

**Guia do Image Permanence
Institute (IPI) para armazenamento
de filmes de acetato**

James M. Reilly

2ª edição



CONSERVAÇÃO PREVENTIVA
EM BIBLIOTECAS E ARQUIVOS

James M. Reilly

**Guia do *Image Permanence Institute* (IPI)
para armazenamento de filmes de acetato**

2ª edição

Rio de Janeiro
Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos
2001

Copyright ©1993 by Image Permanence Institute, Rochester.

Título Original publicado por Rochester Institute of Technology:

IPI Storage Guide for Acetate Film

Autor: James M. Reilly

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

Suporte Financeiro

The Andrew W. Mellon Foundation

Vitae, Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social

Apoio

Arquivo Nacional

Fundação Getulio Vargas

Coordenação

Ingrid Beck

Colaboração

Sérgio Conde de Albite Silva

Tradução

Luiz Antonio Cruz Souza

Revisão Técnica

Francisco da Costa

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.

R362 Reilly, James M.

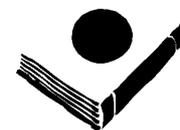
Guia do Image Permanence Institute (IPI) para armazenamento de filmes de acetato / James M. Reilly ; [tradução Luiz Antonio Cruz Souza ; revisão técnica Francisco da Costa, Ana Virginia Pinheiro, Dely Bezerra de Miranda Santos; revisão final Cássia Maria Mello da Silva, Lena Brasil]. — Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001.

41 p. : il. ; 30 cm. — (Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos ; 40. Fotografias e filmes).

Inclui bibliografias.
ISBN85-7009-038-2.

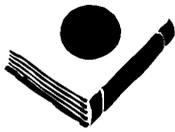
1. Filmes - Preservação e conservação. I. Título.

CDD 025.84



Sumário

Apresentação	5
Prefácio	7
O que é este <i>Guia</i> (e o que ele não é)	9
O disco	11
Curvas de tempo para a síndrome do vinagre	16
A tabela de ‘tempo fora da área de armazenamento’	16
A deterioração química das bases dos filmes	20
A evolução da síndrome do vinagre	24
O <i>Guia</i> se aplica ao filme de nitrato?	27
Filme com base de poliéster	28
A filosofia geral do armazenamento de filmes	28
História dos suportes dos filmes	36
Referências	39
Normas ANSI e ISO para armazenamento de filmes	41



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 manual, de número 40, aborda a deterioração dos filmes em função das mudanças de temperatura e de umidade relativa do ar, com o passar do tempo. Faz um prognóstico para a durabilidade dos acervos com base no envelhecimento acelerado em laboratório. Tais extrapolações devem ser entendidas apenas como uma estimativa da possibilidade de ocorrer a síndrome do vinagre, por exemplo. Na parte final o guia oferece uma listagem com o formato e a base dos filmes, complementada por uma boa bibliografia e uma relação de normas internacionais para o armazenamento de filmes.

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

Além das publicações distribuídas em 1997, o Projeto *CPBA* ainda formou multiplicadores, por meio de seminários organizados nas cinco regiões brasileiras, com o apoio de instituições cooperativas. Os multiplicadores organizaram novos eventos, estimulando a prática da conservação preventiva nas instituições. Os inúmeros desdobramentos ocorridos a partir dos colaboradores em todo o país fizeram o Projeto merecedor, em 1998, do Prêmio Rodrigo Melo Franco de Andrade.

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

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

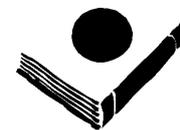
Desde o início o Projeto contou com recursos financeiros da *Andrew W. Mellon Foundation* e de VITAE, Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social. Em 1998 estes patrocinadores aprovaram um segundo aporte financeiro, com o objetivo de dar continuidade às ações empreendidas e de preparar esta segunda edição.

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

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

Rio de Janeiro, junho de 2001.

Ingrid Beck
Coordenadora do Projeto CPBA



Prefácio

Instruções para o uso do disco, dos gráficos e da tabela

Estratégias básicas para preservação de filmes

O Guia do IPI para armazenamento de filmes de acetato proporciona uma visão geral das especificações ambientais para o armazenamento de filmes. Ele explica a relação entre a temperatura, a umidade relativa (UR) e a 'síndrome do vinagre', a lenta decomposição química dos plásticos de acetato que provoca perdas em uma coleção de filmes.

O principal objetivo deste Guia é ajudar os administradores de coleções a avaliar a qualidade do ambiente de armazenagem proporcionada a seus filmes. *O Guia não tem a finalidade de prever a duração da vida de nenhum filme em particular; ele simplesmente utiliza uma previsão do tempo de vida como uma referência para medir a qualidade do ambiente de armazenamento.*



O que é este Guia (e o que ele não é)

O *Guia do IPI para armazenamento de filmes de acetato* é um instrumento para avaliação e planejamento de ambientes de armazenamento de filmes fotográficos, filmes de cinema e microfilmes, com base de acetato. Esta categoria inclui um grande número de filmes feitos de 1920 até o presente. Consulte **História dos suportes de filmes**, mais adiante, para maiores informações sobre quais filmes, em uma coleção, provavelmente sejam de acetato e quais não. O acetato de celulose está sujeito a uma forma lenta de deterioração química conhecida como ‘síndrome do vinagre’. Praticamente toda grande coleção de filmes já sofreu perdas devido à síndrome do vinagre, e muitas outras perdas são esperadas no futuro. Os principais sintomas deste problema são o odor de vinagre, o descolamento da emulsão, o estado quebradiço e o encolhimento do filme. Todos os filmes de acetato são suscetíveis a este tipo de deterioração e a possibilidade disto ocorrer dentro de alguns anos ou séculos depende das condições de armazenamento a que os filmes estejam sujeitos.

