações de cinza, mas pode muito bem tornar-se superior;
- resolução arquivística ótima é efetivamente a resolução mais elevada que a tecnologia sustentará economicamente em um dado momento no tempo. Seu objetivo é alcançar o equilíbrio ideal entre custo mínimo de sistema e a máxima qualidade de imagem;
- resolução de acesso adequada, na ordem de 300 dpi binário, é definida como a resolução suficiente para capturar 99,9% do conteúdo de informação da página. Este tipo não é adequado à preservação; contudo, é geralmente aceito para a maioria das necessidades de acesso à informação.

A reprodução digital de imagem não é indiferente à resolução: à medida que a resolução aumenta, o mesmo acontece com a quantidade de dados capturados. O tempo necessário para escanear e processar a imagem, a qualidade, a fidelidade, e a quantidade de espaço para armazená-la também aumentam em proporção direta ao aumento de resolução. Os objetivos de resolução do sistema devem ser profundamente examinados durante o seu planejamento. As opções de escolha no planejamento, envolvendo qualidade *versus* custo, influenciarão todas as decisões referentes à resolução. Para uma explicação detalhada de assuntos referentes à resolução, veja o **Apêndice A**. É importante determinar exatamente o objetivo do sistema, de modo que o responsável pelo planejamento possa determinar a resolução econômica mínima que satisfaça **completamente** os objetivos de qualidade. A idéia é maximizar a qualidade e minimizar os custos.

As contrapartidas ao se selecionar uma tecnologia preferencialmente à outra

Um sistema de filme- apenas (film-only)

As contrapartidas envolvidas na implementação de um sistema de preservação inteiramente baseado em filmes são, atualmente, as seguintes: a) o filme produzido deve ser da mais alta qualidade, proporcionando um balanço adequado entre alto contraste de texto e uma larga faixa de gradações de cinza; b) tradicionalmente, em sistemas baseados em filme, muito pouca atenção é dispensada à indexação e à criação de processos automatizados de recuperação da informação; conseqüentemente, se o filme vier a ser convertido para digital, os métodos de acesso deverão ser criados quando da conversão.

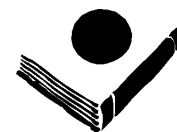
O planejamento de um sistema de preservação baseado unicamente na tecnologia de micrográficos requer que todas as normas técnicas para a criação, o manuseio, o processamento e a armazenagem do filme sejam estritamente obedecidas. Além disso, é importante também que o filme criado seja de qualidade muito elevada, com um bom equilíbrio entre conteúdo de alto contraste e de baixo contraste. Contudo, a indexação do filme de maneira análoga ao que seria feito com uma coleção digital típica não deve ser negligenciada. Certamente, uma publicação ou um documento individual pode ser identificado juntamente com o rolo do filme ou ficha que o contém, mas é efetivamente difícil a identificação de artigos, páginas, ou a conexão entre ambos em um sistema baseado em filme. A indexação de filmes não é um procedimento comumente adotado porque o acesso aos filmes é usualmente seqüencial.

A escolha é conviver com as características ineficientes de recuperação da informação e com a baixa qualidade das cópias impressas pelos aparelhos de leitura/impressão, que são desvantagens inerentes ao filme, ou acrescentar mais tarde um processo de recuperação digital. Isto pode ser feito; contudo, as imagens digitais de páginas criadas deverão ser reindexadas para que se possa tirar a máxima vantagem do processo de recuperação da imagem digital. Isso significa uma duplicação de alguns dos trabalhos de manuseio de documentos feitos anteriormente, quando o filme foi capturado pela primeira vez. Este custo adicional deve ser pago para que possa otimizar o acesso.

Um sistema de apenas-imagem-digital (digital-image-only)

As contrapartidas envolvidas na implementação de um sistema de preservação completamente digital são, atualmente, as seguintes: a) o projetista pode tentar economizar, planejando um sistema de resolução inferior, reduzindo assim os custos de implementação e operação, mas apenas imagens de qualidade inferior à imagem de padrões arquivísticos; b) no orçamento operacional podem não estar incluídos os custos associados à recópia dos discos ópticos e, c) toda a qualidade e os aspectos técnicos necessários para implementar um sistema de imagem digital arquivístico não foram ainda completamente resolvidos.

Um sistema de preservação planejado para a utilização exclusiva da tecnologia de imagem deve ser configurado para resolver três problemas: 1) a falta de uma capacidade reconhecida de armazenamento em padrões arquivísticos; 2) a necessidade de se escanear a uma elevada resolução (cerca de 600 dpi ou superior, com gradação de cinza) para se criar uma imagem de qualidade arquivística e 3) o custo elevado, mas declinante, da armazenagem de imagens com resolução arquivística em disco ópticos. O fato da reprodução digital de imagem não ser indiferente à resolução significa que o



custo do armazenamento de imagens será elevado. Por exemplo, para armazenar páginas com qualidade arquivística em disco óptico utilizando-se o JPEG⁷ são necessários aproximadamente 2,25 megabytes (MB) de espaço de armazenamento (**Apêndice A**).

Com o preço de um disco óptico comum de 12 polegadas próximo de 300 dólares (em grandes quantidades) e considerando-se a capacidade de armazenagem de aproximadamente 4 gigabytes (1GB equivale a 1000 MB); então, 3.540 imagens com gradações de 5 x 9 polegadas, a uma resolução de 600 dpi, podem ser armazenadas a um custo de 0,085 dólares norte-americanos por página comprimida (custo apenas do meio físico). Esta mesma resolução de imagem pode ser armazenada sobre filme por menos de 0,01 dólar norte-americano por página. Além do elevado custo inicial de armazenagem, o projetista do sistema deverá considerar os custos de recópia dos discos a cada intervalo de cinco a 10 anos. Estes custos de recópia podem muito bem ser compensados pelo aumento na capacidade de armazenamento ou pela diminuição dos custos com o passar do tempo.

Thomas Bourke, um pesquisador renomado na área da aplicação de micrográficos e de tecnologia de discos ópticos em bibliotecas, numa publicação intitulada *Research libraries reassess document preservation technologies*, menciona que o *Committee on Preservation of the National Archives and Records Administration* fez uma recomendação aos arquivistas no sentido de que todo o material contido nos arquivos seja preservado sobre filme legível, porque esta tecnologia já perfeitamente desenvolvida não experimentará alterações significativas no futuro.

Parece que o comitê do Arquivo concluiu, como muitos especialistas, que um sistema completamente digital, atualmente, é ainda uma alternativa de preservação que está sujeita a riscos. Mas, em futuro próximo, a tecnologia evoluirá e a política, as normas técnicas e os assuntos administrativos serão resolvidos, tendo como resultado provável a aceitação de uma abordagem de preservação baseada no sistema híbrido.

Os benefícios da abordagem baseada num sistema híbrido

Jogando com duas forças

As exigências de um sistema de preservação são melhor satisfeitas com uma combinação de tecnologias. A reprodução de imagem digital possui duas forças principais: 1) a capacidade de melhorar o acesso, a transmissão e a distribuição de imagens preservadas; e 2) a habilidade de realçar (limpar) eletronicamente as imagens armazenadas. Ela elimina alguns aspectos negativos que impedem uma aceitação mais ampla dos micrográficos enquanto tecnologia de armazenagem de documentos e recuperação da informação, em vez de uma simples tecnologia de economia de espaço [8,9].

Os micrógrafos, por sua vez, constituem atualmente o único meio de preservação verdadeiramente arquivístico, já que são considerados excelentes por propiciar um armazenamento a longo prazo para quantidades maciças de informação utilizadas com pouca frequência (**Figura 5**).

Aproveitando-se as vantagens das forças do filme, combinadas num sistema hierárquico com as facilidades de acesso propiciadas pela reprodução de imagem digital, um sistema de preservação pode ser criado, satisfazendo todas as necessidades conhecidas da maneira mais econômica.

⁷ Joint Photographic Expert Group.

O sistema híbrido de acesso do usuário final

Além do sistema híbrido planejado para a preservação de materiais, deve haver também sistemas híbridos que permitam acesso às coleções preservadas. Estes sistemas poderiam ser tanto locais como remotos, sendo, muito provavelmente, interconectados por redes locais ou de maior alcance. Eles devem consistir de servidores de arquivos e de estações de trabalho para o usuário final.

Os servidores de arquivos propiciam acesso tanto aos catálogos bibliográficos, que podem ser consultados para se determinar a localização de itens de interesse, quanto às bases de dados que contenham imagens de documentos preservados.

A estação de trabalho, seja um sistema do tipo UNIX ou um *high-end*, PC 386 - 486, deveria ser um componente chave no planejamento de qualquer sistema de preservação de imagem digital. O planejamento deveria concentrar-se num sistema de distribuição baseado no modelo cliente/servidor, onde as estações de trabalho realizam a maior parte do trabalho. A estação de trabalho deveria ser utilizada como a máquina de produção ou como uma estação de acesso para o usuário final. Se o sistema for planejado desta forma, então os avanços na tecnologia de estações de trabalho representam um potencial para enormes capacidades operacionais, obtidas pela simples elevação à próxima geração de processadores de estações de trabalho. O benefício resultante é o de que o projetista de sistemas pode contar com o fato de que a estação de trabalho experimentará um aumento de capacidade de aproximadamente 25% ao ano e de que os custos declinarão à taxa de 10 a 20% anualmente. Desta forma, a razão entre preço e desempenho do sistema de preservação como um todo melhorará a cada ano — automaticamente.

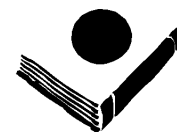
As estações de trabalho de produção devem ser conectadas ao sistema de preservação através de uma rede de área local. Elas seriam utilizadas para desempenhar funções de preservação como *batching*, escaneamento, indexação, controle de criação de filme digital etc.; todas as funções necessárias para se arquivar os documentos.

Por outro lado, as estações de trabalho de acesso para o usuário final permitirão aos pesquisadores o acesso às bases de dados dos documentos preservados. O sistema propicia acesso a textos, imagens digitais e bases de dados multimídia distribuídas em CD-ROM's, bases de dados multimídia de imagens em vídeodiscos, redes de trabalho *on line* (como BRS, Dialog e EPIC), bem como um dispositivo para requisição de documentos, entrega de fac-símiles de documentos e acesso computadorizado à informação armazenada em filme. O acesso a uma ou mais bases de dados de preservação — *on line* ou em CD-ROM — permitirá ao usuário encontrar citações sobre o conteúdo de seu interesse e requisitar impressões de fac-símiles em uma impressora binária local de alta qualidade (**Figura 6**). Desta forma, o sistema de usuário final pode ser útil, quaisquer que sejam os meios de armazenagem ou as tecnologias utilizadas para a preservação dos materiais. Onde cópias de documentos forem suficientes elas poderão ser enviadas em formato de fax em poucas horas. Os pesquisadores farão uma considerável economia de tempo e dinheiro evitando o deslocamento até o local onde os materiais preservados se encontram, eliminando assim dificuldades a eles impostas e barreiras artificiais ao acesso.

Filmar primeiro e então converter... ou vice-versa?

Filmando primeiro

No conceito do sistema híbrido, se uma determinada instituição escolhe a criação do filme como a etapa inicial do processo de preservação, o projetista do sistema pode escolher tanto filmes de baixo



contraste quanto filmes de alto contraste — baseando-se no tipo de material que está sendo processado — e otimizar adequadamente a química envolvida no processo. Tratando-se de filme, há pouca flexibilidade para o manuseio diferenciado de páginas em função de seu conteúdo, a não ser que se façam exposições múltiplas (contraste baixo e elevado) para cada página, ou que, através de um processo e/ou um tratamento químico especiais, a faixa de tons do filme possa ser aumentada. Normalmente, com filme de baixo contraste, a resolução e a clareza do texto serão sacrificadas em algumas medidas. Por outro lado, o filme de elevado contraste permite uma melhor reprodução do texto com menos níveis de cinza. A micrografia é basicamente um processo de elevado contraste.

Muitos especialistas recomendam que se filme primeiro e depois se escaneie o filme. A teoria deles é a de que, uma vez que a luz brilha através do filme que está sendo escaneado, a maior parte dela pode ser capturada pelo arranjo de escaneamento CCD (*charge-coupled device*)⁸, permitindo a criação de uma imagem melhor. No escaneamento de *hardcopies*, a luz é refletida pela página em várias direções, sendo que apenas uma porção menor é capturada pelo arranjo CCD. Embora uma quantidade superior de luz seja capturada no escaneamento do filme, esta vantagem tem como contrapartida o fato de que o filme já é uma geração posterior ao documento original e já perdeu parte da resolução e das gradações de cinza originais. Portanto, a qualidade da imagem é provavelmente muito parecida, independentemente do fato de ter sido escaneada a partir do documento ou do filme.

Glen Magnell, diretor de marketing da *Document Imaging Systems Division*, da Minolta Corporation, afirma que o microfilme é o meio de alimentação mais eficiente para a gravação sobre discos ópticos. Magnell diz que “[...] o escaneamento do microfilme é muito mais eficiente e virtualmente **tão confortável quanto o escaneamento do documento** [ênfase acrescentada]” [10].

O autor desta publicação discorda. Filmar primeiro funciona bem se os documentos exigem pouco processamento em conjunto com o processo de captura. Isto porque o filme é um meio linear, podendo apenas ser utilizado por uma pessoa ou processo de cada vez. Ao se filmar o documento (*hardcopy*), este deve ser processado na ordem exata em que deveria aparecer sobre o filme e o controle de qualidade somente é realizado após a revelação do filme. O processo de filmagem requer quantidades expressivas de remessas (*batching*), reproprocessamento e emendas, o que o torna bastante ineficiente.

Por outro lado, quando o documento (*hardcopy*) é convertido para a forma digital, o processamento da página é extremamente simples (por exemplo, indexação, controle de qualidade em tempo real, OCR, seleção, remessas (*batching*) e processamento paralelo); todas são inerentes à tecnologia.

Uma segunda preocupação é o número limitado de *scanners* de microfilme disponíveis e suas limitadas opções de resolução. Como a demanda por escaneamento de filmes para preservação é pequena, pode ser necessário ao sistema ter uma câmara de microfilme modificada sob encomenda para atender às exigências de resolução arquivística de escaneamento para preservação.

Contudo, filmar primeiro e criar imagens digitais através do escaneamento seletivo do filme parece ser a opção de preservação de menor risco atualmente, desde que a devida atenção seja dispensada à indexação da coleção de filmes.

⁸ Tipo de componente eletrônico sensível à luz. Ele desenvolve uma carga elétrica na proporção direta da quantidade de luz registrada. A carga elétrica pode ser lida para cada elemento individual do arranjo para se recriar a imagem linha por linha.

Escaneando primeiro

Se a criação de imagens digitais for escolhida como a primeira etapa no processamento de preservação, a decisão chave ficará em torno da resolução do escaneamento. Escanear documentos originais a uma resolução ‘arquivística ótima’, ainda a ser determinada, significa a criação de um equilíbrio que permita a produção de qualidade de imagem comparável aos métodos fotográficos, simultaneamente a minimização da quantidade de dados armazenados.

Após o escaneamento, técnicas de realce são aplicadas com a finalidade de melhorar a qualidade da imagem e, posteriormente, imagens de gradações de cinza de alta resolução completas são utilizadas para criar filmes de elevada qualidade, utilizando um feixe de elétrons ou uma câmara digital de microfilme produzido por computador. A qualidade do filme criado é determinada pela resolução de escaneamento e pela qualidade de dados de gradações de cinza capturada (**Apêndice A**).

Ao mesmo tempo, um processo paralelo utiliza as imagens com gradações de cinza de elevada resolução geradas no processo de realce de imagem e as converte em imagens binárias de alta qualidade e resolução reduzida, adequadas ao acesso à informação. As imagens de elevada resolução sobre filme são cópias arquivísticas. As imagens de resolução reduzida na forma digital podem sempre ser recriadas a partir da cópia sobre filme, por apenas alguns centavos de dólar norte-americano por página. Neste caso, a obsolescência não é um fator.

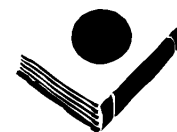
Tempo e volume, dois fatores-chave

Dois aspectos da maior importância ao se implementar um sistema de preservação ‘escanear primeiro’ de resolução arquivística são o intervalo de tempo entre a captura de imagem e a conversão a filme e o volume diário de documentos sendo preservados. Se o referido intervalo de tempo for superior a um dia e se o volume de documentos for significativo, seria mais fácil e barato filmar primeiro e converter para o digital posteriormente. O espaço de tempo que os dados de gradações de cinza de resolução arquivística devem permanecer armazenados em discos ópticos ou magnéticos antes da filmagem e o volume de páginas a ser capturado, afetam significativamente o custo do sistema. Quanto maiores o espaço de tempo mencionado e o volume diário de documentos, mais atrativa se torna a opção de filmar primeiro.

Escaneamento e filmagem simultâneos

Na mostra de 1992 da AIIM, alguns fornecedores, incluindo Bell & Howell e Kodak, geraram equipamentos que permitem escaneamento e filmagem simultâneos. Estes equipamentos têm, atualmente, uma resolução baixa (300 dpi) e são dirigidos ao mercado de gerência de registros; mas eles têm potencial para o mercado de preservação no futuro. Ambos empregam uma cinta de alimentação muito delicada, que poderia acomodar todas as páginas que ainda não começaram a se tornar quebradiças. Além disso, os dois têm a capacidade de escanear e filmar ambos os lados de uma página numa única passagem.

Deve-se notar que o escaneamento e filmagem simultâneos tem alguns dos mesmos aspectos negativos que o processo de filmar primeiro. O filme é criado exatamente na mesma ordem em que foi escaneado; não há alternativas simples para se conferir inteligência ao filme; e se as páginas são inclinadas, alimentadas incorretamente ou se são de qualidade inferior, a única coisa a fazer é emendá-las adequadamente após o fato. ***Escanear primeiro para se obter a página na forma digital é a opção de processamento mais efetiva e flexível para o futuro sistema híbrido de preservação.***



A câmara digital computer output microfilm (COM)

À medida que as tecnologias de transmissão de dados e realce de imagem avançam e os microprocessadores se tornam mais rápidos e potentes, torna-se financeiramente viável a criação do filme digital inteligente, que é de qualidade superior ao filme produzido fotograficamente. É este filme digital de resolução arquivística de alta qualidade que poderá ser o meio de armazenamento arquivístico para sistemas de preservação futuros. As câmaras capazes de produzir este filme são: a Eletron Beam Recorder, de uma companhia chamada *Image Graphics, Inc.*, em Shelton Ct; e uma câmara de feixe de *laser* da *iBASE Systems Corp.*, em Hayward, Ca. Ambos os fabricantes afirmam que suas câmaras podem produzir filmes comparáveis aos produzidos fotograficamente.

