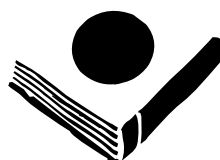


**Requisitos de resolução digital para  
textos: métodos para o estabelecimento  
de critérios de qualidade de imagem**

Anne R. Kenney  
Stephen Chapman

2ª edição



CONSERVAÇÃO PREVENTIVA  
EM BIBLIOTECAS E ARQUIVOS

*Anne R. Kenney*  
*Stephen Chapman*

**Requisitos de resolução digital para textos:  
métodos para o estabelecimento de critérios  
de qualidade de imagem**

2ª edição

Rio de Janeiro  
Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos  
2001

Copyright © 1995 by The Commission on Preservation and Access.

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

*Tutorial - Digital Resolution Requirements for Replacing Text -Based Material: Methods for Benchmarking Image Quality*

Autores: Anne R. Kenney e Stephen Chapman

**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 Getúlio Vargas*

Coordenação

*Ingrid Beck*

Colaboração

*Sérgio Conde de Albite Silva*

Tradução

*José Luiz Pedersoli Júnior*

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

K18 Kenney, Anne R.

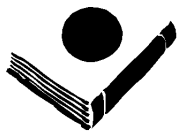
Requisitos de resolução digital para textos : métodos para o estabelecimento de critérios de qualidade de imagem / Anne R. Kenney, Stephen Chapman ; [tradução José Luiz Pedersoli Júnior ; revisão técnica Mauro Resende de Castro, Ana Virginia Pinheiro, Dely Bezerra de Miranda Santos ; revisão final Cássia Maria Mello da Silva, Lena Brasil]. – 2. ed. – Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001.

29 p. : il. ; 30 cm. – (Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos ; 51. Reformatação).

Inclui bibliografias.  
ISBN 85-7009-054-4.

1. Microfilmagem. I. Chapman, Stephen. II. Título. III. Série.

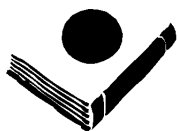
CDD 686.43



## Sumário

|  |    |
|--|----|
| <b>Apresentação</b>  | 5  |
| <b>Introdução</b>  | 7  |
| <b>Onde começar</b>  | 8  |
| <b>Figura 1.</b> Categorias de documentos  | 8  |
| <b>Calculando a resolução a partir das dimensões de <i>pixel</i></b>   | 10 |
| <b>Fórmulas: dpi efetiva calculada a partir das dimensões de <i>pixel</i></b>  | 10 |
| <b>Como determinar a qualidade da imagem digital</b>   | 11 |
| <b>Figura 2.</b> Ilustração de um gabarito de resolução de par de linhas utilizado para determinar o IQ clássico   | 11 |
| <b>Figura 3.</b> Reprodução de um microfilme ilustrado IQ's clássicos em níveis marginal (3,6), médio (5,0) e alto (8,0)   | 12 |
| <b>Figura 4.</b> Visões ampliadas de letras <i>Spartan Medium</i> , representando IQ's digitais em níveis marginal (3,6), médio (5,0) e alto (8,0)                   | 12 |
| <b>Metodologias de escaneamento e técnicas de compressão</b>   | 13 |
| <b>Escaneamento bitonal — meios para a definição de níveis de requisitos de resolução</b>  | 13 |
| <b>Fórmulas de IQ digital para o escaneamento bitonal</b>  | 14 |
| <b>Tabela 1.</b> Requisitos de resolução de entrada estimados para escaneamento bitonal  | 15 |
| <b>Fórmula de pontos por caractere para escaneamento bitonal</b>   | 15 |
| <b>Escaneamento com escala de cinza — meios para a definição de níveis de requisitos de resolução</b>  | 16 |
| <b>Fórmulas do IQ digital para o escaneamento com escala de cinza</b>  | 16 |
| <b>Tabela 2.</b> Requisitos de resolução de entrada para escaneamento com escala de cinza de 8 bits e compressão JPEG em níveis de até 10:1                          | 17 |
| <b>Tabela 3.</b> Qualidade da imagem e tamanhos de arquivo resultantes com o escaneamento bitonal e com escala de cinza da carta de teste nº 2 para scanner da AIIIM | 18 |
| <b>Verificando o índice de qualidade previsto</b>  | 19 |
| <b>Figura 5.</b> Objeto de teste alfanumérico do RIT de 3" × 3" sobre posto ao gabarito IEEE Std 167A-1987   | 19 |
| <b>Figura 6.</b> Gabarito RIT escaneado em 600 dpi com ampliações de letras maiúsculas na linha 15   | 20 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 7. Carta de teste nº 2 para scanner da ALLM e tipo Bodoni de 4 pontos ampliado, escaneada em 600 dpi</b> | 20 |
| <b>Inspeção visual</b>   | 21 |
| <b>Diretrizes sugeridas</b>  | 22 |
| <b>Monografias, periódicos, folhetos e outras publicações textuais: escaneamento bitonal em 600 dpi</b>            | 22 |
| <b>Registros de órgãos oficiais: escaneamento bitonal a 300 dpi</b>  | 23 |
| <b>Manuscritos</b>   | 23 |
| <b>Imagens de meio-tom e de tom contínuo</b>   | 24 |
| <b>Recomendações</b>   | 25 |
| <b>Fontes consultadas</b>  | 25 |
| <b>Notas</b>   | 26 |



## 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 51, apresenta aspectos relevantes sobre a resolução necessária e a qualidade da imagem digital para a preservação de acervos textuais. Fornece tabelas com requisitos de resoluções, qualidades de imagem e os respectivos tamanhos dos arquivos por elas gerados, podendo ser utilizados como parâmetros para decisões na escolha de equipamentos. O texto oferece ainda recomendações pontuais para a resolução adequada, quando da utilização da tecnologia digital.

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](http://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. 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](http://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.

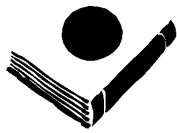
Desde o início o Projeto contou com recursos financeiros da *Andrew W. Mellon Foundation* e de VITAE, Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social. Em 1998 estes patrocinadores aprovaram um segundo aporte financeiro, com o objetivo de dar continuidade às ações empreendidas e de preparar esta segunda edição.

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



## Introdução

“Que resolução devo utilizar para substituir meus originais em deterioração? Uma resolução de 600 dpi não é considerada o mínimo absoluto?”

“Fui informado de que a tecnologia Kodak PhotoCD proporciona uma captura de imagem muito boa. Então posso simplesmente utilizá-la?”

“Como posso saber quando a qualidade da imagem digital é suficiente para substituir o original?”

Estas e outras questões similares são levantadas por bibliotecários, curadores e arquivistas quando consideram o uso de tecnologia digital para preservar e tornar acessíveis materiais sob sua guarda. A resposta a todas estas questões é: depende. Infelizmente, não há, atualmente, normas técnicas de aceitação comum para qualidade da imagem digital e grande parte da literatura sobre o assunto tende a ser altamente técnica ou dirigida a aplicações onde a produção tem prioridade sobre a qualidade.

As maneiras de se determinar os requisitos de qualidade da imagem variam com a gama de documentos a serem convertidos e com os processos utilizados para o escaneamento. Diferentes tipos de documentos requerem diferentes abordagens. A captura de um bico de pena finamente detalhado ou de caracteres pequenos requer uma resolução elevada, medida pelo número de pontos por polegada (dpi - *dots per inch*), mas outros documentos contêm características que não podem ser reproduzidas somente pelo aumento da resolução. A reprodução da sutileza do sombreado presente em uma fotografia em preto e branco, por exemplo, requer uma boa reprodução tonal — preservação dos níveis de contraste entre preto e branco — para distinguir a escala de cinza. Tal como a tecnologia óptica convencional (fotografia, microfilme e cópia eletrotástica), a resolução e a reprodução tonal são os determinantes principais da qualidade da imagem. Com a tecnologia digital, o produto final será também afetado pelo uso de *software* de realce, técnicas de compressão de imagens, desenho e desempenho do sistema, pela avaliação e cuidado do operador.

Este guia almeja proporcionar a bibliotecários e arquivistas algumas instruções básicas para o estabelecimento de critérios de resolução. Ele se concentra em documentos textuais e, primariamente, naqueles produzidos por máquinas. Contudo, também oferece um recurso inicial para avaliar as necessidades de resolução para uma ampla gama de materiais. Espera-se que estes critérios sejam um ponto de partida para se poder determinar se o conteúdo de informação dos materiais fonte pode ser adequadamente reproduzido com propósitos de substituição. Os requisitos de qualidade da imagem deverão ser elevados se for decidido que os documentos fonte serão descartados após a conversão. Se a imagem digital tiver o propósito de servir apenas como uma referência, e se não houver a intenção de usá-la para substituir o original, então os requisitos de qualidade não precisam ser tão severos. Contudo, há boas razões para a especificação de um nível de resolução que seja suficiente para a reprodução de todos os detalhes significativos presentes no documento fonte. Pode ser mais eficaz em termos de custos, escanear o material uma vez a uma resolução elevada do que reescaneá-lo posteriormente, quando aplicações futuras venham a exigir uma qualidade superior da imagem. Uma vez que uma imagem verdadeira de resolução elevada não pode ser gerada a partir de uma outra de baixa resolução, o documento deve ser capturado de forma planejada para garantir a captura completa da informação. As aplicações de uso corrente, onde a velocidade de transmissão e a exibição em tela exigem tamanhos de arquivos menores, podem ser satisfeitas pela geração de imagens de resolução

inferior a partir desta versão arquivística. É, também, possível obter escala de cinza a partir de imagens bitonais de resolução elevada para realçar a legibilidade na tela, enquanto se pode confiar na imagem de resolução completa para impressão.

Embora os níveis de resolução possam ser estimados com bastante facilidade, os requisitos de qualidade da imagem devem ser confirmados através de testes extensivos a um grupo de documentos que seja representativo dos materiais a serem escaneados. Se os requisitos para uso geral na tela são inferiores àqueles para captura completa da informação ou para impressão, os resultados do processo de escaneamento deverão ser julgados em monitores de alta resolução e através de subprodutos, como papel e filme. Os resultados devem ser confirmados tanto pelos curadores quanto pelos representantes da comunidade de usuários. Contudo, deve-se reconhecer que os requisitos para a captura da imagem completa não têm que coincidir necessariamente com as necessidades correntes dos usuários. Frequentemente, há uma diferença entre os requisitos estabelecidos e a percepção visual. Problemas com relação à fidelidade ao material fonte e à legibilidade do texto devem, também, ser abordados.

## Onde Começar

A estimativa dos requisitos de resolução começa com a compreensão do material propriamente dito. Em geral, documentos de papel podem ser classificados em quatro categorias: texto/traço, meio-tom, tom contínuo e misto. A **Figura 1** fornece uma breve definição e exemplos de documentos para cada uma destas quatro categorias. Embora a resolução seja importante à captura de imagem para todos os documentos, ela é crítica e, frequentemente, é o principal determinante da qualidade da imagem para itens que pertencem à primeira categoria: texto e traço. Se o documento fonte contém escala de cinza ou cor, então a qualidade do processo de conversão será decidida pela combinação de resolução e reprodução tonal (frequentemente associada à margem dinâmica)<sup>1</sup>. Como será discutido posteriormente neste guia, a captura da escala de cinza ou de cor afetará os requisitos de resolução e resultará em ajustes das fórmulas de definição de níveis para determinar a qualidade da imagem.