O *Guia do IPI para armazenamento de filmes de acetato* trata, principalmente, de um aspecto do armazenamento de filmes: a relação geral entre a umidade relativa de armazenamento, a temperatura de armazenamento e o número de anos, aproximadamente, antes que um filme novo, recém-lançado, seja afetado de forma significativa pela síndrome do vinagre. Apesar desta informação ser útil, ela trata somente da deterioração de filmes com base plástica de acetato de celulose. Outras formas importantes de deterioração de filmes, tais como o esmaecimento da cor, esmaecimento da imagem de prata, crescimento de mofo, danos físicos etc., têm causas próprias e relações específicas com o ambiente de armazenamento. A preservação de filmes vai além do combate à síndrome do vinagre, assim como a síndrome do vinagre é mais que o resultado dos efeitos da umidade relativa e da temperatura, embora estes sejam fatores determinantes do grau de deterioração. A seção **A filosofia geral do armazenamento de filmes** proporciona uma visão geral das condições ambientais para o armazenamento de filmes e coloca as informações específicas referentes à síndrome do vinagre num contexto mais amplo.

O Guia consiste em quatro partes,

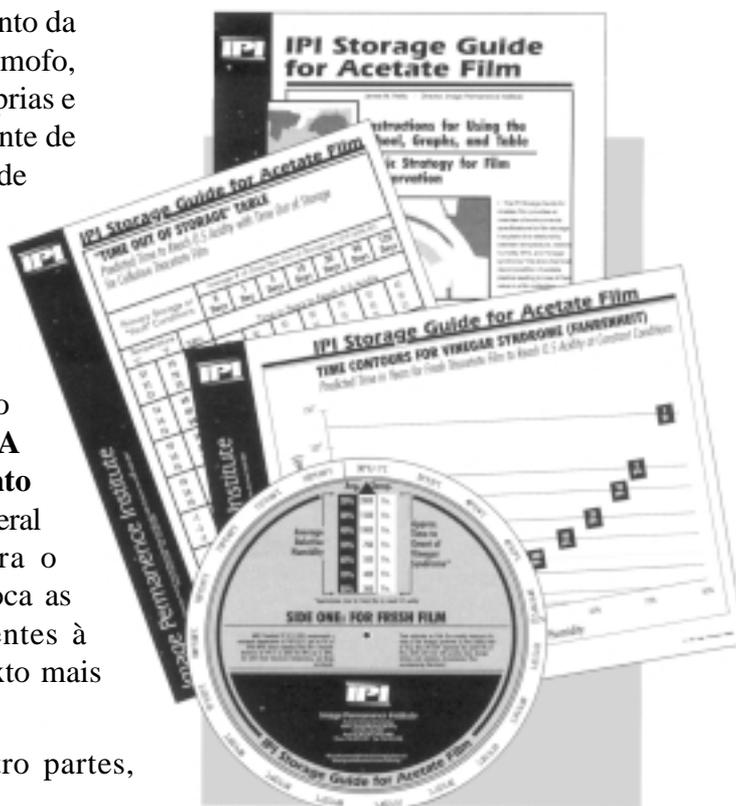


Figura1. Componentes do *Guia do IPI para armazenamento de filmes de acetato*

conforme indicado na **Figura 1**: este texto em forma de brochura, o disco (com indicações em frente e verso), as curvas de tempo para a síndrome do vinagre (uma em *Fahrenheit* e uma em *Celsius*) e uma tabela de ‘tempo fora da área de armazenamento’. Cada componente apresenta as informações sobre o armazenamento de filmes em formatos diferentes, oferecendo abordagens ligeiramente diversas quanto aos dados disponíveis. Os dados do *Guia* foram obtidos a partir de experiências com filmes em base de triacetato, mas também se aplicam a filmes com base de diacetato, acetato/butirato e de propionato de acetato. Em outras palavras, são válidos (para uma primeira aproximação) para todos os tipos de filmes de acetato.

Os dados do Guia

Os dados apresentados no *Guia* foram obtidos a partir de testes de envelhecimento acelerado executados como parte de um projeto de pesquisa, financiado pelo *National Endowment for the Humanities (NEH)*, pelo *National Historical Publications and Records Commission (NHPRC)* e pela Kodak, sobre as condições ideais de armazenamento de filmes^{1,2,3}. A conclusão do projeto foi uma série de prognósticos relativos ao tempo necessário para que a síndrome do vinagre afetasse um filme sob diferentes condições de armazenamento. É importante observar que os prognósticos fazem referência a quando a síndrome do vinagre atinge níveis predeterminados, e não ao final da vida útil do filme. Cada prognóstico está associado a uma combinação particular de temperatura e umidade relativa, e presume que tais condições permaneçam constantes. Os prognósticos representam um período de tempo, em anos, necessário para que um filme novo de acetato comece a apresentar níveis identificáveis da síndrome do vinagre; ao final desse período, o filme cheiraria a vinagre, porém ainda seria utilizável. Entretanto, a esta altura, o filme entraria em um estágio em que a velocidade de deterioração aumentaria significativamente.