Este filme criado digitalmente pode ser indexado inteligentemente com marcas *blip* e códigos de barra para propiciar a recuperação da informação de páginas específicas ou de grupos de páginas armazenadas sobre o filme, de forma automatizada, precisa e assistida por computadores, proporcionando assim uma melhoria construída significativa no acesso automatizado a filmes.

A inteligência adicional que pode ser constituída dentro do filme permitiria o desenvolvimento de programas de monitoramento computadorizado, automaticamente, migrar documentos preservados entre diferentes níveis e tipos de armazenagem hierárquico composto por discos magnéticos, discos ópticos, fitas de áudio digitais (*DAT – digital audio tape*), filmes e outros meios de armazenagem, da maneira mais efetiva, em termos de custos. Este sistema tem o potencial de eliminar um dos mais altos custos associados a um vasto arquivo de filmes: o custo de recuperar o filme para a produção de cópias (atualmente, em um reservatório de filmes, este custo varia de 15 a 30 dólares norte-americanos por bobina). E, devido ao fato de o filme ser utilizado como o sistema arquivístico, qualquer risco de obsolescência é eliminado. Os discos ópticos poderiam ser utilizados para propiciar o armazenamento de dados de alto uso a níveis de resolução que satisfaria as exigências de informação do usuário final (normalmente 300 dpi binário).

Tecnologia digital ainda em desenvolvimento

Parte da tecnologia necessária à implementação do sistema híbrido de preservação, ainda está sendo desenvolvida conforme definido anteriormente. *Scanners* com escala de cinza, de alimentação de folha com alta velocidade, *scanners* que podem escanear livros encadernados, *scanners* binários de alta velocidade com escala de cinza para filmes, armazenamento magnético confiável de alta capacidade e alta velocidade (grupos de discos paralelos), discos ópticos *write-once* de capacidade superior, câmaras digitais COM com escala de cinza, de alta velocidade e aparatos de comunicação capazes de lidar com taxas de transmissão da ordem de 20 MB por segundo, são equipamentos que ainda não estão disponíveis, pois estão apenas surgindo. Contudo, uma vez que a tecnologia de reprodução digital de imagens está ainda em sua infância, estas soluções evoluirão rapidamente. De fato, é provável que tudo isto esteja comercialmente disponível dentro de dois anos.

Opções para a conversão de um formato a outro

Sistemas híbridos devem ser planejados para ter interface com tecnologias passadas, presentes e futuras [11]. Apesar do planejamento dever antecipar estas capacidades, operacionalmente a conversão pode, na realidade, ser efetuada através de uma agência de serviços de filmagem para preservação.

O caminho de migração do passado para o presente deve permitir o escaneamento de coleções de microformas preexistentes (ficha ou filme), e sua conversão a um formato de imagem digital de elevada qualidade para se melhorar o acesso. Este processo de conversão pode ocorrer quase que automaticamente, dependendo da quantidade de inteligência construída no sistema e no filme. Trata-se simplesmente de tomar a bobina de filme certa, de desenrolar o filme até o fotograma correto e de escanear o filme fotograma a fotograma. Se foi conferida inteligência ao filme durante a filmagem inicial, então esta inteligência pode ser utilizada para indexar as imagens. O processo é rápido, eficiente e barato, com um custo de poucos centavos de dólar norte-americano por página. Há *scanners* de microformas que suportam um escaneamento binário a uma resolução de acesso adequada. *Scanners* de filme binário com resolução arquivística ou com escala de cinza ainda não estão prontamente disponíveis, mas deverão estar em um futuro próximo. TDC, Mekel e Photomatrix comercializam *scanners*, tanto para filmes quanto para ficha, que propiciam uma saída com gradações de cinza.

O caminho de migração das tecnologias presentes para uma tecnologia mais antiga deve permitir ao profissional da área criar microfilmes de alta qualidade a partir de imagens digitais em escala de cinza de resolução arquivística. Isto pode ser realizado com a utilização de uma câmara de feixe de elétrons de alta resolução ou de uma câmara digital COM, conforme mencionado anteriormente. Este processo deveria ser rápido e eficiente; porém, dependendo da resolução das imagens, do custo dos meios de armazenamento digital e do espaço de tempo que os dados digitais devem ser armazenados antes da criação do filme, o processo pode não ser barato.

O caminho de migração do presente para o futuro deve antecipar o armazenamento não somente de imagens binárias ou em gradações de cinza, mas também de textos ASCII, documentos compostos, áudio, gráficos vetores⁹, imagens coloridas e vídeos coloridos de animação. Todos estes formatos podem ser representados e armazenados digitalmente. Além disso, no futuro, será necessário criar maneiras de armazenar cópias arquivísticas de materiais que nunca foram impressos. Para qualquer tipo de dado que utilize a metáfora da página, o sistema permanece o mesmo. Os dados digitais formatados são dispostos em páginas na memória e subsequentemente escritos sobre o filme com a utilização de uma câmara digital COM. **O filme é ainda o arquivo primário.**

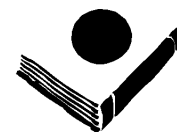
Discussões adicionais ultrapassam os limites deste trabalho e devem ser abordados numa publicação futura.

Texto ASCII e OCR

A extração de dados de código de caracteres da imagem de uma página é sempre uma opção

A tecnologia atualmente disponível permite que páginas no formato de imagem digital sejam processadas através de uma leitora óptica de caracteres para que se crie um *output* de textos ASCII. Certamente o OCR pode ser útil na automação da criação de páginas, indexação e processo de criação de *resumos*. Os índices e resumos e/ou textos completos, armazenados em uma base de dados separada e combinados com o sistema automatizado, podem ser utilizados para se ter acesso à informação armazenada, independentemente do formato ou do meio de armazenagem.

⁹ Um método para representação de desenhos gráficos como fotocópias azuis ou diagramas de circuito que utiliza fórmulas matemáticas (em vez de *in raster* ou formato pictórico).



Texto ASCII— utilidade limitada para a preservação

Bases de dados de caracteres codificados são tidas como alternativas atraentes, uma vez que requerem um espaço de armazenagem menor do que aquele necessário às bases de dados de imagem, além de serem passíveis de busca. Embora isso seja verdade, é extremamente difícil, se não impossível, a representação de fórmulas, gráficos, caracteres especiais, linguagens não-romanas ou dados pictóricos utilizando-se somente o formato codificado de caracteres ASCII. Assim, esta tecnologia não é diretamente aplicável ao trabalho de preservação. Contudo, os dados de textos ASCII podem ser combinados com gráficos vetores e com a reprodução de imagem *raster*¹⁰ no formato de um documento composto de maneira a recriar a réplica de uma página original e, assim, resolver o problema de apresentação. Isto permitiria ao pesquisador vasculhar o texto ASCII e recriar a página original com todos os seus gráficos e meios-tons — o melhor dos dois mundos. Contudo, mesmo que o formato do documento composto escolhido possa atender a todas as exigências para uma reprodução fiel da página original, o meio de armazenamento é ainda a parte crítica da equação de preservação.

O texto ASCII ou formato de documento composto seriam especialmente benéficos para livros ou outros materiais em que a maioria da informação, se não toda ela, seja constituída por texto. (Figura 7). Uma página impressa comum, contendo apenas dados de texto, tem cerca de três a quatro mil caracteres. Utilizando-se o formato ASCII de dados de caracteres codificados, pode-se representar qualquer caracter do alfabeto romano em um *byte* de dados. Assim, uma página contendo apenas texto pode ser armazenada em 3 a 4 KB. Uma cópia digital do conjunto de fontes originais do editor pode também ser armazenada com um arquivo anexado ao conjunto de páginas contendo texto ASCII. Supondo que a impressora de saída seja capaz de trabalhar com um conjunto de fontes original e de imprimir *raster*, seria possível reimprimir — a pedido — uma cópia fac-símile de um livro que muito se assemelhasse ao original. Adobe anunciou recentemente um produto denominado Carousel, que tem fonte e plataforma independente de pós-texto (*postscript*)¹¹.

O armazenamento de uma página de documento composto requer um espaço de armazenagem um pouco menor e permite a procura de dados de texto. As desvantagens são que o processo de escaneamento torna-se mais complicado, sacrifica-se parte da inteligência editorial do documento e necessita-se mais potência quando da recuperação da informação para se recriar a página. *Line art* ou meios-tons sobre a página seriam representados no formato de imagens escaneadas e anexados à página. Dada uma resolução de escaneamento de 300 dpi binário e admitindo-se que 50% de uma página de 8.5 x 11 polegadas¹² seja meio-tom, o arquivo anexado de imagem digital poderia ser da

¹⁰ Um método de reprodução de imagem (em, por exemplo, um *display*), onde elementos de ilustração individuais (*pixels*) pertencentes à imagem são endereçados e representados em ambas as direções, horizontal e vertical. Estes *pixels* podem ser ativados e desativados no modo binário (preto e branco), no modo de gradações de cinza (normalmente 8 bites por *pixels*) ou no modo colorido (normalmente 32 bits por *pixel*). As imagens comuns de televisão são criadas no formato *raster*.

¹¹ Uma linguagem de descrição de página desenvolvida pela *Adobe Systems*. Ela é indicada para a tradução de textos, desenhos de linha e fotografias criadas em um computador em conformidade com suas especificações para o padrão de pontos com mapeamento de bits apropriado, com a finalidade de se recriar uma imagem de página sobre uma tela ou impressora.

¹² Como anteriormente mencionado, uma página típica de livro de 5x9 polegadas tem cerca da metade das dimensões da página de 8,5x11 polegadas, necessitando apenas de cerca da metade do espaço de armazenamento desta.

ordem de 253 KB¹³. Para efeito de comparação, uma imagem de 600 dpi que corresponda às características acima mencionadas ocuparia um espaço de 1,05 *megabytes* (quatro vezes maior, porque a resolução é o dobro).

Felizmente, o jornal comum, que vem sendo considerado como objeto de preservação, contém apenas poucos meios-tons. Neste caso, consideremos que uma página típica apresente um conteúdo de meios-tons da ordem de 15%. Realizando-se os mesmos cálculos efetuados anteriormente, com uma resolução de 300 dpi, mas substituindo-se o fator de 15% (0,15 por 0,5) e novamente admitindo-se uma compressão de dois para um, pode-se calcular o conteúdo de meio-tons desta página composta como 79 KB. Acrescentando-se 3 KB para dados de texto, pode-se estimar o tamanho do documento composto para esta página em particular (ASCII e imagem) em cerca de 82KB.

Uma vez que a experiência mostra que o tamanho médio de uma página de dimensões de jornal com 15% de meios-tons, escaneadas a 300 dpi binário, é cerca de 100 KB, apenas 12 KB a mais que o requerido para armazenar o documento composto, deve-se pesar cuidadosamente os prós e os contras antes de se decidir pelo armazenamento de páginas naquele formato.

Outros formatos de dados

Muitas fotografias e pinturas podem apenas ser representadas pelo original ou por uma imagem de qualidade extremamente elevadas. Outros gráficos podem ser representados em formato de imagem ou em formato de vetores. O valor intrínseco de um documento é também um fator significativo na determinação do formato apropriado para a representação. Claramente, a Declaração de Independência, a Constituição ou o original da Bíblia de Gutenberg não podem ser substituídas pelos dados codificados da ASCII, mas em formato de imagem elas poderiam reter muito de seu valor intrínseco. Obviamente, para o pesquisador que necessita observar o estágio de envelhecimento dos papéis contidos nestes documentos, não há substitutos para o original [12].

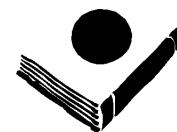
Acesso, distribuição e transmissão de imagens

Acesso

O sistema deve ser estruturado para satisfazer as necessidades de acesso do usuário, minimizando a movimentação de arquivos de imagens grandes. CD-ROM's consagrados poderiam propiciar o acesso a fac-símiles de documentos preservados de elevado uso no formato de imagem. Coleções locais, com documentos de uso menos freqüente, poderiam ser armazenados em CD-ROM's em *jukebox* em redes locais (LANs). Os filmes armazenados em pequenos sistemas com assistência computadorizada para recuperação dos registros (CAR) podem propiciar o acesso aos materiais de preservação menos freqüentemente utilizados. É razoável supor que cópias de outros documentos preservados seriam armazenados de forma similar em outras instituições ou em um depósito central [13].

O usuário deve ser capaz de procurar qualquer número de catálogos bibliográficos no *desktop* para identificar materiais específicos que atendam a seus objetivos de pesquisa. Tornar esta base de

¹³ $300 * (8,5 \text{ 11} / 8 * 0,5 = 256 \text{ Kb}$ divididos por 2 para compreensão = 253 Kb. Nós assumimos uma razão de compressão de apenas 2:1 porque as transições em branco e preto de alta freqüência existentes em todos os meios tons não são bem comprimidas usando-se compres CCITT.



dados acessível através da Internet ou de alguma outra rede, possibilitaria uma ampla difusão do acesso automatizado a estes tesouros. O pesquisador poderia procurar por tópicos de interesse ou localizar a base de dados de imagem na estrutura do documento ou ao nível de página [14].

Distribuição

Uma média de 7.500 imagens binárias de páginas com dimensões de uma página de jornal, comprimidas a 300 dpi pode ser comportada em um único CD-ROM. Isto equivale a 50 livros ou sete anos de publicação de um jornal. Com custos de produção de cerca de 50 centavos de dólar por imagem binária de página a uma resolução de acesso adequada (incluindo-se indexação e resumo), custo de masterização de 1.500 dólares e custos de unidade de dois dólares por discos para 100 reproduções [15], pode-se distribuir discos para localidades a um custo de fabricação de cerca de 50 dólares por cópia. No sistema de preservação futuro, ainda que o filme seja o meio arquivístico escolhido, imagens de documentos em discos CD-ROM poderiam ser o veículo de acesso e distribuição.

Quando se recebe uma requisição para acesso a um documento utilizado com menor frequência, armazenado apenas sobre filme ‘inteligente’, este filme pode ser localizado automaticamente, avançando até o fotograma apropriado e escaneando para se criar uma imagem digital que seja transmitida de volta ao requisitante. A cópia digital seria então armazenada em disco óptico. Requisições subseqüentes para aquela mesma publicação seriam atendidas com a utilização da cópia digital armazenada no disco óptico. Uma vez armazenado em um meio digital, o documento deveria assim permanecer por um certo período de tempo (definido pela instituição). Se durante esse tempo o documento não for requisitado, então ele será apagado. Qualquer requisição futura para o referido documento será atendida a partir da cópia arquivística armazenada sobre filme, e todo o processo se repetirá. Esta hierarquia de armazenamento é inteligentemente gerenciada por computador. Os materiais de preservação mais freqüentemente acessados se deslocam para os meios de armazenamento mais rápido e caros, enquanto que os de utilização pouco freqüente são deslocados de volta ao meio mais lento e barato.

Transmissão

A *National Research Educacional Network* – NREN, juntamente com outras redes comerciais e não-comerciais, pode permitir, além da requisição e distribuição, um amplo acesso a materiais preservados de vários arquivos. Cópias de documentos preservados distribuídas por fax podem ser solicitadas de outras instituições ou de alguma fonte central. Os documentos requisitados podem ser recuperados e, se estiverem armazenados em filme, escaneados e convertidos em formato digital, seriam então distribuídos por fax de volta ao usuário algumas horas após a requisição. A utilização de redes de alta velocidade aliada à reprodução digital de imagens promete fazer com que o conhecimento acumulado através do tempo se torne disponível no *desktop*.

Custos

Manuseio de páginas— pequena diferença de custo

Michael Lesk, em trabalho anterior, publicado em julho de 1990 pela *Commission on Preservation and Access* e intitulado *Image formats for preservation and access*, conclui que a microfilmagem de um livro custa cerca de 10 a 15 centavos de dólar norte-americano por página. O escaneamento de imagem digitado foi estimado entre 13 e 28 centavos de dólar norte-americano por

página [16]. A nossa pesquisa indica que os custos de filmagem atual são ligeiramente superiores e que os custos de reprodução digital de imagem para preservação são aproximadamente o dobro daqueles estimados por Lesk. Os custos mais elevados para filmagem de preservação podem provavelmente ser atribuídos à inflação e à experiência com as dificuldades e os custos correspondentes à filmagem. Os custos superiores para reprodução de imagem digital podem ser atribuídos ao escaneamento em altas resoluções e ao alto custo de armazenagem dessas imagens em resolução arquivística em discos ópticos.

Contudo, a nova geração de *scanner* de alimentação a vácuo, *belt-driven* e duplex, que recentemente se tornou disponível para o manuseio de materiais não quebradiços, juntamente com a redução dos custos de meios de discos ópticos, promete uma redução substancial dos custos por página da reprodução digital de imagens. Alguns destes novos *scanners* podem capturar ambos os lados de uma página em um segundo, o que é mais rápido do que qualquer câmara planetária. Além disso, os mais recentes podem filmar a página simultaneamente, utilizando uma câmara planetária que é montada em um suporte de câmara sobre a correia de alimentação. Obviamente, *scanners* de impressão plana e *scanners* através-das-lentes se encontram também disponíveis para manuseio de materiais quebradiços, de forma bastante segura e eficiente. Estes novos aperfeiçoamentos garantem que os custos de escaneamento não devem ser maiores para a reprodução digital de imagem do que para filmagem.

Ainda que o manuseio de páginas seja uma das funções mais onerosas da preservação, não se deve perder de vista o fato de que o processo de seleção e aquisição de materiais é também muito caro, de forma que devemos nos certificar de que, qualquer que seja a estratégia de armazenagem selecionada, o processo não tenha que ser repetido.

Custo de um sistema de preservação de imagem digital

Qualquer que seja a tecnologia escolhida, o custo e a tecnologia necessários à implementação e à operação de um sistema de preservação são significativos. Para todas as instituições, com exceção das maiores, estas barreiras poderiam ser intransponíveis.

Nota: Os custos de implementação do sistema digital que aparecem a seguir foram aumentados em 50% com relação àqueles apresentados na referência (ver a referência bibliográfica 17), para compensar o fato de que um sistema de preservação deve ser implementado utilizando-se uma resolução arquivística compatível com a tecnologia disponível no momento da publicação.