### **Figura 1.** Categorias de documentos

**TEXTOS/TRAÇO:** Pode ser produzido manualmente, mecanografado ou por máquina. Normalmente em preto e branco. Inclui livros, manuscritos, jornais, relatórios, documentos datilografados ou impressos a laser, plantas arquitetônicas, mapas, desenhos de linha, águas-fortes, litografias e partituras musicais.

**MEIO-TOM:** Em cor ou em preto-e-branco. Reproduções, usualmente criadas a partir de uma fotografia, constituídas de pequenos pontos ou quadrados ou riscos, que são usados para representar tons contínuos. A maioria das fotografias em publicações são meios-tons.

**TOM CONTÍNUO:** Colorido ou em preto-e-branco. Inclui ilustrações gráficas em que todos os valores de cinza e de cores podem ser reproduzidos: fotografias, crayons, desenhos de giz e alguns a lápis, acrílicos, aquarelas e fac-símiles fotograficamente reproduzidos.

**MISTO:** Colorido ou em preto-e-branco. Refere-se a itens contendo texto e imagens de meio-tom ou texto e imagens de tom contínuo, tais como jornais, revistas, livros ilustrados, programas e capas de partituras. Não inclui texto e desenhos de linha juntos.



Além da categoria do documento, deve-se considerar a qualidade do material fonte propriamente dito. O nível de detalhe, frequência de uso e a importância do documento terão, todos, um efeito direto sobre a resolução necessária. Outros aspectos a serem considerados incluem: o meio (por exemplo, tinta), o suporte (por exemplo, papel) e o nível de contraste entre os dois; o processo de produção (produzidos por máquina ou feitos a mão); a presença de notas marginais; a nitidez (foco) da imagem e a condição do documento (está danificado? Manchado? Incompleto?). Se utilizarmos um filme para a conversão, deve-se também avaliar sua condição e qualidade. Por exemplo, arranhões presentes sobre a base do filme podem ser reproduzidos sobre a imagem digital e o processo de escaneamento de filme introduz uma série de outros fatores (por exemplo, razão de redução e densidade do filme) que afetam a qualidade de imagem<sup>2</sup>. A qualidade de uma imagem digital será limitada pela qualidade do material fonte. Se este for de baixa qualidade, o arquivo digital resultante também será de baixa qualidade, mesmo se uma resolução elevada foi utilizada para gravação. A captura [da imagem] de uma fotografia fora de foco, por exemplo, com todos os tons de cinza e alta resolução ainda em uma imagem borrada.

A altura e a largura de um documento terão, também, um efeito sobre a qualidade da imagem e poderão determinar o tipo do processo de escaneamento a ser utilizado. Para documentos de dimensões demasiado grandes, que não caberão completamente em um *scanner* de mesa ou de tambor, a conversão exigirá o uso de uma câmara fotográfica intermediária ou de uma câmara digital. Em tais casos, uma matriz de escaneamento definida é empregada para a conversão digital. Como consequência, a resolução de escaneamento pode variar com as dimensões do documento: na medida em que o tamanho do original aumenta, a resolução diminuirá. As dimensões físicas de uma página combinadas com o nível de detalhe nela presente afetarão os requisitos de qualidade da imagem.

Além da compreensão dos atributos do documento, deve-se considerar o quanto a tecnologia propriamente dita afeta a captura da imagem. O *hardware* e o *software* específicos utilizados na conversão digital podem alterar dramaticamente os resultados. Alguns *scanners* capturam, inicialmente, a informação das escalas de cinza, que é então interpolada para produzir imagens em preto-e-branco (bitonais) de alta resolução. Outros utilizam um *software* para alcançar uma resolução efetiva superior a oferecida pela matriz de escaneamento (ex.: 600 dpi efetiva a partir de uma abertura de 400 x 400). Mesmo em casos onde o *scanner* utilizado emprega uma resolução capaz de capturar detalhes extremamente finos de um documento é impossível prever se as características deste (por exemplo, a largura de um caractere preto de texto sobre um fundo branco) estarão alinhadas exatamente com os detectores do scanner. Um **erro de registro** ou um **erro de amostragem** refere-se ao deslocamento do alinhamento perfeito esperado em todas as operações de escaneamento bitonal. No escaneamento bitonal, a variação da posição de um documento sobre o prato do *scanner* — mesmo tão reduzida quanto metade de um *pixel* — alterará a resolução e o resultado de saída. Tecnologias de escaneamento diferentes terão uma influência profunda sobre o resultado de saída e sobre a precisão das fórmulas de definição de níveis de resolução digital abaixo descritas. As afirmações dos fabricantes quanto à resolução de escaneamento devem ser cuidadosamente investigadas e deve-se sempre verificar se os requisitos de qualidade da imagem foram alcançadas, através do exame do(s) resultado(s) de saída.

Ao determinar os níveis de resolução digital, deve-se considerar se as normas técnicas para reprodução via microfilme ou fotocópia são suficientes para capturar o conteúdo de informação dos

documentos fonte. Caso sejam, a qualidade da imagem obtida com o uso de técnicas digitais pode ser avaliada, com algumas advertências abaixo descritas, comparativamente aos resultados alcançados com o uso de processo óticos<sup>3</sup>.

### **Calculando a resolução a partir das dimensões de *pixel***

Apesar de os *scanners* de mesa aplicarem o mesmo número de pontos por polegadas para todos os documentos — até o tamanho máximo que o prato puder acomodar — outros dispositivos de escaneamento colocam a resolução em termos de *pixels x pixels*. Em tais casos, o tamanho do documento propriamente dito terá um efeito direto sobre a resolução alcançada. Exemplos das dimensões das matrizes de *pixel* de duas câmaras digitais e do processo Kodak PhotoCD são apresentados abaixo.

| <b>Dispositivos de escaneamento</b> | <b>Dimensões de <i>pixel</i></b> |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| <i>JVC TK-F 7300 Câmara:</i>        | 3.456x4.416                      |
| <i>Kontron ProgRes 3012:</i>        | 2.320x3.096                      |
| <i>Kodak PhotoCD:</i>               | 2.048x3.072*                     |

É importante reconhecer que o número de *pixels* se refere às dimensões (largura x comprimento) de uma matriz de escaneamento definida da câmara. Se a matriz de escaneamento completa, ou matriz de *pixel*, é utilizada para capturar um documento, a resolução variará de acordo com as dimensões do documento: na medida em que o tamanho do original aumenta, a resolução diminui. Por exemplo, a resolução de um documento de 4" x 5" será 10 vezes maior que a resolução de um documento de 40" x 50".

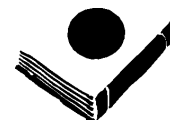
Para calcular a dpi efetiva a partir das dimensões de *pixel*, determine se a relação entre os eixos [comprimento dividido pela largura] do documento fonte é igual ou inferior à relação entre os eixos da matriz de *pixel* da câmara digital. Se for, divida o número menor da matriz de *pixel* pela largura do documento fonte (não de sua representação). Por exemplo, a Kodak PhotoCD (2.048x3.072 *pixels*, relação entre eixos igual a 1,5) capturará a informação de um documento de 8,5"x11" (relação entre eixos igual a 1,29) com uma resolução efetiva de 2.048/8,5, ou de 241 dpi. Se a relação entre os eixos do documento for maior que a da matriz de *pixel*, divida o comprimento desta última pelo comprimento do documento fonte. Por exemplo, uma câmara digital Konotron (2.320x3.096 *pixels*, relação entre eixos igual a 1,33) capturará a informação de um documento de 11"x17" (relação entre eixos igual a 1,54) com uma resolução efetiva de 3.096/17 ou de 182 dpi.

### **Fórmulas: dpi efetiva calculada a partir das dimensões de *pixel***

1) Relação entre os eixos do documento fonte igual ou inferior à relação entre os eixos da matriz de *pixel*: menor número na matriz de *pixel*/largura do documento fonte.

---

\* A tecnologia Kodak PhotoCD proporciona cinco níveis de exibição baseados em dimensões de *pixel*, de 128x192 a 2.048x3.072 *pixels*; a versão 'profissional' da PhotoCD usa uma matriz de escaneamento de 4.096x6.144 *pixels*. Para uma visão geral das câmaras Kontron e JVC, ver ROBUNSON, Peter, *The digitization of primary textual sources*. Office for Humanities Communication Publications, no. 4, Oxford University Computing Services, 1993. p. 43-47.



2) Relação entre os eixos do documento fonte superior à relação entre os eixos da matriz de *pixel*: maior número na matriz de *pixel*/comprimento do documento fonte

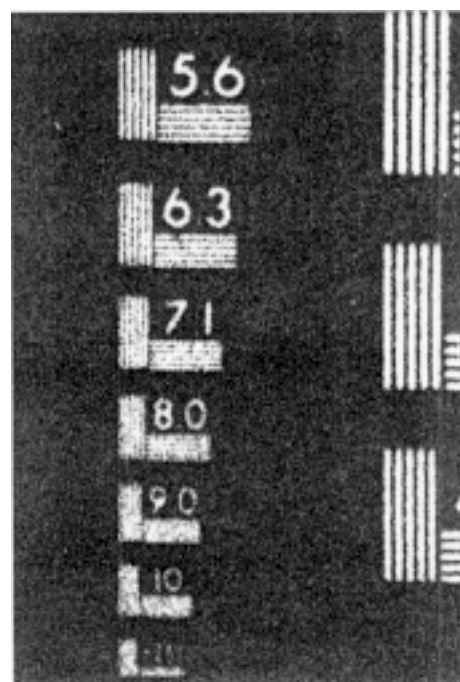
O quadro abaixo ilustra a relação entre as dimensões físicas do documento fonte e a resolução alcançada com a utilização da tecnologia PhotoCD, a 2.048x3.072 *pixels*, relação entre eixos igual a 1,5.

| Dimensões do documento | Relação entre eixos | DPI efetiva |
|------------------------|---------------------|-------------|
| 8,5"x11"               | 1,29                | 241         |
| 10"x20"                | 2,00                | 154         |
| 11"x17"                | 1,32                | 186         |
| 20"x30"                | 1,50                | 102         |
| 30"x40"                | 1,33                | 68          |

### Como determinar a qualidade da imagem digital

Um ponto de partida é rever as formas de avaliação de qualidade para outros processos de conversão. As normas técnicas mais exigentes foram desenvolvidas para a indústria de micrográficos e se baseiam no método do índice de qualidade (IQ). De fato, os procedimentos de controle de qualidade para a inspeção de microfilme e o método do IQ para descrever a legibilidade de texto são bem adequados — com certas modificações — para prever e avaliar o desempenho de sistema digitais de reprodução de imagens. Tanto para a microfilmagem quanto para a reprodução digital de imagem, o IQ é baseado na relação entre a legibilidade do texto e a resolução do sistema, isto é, a habilidade de capturar detalhes finos<sup>4</sup>. Contanto que uma câmara de microfilme ou um *scanner* estejam operando em seus níveis ótimos, o IQ pode ser utilizado para prever os níveis de qualidade da imagem — marginal (3,6), médio (5,0) ou alto (8,0) — que serão consistentemente alcançados na cópia de uso.