O que os prognósticos prevêm?

Uma coisa que o *Guia* não faz é prever o tempo de vida útil de peças individuais ou de coleções específicas de filmes. Como o disco, as curvas e a tabela têm a expectativa de vida expressa em anos devidamente alinhados com os valores correspondentes de temperatura e umidade relativa, há uma tendência a ver estes dados como previsões de quanto tempo um filme específico irá durar. Embora uma previsão como esta pudesse efetivamente estar correta, existem diversas razões pelas quais tal previsão não possa ser aplicada de modo seguro a nenhum caso *individual*.

As previsões baseiam-se em extrapolações do envelhecimento acelerado. Elas devem ser vistas como uma forma conveniente para quantificar e expressar a adequação de um ambiente de armazenamento no sentido de prevenir a síndrome do vinagre, e não como uma previsão literal de quanto tempo uma coleção irá durar. O *Guia* não é uma cartomante, ele apenas evidencia os benefícios relativos de uma condição de armazenamento em comparação com outras. Para que os valores possam ser considerados como uma previsão literal de quando a síndrome do vinagre começaria, a coleção teria de reproduzir exatamente as condições nas quais o experimento de envelhecimento acelerado foi efetuado; todos os filmes teriam que ser novos e teriam de ser armazenados em pacotes muito bem vedados, em condições estáveis, sem variações. Em estudos de laboratório, variáveis desse





tipo devem ser mantidas constantes durante todo o experimento ou os dados não demonstrarão claramente os efeitos dos fatores ambientais.

Cada filme de uma coleção tem uma história única e seu estado de conservação é determinado pelas condições de armazenamento ao longo de toda a sua existência. É praticamente impossível determinar o grau de deterioração de um filme específico (pelo menos não até o odor do vinagre tornar-se óbvio e, mesmo assim, é difícil uma estimativa do nível de degradação). Se tivermos sorte, poderemos conhecer a história do armazenamento de uma coleção de filmes com alguma precisão e, então, seremos capazes de estimar mais precisamente seu estado de conservação e suas perspectivas para o futuro, mas normalmente temos apenas uma idéia vaga e geral.

A importância da retenção de acidez pelas embalagens

Existe um outro fator importante a ser conhecido sobre a síndrome do vinagre, além de sua dependência da temperatura e da umidade relativa: o fator retenção de acidez. O processo de deterioração gera ácido acético (vinagre) dentro da base plástica do filme. Sob certas circunstâncias, a acidez pode ser liberada por evaporação ou pode ser absorvida pelo material da embalagem. Sempre que ocorre a retenção da acidez, a velocidade de deterioração acelera significativamente. Os prognósticos do Guia foram obtidos a partir de experiências nas quais o filme foi acondicionado em sacos muito bem vedados, o que representa o pior caso possível quanto à retenção de acidez no filme.

Na prática, as condições comuns de armazenamento oferecem maiores possibilidades do ácido escapar; nesse caso, a síndrome do vinagre irá demorar mais tempo para ocorrer que o previsto. Contudo, filmes são geralmente armazenados em embalagens fechadas. O filme de cinema é tipicamente armazenado em latas fechadas e filmes em chapas geralmente são armazenados juntos, em uma caixa ou gaveta. Ainda que o fator de retenção de acidez possa representar uma grande diferença quanto ao tempo de duração de um filme, se você avaliar o armazenamento do filme utilizando-se do *Guia* (que leva em consideração o nível máximo de retenção de acidez), no mínimo não estará superestimando a duração do filme e provavelmente se aproximará da realidade.

Dito isto, qual o valor de tais dados? O verdadeiro valor está em nos permitir entender, de modo geral, como a temperatura e a umidade afetam a velocidade da degradação da base do filme. Os dados descrevem tendências em geral, mas não predizem o comportamento específico de amostras particulares de filmes. Neste sentido, eles são como uma tabela atuarial para uma companhia de seguros de vida: a companhia não tem idéia de quando alguma mulher ou homem específico morrerá, mas tem uma boa projeção de quanto tempo viverá a maioria das pessoas.

O disco

O disco apresenta os resultados da pesquisa sobre a síndrome do vinagre num formato que facilita a avaliação do efeito de um ambiente particular de armazenamento na expectativa de vida do filme de acetato. Ele possibilita comparar a velocidade de deterioração num espectro de condições para determinar qual das diversas condições ambientais de armazenamento é melhor para o filme, ou para considerar as várias combinações de temperatura e umidade relativa que resultariam em uma expectativa de vida específica de um filme. O disco, como já observado, tem dois lados (**Figura 2**). O lado 1 é baseado no número aproximado de anos necessários para que um filme de acetato novo

comece a deteriorar (ao alcançar 0,5 de acidez — consulte adiante ‘Acidez espontânea: o melhor meio de medir a deterioração’) em várias condições de armazenamento. O lado 2 é baseado no número aproximado de anos que um filme parcialmente deteriorado (que já alcançou 0,5 de acidez) levaria, em diversas condições de armazenamento, para alcançar um nível de acidez igual a 1,0. Em ambos os lados, em volta da circunferência do disco maior, está impressa uma escala de temperaturas de 30 °F / -1 °C a 120 °F / 49 °C. Ao lado da janela do lado 1 do disco, está impressa uma escala de níveis de umidade de 20% a 80%, em intervalos de 10%. O lado 2 apresenta somente três níveis de umidade relativa: 20%, 50% e 80%. O número previsto de anos para cada combinação temperatura/umidade é exposto na janela em cada lado do disco.