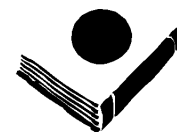
É interessante notar que, quando observado em uma base por-página, o custo de implementação dos sistemas de imagem digital descritos abaixo oscilam entre 15 e 50 centavos de dólar, independentemente das dimensões de página. Para explicações complementares de como a resolução afeta os custos, veja o **Apêndice A**.

Custos de implementação de sistemas digitais

Sistemas de imagem digital são comumente configurados para um certo nível de capacidade:¹⁴

- sistemas baseados em microcomputadores individuais *stand-alone*: este sistema é capaz de cargas de trabalho não-críticas de até 300 mil páginas por ano. Cerca de 47% têm seu preço

¹⁴ Referências de capacidade são comentários editoriais pelo autor.



estimado em menos de 60 mil dólares, enquanto que outros 40% entre 60 mil dólares e 150 mil dólares (24 a 50 centavos de dólar por página).

- Sistemas baseados em rede de microcomputadores: dependendo do *design*, estes sistemas são capazes de cargas de trabalho críticas que variam de 150 mil a um milhão de páginas por ano. Cerca de 23% custam entre 60 e 150 mil dólares; 70% custam mais de 150 mil dólares (20 a 40 centavos de dólar por página).
- Sistemas baseados em minicomputadores (ou microprocessadores): capazes de cargas de trabalho de um milhão a 5 milhões de páginas por ano; 69% custam menos de 450 mil dólares; 27% variam de 450 a 750 mil dólares (15 a 45 centavos de dólar por página).
- Sistemas baseados em processadores *mainframe* ou multiprocessadores): planejado para suportar cargas de trabalho superiores a três milhões de páginas por ano; 40% custam menos de 450 mil dólares, 33% entre 450 e 750 mil dólares e 27% mais de 750 mil dólares [17] (15 a 25 centavos de dólar por página).

Os componentes de um sistema de imagem digital típico estão listados na **Figura 8**.

Custos operacionais do sistema digital

O custo para se criar uma imagem digital de página, indexá-la e armazená-la em disco óptico num sistema planejado sob encomenda e operante na própria instituição oscila entre 30 centavos e um dólar e 20 por página, dependendo do volume, das dimensões, do tipo de documento, de sua condição, do conteúdo, dependendo do volume, das dimensões, do tipo de documento, de sua condição, do conteúdo de meios-tons, da qualidade e tipo de indexação, da resolução e da quantidade de processamento de imagem requerida. A captura de uma imagem binária de 300 dpi de uma página de texto de boa qualidade, a sua compressão e seu armazenamento em disco óptico com uma indexação simples podem ser executados a um custo que varia de 30 a 55 centavos de dólar por página. Por outro lado, a captura de uma imagem de resolução arquivística com gradações de cinza, uma indexação complexa e um realce da imagem custarão entre 50 centavos a um dólar e 20 por página. (Os preços estimados têm origem na experiência real, modificada por uma pesquisa informal de locais de processamento de imagens, realizada pelo autor).

Custos de reprodução de imagens para preservação por contrato

A reprodução de imagens para preservação por contrato tem seu custo estimado entre 50 centavos e dois dólares e 50 por página¹⁵. A captura de uma imagem binária de 300 dpi de uma página de texto de boa qualidade, a sua compressão e seu armazenamento em disco óptico com uma indexação simples podem ser executados a um custo que varia de 50 centavos e um dólar e 25 por página. Por outro lado, a captura de uma imagem de resolução arquivística com gradações de cinza, uma indexação complexa e um realce da imagem custarão entre um e dois dólares e 50 por página. Os custos acima mencionados incluem indexação e armazenamento em disco óptico (os preços estimados originam-se da experiência real, modificada por uma pesquisa informal de locais de processamento de imagem,

¹⁵ Utilizando-se aqui as estimativas, porque agências de serviços têm tido muito pouca experiência com o escaneamento para preservação. Estas estimativas foram geradas a partir de um levantamento nessas agências.

realizada pelo autor). Estes custos podem parecer consideravelmente superiores aos custos do escaneamento na própria instituição, mencionados anteriormente; contudo, se todos os custos diretos e indiretos forem incluídos e os intangíveis forem computados, o escaneamento por contrato provavelmente será considerado comparável. Deve-se notar que agências de serviços de imagem podem proporcionar mão-de-obra garantida e especializada. Confiabilidade e equipamentos diversos, aliviando a responsabilidade da instituição de proporcionar estas facilidades ou de contratar e treinar pessoal. Entretanto, a seleção da agência de serviços de reprodução de imagens deve ser feita com muito cuidado, visto que a maioria delas não está familiarizada com as exigências de qualidade necessárias ao processamento para preservação e tende a subestimar os custos envolvidos. A reprodução digital de imagem para preservação deveria também ser mais cara do que a filmagem para preservação.

Custos de meios físicos e drives de discos ópticos

O leitor de disco óptico padrão de 12 polegadas custa 16 mil dólares e utiliza discos de dupla face que possuem uma capacidade total de cerca de 4 GB cada e que custam aproximadamente 300 dólares quando adquiridos em grandes quantidades [8]. O custo para se armazenar uma página de dimensões de livro, com resolução arquivística, em um disco de 12 polegadas, é de cerca de 85 centavos de dólar por página (somente o meio físico).

O leitor de disco óptico típico de 5 ¼ polegadas custa 3 mil dólares e utiliza discos de dupla face com uma capacidade total de aproximadamente 600 MB e um custo médio (se adquiridos em grandes quantidades) de mil dólares [19]. O custo para armazenar uma página de dimensões de livro, com resolução arquivística, em um disco de 5 ¼ polegadas, é de cerca de 19 centavos de dólar por página (somente o meio físico).

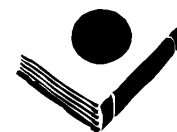
Estes custos dobram respectivamente para 17 e 38 centavos de dólar no caso de páginas de dimensões de uma página de jornal.

Custo de um sistema de micrográficos

Carga de trabalho esperada

Assim como sistemas digitais, sistemas de preservação baseados em micrográficos podem ser configurados com base na carga de trabalho esperada. Um operador experiente pode filmar aproximadamente 200 exposições por hora (duas páginas por exposição). Isto se resolve em cerca de nove segundos por página, três mil páginas por turno de sete horas e meia ou aproximadamente 750 mil páginas por ano, por operador. O projeto Cornell/Xerox atingiu taxas de escaneamento (600 dpi binário) de mais de 1.500 imagens por dia, durante três semanas¹⁶. Isto equivale a cerca de metade da taxa alcançável por operadores de filme; contudo, isto inclui algum trabalho de indexação e de controle de qualidade. A um custo de trabalho com máxima capacidade de filmagem se traduzem em cerca de três centavos de dólar por página, com outros 15 centavos de dólar para o controle de qualidade. Adicionando-se a depreciação do sistema, os custos de filmes e de duplicação, a embalagem e a rotulação, as refilmagens, armazenagem, manuseio, seguro, o lucro e as despesas gerais das instalações,

¹⁶ Kenney, A. R; Personius, L. K. Update on digital technologies. *Newsletter Insert*, p. 1-6, Nov.-Dez. 1991.



chega-se a um custo de aproximadamente 15 centavos de dólar por página, em se tratando da filmagem dos materiais em melhores condições. Para a filmagem de materiais quebradiços ou envelhecidos, o custo pode facilmente ser duplicado.

Custos de implementação de um sistema de micrográficos

Naturalmente, tamanhos diferentes de sistemas de preservação de micrográficos são necessários para diferentes projetos de preservação. É interessante observar que, quando considerado em uma base por-página, o custo de implementação do sistema de micrográficos abaixo descrito oscila entre quatro e 35 centavos de dólar. Estes custos são um terço menores do que aqueles envolvidos na implementação de um sistema de preservação de imagem digital de capacidade comparável, e se baseiam na compra de câmaras renovadas.

- Um sistema de uma câmara, de processador de baixa velocidade: este sistema é capaz de cargas de trabalho não-críticas de até 500 mil páginas por ano. Custos variam de 70 a 90 mil dólares (18 centavos de dólar por página). **(Figura 9 a)**.
- Um sistema de múltiplas câmaras, de processador de baixa velocidade: dependendo do *design*, o sistema é capaz de cargas de trabalho críticas variando de 650 mil a 3 milhões de páginas por ano. Custos variam entre 150 mil e 250 mil dólares, de oito a 38 centavos por página. **(Figura 9 b)**.
- Um sistema de múltiplas câmaras, de processador de média velocidade: O sistema é capaz de cargas de trabalho de dois milhões de páginas por ano. Custos variam entre 250 mil e 400 mil dólares, 20 centavos por página. **(Figura 9 c)**.
- Um sistema de múltiplas câmaras, de processador de alta velocidade: Projetado para suportar cargas de trabalho superiores a quatro milhões de página. **(Figura 9 d)**.

Nota: Operações de processamento de filme em larga escala requerem controle de umidade e de ar condicionado, estoques de reagentes químicos, armazenagem, instalações para disposição de resíduos e instalações para a recuperação de prata.

Custos operacionais do sistema de micrográficos

O custo para se realizar a filmagem para preservação na própria instituição é estimado em aproximadamente 10 a 18 centavos de dólar por página¹⁷. Contudo, é duvidoso que este custo inclua qualquer componente indireto ou despesas gerais. Além disso, para se operar uma instalação na própria instituição, esta deve lidar com os seguintes aspectos: 1) controle de umidade e de ar condicionado; 2) construção de uma sala escura para o processador e para manuseio dos filmes; 3) encanamento para o processador; 4) designação de um espaço seguro e com ambiente controlado para a armazenagem dos negativos das câmaras; 5) acumulação do equipamento de testes (químico e fotográfico) necessário à criação de filmes de alta qualidade; e 6) contratação de um técnico em fotografia e/ou engenheiro para conduzir a operação.

¹⁷ Fonte: levantamento feito pelo autor em outros locais de preservação micrográfica.

Custos de microfilmagem por contrato

Da mesma forma que o escaneamento por contrato, a microfilmagem para preservação por contrato parece ser, à primeira vista, mais cara do que a filmagem na própria instituição; contudo, na realidade, se todos os custos para o processamento na própria instituição forem computados, a microfilmagem para preservação será considerada comparável. Além disso, uma agência de serviços pode proporcionar, entre outras coisas, mão-de-obra especializada e consultoria, preparação de material, confiabilidade, processamento, serviços bibliográficos e diversidade de equipamento. O custo para se criar o microfilme em uma agência de serviços varia entre sete e 50 centavos de dólar por página. Agências de serviço de micrográficos cobram de sete a 15 centavos de dólar, com uma média de oito por página, para criar um filme de armazenagem de documentos padrão de 16mm. Por outro lado, os fornecedores em microfilmagem para preservação cobram de 10 a 50 centavos de dólar ou mais, com uma média de 15 centavos por página, para criar microfilmes de qualidade arquivística¹⁸. A distinção aqui é importante. A microfilmagem para preservação é mais cara devido aos padrões superiores e às exigências de processamento mais estritas. Os custos de microfilmagem para preservação incluem a criação do *master* e duas cópias com controle de qualidade, rotulação e embalagem. O tratamento com polissulfeto pode acrescentar um custo de três dólares e 50 por bobina (nove dólares para as três cópias). Isto não inclui qualquer indexação automatizada. Sem a indexação, obviamente, o acesso fica mais restrito.

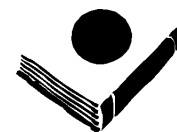
Custos de duplicação e armazenamento de filmes

O filme negativo de prata-gelatina (emulsão de haletos de prata em gelatina) para câmaras de 35 mm custa aproximadamente de 10 a 12 centavos de dólar por pé; filmes de *silver print* (impressão em prata) custam aproximadamente a metade deste valor. Uma vez que, em média, pode-se armazenar 12 fotogramas por pé com duas exposições por fotograma, se o negativo da câmara original armazenado em um reservatório com a cópia arquivística e se duas outras cópias forem produzidas — uma para reimpressão e outra para o usuário final — o custo de filme para se preservar uma página (produzindo-se as três cópias, como descrito acima) é de cerca de um centavo (custo do filme apenas). Cópias adicionais podem ser feitas rapidamente sobre filme duplicador de prata a um custo relativamente baixo, utilizando-se uma impressora de microfilme de contato rolo-a-rolo (custando 15 dólares por bobina no instante da filmagem dobrando-a depois). Filme de prata é um requisito para filmagem de preservação.

Resumo dos custos para preservação

Atualmente, o filme é a tecnologia mais econômica para a preservação (**Apêndice D**). Contudo, o sistema de preservação baseado em micrográficos deve se tornar operacionalmente mais caro com o passar do tempo, simplesmente porque exige um trabalho intensivo e o custo do trabalho continuará a crescer, enquanto que os avanços na tecnologia micrográfica não propiciarão um aumento suficiente de produtividade que compense este custo crescente do trabalho. Por outro lado, para os sistemas digitais de preservação, a produtividade surgirá com os rápidos avanços tecnológicos, que se devem acelerar rapidamente nos próximos anos.

¹⁸ Fonte: levantamento informal feito pelo autor em agências de serviços de microfilmagem para preservação.



O profissional da área deve, assim, se familiarizar com a tecnologia digital e iniciar um planejamento para sua utilização. Atualmente, a melhor aplicação para a tecnologia de reprodução de imagens para preservação é proporcionar capacidades de acesso seletivo, a uma resolução binária adequada, à coleção preservada. O escaneamento com gradações de cinza de alta resolução e de qualidade arquivística é ainda caro. Levará mais um ano ou dois até que uma combinação de preços decrescentes e de avanços na tecnologia de computadores e de reprodução de imagens possa fazer com que um sistema de preservação digital de imagens com resolução arquivística seja efetivo em termos de custo.

Finalmente, a instituição pode optar por seguir a abordagem iniciada por Cornell, que consiste na criação de uma cópia de alta qualidade sobre papel neutro (livre de ácidos) a partir do escaneamento dos dados a uma resolução de 600 dpi binário. A idéia é a criação de cópias permanentes, não- arquivísticas, que podem ser recolocadas na estante. Uma cópia pode também ser mantida para o processamento arquivístico no futuro. Os resultados de Cornell exibem uma qualidade de cópias do documento equivalente, e, em alguns casos, superior à qualidade do original. Esta solução é barata, prática e eficiente.

Conclusão

A necessidade de reprodução de imagens em escala de cinza e alta resolução, aliada ao custo de armazenagem em discos ópticos, é uma das principais razões pelas quais a preservação arquivística que utiliza a tecnologia de reprodução de imagens é ainda substancialmente mais onerosa do que a filmagem. O filme é o meio de armazenagem mais barato. Um rolo de filme de 125 pés, criado de acordo com as especificações para preservação RGL, pode conter cerca de 2.700 páginas de nove polegadas a uma taxa de redução de 12X, com duas páginas por fotograma. O custo do filme é de aproximadamente 15 dólares. O mesmo número de imagens com resolução arquivística (páginas de 9x5 polegadas @ 600 dpi com 8 *bits/pixel* comprimidos 15:1) requereria 3,0 GB de espaço de armazenamento. Isto é o equivalente a quase um disco óptico *Write Once*, a um custo aproximado de 300 dólares. Neste exemplo particular, os custos de armazenagem em disco óptico são 20 vezes superiores aos de armazenagem sobre filme. Contudo, os avanços na tecnologia de reprodução de imagem, as reduções nos custos do armazenamento digital e os custos crescentes da filmagem para preservação, apesar de sustentarem a utilização do filme para a satisfação de necessidades críticas, sugerem que se inicie a transição para o sistema de preservação híbrido de imagem digital tão logo isso seja tecnicamente factível. De fato, se os objetivos do sistema não exigem escaneamento de gradações de cinza com alta resolução (isto é, muito poucas ilustrações com meios-tons, como é o caso dos materiais preservados no Projeto Cornell) e se a resolução de 600 dpi oferecida, por exemplo, pelo sistema *Xerox DocuTech*, for considerada adequada, então o profissional da área provavelmente achará a reprodução digital de imagem, em termos de custos, equivalente à armazenagem em filme.

Recomendações

Envolva-se

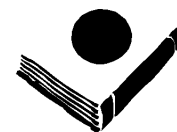
O gerente de preservação deve se sentir confiante em se colocar lado a lado com os especialistas técnicos, para o desenvolvimento da ciência. Há questões chave que precisam ser respondidas e normas técnicas a serem formuladas. Devemos nos tornar pró-ativos, reconhecendo que sistemas de preservação de boa qualidade somente poderão ser desenvolvidos quando a comunidade de conservadores adotar um papel ativo nesse processo. Podemos formar alianças com fornecedores de imagem digital e de suprimentos de informação. Nós podemos educar os responsáveis pelo desenvolvimento técnico em relação às exigências da preservação e, por outro lado, nos educar em relação à tecnologia. Podemos trabalhar com os especialistas técnicos para o desenvolvimento de requisitos sólidos e documentos de especificação. Podemos ajustar a sintonia para entender a evolução desses sistemas.

Compreenda a tecnologia

A preservação tem se desenvolvido tão rapidamente quanto a ciência, mas algumas questões básicas permanecem sem resposta. Os conservadores devem levar em consideração uma série de fatores na escolha de um formato de preservação. Nos universos paralelos de micrográficos e reprodução digital de imagens, isto não é uma tarefa fácil. A reprodução digital de imagem é tão incompreendida para o trabalho de preservação quanto os micrográficos são lugar comum. Por exemplo, qual é a combinação mínima de resolução de imagem digital e de gradações de cinza que satisfará as exigências arquivísticas para a preservação? Em que ponto a resolução digital será equivalente à resolução de filme? É necessário que ela seja, ou o padrão deveria ser alterado para considerar áreas de páginas de mais baixo contraste? Como podemos influenciar os fornecedores para que desenvolvem os tipos *scanners* de alta resolução, *scanners* de livros, comunicações de elevada faixa de extensão etc., que o trabalho de preservação com imagem digital requer? Além disso, o problema da obsolescência dos meios eletrônicos e de como isto se aplica ao armazenamento digital não é bem compreendido ou geralmente aceito em termos de políticas ou economias de preservação. Finalmente, os requisitos de acesso, transmissão e distribuição devem ser compreendidos e avaliados, e seu impacto econômico deve ser computado na equação.