A aplicabilidade de normas técnicas estabelecidas para a microfilmagem — um processo analógico — na avaliação da qualidade da imagem para materiais convertidos pela tecnologia digital pode estar sujeita a debate. Este problema de comparabilidade foi apontado pelo C10 *Standards Committee of the Association of Image and Information Management, AIIM*, em seu relatório, *Resolution as it relates to photographic and electronic imaging* (AIIM TR26-1993). Na medida em que detectou diferenças entre a captura digital e a analógica, o Comitê C10 desenvolveu uma fórmula de índice



de qualidade digital, que é derivada da fórmula clássica do índice de qualidade utilizada na indústria de microfilmagem. Ambas se baseiam em três variáveis: a altura do menor caractere significativo no documento fonte (usualmente o menor 'e' de caixa baixa, medido em milímetros), a qualidade desejada na versão reformatada e a resolução do dispositivo de registro.

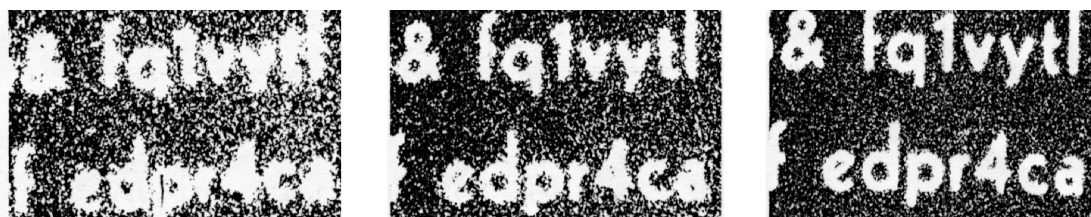
No IQ clássico, a altura do menor caractere significativo (h) é multiplicada pelo menor padrão de par de linhas (p) na versão em filme de um alvo de teste técnico que um observador julga ter sido resolvido pela câmara. O número resultante denota o índice de qualidade.

$$\text{IQ clássico} = p \times h$$

A extensão em que o IQ clássico pode, precisamente, prever a legibilidade de texto depende da percepção visual, o que pode ser subjetivo. Isto é particularmente verdadeiro em casos onde se necessita de um observador para inspecionar pares de linha que são menores que os caracteres significativos do documento fonte (**Figura 1**).

Nos casos em que uma imagem (analógica ou digital) deve servir como uma cópia de reposição, um IQ de 8,0 ou superior deve ser alcançado na cópia de uso. Neste nível, obtém-se a completa captura de informação, incluindo a reprodução de serifas, quando presentes, e/ou de outros detalhes finos. A **Figura 2** representa ampliações de letras sem serifa microfilmadas em níveis de IQ alto, médio e marginal. Observe que, em imagens fotograficamente reproduzidas, a degradação da qualidade resultam em uma imagem borrada ou indefinida.

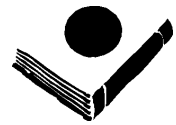
Pela incorporação de procedimentos testados de inspeção de microfilme a um programa de controle de qualidade para a reprodução digital de imagem e pela adaptação do IQ clássico para explicar as diferenças entre as formas de captura de detalhe pelas câmeras de microfilme e pelos *scanners*, o Comitê de Normas Técnicas C10 da AIIM argumenta que os níveis de resolução digital para documentos textuais podem ser estabelecidos de uma maneira relativamente direta.



**Figura 3.** Reprodução de um microfilme ilustrando IQ's clássicos em níveis marginal (3,6), médio (5,0) e alto (8,0).<sup>6</sup>



**Figura 4.** Visões ampliadas de letras *Spartan Medium*, representando IQ's digitais em níveis marginal (3,6), médio (5,0) e alto (8,0).



## Metodologias de escaneamento e técnicas de compressão

Para converter documentos em imagens digitais, um entre três métodos possíveis de escaneamento deve ser utilizado: escaneamento bitonal, em que apenas valores de preto ou de branco são representados por cada *pixel*; escaneamento com escala de cinza, em que os valores de cada *bit* podem representar tonalidades de cinza, além dos valores de preto e branco; e escaneamento colorido, em que os valores de cada *bit* podem representar a gama universal de cores. Como explicado abaixo, parece que, a partir de vários experimentos conduzidos em Cornell e em outros lugares, os requisitos de resolução podem diferir em cada um destes processos de escaneamento. Além do processo de escaneamento utilizado, o tipo e o grau de compressão de arquivo também afetarão a qualidade da imagem. Algoritmos de compressão de imagem são geralmente classificados como sem perdas e com perdas. A compressão sem perdas, como a CCITT Grupo 4 utilizada para imagens bitonais, reduz o tamanho de uma imagem com a diminuição do número de *bits* nela presentes, sem qualquer perda de dados. A compressão e a descompressão do arquivo resulta numa reprodução exata do arquivo original. Com técnicas de compressão com perdas, comprimir e descomprimir resultam em alterações sutis no arquivo; tais efeitos sobre a fidelidade da imagem devem ser cuidadosamente considerados em um contexto de preservação. A compressão JPEG (utilizada para imagens com escala de cinza e coloridas), por exemplo, reduz o tamanho de um arquivo descartando seletivamente alguma informação presente na imagem. O grau de perda pode ser modificado pelo ajuste de parâmetros de compressão, com os comprometimentos resultantes entre tamanhos de arquivo e qualidade da imagem<sup>7</sup>.

### Escaneamento bitonal — meios para a definição de níveis de requisitos de resolução

Começamos com o método mais básico de conversão digital: escaneamento bitonal. Uma diferença fundamental entre processos ópticos e a reprodução digital de imagem é que a resolução fotográfica é medida em pares de linha/milímetro (lp/mm) e a resolução digital é medida em pontos por polegada (dpi)<sup>8</sup>. Tendo em vista que o IQ clássico serve como base para o IQ digital, ele deve ser modificado de várias maneiras para levar em conta estas diferenças.

É oportuno lembrar-se que o IQ clássico é medido em termos do menor padrão de lp/mm resolvido sobre o filme (*p*) e da altura do menor caractere significativo (*h*) no documento fonte.

$$IQ = p \times h, \text{ e } p = IQ/h$$

Para se derivar o IQ digital do IQ clássico, 'p' deve ser convertido para dpi. Uma vez que um ponto ocupa o mesmo espaço que uma linha — se um par de linhas fosse escaneado, um ponto representaria a linha negra e um outro ponto representaria a linha branca adjacente — dois pontos devem ser utilizados para representar um par de linhas<sup>9</sup>. Isto significa que o dpi deve ser dividido por dois para ser equivalentes ao 'p'. Assim,

$$P = dpi/2$$

$$dpi/2 = IQ/h$$

Além disso, a altura do caractere (*h*), em milímetros, deve ser modificada de forma a ser compatível com a medida para os pontos, em polegadas. Um milímetro é aproximadamente igual a 0,039 polegadas, de forma que o valor de (*h*) deve ser multiplicado por 0,039:

$$\text{dpi}/2 = \text{IQ}/(\text{h} \times 0,039), \text{ ou}$$

$$\text{dpi} = 2\text{IQ}/0,039\text{h}$$

Nesta fórmula para o IQ digital, dpi se refere à resolução de saída de um *scanner* — a resolução consistentemente alcançada pelo *scanner* segundo a confirmação por inspeção visual. Por exemplo, se um IQ igual a 8 fosse desejável para documentos contendo caracteres significativos medindo, no mínimo, 1,0mm, um dpi igual a  $(2 \times 8)/(0,039 \times 1)$ , ou a 410, seria necessário. Infelizmente, devido a erros de amostragem, a resolução de entrada de um *scanner* pode não representar uma resolução de saída consistente<sup>10</sup>. Os autores do AIIM TR26-1993 aconselham aumentar a resolução de entrada do escaneamento em pelo menos 50%, como um ‘requisito de segurança para eliminar a defasagem do detector à linha’<sup>11</sup>. Em nosso exemplo do caractere de 1,0mm que requer uma saída de 410 dpi para alcançar um IQ igual a 8, a resolução de entrada teria de ser aumentada em 50%, para 615 dpi.

Embora os *scanners* operem em níveis variáveis de eficiência, os autores apoiam a recomendação do Comitê C10 da AIIM de iniciar presumindo-se uma taxa de defasagem de 50% para o escaneamento bitonal. Durante os últimos anos, o *Cornell Department of Preservation and Conservation* experimentou o uso da fórmula do índice de qualidade digital para antecipar os requisitos de resolução para uma ampla gama de documentos.

Dois *scanners* bitonais produzidos pela Xerox, com resoluções nominais de 600 dpi, foram utilizados nos projetos de Cornell. A avaliação, em monitores de alta resolução e em impressões sobre papel e microfilme, para estes *scanners* revela que o ajuste de 50% para a defasagem é um indicador preciso de qualidade da imagem. Outros *scanners* podem operar de modo mais ou menos eficiente<sup>12</sup>. A margem de erro de 50% pode ser verificada ou modificada com base em uma inspeção visual do resultado de saída e do desempenho do *scanner* ao longo do tempo.

A **Figura 3** mostra exemplos de letras *Spartan Medium* da carta de teste para facsímile do *Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.* — IEEE que foram escaneadas a várias resoluções utilizando-se o sistema de escaneamento XDOD. As ilustrações ampliadas representam, na opinião dos autores, os equivalentes digitais para os níveis de IQ marginal, médio e alto fotograficamente reproduzidos, como apresentado na **Figura 2**. Nota-se que, em contraste com as letras fotograficamente reproduzidas, a degradação de qualidade com a conversão digital é revelada pela aparência de degraus de escada, ou picotada, das linhas diagonais ou curvas — conhecida por *aliasing* (desalinhamento) ou ‘serrilhados’. Cada instituição deveria estabelecer seus próprios equivalentes digitais para os caracteres fotograficamente reproduzidos no MS23-1991 e aplicá-los consistentemente em um programa de garantia de qualidade.

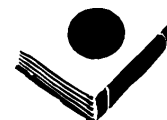
#### **Fórmulas de IQ digital para escaneamento bitonal**

$$\text{dpi} = 3 \text{IQ} / 0,039 \text{ h}$$

$$\text{h} = 3 \text{IQ} / 0,039 \text{ dpi}$$

$$\text{IQ} = (\text{dpi} \times 0,039 \text{ h}) / 3$$

Utilizando as fórmulas de IQ digital para o escaneamento bitonal, a **Tabela 2** lista os valores de resolução de entrada estimados, necessários à reprodução de caracteres de vários tamanhos a níveis.



**Tabela 1.** Requisitos de resolução de entrada estimados para escaneamento bitonal

| <b>altura-x</b> | <b>IQ = 3,6</b> | <b>IQ = 5</b> | <b>IQ = 8</b> |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 0,5 mm          | 554 dpi         | 769 dpi       | 1231 dpi      |
| 1,0 mm          | 277 dpi         | 385 dpi       | 615 dpi       |
| 1,5 mm          | 185 dpi         | 256 dpi       | 410 dpi       |
| 2,0 mm          | 138 dpi         | 192 dpi       | 308 dpi       |
| 2,5 mm          | 111 dpi         | 154 dpi       | 246 dpi       |
| 3,0 mm          | 92 dpi          | 128 dpi       | 205 dpi       |
| 4,0 mm          | 69 dpi          | 96 dpi        | 153 dpi       |
| 6,0 mm          | 46 dpi          | 64 dpi        | 103 dpi       |

### **Fórmula de pontos por caractere para escaneamento bitonal**

Devido ao fato da reprodução de caracteres formar a base para os procedimentos de controle de qualidade descritos no MS44, um outro método útil de se determinar o nível de detalhe que um *scanner* ou uma câmara digital irão capturar consiste em calcular o número de pontos utilizados para representar a altura do caractere que está sendo observado. Uma vez que o número de pontos por caractere é conhecido, o IQ pode ser previsto, de forma que os requisitos de legibilidade final podem ser definidos em termos do número de pontos necessários por caractere.