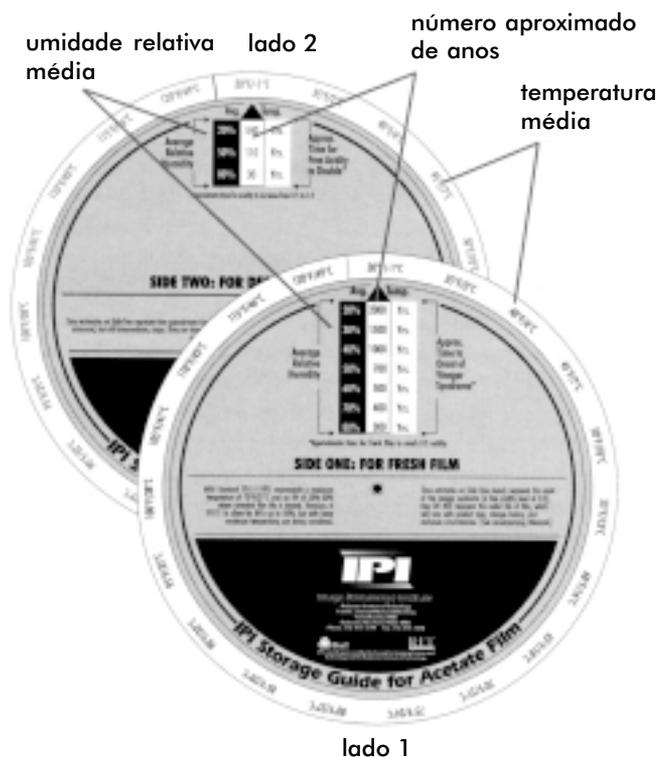


Figura 2. O disco.

Avaliando as condições de armazenamento

Suponhamos, por exemplo, que uma coleção de filmes novos de acetato seja armazenada em uma sala com ar-condicionado onde as condições sejam confortáveis para pessoas: 21 °C, com uma umidade relativa de 50% (assumiremos que estas condições serão mantidas durante todo um ano — o que não é sempre tão fácil). A questão é: até que ponto tais condições são boas para o filme? Para encontrar a resposta, consultemos o lado 1 do disco (lado azul). Gire o disco menor até a seta apontar para a temperatura em questão — neste caso, 21 °C. Uma coluna de números aparecerá na janela. Em seguida, selecione a umidade relativa desejada — neste caso, 50%. Seguindo a mesma linha, encontraremos na janela o número previsto de anos para este conjunto de condições de armazenamento — neste caso, 40 anos (Figura 3).

A cada temperatura indicada no lado 1, o número de anos até a síndrome do vinagre tornar-se um problema é indicado para sete valores de umidade relativa diferentes. Observe que baixos valores de umidade relativa (condições secas) correspondem a tempos mais longos, enquanto que altos valores de umidade relativa (condições mais úmidas) correspondem a períodos mais curtos. Esta condição é sempre verdadeira, independente da temperatura, já que a umidade da sala determina a quantidade de água absorvida pelo filme. O conteúdo de água no filme tem um papel essencial nas reações de deterioração, portanto quanto mais alta a umidade relativa, mais rápida a degradação.

Observe na Figura 3 a diferença entre a previsão de 50% de umidade relativa e 20% de umidade relativa. Geralmente, o grau de deterioração a 20% de umidade relativa é de um terço, a metade da deterioração a 50% de umidade relativa. Não é uma boa idéia baixar a umidade relativa a



menos de 20%, porque o filme resseca muito e torna-se quebradiço. Igualmente, não é uma boa idéia guardar filme numa umidade relativa acima de 50%. Como a **Figura 3** mostra, o tempo previsto a 21 °C e 80% de umidade relativa é consideravelmente mais curto do que a 21 °C e 50% de umidade relativa. Além disso, a alta umidade não promove somente a síndrome do vinagre, podendo também permitir a proliferação de mofo (se a umidade relativa é mantida igual ou acima de 70% por longos períodos), levando a um dano irreversível na emulsão de gelatina.