Minimize o risco

No mundo da ciência da informação, a tecnologia viaja mais rápido do que a tomada de decisões. A adoção de uma estratégia de preservação de publicação eletrônica requer um considerável investimento de recursos. Uma quantidade acumulada de vários bilhões de páginas espera agora pela conversão. Materiais de pesquisa quebradiços estão se deteriorando rapidamente. E, embora um sistema híbrido possa ser vislumbrado, os documentos em estado avançado de degradação não poderão esperar. Para minimizar o risco, uma solução que utilize a tecnologia atual de micrografia pode e deve ser implementada, mas esta solução deve antecipar a evolução da tecnologia de reprodução de imagem. Os conservadores devem estar conscientes das necessidades futuras de acesso e devem considerar os melhores métodos de filmagem de materiais para uma conversão posterior a formatos digitais. Não há dúvidas de que a reprodução digital de imagem terá um papel significativo no futuro da ciência da preservação.



Prepare-se para o futuro

Se a tecnologia estivesse disponível

Para qualquer pessoa que considere um sistema de preservação de reprodução de imagens, o projeto e a implementação provavelmente levariam de 12 a 18 meses. Após este espaço de tempo, muito da tecnologia necessária deverá estar disponível. Contudo, não há razão para se esperar pelo avanço tecnológico enquanto materiais de preservação frágeis continuam a se deteriorar. O importante é a preservação dos materiais, em meios arquivísticos reconhecidos, para as gerações futuras. O filme é atualmente reconhecido como este tipo de meio. Se o filme criado for de elevada qualidade e apresentar uma boa representação de baixo contraste dos meios-tons, bem como uma boa representação de alto contraste do texto, poderá ser escaneado para o formato digital quando o sistema de preservação completo estiver implementado.

A solução digital futura

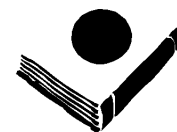
Um sistema de preservação efetivo deve ser planejado de forma que o material seja escaneado à resolução arquivística ótima, com oito *bits* da escala de cinza por *pixel*. Estes dados de alta resolução serão posteriormente processados (segundo os objetivos do projeto) utilizando-se filtros matemáticos de realce de imagens e, finalmente, serão escritos sobre filme para se criar imagem arquivística à qual se possa sempre ter acesso. Um processo paralelo converterá os dados de entrada em uma imagem de resolução reduzida de alta qualidade (resolução de acesso adequada), realçada, binária, que será escrita em discos ópticos, o que garante um acesso melhorado e uma excelente qualidade de impressão para o usuário final.

O sistema a longo prazo

Nós provavelmente veremos, daqui a 20 anos, imagens de páginas coloridas de alta qualidade armazenadas com a utilização da holografia a *laser*, em um meio de armazenamento composto de diamante que custará menos de um décimo de centavo de dólar norte-americano por página e que durará, virtualmente, para sempre. Algoritmos de compressão recriarão páginas a partir de menos do que cinco por cento dos dados e os custos de transmissão serão equivalentes a 1/20 dos custos atuais. O meio de armazenagem será auto-controlado com inteligência embutida (o processador e a memória serão um); ele terá a capacidade de automonitoramento, de correção automática de erros e, quando suas taxas de erro estiverem indicando o seu fim de vida útil, ele terá a capacidade de planejar para que seja reescrito. Uma vez que o sistema tem um processador interno, ele poderia também conter todo o *software* necessário para a recriação da representação eletrônica de página de volta à forma reconhecível pelo olho, independentemente do formato de armazenagem. A questão da obsolescência torna-se-à irrelevante. Os sistemas irão monitorar automaticamente o acesso dos usuários, erros de leitura e custos de armazenagem de imagens de páginas, além de automaticamente mover páginas através de toda hierarquia de armazenagem, em função de fatores pré-programados. Tal sistema gerenciará e preservará automaticamente todos os materiais digitais. Se isto parece ilusório, lembre-se de que os PC's têm apenas cerca de 10 anos de idade.

Uma composição ótima

Atualmente, de acordo com a definição tradicional, o filme é o único meio verdadeiramente arquivístico. Ele não se tornará obsoleto num futuro que possa ser previsto. O disco óptico será visto com o meio de armazenamento permanente, de baixo custo, removível e de acesso randômico. Os produtos magnéticos (fita e disco) continuarão a crescer em capacidade de armazenamento e confiabilidade, ao mesmo tempo em que terão seu custo reduzido. O disco magnético proporcionará armazenagem temporária para todos os trabalhos em andamento de todos os sistemas de imagens futuros. A fita óptica também merece atenção. Ao configurar o sistema de armazenamento de imagem ideal, o projetista bem informado construirá uma hierarquia de armazenamento que tire vantagem do vigor, das características de acesso, de longevidade e do custo de cada produto para conseguir o benefício máximo com o mínimo custo.



Apêndice A – Resolução – um parâmetro-chave de planejamento

O fator individual mais importante

A resolução é o fator individual mais importante a ser considerado quando se planeja um sistema de preservação de imagem digital. É importante que se tenha uma compreensão profunda da resolução tanto de filmes quanto de imagens digitais, para se produzir contrapartidas de planejamento bem informadas, envolvendo qualidade *versus* custo.

Planejando com base na quantidade de dados

Uma imagem de 600 dpi é composta de 360 mil *pixels* por polegada quadrada, o que corresponde a quatro vezes os 900 mil *pixels* por polegada quadrada de densidade de área gerados a 300 dpi. Uma página de 8,5 x 11 polegadas no formato binário, a uma resolução de 600 dpi, requer 4,207 MB de armazenamento antes da compressão. Para se ter uma idéia da quantidade de dados que isto representa, seriam necessárias quatro horas para transmitir uma imagem binária de 600 dpi a 2400 *baud*, ou, ainda, três disquetes (*floppy*) de dupla densidade para armazenar a imagem. Se desejarmos uma imagem verdadeiramente arquivística, com gradações de cinza, é preciso multiplicar estes valores por oito. É a quantidade de dados sendo capturada, movida e armazenada o que mais afeta o planejamento do sistema de preservação.

De que forma a alta resolução afeta os custos

Um sistema arquivístico de alta resolução deve ser planejado com processadores mais potentes, canais de comunicação com capacidade mais elevada, mais memória de acesso (RAM), maior capacidade de armazenamento de discos magnéticos, mais *scanners* e possivelmente *hardware* feito sob encomenda, de forma a possibilitar a compreensão e o processamento de imagens de elevada resolução. Estes componentes aumentam o custo do sistema. De fato, os custos de capital e operacionais de um sistema de preservação digital de imagem são diretamente proporcionais à resolução na qual este foi planejado para operar. A decisão quanto à resolução é absolutamente fundamental. Ela não só afeta o desenho do sistema, como também determina a qualidade máxima possível para cada imagem capturada.

Qual nível de resolução necessário?

Se o objetivo do sistema é preservar o conteúdo de informação da página, isto pode ser realizado a uma resolução de escaneamento consideravelmente inferior àquela que seria necessária à preservação de uma cópia de alta fidelidade do original. Uma resolução de 300 dpi (resolução de acesso adequada) preservará cerca de 99,9% do conteúdo de informação da página. Basta apenas examinar uma página transmitida por uma máquina de fax típica para verificar que, mesmo a uma resolução de 200 dpi (que é a resolução das máquinas de fax atuais) (**Figura 10**), todo o conteúdo de informação, com exceção dos tipos de fontes menores e das linhas mais finas, é fielmente, embora de forma grosseira, reproduzido. A maior parte da perda ocorre nas regiões de meios-tons e, mesmo assim, a maior parte da inteligibilidade da página é preservada.

A captura de tipos de pequeno tamanho

Vamos supor que uma exigência de planejamento seja a capacidade de leitura de notas de rodapé das páginas capturadas que sejam do tipo quatro pontos. Um caractere de quatro pontos tem

uma altura de 4/75 de uma polegada (cada ponto corresponde a 1/72 de uma polegada). Supondo-se que o caractere teórico seja formado em uma célula que tenha cinco linhas de altura por cinco linhas de largura, cada linha que forma o caractere deveria corresponder a aproximadamente 1/5 da altura total do mesmo, ou, no caso de um caractere de quatro pontos, a largura de linha seria de $4/72 \times 1/5 = 1/90$, ou 0,011 polegadas de largura. Para capturar este caractere de forma legível, a resolução de escaneamento deve ser delicada o suficiente para ter duas ou mais linhas de escaneamento (assuma que três linhas cubram cada linha que compõe o caractere). Isto significa que cada linha de escaneamento não deve ser maior que 0,037 (0,011/3) polegadas, o que se traduz em uma resolução de escaneamento de aproximadamente 300 dpi ($1/0,0037 = 270$).

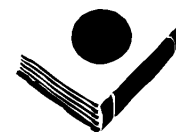
A **Figura 11a** mostra uma porção ampliada do cartão de teste IEEE escaneada a 300 dpi (o cartão IEEE é exibido inteiramente na **Figura 4**). Observando-se de perto o tipo de quatro pontos localizado mais ou menos no centro da página, pode-se ver que há aproximadamente 12 linhas de escaneamento entre as extremidades superior e inferior do caractere (As linhas negras da figura são eletronicamente geradas a cada oitava linha de escaneamento). Esta medida é designada ‘altura-X’ do caractere (**Figura 11 b**). A ‘altura de corpo’ verdadeira do caractere é aproximadamente 30% maior. Pode-se calcular, utilizando-se a fórmula $4/72 \times 300 \text{ dpi} = 16,6$ linhas de escaneamento atravessam a altura de corpo, que é também conhecida por tamanho de ponto. O tamanho do tipo expresso em pontos não se refere às dimensões reais do caracter, mas à altura da superfície metálica sobre a qual o desenho em relevo é produzido para a composição [20]. A partir da ampliação vista na **Figura 11 a**, pode-se perceber claramente que o tipo de quatro pontos se encontra no limite da capacidade de resolução do escaneamento a 300 dpi. O tipo de dois pontos localizados abaixo e à direita da **Figura 11a** foi completamente perdido à resolução de 300 dpi.

A 400 dpi (**Figura 12**), o tipo de quatro pontos, localizado ligeiramente à direita na parte inferior da página, é consideravelmente mais legível. A **Figura 11a** e a **Figura 12** ilustram graficamente o papel que a resolução desempenha na captura de uma réplica de alta fidelidade da página original.

Os parâmetros de composição para diferentes grupos de documentos variam de acordo com tipo de fonte, idade do documento, coloração de fundo e outros fatores. Para verificar os cálculos acima realizados em conjunto específico de documentos, o projetista deve testar uma amostra randômica do material a ser escaneado, juntamente com alguns alvos-teste de resolução, de forma a determinar as menores fontes que possam ser capturadas. O sistema de escaneamento deveria ter a capacidade de magnificar uma pequena porção da página escaneada (**Figura 11a e 12**), até atingir o nível de caractere individual, para que se pudesse determinar se os caracteres estão sendo adequadamente formados. As páginas deveriam também ser vistas em uma exposição de página inteira (100 dpi), para se verificar se a exposição de resolução reduzida será adequada para o processamento do operador e para o controle de qualidade.

Além disso, uma cartela de teste de escala de cinza deveria ser utilizada para medir o número de níveis de cinza que está sendo reproduzido.

Finalmente, as páginas de teste deveriam ser impressas para se verificar se a resolução de impressão é suficiente. Se a fidelidade de meios-tons for importante, os processos de realce de imagem apropriados devem ser requisitados como parte do sistema.



Resolução de meio-tom

Surpreendentemente, é preciso menos resolução de entrada para a produção de meios-tons digitais de boa qualidade do que a reprodução de texto de boa qualidade. Uma fórmula simples para a resolução de entrada é: uma **resolução de escaneamento** de cerca de 1,5 vezes o número de linhas de saída¹⁹ desejado de resolução na tela é suficiente para o escaneamento. Para se obter uma boa tela de 133 linhas (equivalente à resolução em uma revista comum), as imagens necessitam apenas ser escaneadas a uma resolução mínima de 200 dpi com gradações de cinza. Esta regra é válida na medida em que a imagem é impressa no mesmo tamanho em que foi originalmente escaneada.

Sobre o lado da saída: a relação entre **resolução de impressão (alinhamento na tela)** e o número de gradações de cinza pode ser determinada pela seguinte equação: número de níveis de cinza = (resolução de saída da impressora / alinhamento na tela)² + 1. Se tentar imprimir a mesma tela de 133 linhas em uma impressora de 300 dpi, o resultado é de seis níveis de cinza. Contudo, se o alinhamento na tela for diminuído para 50 e utilizando-se a mesma impressora, os níveis de cinza obtidos aumentarão para 37 [(300/50)² + 1 = 37], o que é praticamente ideal para uma impressora a *laser* de 300 dpi. Obviamente, uma tela de 50-lpi (linhas por polegada) na diagonal é grosseira, mas conforme pode ser visto na **Figura 13**, ela reproduz o meio-tom com algum nível de fidelidade [21]. Se a resolução do dispositivo de saída é mantida constante, à medida em que a resolução de tela aumenta, o número de gradações de cinza diminui. Esta é a razão pela qual um dispositivo de saída de alta resolução é necessário para a reprodução concomitante de uma resolução de tela elevada e de um número elevado de gradações de cinza.

Resolução arquivística

Como foi mencionado anteriormente, uma resolução binária da ordem de 1.000 dpi é necessária para a criação de uma imagem de qualidade comparável àquela armazenada sobre filme. Teoricamente, se poderia operar a resoluções tão próximas a esta quanto possível. Porém, devido ao alto custo associado, isto não é prático, considerando-se a tecnologia atual. Se o objetivo é a captura de qualquer detalhe dos menores tipos de fonte, dos detalhes mais refinados das linhas de artes gráficas e se a produção de uma versão precisa de quaisquer meios-tons sobre a página, a resolução necessária deveria ser de cerca de 600 dpi ou mais. A resolução arquivística se destina a preservar uma réplica fiel de cada documento.

O escaneamento com gradações de cinza pode melhorar a qualidade de página

Independentemente da resolução, a qualidade da imagem de página pode ser melhorada com a utilização de *scanners* que capturam a imagem em tonalidades de cinza. Os dados adicionais de gradações de cinza podem ser eletronicamente processados para se afinar extremidades, preencher caracteres, remover sujidades extrínsecas, remover descolorações e manchas de páginas indesejáveis e, com efeito, criar uma imagem de qualidade consideravelmente superior àquela possível com o escaneamento binário. Um inconveniente maior do escaneamento com gradações de cinza é a grande

¹⁹ Lineamento de tela como foi aqui empregado, é definido como a distância entre as células de meio-tom medida a um ângulo e a partir do centro de cada célula. O ângulo é de cerca de 45°. Neste caso, por exemplo, uma célula de 7 x 7 teria um lineamento de tela de (raiz quadrada de [7 ao quadrado + 7 ao quadrado]) = 9,9, equivale a uma tela de 30 linhas; assim, o número de níveis de cinza para esta célula seria de 30/30 ao quadrado + 1 = 101.

quantidade de dados capturada. Neste caso, devem ser encontrados métodos para que se possa tirar vantagem dos dados adicionais de entrada com gradações de cinza, produzindo uma imagem de alta qualidade, enquanto se minimiza a quantidade necessária de dados a serem armazenados. O realce de imagens é um destes métodos.

Realce de imagens

Após o escaneamento da página com um *scanner* com escala de cinza, os dados digitais das gradações de cinza podem ser matematicamente manipulados para decompor automaticamente a página em áreas de texto/desenho, e áreas de meios-tons, sendo que cada área da página é posteriormente processada com fórmulas matemáticas (filtros) que maximizam a qualidade do conteúdo em cada uma delas, separadamente. Por exemplo, sobre a área de texto da página, um filtro de detecção de extremidade poderia definir mais claramente as extremidades dos caracteres, um segundo filtro poderia remover o ruído de alta frequência (ponto de tinta extraviados ou sujidades) e, finalmente, outro filtro poderia preencher caracteres. Áreas de gradações de cinza da página poderiam ser processadas como diferentes filtros para maximizar a qualidade de meio-tons (**Figura 14**).

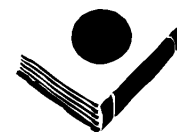
Além disso, a faixa de contraste dos dados de gradações de cinza da imagem digital pode ser ampliada — isto é, os vários níveis capturados durante o escaneamento podem ser gravados em um histograma com valores de zero a 256 (se o escaneamento for localizado a 8 bits por pixel). Como um exemplo, pode-se examinar uma fotografia original, uma reprodução feita por uma fotocopadora comum, uma imagem escaneada em modo binário e uma imagem matematicamente realçada (**Figura 15a**). Está claro que a imagem realçada tem uma qualidade bem mais próxima à do original do que qualquer uma das outras reproduções. Em seguida, pode-se examinar a mesma página após o escaneamento com escala de cinza, realce matemático e re-histogramação (*rehistogramming*). A imagem na parte superior da **Figura 15b** e o gráfico mostram que a maioria dos valores capturados no histograma original estão distribuídos em uma faixa razoavelmente estreita da escala de gradações de cinza, de zero a 100. É fácil espalhar estes pontos de amostra sobre toda a faixa de gradações de cinza para melhorar o contraste e tornar legíveis áreas da página originalmente ilegíveis. Isto é feito pelo remapeamento de uma faixa estreita de gradações de cinza sobre uma faixa mais larga e pela separação de níveis de forma a haver cerca de 30 gradações na área de imagem. (Ver as duas imagens na metade inferior da **Figura 15b**). Esta técnica de re-histogramação, que é também denominada *stretching the gamma* ('estiramento do gama'), aumenta efetivamente a qualidade de uma imagem [22].

Finalmente, manchas e descolorações podem ser removidas com a utilização de filtros de fundo, e a página pode ser restaurada para recuperar ao máximo a aparência que tinha quando originalmente publicada. Após algum processamento, a imagem realçada da página pode ser escrita em filme como uma imagem com gradações de cinza, ou pode ser reiniciada para a remoção das gradações de cinza e reinterpretação dos dados no disco óptico como uma imagem binária realçada.