O número de pontos por caractere pode ser determinado pela multiplicação da altura-x (h) pela resolução de escaneamento de entrada (dpi).

$$\text{Pontos por caractere} = \text{dpi} \times h$$

Uma vez que a altura de caracteres é freqüentemente em milímetros e a resolução é medida em polegadas, (h) deve ser multiplicada por 0,039 para ser convertida a seu equivalente americano:

$$\text{Pontos por caracteres} = \text{dpi} \times 0,039h$$

Assim, se conhecemos nossa resolução de escaneamento e a altura-x de um dado caractere, podemos determinar o número de pontos a ser utilizado para representar a altura deste. Por exemplo, um escaneamento a 300 dpi produziria 11,7 pontos ( $300 \times 0,039 \times 1$ ) para uma letra de caixa baixa de 1,0mm, como um 'e' ou um 'x' (aproximadamente corpo de 6 pontos). Se um ponto ocupa o mesmo espaço que uma linha, os 11,7 pontos são aproximadamente equivalentes a 12 linhas/mm, ou a 61p/mm. Podemos então utilizar a fórmula do IQ clássico para estimar a legibilidade final. Neste caso, uma resolução de escaneamento de saída de 300 dpi reproduzirá um caractere de 1,0mm a um IQ de 61p/mm x 1,0mm, ou igual a 6,0\*.

\* Para obter um IQ igual a 5, que é considerado legível, para um caractere de 1,0mm de altura, aproximadamente cinco pares de linhas — ou 10 *pixels* — seriam necessários sobre a altura do referido caractere. O *National Archives of Canada* exige 10 *pixels*/mm para a resolução digital para reprodução.

A fórmula do IQ clássico também nos informa que 81p/mm, ou 16 pontos, seriam necessários para reproduzir o mesmo caractere de 1,0mm com um IQ igual a 8,0. Para se obter 16 pontos sobre um caractere de 1,0mm, a resolução necessária pode ser determinada pela divisão do valor de pontos/caractere pela altura multiplicada por 0,039:  $\text{dpi} = 16 / (0,039 \times 1)$ , ou 410. Para se eliminar uma possível defasagem no escaneamento bitonal, a fórmula deve ser ajustada em 50%, para se garantir uma saída consistente:

#### **Fórmula de pontos por caractere**

Pontos por caracteres =  $1,5 \text{ dpi} \times 0,039h$

Utilizando esta fórmula, descobrimos que para reproduzir um caractere de 1,0mm com os 16 pontos necessários para um IQ igual a 8,0, precisa-se de 24 pontos sobre a altura de um caractere de 1,0mm e a dpi de entrada deve ser aumentada de 410 para 615.

### **Escaneamento com escala de cinza — meios para a definição de níveis de requisitos de resolução**

Como foi dito anteriormente neste guia, a qualidade da imagem para documentos contendo cinza ou cores é controlada, principalmente, pela combinação entre resolução e reprodução tonal. Os esquemas de compressão com perdas associados a escala de cinza e cor também afetarão a qualidade da imagem, como o farão as configurações dos sistemas. Embora as fórmulas do IQ digital estabelecidas para o escaneamento bitonal possam ser aplicadas a escala de cinza e cores, parece que, a partir de testes realizados em Cornell, o ajuste de 50% para a defasagem pode não ser necessário. Pela representação de cada ponto com múltiplos *bits*, o escaneamento com escala de cinza e cor reproduz os caracteres com uma fidelidade superior à do escaneamento bitonal. Para o escaneamento com escala de cinza de 8 *bits*, a resolução de entrada parece ser um indicador preciso da resolução de saída alcançada, quando a compressão JPEG é utilizada em níveis de 10:1, isto é, o arquivo comprimido corresponde a 10% do tamanho do arquivo original (**Tabela 3**).

Em um experimento conduzido pelo Departamento de Preservação e Conservação em Cornell, a carta de teste número 2 para *scanner* da AIIM e uma página de um livro quebradiço do início do século XX foram escaneados em várias resoluções com um *scanner* de escala de cinza HP ScanJet IIcx. Quando se utilizou 8 *bits* de cinza, os caracteres foram reproduzidos na tela a níveis que atingiram ou superaram a qualidade prevista pela fórmula do IQ digital, sem qualquer margem para defasagem<sup>13</sup>. É preciso um volume maior de pesquisa para se avaliar os efeitos do escaneamento a cores e do escaneamento com escala de cinza acima de 8 *bits* de resolução<sup>14</sup>.

### **Fórmulas do IQ digital para o escaneamento com escala de cinza**

$$\text{dpi} = 21 Q / 0,039 h$$

$$h = 21 Q / 0,039$$

$$\text{IQ} = (\text{dpi} \times 0,039) / 2$$

Utilizando as fórmulas do IQ digital para escala de cinza, a **Tabela 2** lista os valores de resolução de entrada estimados necessários à reprodução de caracteres de vários tamanhos em níveis de IQ marginal, médio e alto.



**Tabela 2.** Requisitos de resolução de entrada para escaneamento com escala de cinza de 8 bits e compressão JPEG em níveis de até 10:1<sup>15</sup>

| altura-x | IQ = 3,6 | IQ = 5  | IQ = 8  |
|----------|----------|---------|---------|
| 0,5 mm   | 369 dpi  | 513 dpi | 821 dpi |
| 1,0 mm   | 185 dpi  | 256 dpi | 410 dpi |
| 1,5 mm   | 123 dpi  | 171 dpi | 274 dpi |
| 2,0 mm   | 92 dpi   | 128 dpi | 205 dpi |
| 2,5 mm   | 74 dpi   | 103 dpi | 164 dpi |
| 3,0 mm   | 62 dpi   | 85 dpi  | 137 dpi |
| 4,0 mm   | 46 dpi   | 64 dpi  | 103 dpi |
| 6,0 mm   | 31 dpi   | 43 dpi  | 68 dpi  |

A pesquisa em andamento na Biblioteca do Congresso americano e em outros locais demonstra o potencial do uso do escaneamento com escala de cinza para a captura de uma gama de materiais fonte que podem constituir um desafio à capacidade do escaneamento bitonal<sup>16</sup>. A utilização de escala de cinza para a captura de meios-tons será discutida posteriormente mas, parece, também, que o escaneamento com escala de cinza pode ter um efeito pronunciado sobre a reprodução de texto/traço. Quando a mesma resolução é utilizada, tanto para o escaneamento bitonal quanto para o escaneamento com escala de cinza, a adição de cinza para documentos textuais, incluindo aqueles reproduzidos apenas em preto-e-branco, pode resultar na melhoria da qualidade de imagem, *contanto que a impressão de saída reproduza a escala de cinza*<sup>17</sup>.

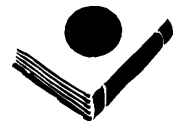
Mesmo com a adição de cinza, contudo, resultados preliminares de testes realizados em Cornell sugerem que resoluções de entrada de 400 dpi deveriam ser usadas para definir artefatos pequenos com um IQ igual a 8<sup>18</sup>. A fórmula do IQ digital para o escaneamento com escala de cinza e a fórmula de pontos por caractere indicam que uma resolução de saída de 410 dpi é necessária para representar um caractere de 1,0 mm com 16 pontos ao longo de sua altura, para um IQ igual a 8. Dependendo da quantidade de compressão empregada, o escaneamento com escala de cinza de 8 bits a 300 dpi *pode* reproduzir detalhes selecionados em níveis de precisão iguais ao da captura bitonal a 600 dpi do mesmo documento fonte, *em casos onde apenas são alcançados níveis de IQ marginal e médio de qualidade de imagem*. Mas, se são desejados níveis elevados de IQ são necessárias resoluções de entrada de 400 dpi. Aspectos associados ao escaneamento com escala de cinza para a captura de texto/traço — incluindo qualidade de captura de imagem, exibição na tela, impressão, tamanho de arquivo, compressão, capacidade do vendedor e custos — devem ser explorados mais a fundo.

O exame inicial na tela de caracteres com uma altura-x de 0,6mm da carta de teste número 2 para scanner da AIIM, escaneados em diferentes resoluções bitonais e com escala de cinza, demonstra os efeitos da reprodução tonal e da compressão sobre o tamanho do arquivo e a qualidade de imagem. Os tamanhos de arquivo representados na **Tabela 3** referem-se ao alvo inteiro (8,5" × 11"), mas as avaliações de qualidade de imagem foram feitas somente nas letras *Bodoni Italic* de 4 pontos de caixa baixa.

**Tabela 3.** Qualidade da imagem e tamanhos de arquivo resultantes com o escaneamento bitonal e com escala de cinza da carta de teste nº 2 para scanner da AIIIM.

| Resolução de escaneamento de entrada | Tamanho do arquivo | Compressão     | IQ digital | IQ visual <sup>19</sup> |
|--------------------------------------|--------------------|----------------|------------|-------------------------|
| 600 dpi bitonal                      | 4,2 MB             | não-comprimido | 4,68       | 5                       |
|                                      | 0,47 MB            | CCITT Grupo 4  | 4,68       | 5                       |
| 400 dpi, 8 bits                      | 14,7 MB            | não-comprimido | 4,68       | 8                       |
|                                      | 1,49 MB            | JPEG α 10:1    | 4,68       | 5                       |
|                                      | 0,72 MB            | JPEG α 20:1    | 4,68       | 3,6                     |
| 400 dpi, 4 bits                      | 7,25 MB            | não-comprimido | 4,68       | 5-8                     |
|                                      | 0,71 MB            | JPEG α 10:1    | 4,68       | 3,6 +                   |
| 300 dpi, 8 bits                      | 8,3 MB             | não-comprimido | 3,51       | 5                       |
|                                      | 0,85 MB            | JPEG α 10:1    | 3,51       | 3,6                     |
|                                      | 0,47 MB            | JPEG α 18:1    | 3,51       | 3                       |
| 300 dpi, 4 bits                      | 4,08 MB            | não-comprimido | 3,51       | 5 -                     |
|                                      | 0,48 MB            | JPEG α 8,5:1   | 3,51       | 3                       |

Um exame na tela destes exemplos demonstra que a mesma qualidade da imagem do escaneamento bitonal a 600 dpi (IQ = 5) pode ser obtida na imagem não-comprimida de 8 bits a 300 dpi, mas o arquivo é, aproximadamente, 17 vezes maior que a versão a 600 dpi, comprimida no modo sem perdas. Apesar de que com escala de cinza de 8 bits a 400 dpi, sem compressão, se possa reproduzir *Bodoni Italic* com qualidade superior, os tamanhos de arquivo para as imagens de 8 bits e de 4 bits são, respectivamente, 31 e 15 vezes maiores que a versão comprimida a 600 dpi. Quando a compressão JPEG é empregada à níveis em que o IQ médio é mantido, o tamanho da imagem de 8 bits a 400 dpi é três vezes superior ao da versão bitonal a 600 dpi comprimida e são introduzidos ruído e distorção superficial. Finalmente, quando os tamanhos de arquivo para as imagens com escala de cinza de 4 bits e 8 bits a 300 e 400 dpi se aproximam daqueles para a imagem bitonal a 600 dpi, a qualidade da imagem se degrada significativamente (IQ = 3,6 e inferior). Caso se deva capturar a escala de cinza, tamanhos de arquivo mais eficientes podem ser obtidos utilizando-se 400 dpi ao invés de 300 dpi. Ambas resultam em qualidade comparável à do escaneamento a 600 dpi (IQ igual a 5 para texto em *Bodoni* de 4 pontos), mas os tamanhos de arquivo diferem significativamente. A versão a 600 dpi, comprimida com o CCITT Grupo 4, ocupa 0,47MB; a versão de 8 bits a 400 dpi, com a compressão JPEG 10:1, é três vezes maior a 1,49MB e a versão de 8 bits a 300 dpi atinge um IQ igual a 5 apenas no estado comprimido, a 8,3MB. Este teste preliminar sugere que, no momento atual, a utilização de escala de cinza e de baixa resolução pode ser mais adequada à captura de material ilustrado do que para a captura puramente de texto. Pesquisa adicional deve ser realizada para estabelecer os níveis em que a qualidade da imagem é comprometida pelas técnicas de compressão atuais.