A previsão para temperatura ambiente de 21 °C e 50% de umidade relativa em nosso exemplo pode parecer surpreendentemente curta — apenas 40 anos, aproximadamente. Praticamente todo arquivista de filmes conhece filmes que têm 40 anos e ainda estão em boas condições (e muitos arquivistas também conhecem filmes de 40 anos que não estão bem). Para entender a previsão de 40 anos, lembre-se que este é o número aproximado de anos para o aparecimento de uma deterioração mensurável, e não o número de anos que seriam necessários para o filme alcançar os últimos estágios de deterioração, quando ele encolhe e torna-se quebradiço. Lembre-se, também, que a previsão considera a retenção máxima de acidez e que filmes em condições reais estão sujeitos a ambientes diferenciados, e não a um ambiente estável. Apesar de todas estas condições e embora os exemplos sejam demonstrativos e não rigorosos, realmente existe informação suficiente sobre os filmes de acetato para confirmar a tendência geral exposta no Guia. Filme armazenado em temperaturas maiores que a temperatura ambiente degradam em aproximadamente 30 anos e o filme armazenado em temperaturas de armazenamento menores que a temperatura ambiente não mostra sinais de degradação por 50 anos. As tendências gerais nos dados do IPI têm sido confirmadas por estudos de laboratório similares, efetuados pela Kodak^{4,5,6} e pela Politécnica de Manchester, no Reino Unido^{7,8,9,10}. Assim, embora as previsões não possam ser tomadas literalmente, tampouco estão fora da realidade. Porém, sua importância está no fato de que podem ser confiáveis para quantificar, de forma relativa, o quanto uma condição de armazenamento é melhor ou pior que outra.

Usando o disco para planejar um novo ambiente de armazenamento de filmes

O disco também é útil para o planejamento de um novo ambiente de armazenamento de filmes. Por exemplo, consideremos que uma instituição tenha a oportunidade de construir uma nova área de armazenamento para sua coleção fotográfica — uma coleção que consista de uma variedade de materiais, incluindo filme, chapas de vidro, fotos coloridas e em preto e branco etc. Uma vez que a coleção possua um número representativo de filmes de acetato na forma de chapas em preto e branco e transparências coloridas, a prevenção da síndrome do vinagre na nova área de armazenamento estará entre os diversos objetivos.

A primeira coisa a fazer é decidir por quanto tempo a instituição deseja conservar sua coleção

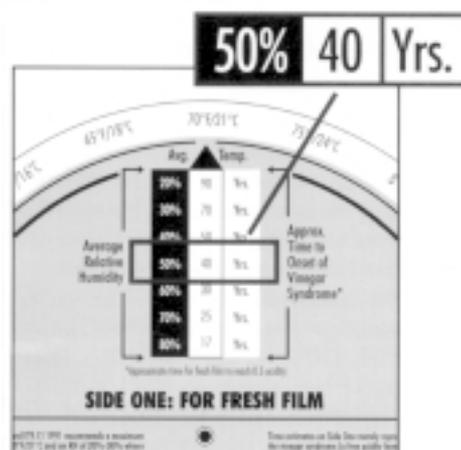


Figura 3. Detalhe do lado 1 do disco, ajustado para 70°F/21°C.

de filmes. Isto permitiria o uso do *Guia* para determinar que condição de armazenamento proporcionaria o número de anos desejados antes do começo da síndrome do vinagre. Em nosso exemplo assumiremos que a instituição queira preservar seu filme de acetato por, no mínimo, cem anos.

A temperatura ambiente é suficientemente boa?

Se todos os materiais da coleção devem coexistir em uma mesma sala de armazenamento, decide-se por uma umidade relativa de 40% devido à possibilidade de ocorrerem problemas com chapas de vidro a uma umidade relativa abaixo de 25%¹¹ (ver A melhor faixa de umidade relativa para armazenamento de filmes, adiante). Mas, qual deveria ser a temperatura? A temperatura mais conveniente é, provavelmente, a confortável temperatura ambiente de 22°C. Usando o lado 1 do disco, encontre a temperatura mais próxima de 22°C — neste caso, de 21°C (mostrado na **Figura 3**). Embora ligeiramente mais frio do que os 22°C em que estamos interessados, este valor é próximo o suficiente. A 40% de umidade relativa/21°C, a previsão de anos para início de síndrome do vinagre é de 50 anos — apenas a metade do que a instituição deseja para seu filme. Fica claro que a temperatura ambiente não é uma boa escolha para se alcançar os objetivos de preservação da instituição e que temperaturas um pouco mais baixas são necessárias.

Quais são as opções?

Para determinar que temperatura resultaria nos 100 anos desejados, a 40% de umidade relativa, sem o perigo da síndrome do vinagre (lembre-se que as previsões do lado 1 do disco são para filmes novos, não deteriorados), gire o disco menor até que a marca de 100 anos ou mais apareça na janela oposta a 40% de umidade relativa. A 16°C encontraremos os 100 anos desejados (**Figura 4**). Se a coleção contém filmes velhos com uma história de armazenamento questionável, levando o gerente da coleção a suspeitar que a deterioração já esteja começando (mesmo que sinais óbvios ainda não sejam aparentes), então temperaturas um pouco mais baixas deveriam ser escolhidas para proporcionar uma pequena margem nos cem anos. A 13°C/40% de umidade relativa, por exemplo, a previsão aproximada para o começo da síndrome do vinagre para filmes novos é de 150 anos (**Figura 4**).