Algoritmos de compressão padrão

Uma maneira de reduzir o espaço necessário ao armazenamento de páginas de imagem digital é a compressão dos dados. A compressão de dados binários é efetuada por algoritmos conhecidos como Algoritmos de Compressão de Fac-símile CCITT Grupos III e IV²⁰. Eles operam através de

²⁰ Veja o glossário de M. Stuart Lynn, p. 47.



remoção de redundância. Os algoritmos representam as fileiras tanto de *pixels* pretos como brancos (comprimentos de áreas de duração) por um código. Estes códigos são uma maneira taquigráfica de representar a tinta negra e o espaço branco sobre a página. Os algoritmos de fac-símile são livres de perdas e completamente reversíveis — isto é, a imagem original escaneada pode ser recriada exatamente a partir dos dados comprimidos. Razões médias de compressão de 10 a 20 para um são possíveis, o que significa que uma réplica exata da página pode ser recriada a partir de uma quantidade tão reduzida quanto 5% dos dados escaneados.

Os algoritmos de compressão de gradações de cinza desenvolvidos pelo *Joint Photographic Expert Group* (JPEG) prometem razões de compressão elevadas para dados de gradações de cinza. Este tipo de compressão opera encontrando áreas da página que tenham algum tom, sombreamento, cor ou outras características em comum e representando estas áreas por um código. Porém, esta compressão é alcançada com alguma perda de dados. Testes preliminares indicam que uma compressão de aproximadamente 10 ou 15 para um, pode ser alcançada sem uma degradação visível na qualidade de imagem. Uma vez que este algoritmo é completamente reversível, testes complementares devem ser realizados antes que se possa utilizá-lo de forma completamente confiável.

Equacionando resolução de scanner e resolução de filme

A resolução de filme é medida em pares por milímetro. Por definição, um par de linhas equivale a duas linhas de escaneamento de imagem digital. Para se escanear uma página original a 600 dpi com o objetivo de armazená-la sobre um filme de 16mm e a uma taxa de redução de 24X, a resolução pode ser comparada da seguinte maneira:

Dado que uma polegada equivale a aproximadamente 25 milímetros e uma vez que a taxa de redução utilizada é de 24X, uma polegada quadrada do original será gravada em aproximadamente um milímetro quadrado do filme. Assim, uma resolução de escaneamento de 600 dpi (300 pares de linha/polegada) se traduz em uma resolução de filme de trezentos pares de linha por milímetro. Contudo, devido ao erro de amostragem de Nyquist (veja abaixo), um terço desta resolução poderia ser perdido. Desta forma, para este exemplo, a resolução efetiva sobre o filme é de cerca de 200 pares de linha por milímetro. Ao se trabalhar com uma taxa de redução de 24X, a seguinte regra simples pode ser aplicada (**Figura 16**):

$$\text{resolução do filme (pares de linha por mm)} = \text{resolução de escaneamento binário (dpi)} / 3$$

Para filmes de 35 mm e com uma taxa de resolução de 12X, caso em que aproximadamente uma polegada da página original se traduz em cerca de dois milímetros de filme resultante é cerca de duas vezes maior do que a gerada no exemplo anterior. A regra simplificada para reduções de 12X pode ser colocada com:

$$\text{resolução do filme (pares de linha por mm)} = \text{resolução de escaneamento binário (dpi)} / 6$$

Deve-se notar que esta fórmula inclui resolução suficiente para superar o erro de amostragem.

A fórmula geral é:

resolução do filme (pares de linha por mm) = (resolução de entrada do escaneamento binário (dpi) / 2 linhas de escaneamento por par de linha) x (razão de redução / 25,7 mm por polegada)
0,66 erro Nyquist

O teorema de amostragem de Nyquist

Pares de linha escaneados com *pixels* de tamanho equivalente têm uma probabilidade igual de aparecerem brancos ou pretos, uma vez que as linhas de escaneamento (*scan lines*) não se alinham precisamente com as linhas pretas na imagem. Assim, uma redução no tamanho do *pixel*, o que é o mesmo que dobrar a resolução, é necessária para assegurar uma captura precisa de detalhes da imagem.

Este fenômeno de erro de amostragem é conhecido como o erro de amostragem de Nyquist [23].

Scanners de imagem digital: como eles funcionam

Scanners binários

A maioria dos *scanners* disponíveis atualmente opera pela movimentação de um arranjo CCD sensível à luz ao longo da página, a uma velocidade fixa. O CCD tem um número suficiente de sensores discretos (elementos de CCD) para gerar o número especificado de amostras por polegada (resolução) na direção horizontal, multiplicado pela largura da página. Por exemplo, para se ter uma amostra de uma página de 8,5 polegadas de largura a 300 dpi, o arranjo CCD necessitaria, no mínimo, de 2.550 elementos (**Figura 17**).

A velocidade de operação dos componentes eletrônicos, combinada à velocidade com que o arranjo se move verticalmente ao longo da página, governa a resolução vertical. Cada elemento do CCD grava a quantidade de luz refletida pela página conforme medido pelas variações em suas cargas elétricas, como um tipo de termômetro CCD grava um valor que varia de zero a um limite superior para cada ponto (*pixel*). Em *scanners* binários, um valor limite é selecionado para converter esta representação análoga de luz em um valor binário de preto (0) ou branco (1). Pode-se comparar este valor limite ao ponto de congelamento da água (0°C). Com um termômetro de centígrado simples, se a temperatura for superior a 0°C, a água não congelará. Se a temperatura for inferior a este valor, a água congelará. No *scanner*, qualquer valor abaixo do ponto limite selecionado é definido como preto (0) e qualquer valor acima daquele ponto é branco (1). No escaneamento binário, as gradações de cinza não são preservadas.

Exigências para o armazenamento de páginas binárias

Para se determinar o tamanho não-comprimido de uma página de jornal armazenada com Resolução de Acesso Adequada, a fórmula é:

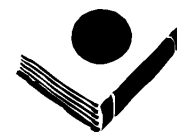
$BS = L \times R \times W \times R$; onde:

BS é o espaço de armazenamento da página binária

L representa o comprimento da página (polegadas)

W representa a resolução de escaneamento (dpi)

Se se tratar de uma página de 8,5 x 11 polegadas e uma resolução de escaneamento de 300 dpi, a fórmula acima fornece um espaço de armazenagem não comprimido de 8.415.000 *bits* ou, dividindo por oito, 1.051.875 bytes. Admitindo-se uma razão de compressão de 12:1, o que é típico para a



compressão CCITT Grupo IV de páginas ordinárias de jornal, os requisitos de armazenamento por página podem ser reduzidos para cerca de 90 *kilobytes* (KB). Páginas de livros podem ser armazenadas em aproximadamente 45 KB devido às suas dimensões inferiores e à ausência geral de gradações de cinza.

Scanners com gradações de cinza

Scanners de qualidade superior podem escanear com escala de cinza — isto é, eles têm a capacidade de representar a quantidade de luz refletida pela página em cada *pixel* por um valor gravado pelo elemento do CCD. Retornando à analogia do termômetro, estamos agora interessados em armazenar a temperatura exata representada pela leitura no termômetro CCD, e não simplesmente se a temperatura se encontra acima ou abaixo do ponto de congelamento da água. O número de níveis de cinza gravados determina o número necessário ao armazenamento de cada *pixel*. Dezesesseis níveis de cinza necessitam de quatro *bits* (dois à quarta potência) para ser representados. A oito *bits* por *pixel*, o *scanner* pode representar até 256 níveis de cinza. A medida de oito *bits* por *pixel* métrico é o nível a que usualmente se faz referência quando se discutem as exigências do escaneamento monocromático de alta qualidade, porque os oito *bits* permitirão que 256 níveis de cinza sejam armazenados. Apesar de estudos indicarem que uma pessoa comum pode perceber apenas 30 níveis de cinza, a captura de 256 níveis propicia uma amostragem excedente de dados para a reconstrução de pelo menos 32 níveis de cinza discretos.

Exigências para o armazenamento de páginas com gradações de cinza

Em uma imagem com gradações de cinza são armazenados oito *bits* de dados para cada *pixel* amostrado, as fórmulas apresentadas anteriormente para o espaço binário de armazenagem devem ser multiplicadas por oito para obter a fórmula do espaço de armazenagem por página com gradações de cinza:

$$GSS = 8(L \times R \times W \times R); \text{ onde}$$

GSS é o espaço de armazenagem com gradações de cinza(bits)

L representa o comprimento da página (polegadas)

W representa a largura da página (polegadas)

R representa a resolução de escaneamento (dpi)

Oito é o número de *bits* por *pixel* ou a profundidade das gradações de cinza

Capturando-se a mesma página de 8,5 x 11 polegadas em escala de cinza, com uma resolução de escaneamento de 600 dpi e com uma intensidade de oito *bits* por *pixel*, a fórmula acima fornece um espaço de armazenagem não comprimido de 269.280.000 *bits*, ou dividindo por 8 = 33.660.000 *bytes*. Admitindo-se uma razão de compressão da JPEG de 15:1, que é o máximo alcançável sem perda perceptível de dados, uma página ordinária de jornal capturada com resolução arquivística requer um espaço de armazenagem comprimido com gradações de cinza de 2,244 *megabytes*, sendo o espaço de 1,13 MB necessário ao armazenamento de páginas de dimensões de livro.

Impressão

A impressora a *laser* é, atualmente, o equipamento de saída principal para a impressão de imagem digital. Ela é utilizada quase que exclusivamente quando há placas de interface disponíveis que

se conectam diretamente ao equipamento a *laser* e podem operá-lo a velocidade de vídeo (cerca de um *megabyte* por segundo), aumentando consideravelmente a velocidade de impressão. A impressão de uma imagem digital por uma impressora ligada à porta em série ou em paralelo levaria aproximadamente um minuto por página; a impressão com a utilização da interface de vídeo leva cerca de oito segundos. Outros argumentos a favor da impressão a *laser* incluem sua capacidade de impressão de alta resolução, tamanho, conveniência e operação suave.

Criando um meio-tom

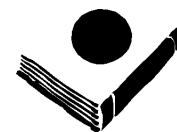
Em processos de impressão padrão, figuras são formadas pela aplicação de pontos de tinta em uma configuração que cria a ilusão de uma fotografia. A imagem resultante é denominada meio-tom. A espessura e o espaçamento entre os pontos de tinta são constantes, mas o tamanho dos pontos é variável. O lineamento de tela mede a frequência de pontos de meio-tom a um ângulo determinado. Um jornal tem um lineamento de tela de cerca de 80 dpi; uma revista de qualidade média de aproximadamente 133 dpi e um livro de arte de boa qualidade devem ter um lineamento de tela de 150 a 160 dpi. Pontos de meio-tom que se encontram mais próximos uns dos outros têm uma aparência que se aproxima mais das fotografias originais [24].

A impressão de meio-tom com a impressora a laser

O ponto de impressão de meio-tom é diferente do ponto de escaneamento com escala de cinza. O ponto criado por um *scanner* com escala de cinza contém informação de gradações de cinza (profundidade) que representa a quantidade de luz (intensidade de cinza) refletida pela página naquele ponto particular. Contudo, uma vez que as impressoras podem apenas imprimir pontos negros, um ponto de uma impressora de meio-tom é, na verdade, um grupo de pontos negros arranjados em uma célula que dá a ilusão de um meio-tom.

Um objetivo primordial em qualquer sistema de reprodução de imagens é a reprodução de uma versão de alta qualidade, alta fidelidade da imagem de cada página. Uma impressora a *laser* tem dificuldades em representar meios-tons porque ela sintetiza intensidades de cinza através de agrupamentos de pontos negros em *grids* ou células (um tipo de super *pixel*) que representam o ponto de meio-tom (**Figura 18 e 19**). Para uma impressora a laser de 300 dpi, o lineamento de tela ótimo foi determinado, através de testes, como sendo cerca de 50 destas células (pontos de meio-tom) por polegadas. Isto permite o balanço apropriado entre a granulação do padrão de tela e a quantidade de níveis de cinza que este grupo de padrões pode representar.

Finalmente, há placas de PC que utilizam técnicas para modular o feixe a *laser* da impressora de forma a criar pontos menores a intervalos mais frequentes, aumentando, assim, a resolução horizontal e, conseqüentemente, o número de níveis de gradações de cinza que podem ser produzido na impressora a *laser* padrão de 300 dpi [26].



Apêndice B

Um resumo de possibilidades de armazenamento

Filme:

- armazenamento arquivístico de baixo custo;
- deveria experimentar um renascimento devido ao uso em sistemas de reprodução de imagens;
- tecnologia central para o armazenamento arquivístico em sistemas de reprodução de imagens para, pelo menos, os próximos anos.

Disco magnético:

- acesso randômico de alta velocidade;
- continuará a ser utilizado para armazenamento em *buffer* de alta velocidade e para armazenamento de trabalho temporário em servidores de arquivos e estações de trabalho em sistemas de reprodução digital de imagens.

Rolos de fitas magnéticas:

- acesso seqüencial lento, baixo custo;
- serão abolidas dentro de cinco a dez anos.

Disco randômico, removível, de velocidade média:

Será a tecnologia central de armazenagem de dados para propiciar acesso randômico de baixo custo em sistemas de reprodução de imagens a partir da década de 1990.

CD-ROM (660 MB, *read-only*):

- armazena aproximadamente 330 mil páginas de texto com caracteres codificados;
- seis mil a 10 mil imagens comprimidas de 300 dpi;
- meio ideal para distribuição e publicação de bases de dados;
- aumento na capacidade e reprodução rápida.

Cartão óptico:

- 10 MB de dados gravados a laser em um cartão de dimensões semelhantes às de um cartão de crédito;
- meio importante para PCs *notebooks*.

Fitas de escaneamento helicoidal (nova tecnologia, promissora para *backaup* e possível distribuição de arquivos de dados volumosos, incluindo arquivos de imagens):

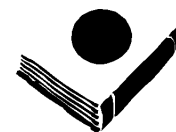
- fita de áudio digital (DAT) de 4mm a 1,2—2,4 GB;
- vídeo de 8mm a 2-5 GB;
- ambos têm sistemas de manuseio robotizado disponíveis.

Fita óptica de nova tecnologia:

- tecnologia experimental, primeiras distribuições em 1991;

- fitas ópticas individuais de 12 polegadas armazenam o equivalente a 1.500 *CD-ROM*'s ou um terabyte de dados²¹;
- mais barato do que qualquer outra forma de armazenamento; pode competir com o filme no futuro, para armazenamento de imagens com gradações de cinza;
- tempo máximo de acesso, do princípio ao fim, de 60 segundos e, na média, de 28 segundos.

²¹ Um terabyte equivale a um trilhão de bytes ou a um milhão de megabytes.



Apêndice C

Custos de armazenamento de dados²²
(somente valores dos meios de armazenagem)

Custo por megabyte (em US\$)

Disco rígido não-removível	US\$15,00
Disco rígido removível	US\$ 6,00
CD-ROM ²³	US\$ 2,27
Fita magnética	US\$ 0,30
Microfilme	US\$ 0,10
Disco óptico	US\$ 0,08
Papel	US\$ 0,07
Fita de vídeo de 8mm	US\$ 0,006
Fita óptica	US\$ 0,005

²² Custos dos meios apenas, ou custos de meios equivalentes para armazenar cerca de 10 imagens binárias de páginas consideravelmente complexas, a 600 dpi @ 100 KB cada.

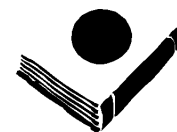
²³ Assume-se que o CD-ROM é utilizado exclusivamente com propósitos de preservação e, assim, apenas um disco é criado. Custos de *mastering* 1.500 / 660 MB / = US\$ 2,27 por MB. O custo por disco é bem inferior quando se considera o CD-ROM como meio de distribuição e numerosas cópias são produzidas. A 100 cópias, o custo é reduzido para cerca de US\$0,02 por MB.

Apêndice D

Resumo de custos de preservação

(Todos os custos por página)

Categoria	Filme (US\$)	Digital(US\$)
Custos de acesso por página (<i>Lesk</i>)	US\$ 0,10 – 0,15	US\$ 0,13 – 0,28
Custo de implementação do sistema	US\$ 0,04 – 0,35	US\$ 0,15 – 0,50
Custo operacional	US\$ 0,10 – 0,20	US\$ 0,30 – 1,20
- Resolução de acesso adequada		US\$0,30 – 0,55
- Resolução arquivística		US\$ 0,50 – 1,20
- Custos de preservação por contrato	US\$ 0,10 – 0,50	US\$ 0,50 – 2,50
- Resolução de acesso adequada		US\$ 0,50 – 1,25
- Resolução arquivística		US\$ 1,00 – 2,50
Custo do meio (dimensões de livro)	US\$ 0,01	US\$ 0,085
Custo de <i>backup</i> (dimensões de livro)	US\$ 0,005	US\$ 0,85



Apêndice E

Associações e normas técnicas

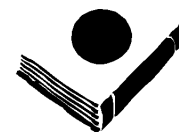
Qualquer pessoa que considere a conversão para preservação deve se familiarizar com as diversas normas técnicas aplicáveis. Estas incluem padrões para filme, escaneamento, compressão, discos ópticos e computadores. Normas técnicas específicas ultrapassam o objetivo desta publicação. Contudo, o leitor é encorajado a tomar contato com as seguintes instituições e publicações [27,28]:

1. Discos ópticos - *International Standards Organization* (ISO), particularmente o subcomitê 23 de TC97 (*Joint Technical Committee – JTC1*), e TC171, o *International Micrographics Standards body*, para normas técnicas referentes a discos ópticos. Ainda, o TC42 para a tecnologia fotográfica;
2. Alvos de teste para *scanners* - *Association and Image Management* (AIIM), particularmente o comitê C-13.1 para alvos de teste para *scanners*;
3. Grupos diversos de normas técnicas para imagem digital - Os grupos que produzem normas técnicas ou que têm influência em sua confecção incluem a *Association for Information and Image Management* (AIIM), o *National Institute of Science & Technology* (NIST), a *National Information Standards Organization* (NISO), o *American National Standards Institute* (ANSI), o *Special Interest Group on CD-ROM Application and Technology* (SIGCAT), o *Digital Image Application Group* (DIAG), o *Federal Council on Computer Storage Standards and Technology* (FCCSSAT) e o *Optical Digital Data Disk subcommittee of Accredited Standards Committee X3* (TCX3BII) 3. Outras normas importantes são a ANSI X3B9 e X3BII para discos ópticos que podem ser reescritos e discos ópticos *write-once*, respectivamente;
4. Compressão - CCITT (*Comité Consultative Internationale pour la Téléphonie et la Télégraphie*) para normas de compressão de fac-símiles);
5. Grupos de normas técnicas europeus - dois grupos produtores de normas técnicas na Comunidade Européia são o *European Committee for Standardization* (CEN) e o *Committee for Electrotechnical Standardization* (CENELEC);
6. Microfilmagem para preservação - Consulte o *The preservation microfilming handbook*, publicado pelo *Research Libraries Group*, Mountains View, Califórnia. Outro bom livro sobre o assunto, editado por Nancy Gwinn e publicado pela *American Library Association*, intitula-se *Preservation microfilming: a guide for librarians and archivists*;
7. Computadores e equipamentos - Outras normas técnicas referentes a computadores e a equipamentos periféricos que são importantes na configuração de sistemas de preservação e de reprodução de imagens incluem: normas técnicas para redes (TCP/IP, NETbios, OSI/ISO etc.), normas técnicas para interfaces (SCSI, EDSI etc.), normas técnicas para exibição (VGA, XGA etc.);

8. Livros - Há dois livros importantes mencionados na publicação de setembro da *Imaging Technology Report*, cuja leitura é recomendável para os profissionais da área de normas técnicas: “Document imaging standards developments: how, why and for whom?” (L034-1992) “Imaging standards” (L001 – 1992) Ambos se encontram disponíveis na livraria da AIIM.