## Verificando o índice de qualidade previsto

Embora os gabaritos padrão de pares de linhas sejam eficientes para medir a resolução fotográfica, a resolução digital se baseia em uma avaliação de reprodução de caractere para determinar a qualidade da imagem. Esta mudança é refletida na composição de gabaritos técnicos projetados especificamente para sistemas de escaneamento<sup>20</sup>. Estes gabaritos técnicos de teste servirão como meio para verificar a consistência do desempenho do *scanner*, mas um programa de garantia de qualidade deveria se basear em uma avaliação do(s) resultado(s) de saída em materiais fonte reais.

A partir da fórmula da IQ e dos procedimentos de controle de qualidade apresentados no MS23, o Comitê C13 da AIIM para reprodução de imagem desenvolveu o *Recommended practice for quality control of image scanners*, ANSI/AIIM MS44-1988, com o fim de propiciar um conjunto de ferramentas e instruções que assegurem uma qualidade de imagem consistente mediante o uso de *scanner* ou câmara digital. Baseado em recomendações para estabelecer um programa de referência de qualidade no MS44-1988 e numa avaliação de gabaritos técnicos disponíveis, o Departamento de Preservação e Conservação de Cornell selecionou três gabaritos de teste para uso em projetos de reprodução de imagem. Estes gabaritos são utilizados, de forma combinada, para verificar o desempenho consistente de sistemas e para avaliar a reprodução de tons contínuos, meios-tons e texto.

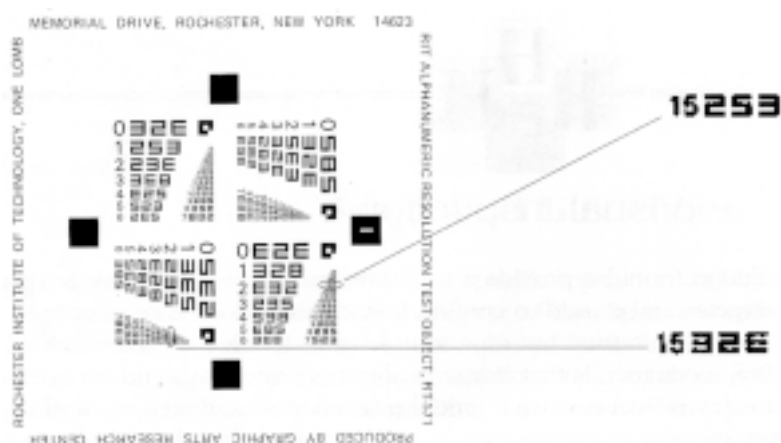
O primeiro gabarito, o IEEE Std 167A-1987 *Facsimile Test Chart*, é um dos primeiros gabaritos de teste para escaneamento planejado para ser utilizado com máquinas de fac-símile. Ele é fotograficamente produzido e inclui barras de escala de cinza, texto, régua e uma imagem de tom contínuo. Ele também incorpora padrões tradicionais de pares de linha utilizados para testar sistemas fotográficos. Em sua avaliação deste gabarito, o Comitê C13 para reprodução de imagem desaconselhou o uso de tais padrões para testar a resolução de imagem em sistemas incluindo *scanners* digitais<sup>21</sup>. Cornell utiliza este gabarito para avaliar imagens de tom contínuo, mas conta com dois outros gabaritos para medir a resolução: o objeto de teste alfanumérico RIT e a carta de teste número 2 para *scanner* da AIIM. Com a permissão do *Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.* (IEEE), e do *Technical & Education Center at the Rochester Institute of Technology* (RIT), Cornell adaptou o gabarito IEEE para incorporar o objeto de teste alfanumérico (RIT) (**Figura 4**).

O gabarito RIT consiste de linhas de letras maiúsculas, em tamanho decrescente, representadas em duas direções. Durante a inspeção, um observador deve reconhecer letras, em vez de detectar pares de linhas resolvidos; conseqüentemente, discordâncias entre observadores quanto à resolução de um elemento do gabarito podem ser minimizadas (**Figura 5** para uma ilustração do alvo RIT escaneado a 600 dpi bitonal). O gabarito RIT oferece a capacidade de julgar o resultado de saída em diferenciais cuidadosamente medidos e, assim, tem larga utilidade para uma ampla gama de material textual. Com a ausência de serifas ou larguras



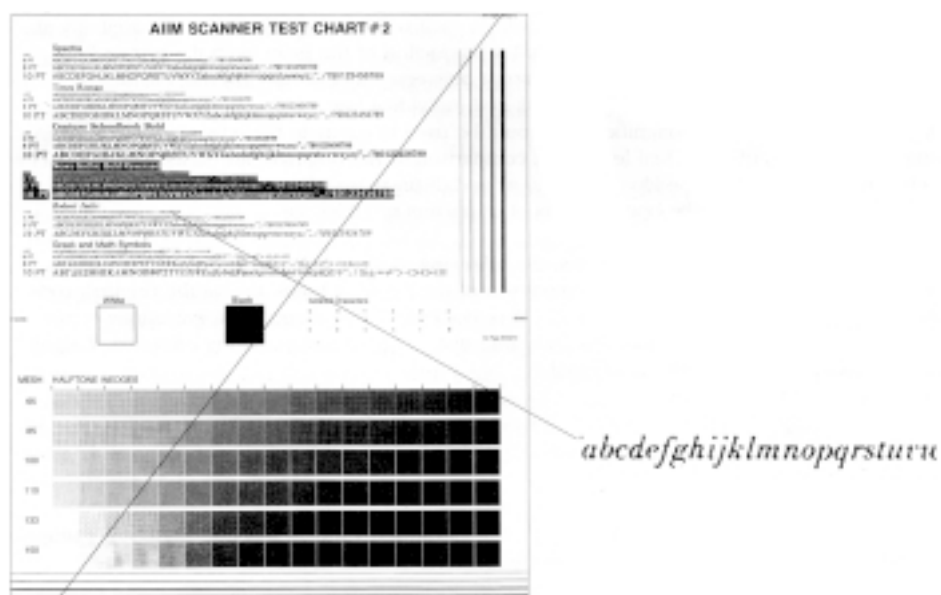
**Figura 5.** Objeto de teste alfanumérico do RIT de 3" x 3" sobreposto ao gabarito IEEE Std 167-1987.

variáveis de linha para representar detalhes, as letras maiúsculas no gabarito RIT, na opinião do autor, podem não proporcionar um desafio suficiente para antecipar a habilidade de um *scanner* de registrar detalhes muito finos. A reprodução de tais atributos pode ser parcialmente avaliada pela resolução de caracteres presentes no gabarito RIT que sejam significativamente menores que a altura-x do documento original, mas uma avaliação mais acurada pode ser obtida pelo registro e inspeção de caracteres serifados, elaborados, presentes em um terceiro gabarito, a carta de teste número 2 para *scanner* da AIIM.



**Figura 6.** Gabarito RIT escaneado em 600 dpi, com ampliações de letras maiúsculas na linha 15<sup>22</sup>.

Esta carta contém tipografias que desafiarão a maioria dos *scanner*, bem como barras de escala de cinza para uma gama de telas de meios-tons que podem ser usadas para medir a qualidade da reprodução de meios-tons por um *scanner*. Em contraste ao gabarito IEEE, produzido fotograficamente, ela é do tipo tinta-sobre-papel, que se aproxima mais das impressões tipográficas comuns em livros



**Figura 7.** Carta de teste número 2 para *scanner* da AIIM e tipo Bodoni de 4 pontos ampliado, escaneada em 600 dpi.



publicados no século XIX e no início do século XX. Entre as tipologias representadas no gabarito AIMM, as letras *Bodoni Italic* são as mais difíceis de se reproduzir em níveis de legibilidade aceitáveis. O Departamento de Preservação e Conservação de Cornell concluiu que, se um *scanner* puder reproduzir as letras *Bodonic Italic* de 4 pontos de caixa baixa (0,6mm) em um nível de IQ médio (5,0), então praticamente todo detalhe presente em livros impressos entre 1800 e 1960 pode ser também capturado<sup>23</sup> (**Figura 6**). Na opinião do autor, parece que existe uma relação, tanto quantitativa como qualitativa, entre o gabarito RIT e a carta de teste número 2 para *scanner* da AIMM e que um pode ser utilizado para comparação com o outro na avaliação do desempenho do sistema e da reprodução de caractere de texto no resultado de saída.

### **Inspeção visual**

Embora as fórmulas de resolução digital propiciem um meio útil para antecipar a qualidade da imagem e os gabaritos de teste técnicos possam ser utilizados para confirmar o desempenho de um sistema com o passar do tempo, inspeções visuais devem ser realizadas em uma amostra de materiais para cada sistema de escaneamento empregado. O MS44-1988 recomenda que as avaliações de qualidade da imagem sejam feitas com os gabaritos sendo utilizados como ‘referências de qualidade’ cada vez que o *scanner* for calibrado, bem como na reprodução textual e de escala de cinza dos originais alcançada na tela e através de impressões de saída sobre papel e filme. O Departamento de Preservação e Conservação de Cornell verificou que o exame inicial na tela foi melhor efetuado com um monitor de elevada resolução em que cada *pixel* é representado por um ponto de luz. Fac-símiles de papel foram melhor examinados a olho nu e com aumento (5X a 10X). O microfilme foi melhor examinado em uma caixa de luz, com a utilização de um microscópio de 50X. Uma vez que a qualidade da imagem é afetada pelo desempenho do *scanner* e pela avaliação do operador, um programa contínuo de garantia de qualidade deveria ser implementado para verificar a consistência do resultado de saída. Nos casos em que os arquivos digitais irão substituir os documentos fonte, ou em que os documentos fonte são amplamente diferentes, observou-se que é necessária uma inspeção de 100% das impressões de saída<sup>24</sup>.