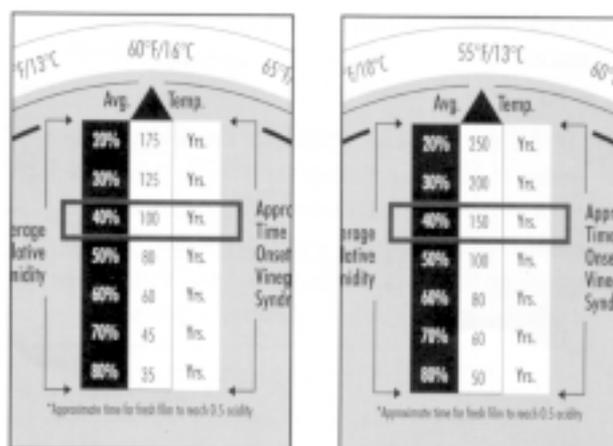


Figura 4. Detalhes do lado 1 do disco, ajustado para 60 °F (esquerda) e 55°F (direita).

Entretanto, se existem indícios de que o filme numa coleção já está se deteriorando (odores, ondulações nas beiradas do filme etc.), então a situação é diferente. Será que um armazenamento de melhor qualidade poderá estabilizar este filme de modo que ainda possa ser guardado por um número significativo de anos? A resposta é sim, mas temperaturas mais baixas são necessárias para se obter uma vida longa.



Planejamento para filmes em processo de deterioração

O lado 2 do disco refere-se às condições de armazenamento para filmes já em processo de deterioração. As previsões neste lado do disco baseiam-se no período de anos necessários para a acidez espontânea do filme dobrar de 0,5 para 1,0. Esses números requerem uma pequena explicação (para maiores informações, consulte, mais adiante, a discussão sobre a evolução da síndrome do vinagre). Ao nível de 0,5 de acidez espontânea, o filme pode cheirar a ácido acético, mas ainda pode ser utilizado. A um nível de 1,0 de acidez espontânea, o mesmo ainda é válido, mas o odor pode ser um pouco mais forte: somente quando o nível chegar a 5,0 é que as mudanças (descolamento da emulsão, estado quebradiço) ocorrerão, tornando o filme inutilizável.

Tudo isto é justamente para explicar que a duplicação da acidez para 1,0 não significa que aquelas características terríveis ocorrerão de repente — indica apenas que a deterioração avançou. A acidez dobrou, mas medidas ainda poderão ser tomadas antes que o filme se torne arruinado e inútil. A questão importante está em definir como as condições de armazenamento podem ser utilizadas para diminuir o avanço da deterioração, e podemos ter uma boa idéia de como isto funciona através das previsões do tempo necessário para a acidez espontânea passar de 0,5 a 1,0.

Retornando ao nosso exemplo da escolha de uma condição de armazenamento para uma coleção mista, se algum dos filmes de acetato já estiver deteriorando, o lado 2 do disco pode ser usado para determinar qual seria o impacto de uma condição de 16°C/40% de umidade relativa no avanço da deterioração deste filme. Gire o disco menor no lado 2 para 16°C, e localize o valor mais próximo de umidade relativa à esquerda da janela (**Figura 5**). O lado 2 tem somente três valores de umidade relativa (20%, 50% e 80%), então neste caso nós teremos de interpolar entre os valores de 20% e 50% de umidade relativa. A 16°C e 50% de umidade relativa, a acidez espontânea dobraria em 10 anos, a 20% de umidade relativa a acidez dobraria em 45 anos. Como 40% de umidade relativa está mais próximo de 50%, seriam necessários entre 20 e 25 anos para a acidez espontânea dobrar em filmes mantidos a 16°C e 40% de umidade relativa.

Isto é encorajador, mas suponhamos que a instituição deseje 100 anos de vida útil para filmes já em processo de deterioração (lembre-se que uma vez quebradiço ou estriado, nada pode ser feito para reverter o processo de deterioração — a prevenção é o único método efetivo de preservação). Girando-se o disco menor do lado 2 para 4°C obteremos que, a 50% de umidade relativa, 50 anos é o tempo previsto antes que a acidez espontânea dobre de 0,5 para 1,0 nestas condições de baixa temperatura (**Figura 5**). Interpolando para 40% de umidade relativa, a previsão é de aproximadamente cem anos. Deste modo, a instituição poderia razoavelmente supor que o armazenamento a 4°C/40% de umidade relativa proporcionaria um século adicional de vida útil, mesmo para filmes já em estágios iniciais de deterioração (nível de acidez de 0,5).

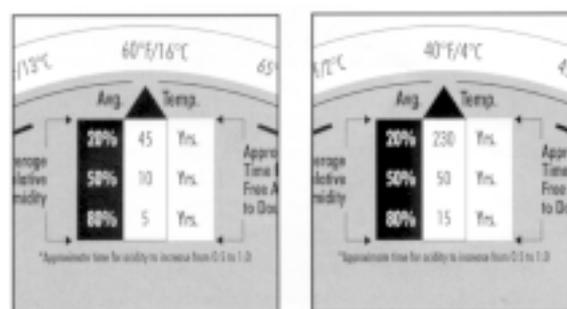


Figura 5. Detalhes do lado 2 do disco, ajustado para 60°F/16°C (esquerda) e 40°F/4°C (direita)

Filme colorido

É claro que a síndrome do vinagre é apenas uma das considerações na escolha de um ambiente de armazenamento para uma coleção fotográfica. Em nosso exemplo hipotético, filmes coloridos também estão incluídos na coleção. O esmaecimento de corantes também apresenta uma forte dependência com relação à temperatura e à umidade relativa, mas ainda não existe uma tabela para cores. A decisão de escolher temperaturas mais baixas que a temperatura ambiente beneficiará também as fotos e os filmes coloridos da coleção¹².