Notas

1. Nugent, William R. Applications of digital optical discs in library preservation and reference. *AFIPS - Conference Proceedings*, v. 52, p. 771-775.
2. Nugent, William R. Research in extending the longevity of information on digital optical disks and videodiscs. *Summaries: Electronic Imaging* 86, Boston Mass., p. 790-795, Nov. 1986.
3. Ibidem.
4. National Archives storage under scrutiny. *Computerworld*, Sept. 1, 1986, page unknown.
5. Gilheany, Stephen J. Requirements for an all digital engineering data management system. *ATI Conference on Engineering Data Management*, p. 2-7, Nov. 1983.
6. *RLG preservation microfilming handbook*. Nancy E. Elkington, editor, Mar. 1992. The Research Libraries Group, Inc.
7. Bourke, Thomas. Research libraries reassess document preservation technologies. *Inform*, p. 30-34, Sept. 1990.
8. Frank, John W. Micrographics and optical disc - friends or foes? *IMC Journal*, p. 7-9, July/Aug. 1988.
9. Magnell, Glenn. Micrographics and optical disk technology: a synergism in information management, *Image Update*, issue 11, p. 1-4, June 1989.
10. Magnell, Glenn. Michigan Chapter AIIM meeting held on March 28, 1989.
11. Black, David. The new breed of mixed-media image management systems. *IMC Journal*, p. 9-13, Jan./Feb. 1989.
12. Moore, Frank A. Spelling out the benefits of imaging. *Inform*, p. 29-32, Feb. 1990.
13. Willis, Don. The future of CD-ROM. *IMC Journal*, issue 2, p. 11-14, Mar./Apr. 1989.
14. Waters, Donald J. From microfilm to digital imagery: a report published by the Commission on Preservation and Access, June 1991.
15. Andrews, Christopher. Mastering the CD-ROM mastering and replication process. *CD-ROM Professional*, p. 17-18, July 1991.
16. Lesk, Michael. Image formats for preservation and access, a report published by the Commission on Preservation and Access, July 1990.
17. Datapro Research Group, Datapro reports on document imaging systems. *Document Imaging Systems*, Feb. 1991, v. 2, no. 2, section 5, p. 3-4.
18. Datapro Research Group. Datapro reports on document imaging systems. *Storage Technologies & Products*, v. 3, no. 6, section 8, p. 12-27, June 1992.
19. Ibidem.
20. Hawken, William R. Copying methods manual. *Library Technology Program*, American Library Association, p. 30, 1966.



21. Gordon, Max. Dots and spots: taking care of EP&P halftone requirements. *Electronic Publishing & Printing*, p. 33-40, Nov. 1989.
22. Gilheany, Stephen, op. cit., p. 10-11. (Esta publicação e a “Specifying a digital engineering document management system”, Nuclear Records Management Association Annual Symposium, september 1984, também de autoria de Stephen Gilheany, são valiosas fontes de consulta sobre sistemas de recuperação de informação e armazenamento de documentos sobre filme e em formato de imagem digital, bem como sobre questões genéricas relativas à reprodução de imagens).
23. Gilheany, Stephen J., op. cit.
24. Gordon, Max, op. cit.
25. Ibidem.
26. Smith, Ross. ‘G’ controller for graphics grayscaling, *Publishing*. Mar. 1989.
27. Tapper, G. D. Optical discs - standards. *IMC Journal*, p. 41-42, July/Aug. 1988.
28. Courtot, Marilyn. Opening the Berlin Walls. *Inform*, p. 28, Mar. 1990.

Figuras

Figura 1. Atributos de micrográficos

Vantagens:

- custo relativamente baixo;
- meio de arquivamento reconhecido;
- leitura barata;
- armazenamento em escala de cinza mais eficaz em termos de custo;
- aceito como um meio legal
- existência de normas para criação, processamento, duplicação, armazenamento e leitura.

Desvantagens:

- velocidade de recuperação;
- o uso pode causar cansaço;
- a integridade de arquivos manuais é problemática;
- acesso individual;
- qualidade de rendimento abaixo do ideal;
- perda de resolução devido a copiagem sucessiva.

Figura 2. Atributos da formação de imagem digital

Vantagens:

- excelente acesso, distribuição e transmissão dos registros;
- acesso múltiplo simultâneo;
- integridade do arquivo;
- possibilidade de melhoria da qualidade através de processamento eletrônico da imagem (restauração e intensificação);
- impressão de alta qualidade;
- a copiagem sucessiva não provoca degradação (cada cópia é tão boa quanto a cópia original);
- facilmente reformado (recorte e cole);
- possibilidade de utilização de OCR para os textos;
- conexões eletrônicas permitem a recuperação de páginas.

Desvantagens:

- custo relativamente alto, mas em constante redução;
- tecnologia relativamente nova;
- meio de armazenamento permanente, mas não arquivístico;
- ainda não é aceito como meio legal de reprodução;
- os custos de implementação e operação aumentam em proporção direta à qualidade da imagem capturada (resolução).

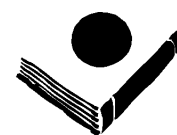


Figura 3. Atributos de discos ópticos

Vantagens:

- alta velocidade de recuperação;
- longevidade acima dos 20 anos;
- preserva a integridade do arquivo;
- excelente compactação;
- acesso múltiplo;
- não provoca cansaço durante o uso;
- excelente panorama para o armazenamento permanente (não arquivístico).

Desvantagens:

- alto custo, mas em queda;
- sistemas de recuperação necessários relativamente caros;
- o custo para armazenamento de imagens de páginas em escala de cinzas ainda não é eficaz;
- ainda não é aceito como meio legal de armazenamento de documentos;
- normalização recente ou inexistente.

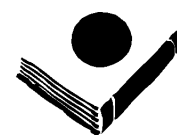


Figura 5: Uso efetivo de armazenamento de imagens

Conceito de armazenamento hierárquico

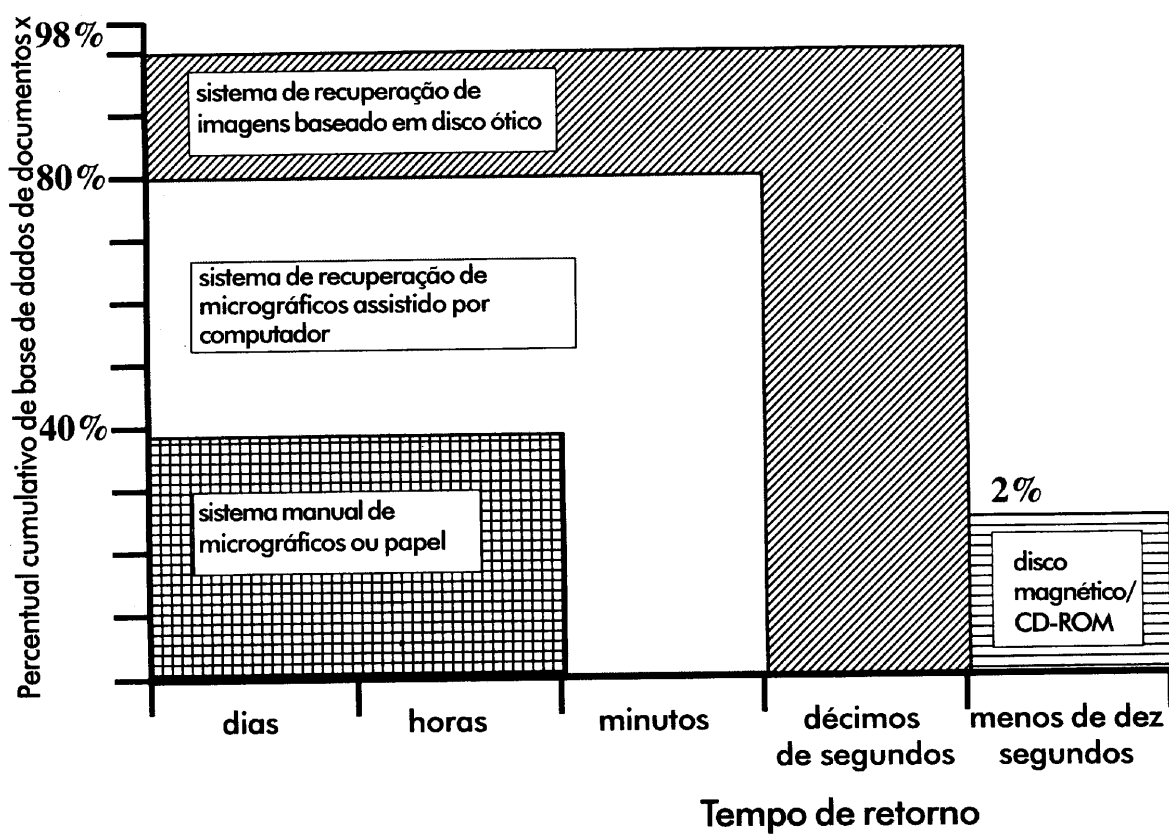
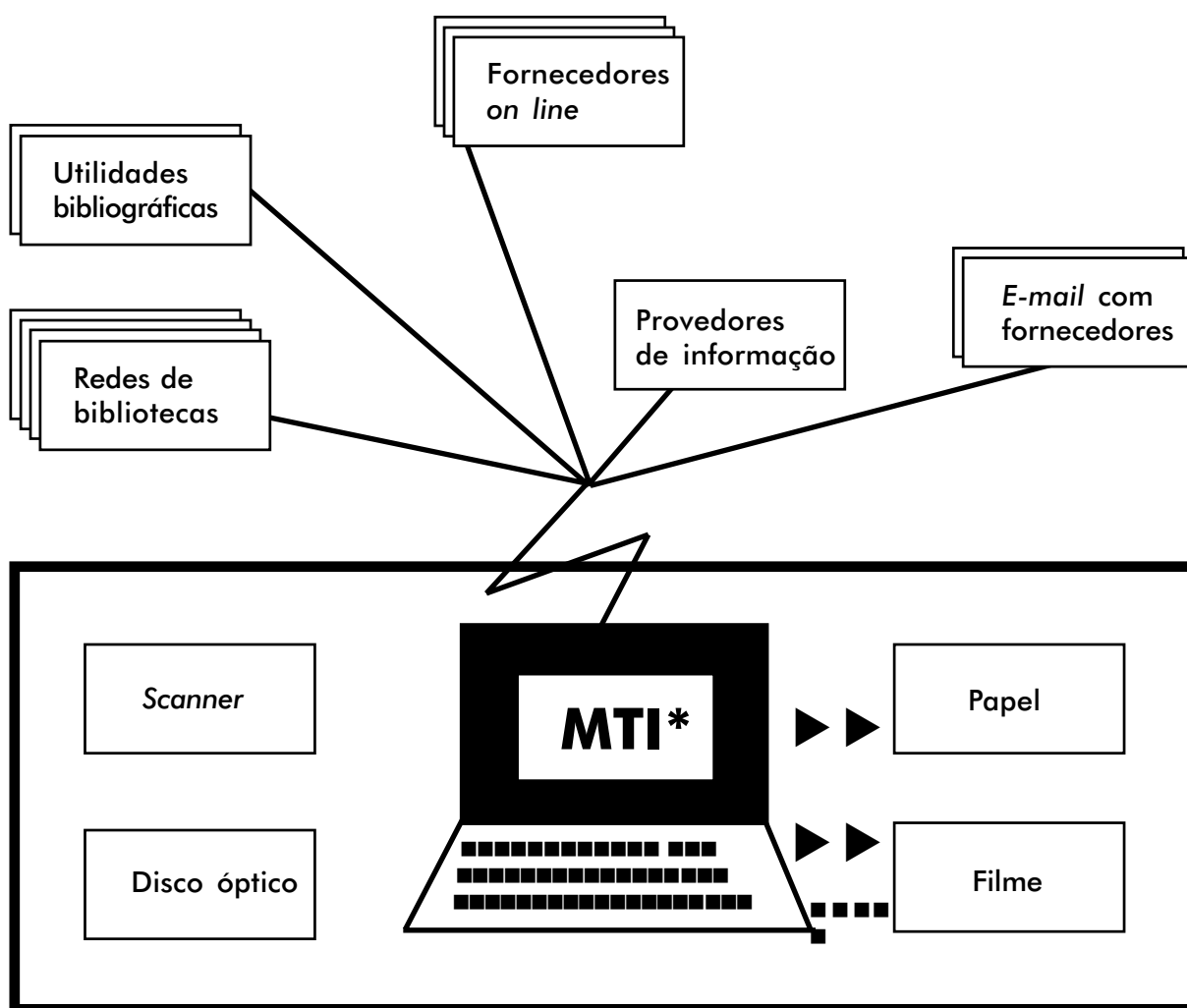


Figura 6. O sistema híbrido de acesso do usuário final

Ponto de acesso único



* Máquina de Transferência de Informação

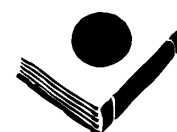


Figura 7. Requisitos para armazenamento de informação

Diferentes formatos

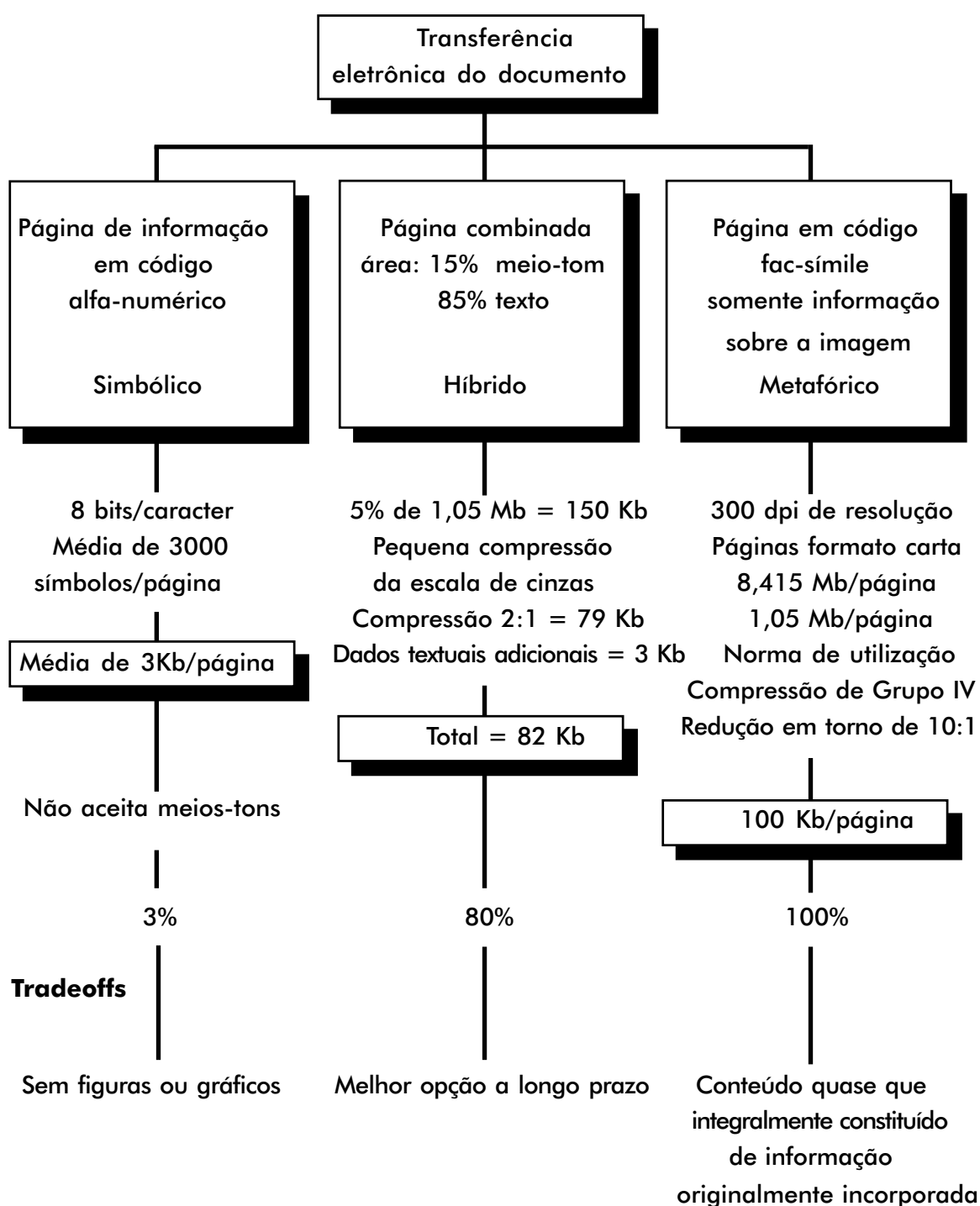


Figura 8. Sistema de imagem digital

Componentes:

- Servidor de base de dados – poderia ser o mesmo do sistema híbrido de acesso do usuário final.
 - Software de base de dados;
 - armazenamento magnético temporário;
 - armazenamento permanente (óptico, videotape 8mm, DAT 4mm etc.) (opcional);
 - placas, cabos e softwares de interface de redes (opcional);
- Scanner(s);
- Estação(ões) de trabalho:
 - Aplicativo;
 - Software ou hardware de compressão / descompressão;
 - local (armazenamento temporário);
 - display de alta resolução (opcional).