Como o MS44-1998 indica, tanto as representações na tela quanto sobre papel podem introduzir distorção de imagem (por exemplo, linhas onduladas, manchas escuras ou claras e/ou *aliasing* (desalinhamento)). Por esta razão, as necessidades do usuário devem ser bem compreendidas e as inspeções visuais devem ser conduzidas em cada um dos formatos que serão utilizados para proporcionar acesso primário ou secundário. Estes formatos podem incluir: imagens de elevada resolução a serem exibidas em monitores de alta resolução; imagens de baixa resolução, derivadas daquelas de elevada resolução, a serem exibidas em monitores de baixa resolução; impressões de saída sobre papel de alta e baixa resolução e microfilme gerado por computador (*computer output microfilm - COM*)<sup>25</sup>.

Para imagens criadas a partir de documentos de texto/traço, qualquer um ou todos os atributos seguintes poderão ser considerados quando do exame, sem ampliação, da página impressa: legibilidade do texto igual ou superior aos níveis previstos do IQ digital; reprodução completa da página, com o texto ou as linhas consistentemente escuros do início ao fim; contraste suficiente entre o texto e o suporte; caracteres reproduzidos com o mesmo tamanho dos originais e larguras de linhas individuais (espessa, média e fina) reproduzidas fielmente. A ampliação deve ser usada para examinar as extremidades e outras características determinantes de letras individuais: em comparação com os

originais, as serifas e o detalhe fino são reproduzidos fielmente? As letras individuais são claras e distinguíveis? As letras adjacentes são separadas como deveriam ser as regiões abertas (vazias) dos caracteres são mantidas sem preenchimentos?

Para meios-tons contínuos, os seguintes atributos devem ser avaliados com ou sem aumento, conforme necessário: comparação da gama de tons com o original; reprodução consistente de detalhe nas porções claras e escuras da imagem; escalas uniformes ao longo da imagem; ausência de manchas de *moiré* e de outros elementos de distorção; e a presença de detalhe fino significativo contido no original<sup>26</sup>.

### **Diretrizes sugeridas**

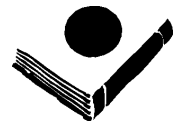
Embora os meios para se avaliar os requisitos de resolução específicos para propósitos de substituição possam ser derivados do uso das fórmulas de resolução digital e confirmados através de amostragem estruturada, algumas instituições têm produzido recomendações compreendendo vários tipos de documentos. Deve-se observar que estas recomendações são apenas propostas. Elas não foram comprovadas pela comunidade bibliotecária ou de pesquisa em geral, nem endossadas por qualquer corpo de normalização técnica. Contudo, elas podem servir como ponto de partida para uma discussão mais ampla, envolvendo diretrizes para a qualidade da imagem digital.

### **Monografias, periódicos, folhetos e outras publicações textuais: escaneamento bitonal em 600 dpi**

O Departamento de Preservação e Conservação da Cornell University passou os últimos cinco anos analisando a qualidade da imagem digital para livros publicados entre 1850 e 1950. Com base nesta experiência — incluindo uma revisão de 105 tamanhos de tipologias de impressoras comumente usados pelos editores durante aquele período — e na inspeção visual de fac-símiles digitais para materiais de escrita romana e não-romana, Cornell concluiu que uma resolução de entrada para o escaneamento de 600 dpi é suficiente para capturar completamente a informação monocromática contida em virtualmente todos os livros publicados durante o período de maior fragilidade do papel<sup>27</sup>. Enquanto muitas publicações deste período não contêm detalhes finos ou fontes de caractere com menos de 6 pontos, um número suficiente delas os contêm. O Departamento de Preservação observou que a tomada de decisão item-por-item deve ser evitada, porque pode resultar em um processo de conversão mais caro do que o escaneamento a uma resolução que garanta a reprodução de todo detalhe significativo<sup>28</sup>.

Textos ilustrados — contendo traços e meios-tons, para os quais a fotocópia e o microfilme são considerados adequados para propósitos de substituição — podem também ser capturados utilizando-se o escaneamento bitonal a 600 dpi. Para publicações contendo reproduções coloridas ou em escala de cinza de alta qualidade que sejam essenciais ao significado do texto, o escaneamento bitonal, mesmo a uma resolução elevada, mostrar-se-á inadequado. Tais publicações são freqüentemente encontradas em disciplinas como História da Arte, Biologia, ou Geografia e necessitarão de boa reprodução tonal através do escaneamento a cores ou com escala de cinza<sup>29</sup>.

Em 1993, Don Willis, na época vice-presidente para Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos da *University Microfilm International*, produziu uma publicação de grande influência, *A Hybrid*



*Systems Approach to Preservation of Printed Materials*, publicada como a primeira de uma série desenvolvida pelo *Technology Assessment Advisory Committee* da *Commission on Preservation & Access*. O autor apresentou uma distinção entre resolução arquivística, definida como a "resolução necessária à captura de uma réplica fiel do documento original, independentemente de custos", e resolução arquivística ótima, definida como "a resolução mais elevada que a tecnologia sustentará economicamente a qualquer instante". Willis sugeriu que 600 dpi com 8 *bits* de escala de cinza era, no momento, o mínimo para se alcançar a resolução arquivística e que resoluções superiores poderiam ser necessárias<sup>30</sup>. Apesar dos resultados de Cornell sugerirem que o escaneamento bitonal para texto impresso e traço é suficiente, maiores pesquisas para se examinar a inter-relação entre resolução e escala de cinza para uma ampla gama de materiais fonte fazem-se necessárias.

### **Registros de órgãos oficiais: escaneamento bitonal a 300 dpi**

O *National Archives and Records Administration*, NARA, recomendou às agências federais americanas que uma resolução de escaneamento de pelo menos 300 dpi fosse utilizada para documentos de escritório<sup>31</sup>.

Máquinas de escrever produzem texto em tipos de 10 e 12 pontos e impressoras a *laser* comuns de escritório e *softwares* de edição de texto, produzem fontes de caracteres a partir de 6 pontos. O NARA também observa que uma resolução de escaneamento de 300 dpi facilitará o uso da tecnologia de reconhecimento óptico de caracteres (OCR). Para desenhos técnicos de engenharia, mapas e outros documentos contendo detalhe fino, o Arquivo Nacional americano sugere que o escaneamento seja feito a resoluções superiores, de 600 dpi ou mais, e que uma amostragem representativa de tais documentos seja completamente testada para que seja verificada a resolução apropriada<sup>32</sup>.

### **Manuscritos**

As recomendações do NARA são geralmente limitadas a documentos gerados por máquinas. A natureza e a variedade de documentos manuscritos vão contra o estabelecimento de níveis de resolução de amplo espectro. Normalmente, cartas, diários e documentos do mesmo gênero não contêm o nível de detalhe presente no material impresso e os caracteres individuais raramente possuem altura inferior a 1mm. O tipo e a cor dos meios utilizados e sua aplicação não-uniforme — especialmente em combinação com um contraste pobre entre o texto e o suporte — são muito mais problemático à reprodução digital. Tais documentos necessitarão da reprodução tonal em escala de cinza ou em cores para realçar a legibilidade, bem como a fidelidade ao original.

Num dos maiores projetos de escaneamento de manuscritos até o presente momento, o Arquivo General de Indias, em Sevilha, Espanha, está escaneando cerca de oito milhões de páginas que documentam a colonização espanhola das Américas. Bons resultados foram obtidos com a utilização de uma resolução de 100 dpi com 4 *bits* de cinza (inicialmente capturados a 256 níveis de cinza, mas somente os níveis contíguos mais significativos são retidos)<sup>33</sup>. Contudo, o Projeto Sevilha não tem como objetivo o uso da reprodução digital da imagem para propósitos de substituição. Não ficou claro, a partir dos relatórios publicados, que este nível de resolução proporcione a captura completa de informação. Peter Robinson, em uma contribuição importante à literatura, *The digitization of primary textual sources*, recomenda acentuadamente que materiais manuscritos "de qualquer tipo" sejam

capturados como imagens em cores, com um mínimo de 300 dpi e cor de 24 *bits*<sup>34</sup>. Trabalho adicional com materiais manuscritos deve ser desenvolvido antes que padrões de qualidade da imagem possam ser estabelecidos.

## Imagem de meio-tom e de tom contínuo

Alguns estudos têm sido devotados à captura digital de imagens fotográficas. Em um dos primeiros estudos, Michael Ester, antigo diretor do *Getty Art History Information Program*, investigou a relação entre a qualidade da imagem e a percepção do observador. Ele partiu da premissa de que a captura de imagem deve levar em consideração a extensão em que os observadores podem discriminar variações na qualidade e as diferenças na resolução e na reprodução tonal que eles podem detectar. Baseado em experimentos com um grupo de historiadores da arte, Ester concluiu que as percepções do usuário variam inversamente com imagens reproduzidas em escala de cinza, mas foram mais exigentes quanto às resoluções. Com imagens coloridas, os observadores foram menos sensíveis às resoluções inferiores, mas necessitaram de mais reprodução tonal — 8 *bits* de cor foram considerados insuficientes; foi preferida cor de 24 *bits*, com suas 16, 7 milhões de combinações possíveis<sup>35</sup>.

As percepções dos usuários são importantes, mas não deveriam ser o único determinante dos requisitos para captura de imagem. Parece haver um consenso de que, no mínimo, fotografias em preto-e-branco verdadeiras devem ser reproduzidas em 8 *bits* de cinza e fotografias coloridas com 24 *bits* de cor. Nenhuma destas conclusões foi alcançada considerando-se a resolução. Para materiais com meios-tons, capturados com escala de cinza, as resoluções de escaneamento foram calculadas por Robinson, Willis e outros como sendo uma vez e meia maiores que a medida de tela (*screen ruling*) do próprio meio-tom. A medida de tela mede a frequência ou a distância dos pontos de meio-tom a um determinado ângulo. A medida de tela aproximada para meios-tons de qualidade de jornal é de 80, revistas de qualidade média usam 130 e livros de arte de alta qualidade utilizam 160. Os requisitos de resolução calculados, conseqüentemente, estariam entre 120 e 300 dpi<sup>36</sup>.

Robinson sugere a utilização destas resoluções como um guia, também, para a digitalização de materiais de tons contínuos. Meios fotográficos são capazes de capturar detalhes extremamente finos e os requisitos de resolução digital para imagens de tom contínuo dependerão parcialmente do nível de detalhe que deve ser retido. Ester argumenta que câmaras digitais irão, algum dia, competir com a fotografia, mas "este não é o caso atualmente". Ele sugere um bom método para testar a qualidade de imagem, qual seja:

“...ir de ‘filme-para-filme’: iniciar com a fonte fotográfica, capturá-la digitalmente e então utilizar a imagem digital para regenerar o formato fotográfico original. A comparação do original com a reprodução digital proporciona um meio efetivo de avaliação”<sup>37</sup>.

Tal como o material manuscrito, não foram desenvolvidos níveis gerais de requisitos de resolução para imagens de tom contínuo.