Muitas instituições têm efetivamente optado pelo armazenamento a frio, a fim de prevenir simultaneamente o esmaecimento do corante e a deterioração da base de acetato.

Curvas de tempo para a síndrome do vinagre

As curvas de tempo para a síndrome do vinagre (representada duas vezes — para *Fahrenheit* e *Celsius*) dão uma visão geral da relação entre a temperatura, a umidade relativa e o tempo em anos para que o filme novo comece a deteriorar (**Figura 6**). Cada linha no gráfico é relacionada a um período de tempo (um ano, cinco anos etc.); cada ponto na linha representa a combinação temperatura/umidade relativa para a qual a expectativa de vida indicada pode ser obtida. Cem anos de expectativa de vida, por exemplo, poderiam ser obtidos a 21°C/20% de umidade relativa, ou a 9°C/80% de umidade relativa, ou a qualquer uma das diversas combinações intermediárias. Este gráfico possibilita uma visão das tendências gerais de uma forma rápida — como, por exemplo, o quanto será curta a vida de um filme armazenado em lugares quentes e úmidos, e por quanto tempo um filme pode ser mantido em condições frias e secas (15 séculos a -1°C/20% de % umidade relativa).

É importante compreender que estas curvas de tempo são úteis para uma rápida idéia das relações entre a temperatura, a umidade e o começo da síndrome do vinagre. Não tente ler nas entrelinhas. Neste tipo de gráfico, a interpolação entre as curvas é dificultada porque os intervalos de tempo não são uniformes; para encontrar uma expectativa de vida associada a um conjunto particular de condições, use o disco ou, então, a ‘tabela de tempo fora da área de armazenamento’.

As curvas de tempo mostram a amplitude de expectativas de vida possíveis para o filme de acetato. Estas vão desde períodos muito curtos (somente um ano a 55°C/50% de umidade relativa) a períodos muito longos (mais de 100 anos a -1°C/50% de umidade relativa). Expectativas de vida mais longas ainda são possíveis a temperaturas ainda mais baixas, mas períodos de tempo acima de 10 séculos parecem um pouco irrealistas para nós — mesmo sabendo que diversos objetos de três ou quatro milênios de idade ainda sobrevivem. A inclinação negativa das linhas do gráfico de curvas de tempo mostra como a umidade relativa afeta a vida do filme; sob umidades relativas mais elevadas a expectativa de vida do filme é bem mais curta.

A tabela de ‘tempo fora da área de armazenamento’

Ainda que a coleção esteja em ambiente especial, como uma galeria refrigerada, os objetos não permanecem ali indefinidamente. Eles podem ser retirados periodicamente para uso, para manutenção da galeria ou por outras razões. Fazendo uso de uma abordagem sugerida primeiramente por Mark McCormick-Goodhart, cientista do *Conservation Analytical Laboratory da Smithsonian Institution*,