Sistema de microfilmagem para preservação

Figura 9. Uma câmara e uma processadora de baixa velocidade

Custos de aquisição

Item	Custo (US\$)	Quantidade	Custo total
Câmera (usada)	20,000	1	20,000
Câmera (nova)	100,000		
Suporte para livro	5,000	1	5,000
Processadora de filmes (lenta)	15,000	1	15,000
Processadora de filmes (média)	40,000		
Processadora de filmes (veloz)	100,000		
Densitômetro	3,000	1	3,000
Microscópio	1,500	1	1,500
Impressora de filmes	10,000	1	10,000
Leitora de segurança	2,000	1	2,000
Outros equipamentos de inspeção	400	1	400
Motores de avanço e rebobinagem	500	1	500
Splicer ultrasônico	3,000	1	3,000
Equipamento de laboratório	3,000	1	3,000
Sensitômetro	2,000	1	2,000
Suprimentos de laboratório	550	1	550
Encanamento	1,000	1	1,000
Ar condicionado e umidade	3,000	1	3,000
Construção e suprimentos	4,000	1	4,000
Total			73,950

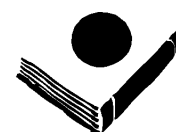


Figura 9a. Múltiplas câmaras e processadoras de baixa velocidade

Custos de aquisição

Item	Custo (US\$)	Quantidade	Custo total
Câmera (usada)	20,000	5	100,000
Câmera (nova)	100,000		
Suporte para livro	5,000	5	25,000
Processadora de filmes (lenta)	15,000	2	30,000
Processadora de filmes (média)	40,000		
Processadora de filmes (veloz)	100,000		
Densitômetro	3,000	2	6,000
Microscópio	1,500	1	1,500
Impressora de filmes	10,000	2	20,000
Leitora de segurança	2,000	2	4,000
Outros equipamentos de inspeção	400	2	800
Motores de avanço e rebobinagem	500	2	1,000
Splicer ultrasônico	3,000	2	6,000
Equipamento de laboratório	3,000	1	3,000
Sensitômetro	2,000	1	2,000
Suprimentos de laboratório	550	2	110
Encanamento	1,000	2	2,000
Ar condicionado e umidade	3,000	2	6,000
Construção e suprimentos	4,000	2	8,000
Total			216,400

Figura 9b. Múltiplas câmaras e processadoras de média velocidade

Item	Custo (US\$)	Quantidade	Custo total
Câmera (usada)	20,000	10	200,000
Câmera (nova)	100,000		
Suporte para livro	5,000	10	50,000
Processadora de filmes (lenta)	15,000	1	15,000
Processadora de filmes (média)	40,000	1	40,000
Processadora de filmes (veloz)	100,000		
Densitômetro	3,000	2	6,000
Microscópio	1,500	1	1,500
Impressora de filmes	10,000	3	30,000
Leitora de segurança	2,000	2	4,000
Outros equipamentos de inspeção	400	2	800
Motores de avanço e rebobinagem	500	3	1,500
Splicer ultrasônico	3,000	3	9,000
Equipamento de laboratório	3,000	2	6,000
Sensitômetro	2,000	1	2,000
Suprimentos de laboratório	550	3	1,650
Encanamento	1,000	3	3,000
Ar condicionado e umidade	3,000	3	9,000
Construção e suprimentos	4,000	3	12,000
Total			391,450

Figura 9c. Múltiplas câmaras e processadoras de alta velocidade

Custos de aquisição

Item	Custo (US\$)	Quantidade	Custo total
Câmera (usada)	20,000	20	400,000
Câmera (nova)	100,000		
Suporte para livro	5,000	20	100,000
Processadora de filmes (lenta)	15,000	1	15,000
Processadora de filmes (média)	40,000		
Processadora de filmes (veloz)	100,000	1	100,000
Densitômetro	3,000	3	9,000
Microscópio	1,500	1	1,500
Impressora de filmes	10,000	4	40,000
Leitora de segurança	2,000	2	4,000
Outros equipamentos de inspeção	400	3	1,200
Motores de avanço e rebobinagem	500	4	2,000
Splicer ultrasônico	3,000	4	12,000
Equipamento de laboratório	3,000	2	6,000
Sensitômetro	2,000	1	2,000
Suprimentos de laboratório	550	4	2,200
Encanamento	1,000	4	4,000
Ar condicionado e umidade	3,000	4	12,000
Construção e suprimentos	4,000	4	16,000
Total			726,900

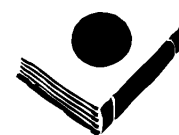


Figura 10. Resolução

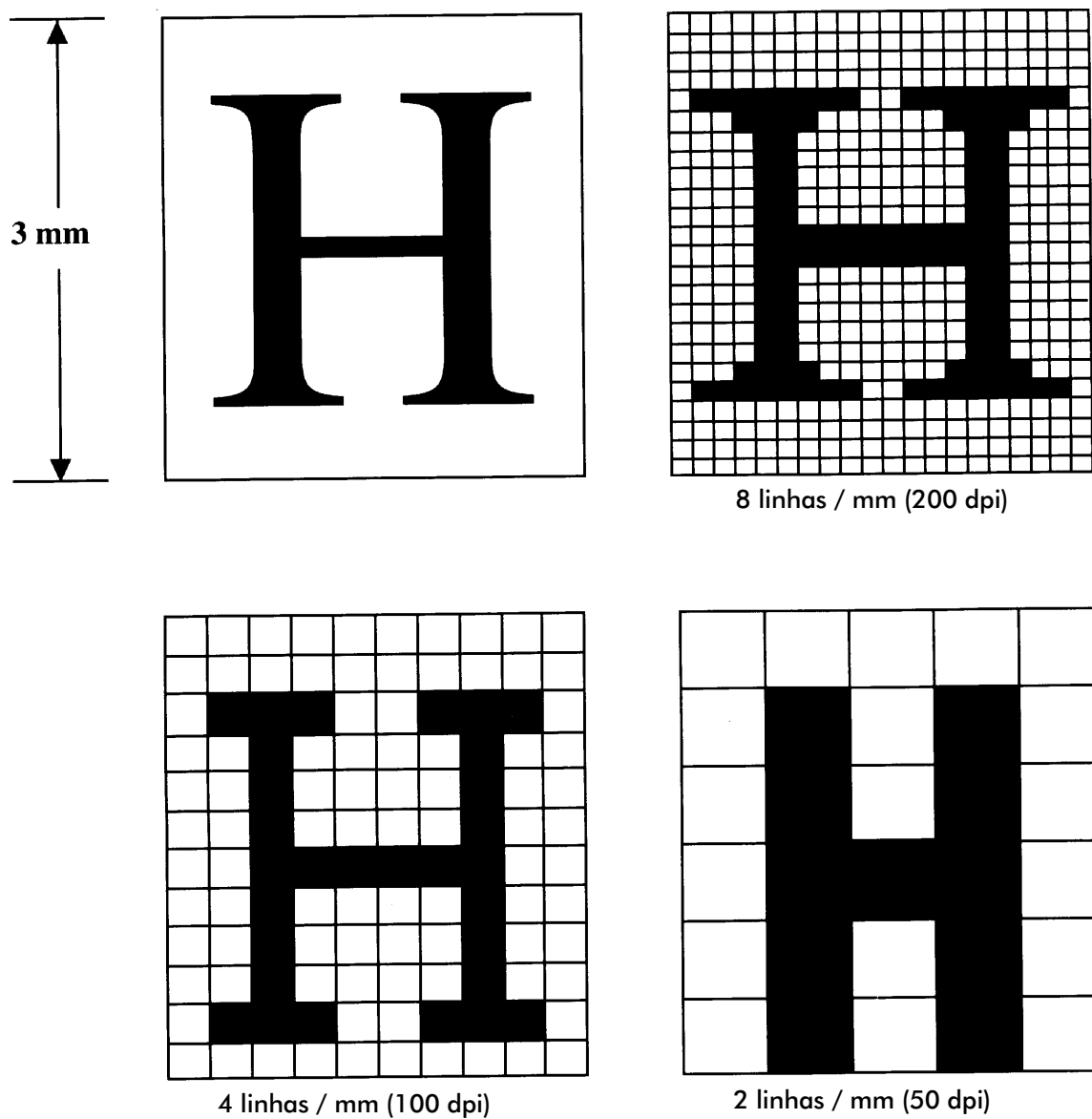
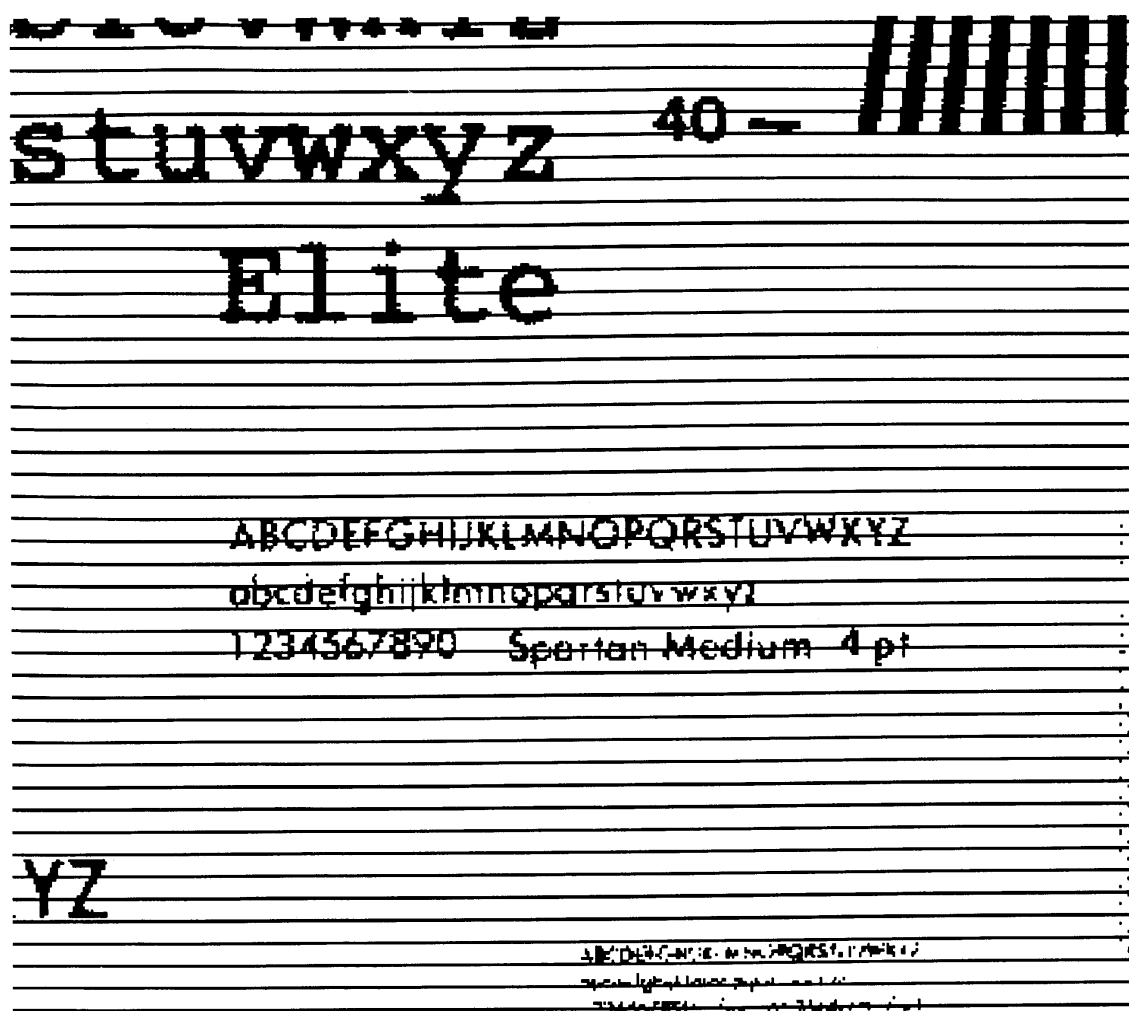


Figura 11a. Parte de uma página a 300 dpi

(ampliada para mostrar a interação entre resolução de escaneamento e tamanho do caractere)



Reproduzida de um cartão de teste (ver Figura 3).

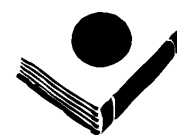
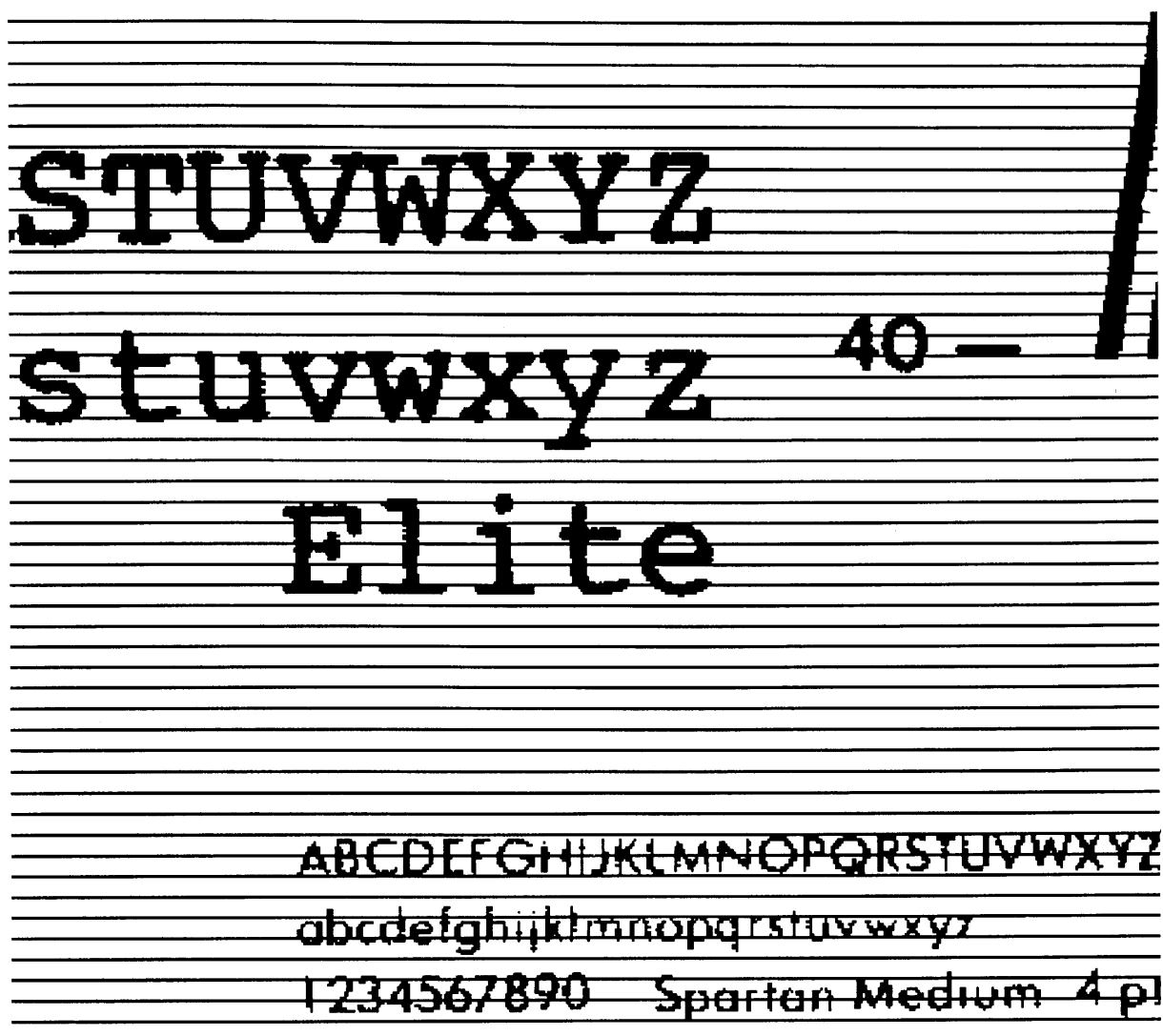


Figura 11b. Medidas do tipo



Figura 12. Parte de uma página a 400 dpi

(ampliada para mostrar a relação entre a resolução de escaneamento aumentada e o tamanho do caractere)



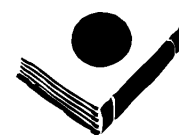


Figura 13. Escala de cinzas x Resolução

(exemplo de *tradeoffs* entre a resolução de tela e o número de camadas de cinzas em uma imagem de meio-tom)



30 linhas / pol. diagonalmente, combinação de 7 x 7 pontos, renderizando 101 camadas de cinza



35 linhas / pol. diagonalmente, combinação de 6 x 6 pontos, renderizando 74 camadas de cinza

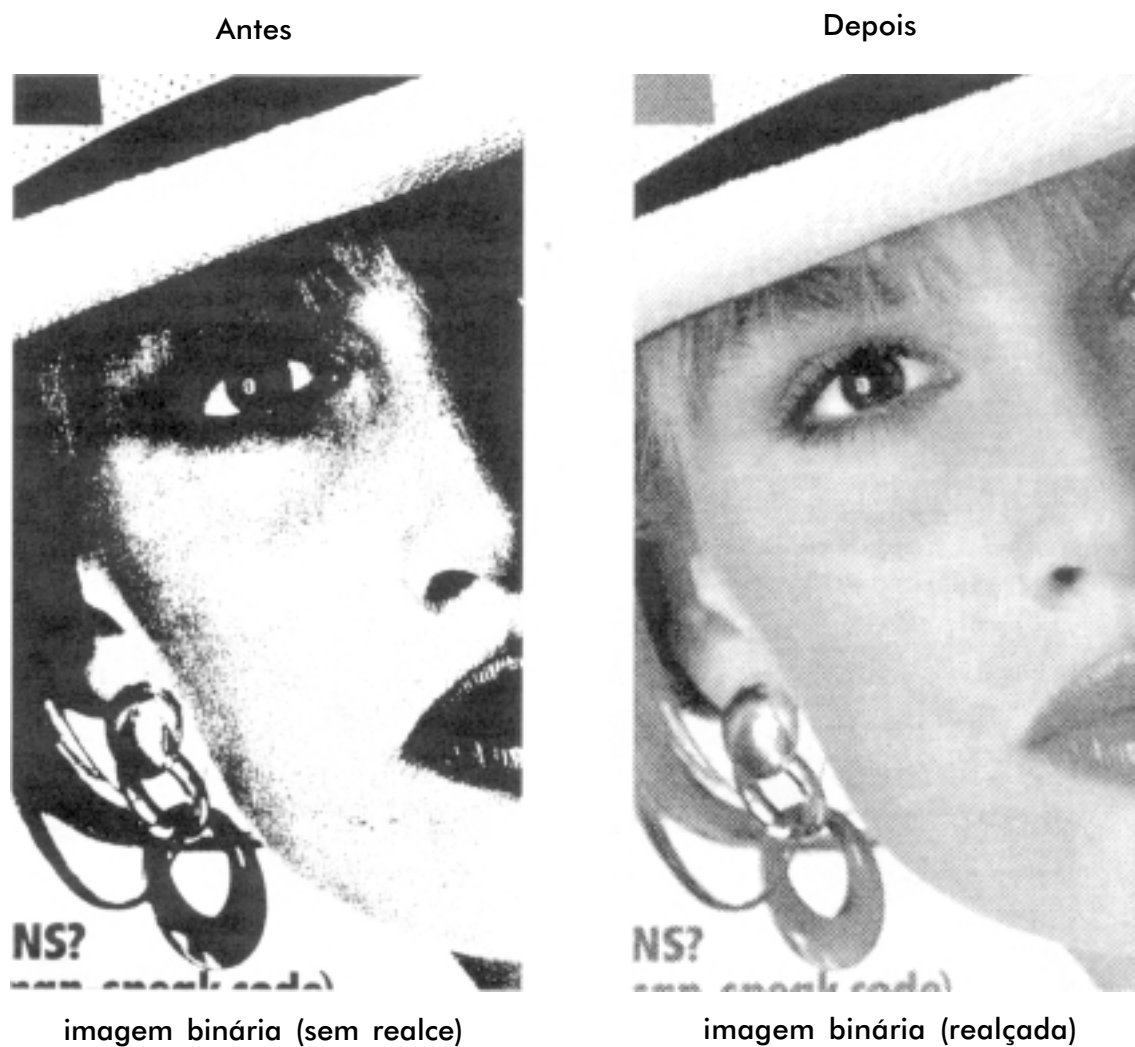


53 linhas / pol. diagonalmente, combinação de 4 x 4 pontos, renderizando 33 camadas de cinza



70 linhas / pol. diagonalmente, combinação de 3 x 3 pontos, renderizando 19 camadas de cinza

Figura 14. Exemplo de realce de imagem



Resolução de 300 dpi.