## Recomendações

Este guia focalizou, principalmente, a relação entre resolução e qualidade da imagem e, apenas tangencialmente, a relação entre reprodução tonal e resolução. Outros fatores que afetam a qualidade da imagem como um todo, incluindo o realce e a compressão, bem como a fidelidade tonal, mereceram igual atenção. Como foi mostrado, há meios simples de estimar os requisitos de resolução para a captura de informação textual, particularmente para material impresso. Estão sendo realizadas na Biblioteca do Congresso norte-americano, no *Getty Art Museum*, no *Image Permanence Institute*, na *Columbia University* e em outras, que prometem contribuir para a compreensão da qualidade da imagem em um universo digital.

Para encerrar, há algumas recomendações gerais para requisitos de resolução que deveriam ser consideradas por uma instituição que esteja vislumbrando a utilização de tecnologia digital para converter materiais baseados em papel e em filme:

- definir requisitos com base em aplicações imediatas e futuras, e não somente com base nas capacidades tecnológicas atuais;
- escanear a uma resolução elevada, suficiente para capturar características essenciais dos documentos fonte, de forma a evitar o reescaneamento no futuro; gerar imagens de resolução inferior para uso corrente;
- definir requisitos de resolução suficientemente elevados para evitar a tomada de decisão item-por-item;
- comprovar os requisitos de resolução estimados através de um teste completo de amostras representativas do material fonte e através de exame por curadores e usuários;
- avaliar a qualidade da imagem em monitores de alta resolução e através de páginas de teste impressas de gabaritos técnicos e dos próprios documentos fonte.

## Fontes consultadas

ANSI/AIIM MS23-1991. *Practice for operational procedures/inspection and quality control of first-generation, silver microfilm and documents*. Copyright 1991 by Association for Information and Image Management, 1110 Wayne Avenue, Suite 1100, Silver Spring, MD 20910-5699.

ANSI/AIIM MS44-1988. *Recommended practice for quality control of image scanners*. Copyright 1988 by Association for Information and Image Management, 1110 Wayne Avenue, Suite 1100, Silver Spring, MD 20910-5699.

ANSI/AIIM MS52-1991. *Recommended practice for the requirements and characteristics of original documents intended for optical scanning*. Copyright 1991 by Association for Information and Image Management, 1110 Wayne Avenue, Suite 1100, Silver Spring, MD 20910-5699.

ANSI/AIIM TR26-1993. *Resolution as it relates to photographic and electronic imaging*. Copyright 1993 by Association for Information and Image Management, 1110 Wayne Avenue, Suite 1100, Silver Spring, MD 20910-5699. ISBN 0-89258-253-7.

Bagg, Thomas C. Digitizing documents: guidelines for image quality. *Inform*, p. 6-9, Nov. 1987.

Conway, Paul; Weaver, Shari. *The setup phase of project open book: a report to the Commission on Preservation and Access on the status of an effort to convert microfilm to digital imagery*. Commission on Preservation and Access, June 1994.

Ester, Michael. Image quality and viewer perception. In: *Leonardo, digital image-digital cinema*, supplemental issue, Pergamon, 1990.

Ester, Michael. Draft white paper on digital imaging in the arts and humanities. *Getty Art History Information Program*, Initiative on Electronic Imaging and Information Standards, Mar. 3-4, 1994.

\_\_\_\_\_. Digital images in the context of visual collections and scholarship. *Visual Resources*, v. X, p. 11-24, 1994.

Rochester Institute of Technology. Graphic Arts Research Center. *Instructions for the use of the RIT alphanumeric test objects (targets)*. Copyright 1973 by Graphic Arts Research Center. Rochester: Rochester Institute of Technology, 1973.

Kenney, Anne R. Digital-to-microfilm conversion: an interim preservation solution. *Library Resources and Technical Services*, p. 380-401, Oct. 1993 - p. 87-95, Jan. 1994.

\_\_\_\_\_; Personius, Lynne K. *Joint study in digital preservation: report: phase I*. Commission on Preservation and Access, 1992.

\_\_\_\_\_; Friedman, Michael A.; Poucher, Sue A. *Preserving archival material through digital technology: final report*. Cornell University Library, Department of Preservation and Conservation, 1993.

\_\_\_\_\_; Personius, Lynne K. *A testbed for advancing the role of digital technologies for library preservation and access: final report*, October 1993. Commission on Preservation and Access, 1993.

Manns, Basil. The electronic document image preservation format. In: *Preservation of electronic formats and electronic formats for preservation*, ed. Janice Mohlhenrich. Fort Atkinson, WI: Highsmith Press, 1993. p. 63-82.

National Archives and Records Administration. *Digital-imaging and optical digital data disk storage systems: long-term access strategies for federal agencies*. NARA Technical Information Paper, no. 12, July 1994.

The Commission on Preservation and Access. *Preserving the illustrated text, report of the joint task force on text and image*, Apr. 1992.

Robinson, Peter. *The digitization of primary textual sources*. Office for Humanities Communication Publications, number 4, Oxford University Computing Services, 1993.

Rütimann, Hans; Lynn, M. Stuart. *Computerization project of the Archivo General de Indias, Seville, Spain: a report to the Commission on Preservation and Access*. Commission on Preservation and Access, March 1992.

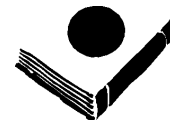
Willis, Don. *A hybrid systems approach to preservation of printed materials*. Commission on Preservation and Access, Nov. 1992. Publicado neste projeto sob o título: Requisitos de resolução digital para textos: métodos para o estabelecimento de critérios de qualidade de imagem.

## Notas

<sup>1</sup> A margem dinâmica representa a variação de tom de cada ponto escaneado. No escaneamento bitonal, esta variação pode ser representada como preto ou branco, com as tonalidades de cinza representadas pelo agrupamento de pontos pretos e brancos. No escaneamento de escala de cinza, a gama de valores que um ponto pode assumir — do branco ao cinza mais claro, ao cinza mais escuro e ao preto — depende do número de *bits* de cinza ou cor atribuídos àquele ponto e da quantidade de ruído introduzido pelo *scanner*.

<sup>2</sup> Ver: Paul Conway and Shary Weaver, *The setup phase of project open book: a report to the Commission on Preservation and Access on the status of an effort to convert microfilm to digital imagery*. Commission on Preservation and Access, June 1994, p. 8-9.

<sup>3</sup> Para uma discussão detalhada das diferenças entre resolução fotográfica e digital, ver *Resolution as it relates to photographic and electronic imaging*, AIIM TR26-1993 (Association for Information and Image Management, 1993). Ver também *Practice for operational procedures/inspection and quality control of first-generation, silver microfilm of documents*, ANSI/AIIM MS23-1991; *Reproduction of Library Materials Section (ALA), Guidelines for Preservation Photocopying*, 1993. Veja: Paul Conway; Shary Weaver. *The setup phase of project open book: a report to the Commission on Preservation and Access on the status of an effort to convert microfilm to digital imagery*. Commission on Preservation and Access, June 1994. p. 8-9.



<sup>4</sup> Para uma discussão completa do método do índice de qualidade para a determinação da qualidade da imagem, veja ANSI/AIIM MS23-1991, p. 46-49. Embora a fórmula do IQ seja útil ao estabelecimento de critérios de qualidade da imagem sobre microfilme, ela não faz distinção com respeito a uma série de atributos de documento que afetam a legibilidade. Estes incluem: meio e suporte, tipografias finamente detalhadas, a utilização de itálico e negrito, e densidades e larguras de linha variáveis. O IQ é principalmente utilizado para determinar a legibilidade de texto, mas ele pode também servir para medir a captura de informação não-textual, como o nível de detalhe presente em gráficos, incluindo litografias, gravuras e xilografias. A cor de fundo, o nível de contraste e a qualidade e condição do original ou reprodução também afetarão a qualidade de imagem, o que pode não ser refletido no IQ.

<sup>5</sup> Reimpresso com permissão, a partir de uma fotografia, cortesia da AIIM. Ver ANSI/AIIM MS23-1991, p. 45.

<sup>6</sup> Idem, p. 48.

<sup>7</sup> A compressão JPEG é considerada ‘sem perdas’ a razões de 2 ou 3 para 1. Ver National Archives and Records Administration, *Digital-imaging and optical digital data disk storage systems: long-term access strategies for federal agencies*, NARA Technical Information Paper, no. 12, p. 44-45, July 1994.

<sup>8</sup> Ver *Resolution as it relates to photographic and electronic imaging*, AIIM TR26-1993 (Association for Information and Image Management, 1993).

<sup>9</sup> Idem, p. 8.

<sup>10</sup> Para o propósito deste guia, a resolução de entrada se refere à resolução mencionada pelo fabricante; a resolução de saída refere-se à resolução consistentemente alcançada na tela, sobre o papel ou filme.

<sup>11</sup> ANSI/AIIM TR26-1993, p. 12. Num trabalho anterior sobre diretrizes para a qualidade da imagem digital, Thomas C. Bagg, do National Bureau of Standards, recomendou o aumento de dpi em ‘cerca de 30 por cento’ acima do estimado pelo índice de qualidade. Ver Thomas C. Bagg, “Digitizing documents: guidelines for image quality”, p. 8.

<sup>12</sup> Para uma descrição do esquema de escaneamento e interpolação utilizado no sistema de escaneamento Xerox CLASS, veja Anne R. Kenney; Lynne K. Personius, *Joint study in digital preservation: report: phase I*. Commission on Preservation and Access, 1992, p. 10.

<sup>13</sup> Em 400 dpi com 8 bits de cinza, as letras *Bodoni Italic* de 4 pontos (0,6mm) sobre o gabarito AIIM foram reproduzidas na tela (monitor de alta resolução de 17 polegadas, exibindo 256 níveis de cinza) a um IQ igual a 8, com compressão ‘sem perdas’ e a um IQ igual a 5 com a compressão JPEG 10:1. A fórmula do IQ digital, sem margem para defasagem, previu um IQ de 4,68. Na versão em cinza de 4 bits em 400 dpi, as mesmas letras foram representadas a um IQ de 5>8, com compressão ‘sem perdas’ e em um IQ de 5- com a compressão JPEG 10:1. Correlações similares foram observadas nas versões em 300 dpi, para as quais a fórmula do IQ digital previu um IQ de 3,51. As mesmas letras foram reproduzidas a um IQ igual a 3,6, com a compressão JPEG 10:1, na versão de 8 bits e um IQ igual a 3 foi observado com cinza de 4 bits. No caso da página do livro quebradiço, foram feitas avaliações sobre caracteres manuscritos com alturas-x de 0,6mm e 0,4mm. Escaneadas com resoluções de entrada de 400 e 300 dpi e 8 bits de cinza, as letras de 0,6mm alcançaram ou excederam os IQ’s previstos de 4,68 e 3,12, respectivamente, com a compressão JPEG de até 10:1. Ver Andrew Boss. *Farm management*. Chicago: Lyons & Carnahan, 1914. p. 100.