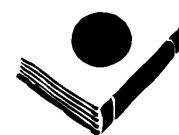


Figura 15a. Comparação da qualidade do realce de imagem



imagem original



imagem obtida em copiadora
de escritório



imagem obtida por escaneamento
em modo binário (300 dpi)

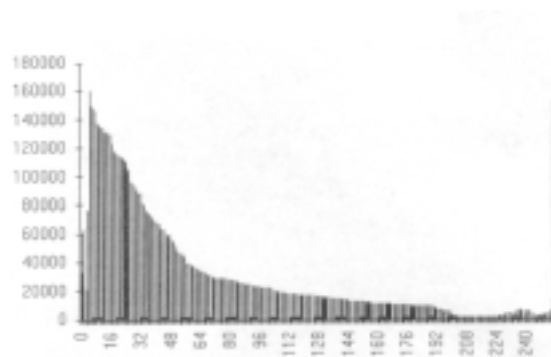


imagem realçada
(300 dpi)

Figura 15b. Exemplo de re-histogramação em realce de imagem



imagem escaneada
após realce (300 dpi)



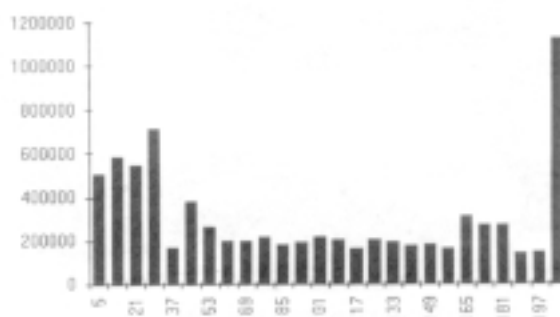
histograma original
de valores da escala de cinzas



original



após realce de imagem e
rehistogramação (300 dpi)



redistribuição dos valores
da escala de cinzas (300 dpi)

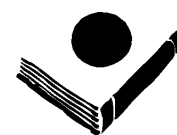
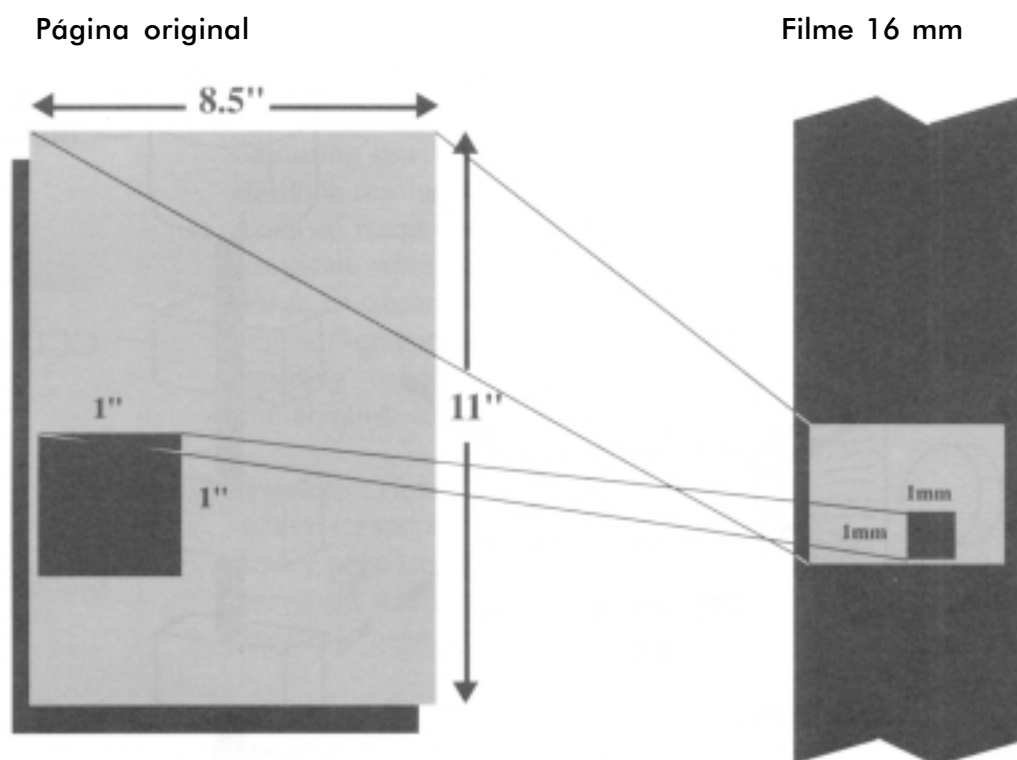


Figura 16. Comparação Filme x Resolução digital



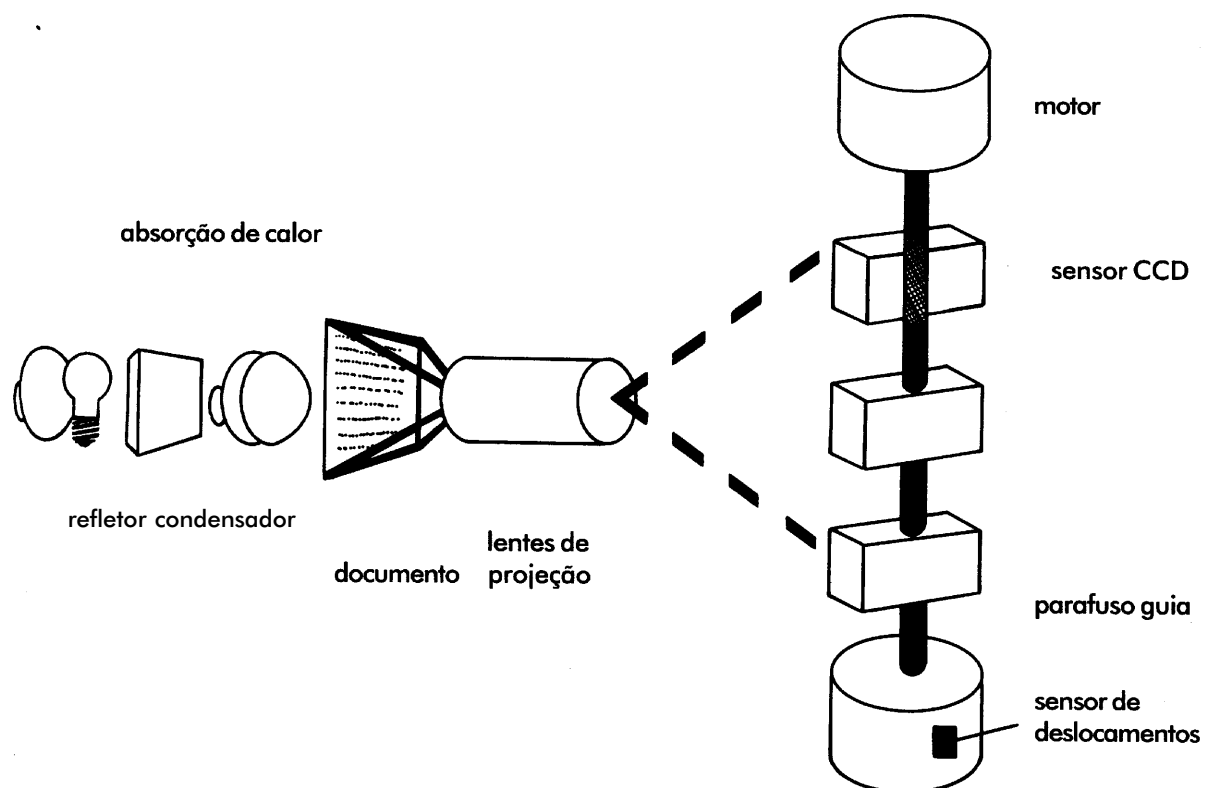
A imagem sobre o filme é 25 vezes menor

Razão de redução = 25x

mas

1 polegada = 25,4 mm

Figura 17. Diagrama de scanner com dispositivo de carga acoplado (CCD)



Reproduzido com a permissão de G. Walters, Rothchild Consulting.

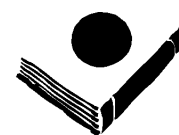


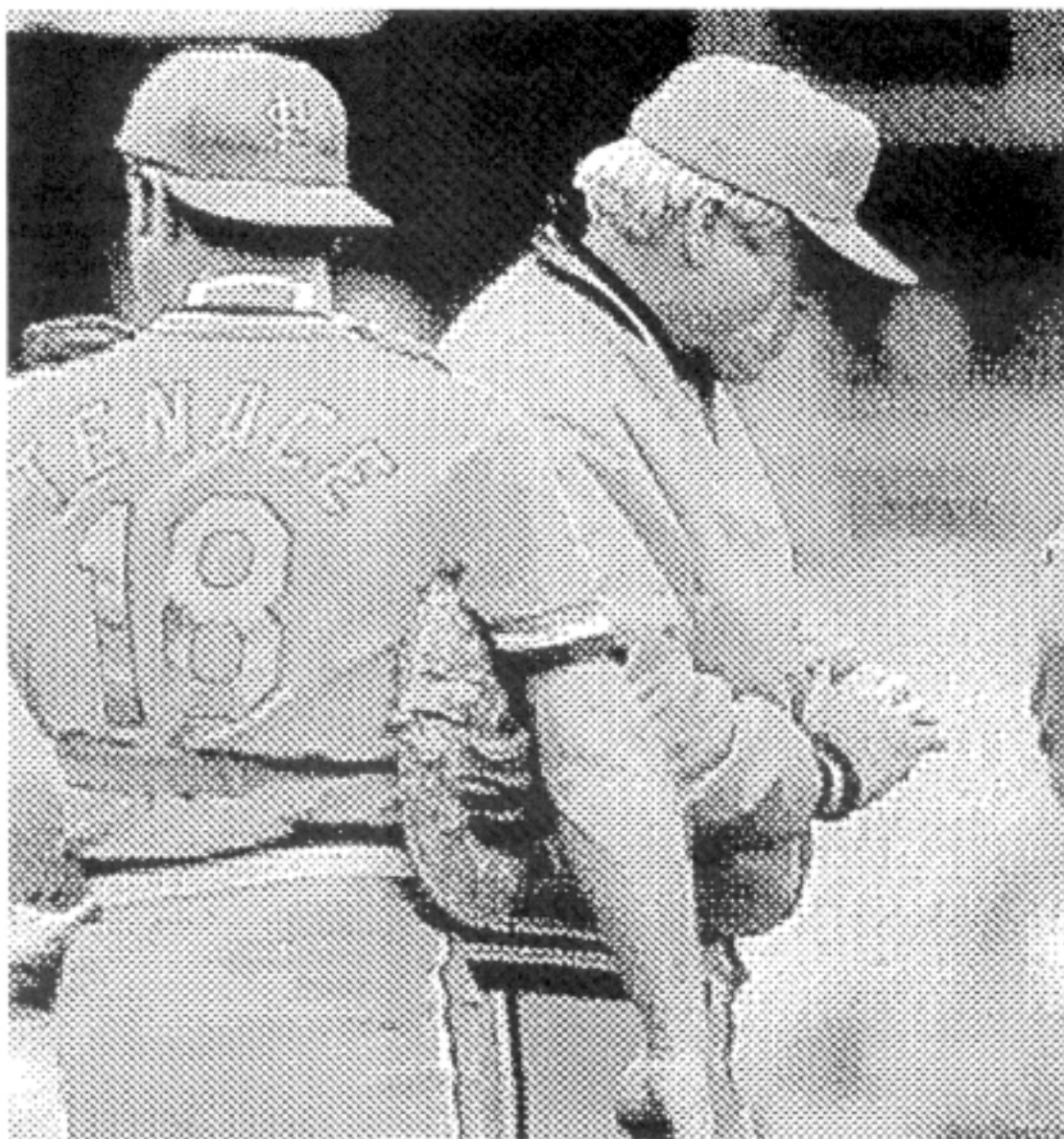
Figura 18. Exemplo de impressora de meio-tom



Ilustração de célula de meio-
tom gerada em impressora
com padrão de 300 dpi



Figura 19. Exemplo de efeitos de tonalização em imagens impressas



O Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos - CPBA

está sediado no
Arquivo Nacional
Rua Azeredo Coutinho 77, sala 605 - C
CEP 20230-170 Rio de Janeiro - RJ
Tel/Fax: (21) 2253-2033
www.cpba.net
www.arquivonacional.gov.br

The Council on Library and Information Resources - CLIR
(incorporando a antiga ***Commission on Preservation and Access***)

1755 Massachusetts Avenue, NW, Suite 500
Washington, DC 20036
Tel: (202) 939-4750
Fax: (202) 939-4765
www.clir.org

Títulos Publicados

Armazenagem e manuseio

1. Métodos de armazenamento e práticas de manuseio
2. A limpeza de livros e de prateleiras
3. A escolha de invólucros de qualidade arquivística para armazenagem de livros e documentos
4. Invólucros de cartão para pequenos livros
5. A jaqueta de poliéster para livros
6. Suporte para livros: descrição e usos
7. Montagens e molduras para trabalhos artísticos e artefatos em papel
8. Mobiliário de armazenagem: um breve resumo das opções atuais
9. Soluções para armazenagem de artefatos de grandes dimensões

Conservação

10. Planificação do papel por meio de umidificação
11. Como fazer o seu próprio passe-partout
12. Preservação de livros de recortes e álbuns
13. Manual de pequenos reparos em livros

Melo Ambiente

14. Temperatura, umidade relativa do ar, luz e qualidade do ar: diretrizes básicas de preservação
15. A proteção contra danos provocados pela luz
16. Monitoramento da temperatura e umidade relativa
17. A proteção de livros e papéis durante exposições
18. Isopermas: uma ferramenta para o gerenciamento ambiental
19. Novas ferramentas para preservação-avaliando os efeitos ambientais a longo prazo sobre coleções de bibliotecas e arquivos

Emergências

20. Planejamento para casos de emergência
21. Segurança contra as perdas: danos provocados por água e fogo, agentes biológicos, roubo e vandalismo
22. Secagem de livros e documentos molhados
23. A proteção de coleções durante obras
24. Salvamento de fotografias em casos de emergência
25. Planilha para o delineamento de planos de emergência
26. Controle integrado de pragas
27. A proteção de livros e papel contra o mofo
28. Como lidar com uma invasão de mofo: instruções em resposta a uma situação de emergência
29. Controle de insetos por meio de gases inertes em arquivos e bibliotecas

Planejamento

30. Planejamento para preservação
31. Políticas de desenvolvimento de coleção e preservação
32. Planejamento de um programa eficaz de manutenção de acervos
33. Desenvolvimento, gerenciamento e preservação de coleções
34. Seleção para preservação: uma abordagem materialística
35. Considerações complementares sobre: "Seleção para preservação: uma abordagem materialística"
36. Implementando um programa de reparo e tratamento de livros
37. Programa de Planejamento de Preservação: um manual para auto-instrução de bibliotecas

Edifício/Preservação

38. Considerações sobre preservação na construção e reforma de bibliotecas: planejamento para preservação

Fotografias e filmes

39. Preservação de fotografias: métodos básicos para salvaguardar suas coleções
40. Guia do Image Permanence Institute (IPI) para armazenamento de filmes de acetato
41. Indicações para o cuidado e a identificação da base de filmes fotográficos

Registros sonoros e fitas magnéticas

42. Armazenamento e manuseio de fitas magnéticas
43. Guarda e manuseio de materiais de registro sonoro

Reformatação

44. O básico sobre o processo de digitalizar imagens
45. Microfilme de preservação: plataforma para sistemas digitais de acesso
46. O processo decisório em preservação e fotocopiagem para arquivamento
47. Controle de qualidade em cópias eletrostáticas para arquivamento
48. Microfilmagem de preservação: um guia para bibliotecários e arquivistas
49. Do microfilme à imagem digital
50. Uma abordagem de sistemas híbridos para a preservação de materiais impressos
51. Requisitos de resolução digital para textos: métodos para o estabelecimento de critérios de qualidade de imagem
52. Preservação no universo digital
53. Manual do RLG para microfilmagem de arquivos