<sup>14</sup> Como um teste preliminar, os autores avaliaram imagens na tela de quatro desenhos arquitetônicos coloridos da Cornell Division of Rare and Manuscript Collections, que tinham sido digitalizados com 24 bits de cor pelo processo Kodak PhotoCD. Os desenhos, da coleção John M. Nolen, foram exibidos e inspecionados em um monitor SVGA de 17 polegadas a nível 5 com 256 cores. Exames de caracteres de texto revelaram inconsistências nas previsões da fórmula do IQ digital. Os menores caracteres de texto significativos nestes desenhos medem 1,1mm. Com base nas dimensões dos documentos originais, as resoluções de escaneamento efetivas alcançadas com a utilização do Kodak PhotoCD a  $2.048 \times 3.072$  pixels estiveram entre 55 dpi (para o desenho de 37” x 43,25”) e 111 dpi (para o desenho de 18,4” x 20,25”). Dada a altura-x do menor texto e a dpi efetiva, a fórmula do IQ digital para o escaneamento com escala de cinza previu os seguintes IQ’s digitais: 4,33, 3,34, 2,12 e 1,29. Nos primeiros dois casos, as letras sem serifas foram legíveis (IQ visual igual a 5). No terceiro exemplo, os caracteres para os quais a previsão de reprodução era com um IQ igual a 2,12 foram ligeiramente legíveis (IQ visual igual a 3,6) no contexto, mas indistinguíveis enquanto caracteres individuais em todos os casos. No quarto exemplo, os menores caracteres, a um IQ previsto de 1,29, foram ilegíveis.

No “Oversize color images project” da Universidade de Columbia, patrocinado pela Commission on Preservation and Access, o exame na tela de informação textual contida em um número de mapas coloridos, escaneada a partir de papel e de filme, também revelou resultados inconsistentes. Para maiores informações, contate Janet Gertz, Preservation Department, Columbia.

<sup>15</sup> Estas resoluções de entrada se aplicam quando se utiliza a compressão JPEG (‘com perdas’) de até 10:1. Em 10:1, caracteres de texto são bem reproduzidos, particularmente quando as resoluções alcançam ou excedem 400 dpi, mas são introduzidas distorções de superfície que reduzem a qualidade da imagem como um todo. Se uma razão de compressão JPEG mais baixa for

utilizada, os requisitos de resolução de entrada pode decrescer, por razão do tamanho de arquivo (Ver a **Tabela 3**). Se razões de compressão maiores forem utilizadas, ruído e distorção superficial serão visíveis na imagem descomprimida e os IQ's visuais serão inferiores aos IQ's digitais previstos.

<sup>16</sup> Para maiores informações, contate Basil Manns, *Preservation and Research Testing Division, Library of Congress*. A Biblioteca do Congresso americano iniciou um projeto para avaliar a qualidade da imagem de impressões com escala de cinza de materiais manuscritos capturados a várias resoluções e comprimidos com diferentes técnicas.

<sup>17</sup> Embora o escaneamento em cores de baixa resolução possa, também, ser considerado como uma alternativa ao escaneamento bitonal para texto e traço, os resultados de um teste limitado e preliminar conduzido em Cornell sugerem que o escaneamento com escala de cinza, com economias significativas no tocante a tamanho de arquivos, realça a legibilidade de texto tão bem quanto, ou melhor, que em cores. O Departamento de Preservação escaneou a carta de teste número 2 para *scanner* da AIIM em 300 e 400 dpi, tanto com escala de cinza como em cores, com vários níveis de reprodução tonal. Uma inspeção na tela revelou que ambas as versões de escala de cinza, com 4 *bits* e 8 *bits*, representaram o texto com maior clareza e nitidez que as imagens em cores de 24 *bits* escaneadas com as mesmas resoluções. A qualidade da imagem para documentos capturados com escala de cinza e com cor diminuirá, contudo, se a impressão de saída não representar os níveis completos de cinza ou cores utilizados no processo de conversão. Impressoras a laser convencionais de 300 dpi, por exemplo, não produzirão qualidade de imagem melhorada para texto, meios-tons ou tons contínuos capturados com a utilização do escaneamento com escala de cinza.

<sup>18</sup> Ao conduzirem inspeções na tela da reprodução de texto a partir da carta de teste número 2 para *scanner* da AIIM, capturado em 300 dpi, os autores observaram que as letras *Bodoni Italic* de 6 pontos (altura-x = 0,9mm) pareceram ser reproduzidas a um IQ de 5-8, quando se utilizou 8 *bits* de cinza. As letras *Bodonic Italic* de 4 pontos (altura-x = 0,4mm) foram reproduzidas a um IQ igual a 5. Quando a compressão JPEG 10:1 foi usada, a qualidade da imagem das letras de 6 pontos caiu para menos de 5 e a de 4 pontos para 3,6.

<sup>19</sup> A fórmula do IQ digital bitonal foi aplicada à imagem bitonal de 600 dpi; a fórmula do IQ digital para escala de cinza foi utilizada para as imagens com escala de cinza.

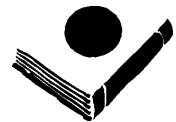
<sup>20</sup> “Recommended practice for quality control of image *scanners*”, ANSI/AIIM MS44-1988 (AIIM, 1988). A carta de teste para facsímile 167A-1987 do IEEE, a carta de teste número 2 para *scanner* da AIIM e a carta *process ink gamut* do RIT são revisadas quanto à sua utilidade em um programa de controle de qualidade para *scanners* de imagem. O MS44-1988 foi recentemente adotado como uma Norma Técnica de Processamento de Informação Federal (Federal Information Processing Standard), FIPS PUB 157, *Guideline for Quality Control of Image Scanners*.

<sup>21</sup> *Idem.*, p. 5, 14. O MS44-1988 desaconselha o uso dos “NBS 1010A bar type target resolution patterns” (gabaritos padrões de resolução do tipo barra 1010A do NBS), isto é, pares de linha, para se testar sistemas de escaneamento com resolução igual ou inferior a 600 dpi, devido a problemas associados à defasagem.

<sup>22</sup> Leituras são feitas a partir da versão de 3” × 3” deste gabarito, que Cornell transferiu para o alvo IEEE, sobre o padrão Pestrecov Star. Seguindo as diretrizes no MS44-1988, Cornell realiza inspeções técnicas para resolução na tela: para o escaneamento bitonal a 600 dpi, o gabarito é observado com um aumento de 5X em um monitor preto-e-branco de alta resolução de 19 polegadas; para o escaneamento com escala de cinza em 400 dpi, o gabarito é ampliado a uma razão de 5:1 em um monitor de alta resolução de 17 polegadas exibindo 256 níveis de cinza. Nós usamos a ampliação de 5:1 em um monitor de 120 dpi, para alcançar uma visão efetiva de 600 dpi. Utilizamos a ampliação de 5:1 em um monitor de 1024 × 768 para alcançar uma visão efetiva de 400 dpi.

<sup>23</sup> Anne R. Kenney, Digital-to-microfilm conversion: an interim preservation solution. *Library Resources and Technical Services* p. 380-401, Oct. 1993 - p. 87-95, Jan. 1994. Conforme previsto pela fórmula do IQ digital para o escaneamento bitonal, a resolução de entrada de 600 dpi que reproduz letras *Bodoni Italic* de 4 pontos (0,6mm) em um IQ igual a 5 também reproduz caracteres medindo 1,0mm ou mais em um IQ igual a 8. Com o escaneamento bitonal em 600 dpi, as letras na linha 15 do gabarito do RIT, que medem 0,43mm, são consistentemente legíveis na tela em ambas as direções (veja a figura 6). Com o escaneamento em 600 dpi com 8 *bits*, utilizando-se a compressão JPEG de até 10:1, as letras na linha 19 do gabarito RIT, medindo 0,266mm, são legíveis em um monitor de alta resolução exibindo 256 níveis de cinza. Comparada ao escaneamento bitonal, esta reprodução de letras maiúsculas com 60% do tamanho (0,266/0,432) na versão com escala de cinza sugere que um IQ de 8 seria também alcançado com caracteres de texto mais finamente detalhados medindo 0,6mm ou mais. A avaliação na tela de letras *Bodoni Italic* de 4 pontos de caixa-baixa presentes no gabarito AIIM, capturadas em 600 dpi com 8 *bits*, confirmou que esta qualidade prevista tinha sido alcançada.

<sup>24</sup> O *National Archives and Records Administration* (NARA) recomenda uma avaliação de 100% da qualidade visual para cada imagem escaneada e para os dados de índice relativos, se os documentos originais não vierem a ser mantidos após a conversão. Ver Digital image quality assurance, NARA, *Digital-imaging and optical digital data disk storage systems: long-term access strategies for federal agencies*, p. 47-50, 1994.



<sup>25</sup> Um projeto atualmente em andamento no Departamento de Preservação e Conservação da Cornell University, com apoio do National Endowment for the Humanities, está investigando a utilização do escaneamento bitonal em 600 dpi para produzir *raster COM* que atenda aos padrões de microfilme para preservação quanto à qualidade e à permanência.

<sup>26</sup> Ver os critérios de avaliação apresentados no **Apêndice VI** da publicação de Anne R. Kenney; Michael A. Friedman; Sue A. Poucher. *Preserving archival material through digital technology: final report*. Cornell University Library, Department of Preservation and Conservation, 1993.

<sup>27</sup> Nos projetos de Cornell, foram utilizados *scanners* oferecendo resoluções de escaneamento nominais, em vez de reais, de 600 dpi. Ver Anne R. Kenney. *Digital-to-microfilm conversion: an Interim preservation solution*; Anne R. Kenney; Lynne K. Personius. *A testbed for advancing the role of digital technologies for library preservation and access, final report*, Oct. 1993.

<sup>28</sup> Na medida em que a tecnologia avança, os *scanners* podem vir a ser ajustados para avaliar automaticamente os requisitos de captura de imagem, com base em um exame em nível de micro-segundo dos atributos do documento.

<sup>29</sup> Ver *Preserving the illustrated text, report of the joint task force on text and image*. Commission on Preservation and Access, Apr. 1992.

<sup>30</sup> Don Willis. *A hybrid systems approach to preservation of printed materials*. p. 11.

<sup>31</sup> Os requisitos de resolução podem mudar com a introdução geral das impressoras a *laser* de 600 dpi.

<sup>32</sup> National Archives and Records Administration. *Long-term access strategies for federal agencies*, 1994, p. 38-39. Ver também ANSI/AIIM MS52-1991, *Recommended practice for the requirements and characteristics of original documents intended for optical scanning*.

<sup>33</sup> Hans Rütimann; M. Stuart Lynn. *Computerization project of the Archivo General de Indias. Seville, Spain: a report to the Commission on Preservation and Access*, p.7.

<sup>34</sup> Peter Robinson. *The digitization of primary textual sources*. p. 29.

<sup>35</sup> Michael Ester. *Image quality and viewer perception*.

<sup>36</sup> Don Willis. *op. cit.*, p. 34; Peter Robinson, *op. cit.*, p. 27-28.

<sup>37</sup> Michael Ester. *Draft white paper on digital imaging in the arts and the humanities*, p. 7.

### **Sobre os autores**

Anne R. Kenney é subdiretora do Departamento de Preservação e Conservação da Biblioteca da *Cornell University*. A pesquisa para este guia foi conduzida durante a participação de Kenney no Programa de Bolsas de Pesquisa para o Estudo de Arquivos Modernos de 1993, administrado pela *Bentley Historical Library, University of Michigan*, e financiado pela Fundação *Andrew W. Mellon* e pela *University of Michigan*.

Stephen Chapman é o bolsista em preservação do estado de New York na **Cornell University**. Ele gostaria de agradecer ao Programa para Conservação e Preservação de Materiais de Pesquisa de Biblioteca do estado de New York pelo apoio dado.

### **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](http://www.cpba.net)  
[www.arquivonacional.gov.br](http://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](http://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