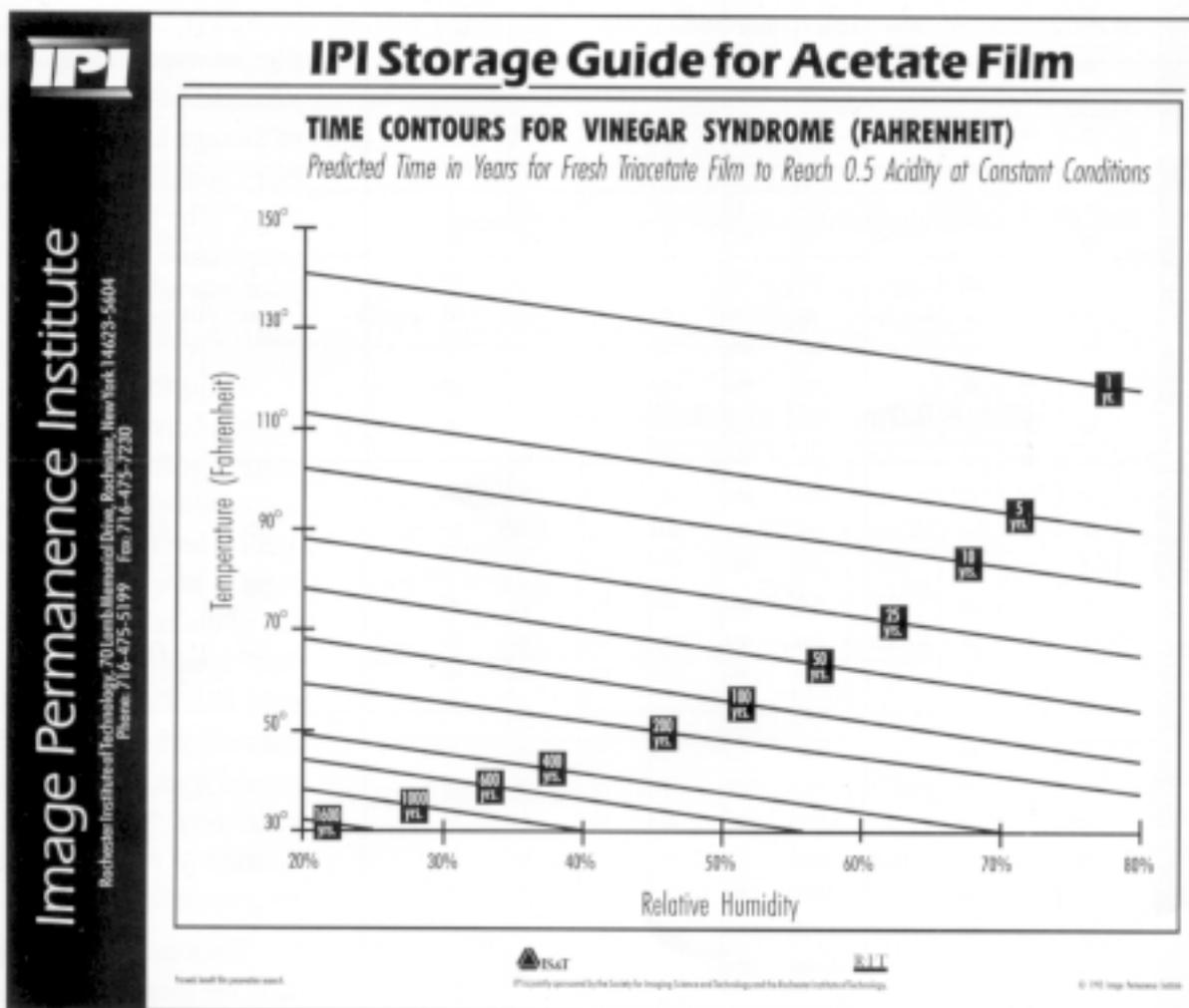


Figura 6. Curvas de tempo para a síndrome do vinagre.

a tabela de ‘tempo fora da área de armazenamento’ (**Figura 7**) fornece dados similares aos encontrados no disco, acrescido do ‘tempo fora da área de armazenamento’, para mostrar como a expectativa de vida é afetada quando o filme é retirado da galeria e utilizado à temperatura ambiente por um certo período de tempo. Os efeitos do deslocamento do filme de seu ambiente de armazenamento e a permanência, por períodos extensos de tempo, sob condições ambientais de escritório (24 °C/60% de umidade relativa) podem ser profundos. A expectativa de vida do filme pode ser significativamente diminuída simplesmente pelo fato de ter sido removido do armazenamento especial e deixado por uma média de 30 dias por ano em condições ‘de escritório’.

Usando a tabela

Para usar a tabela de tempo fora da área de armazenamento, deve-se inicialmente localizar a linha que corresponde às condições da galeria. A tabela está baseada na pressuposição de que, na maioria das vezes, o filme está armazenado numa área principal de armazenamento (aqui referida como ‘galeria’, embora possa ser uma sala comum, uma galeria especial, um refrigerador ou qualquer outro dispositivo físico de armazenamento). O que importa é a temperatura e a umidade relativa desta área de armazenamento onde normalmente fica o filme. As três colunas da esquerda da tabela referem-se ao

armazenamento principal ou condições da galeria. As duas primeiras colunas são de valores de temperatura (mostrada em *Fahrenheit* e *Celsius*), para fins de conveniência e a terceira é de valores de umidade relativa.

Ao utilizar a tabela de tempo fora da área de armazenamento deve-se partir da linha correspondente às condições principais do armazenamento e então consultar as colunas que se referem ao tempo em que o filme está fora da galeria, sendo mantido sob condições ‘de escritório’, a 24°C/60% umidade relativa. Estes valores refletem a realidade à qual o filme normalmente está exposto, sendo removido da galeria para uso, exposição, pesquisa de curadoria, ou devido a falhas do equipamento, manutenção etc.

O título de cada coluna indica o número médio de dias por ano que o filme ficaria fora da galeria e em condições ‘de escritório’. Portanto, a coluna ‘120 dias’ indica que o filme passa quatro meses por ano em condições ‘de escritório’ e oito meses na condição da galeria. Os números nas colunas representam o número de anos previstos antes do início da síndrome do vinagre em filmes novos (definido quando a acidez espontânea atinge o índice de 0,5); os prognósticos mostram os resultados de um armazenamento combinado, onde parte do tempo o filme está sob condições de galeria e parte do tempo em condições ‘de escritório’.

Considere o exemplo de uma galeria que esteja operando a 4°C/40% de umidade relativa (Figura 8). Esta é uma excelente condição de armazenamento que deveria proporcionar uma vida verdadeiramente longa para os filmes. Se os filmes permanecessem continuamente armazenados na

IPI
Image Permanence Institute
Rochester Institute of Technology, 70 Lomb Memorial Drive, Rochester, NY 14623-5604
Phone: 716-475-5199 Fax: 716-475-7250

IPI Storage Guide for Acetate Film

"TIME OUT OF STORAGE" TABLE

Predicted Time to Reach 0.5 Acidity with Time Out of Storage for Cellulose Triacetate Film

Primary Storage or "Vault" Conditions			Average # of Days/Year Out of Storage at 75°F/60% RH						
			0 Days	1 Day	5 Days	10 Days	30 Days	90 Days	120 Days
Temperature			Time in Years to Reach 0.5 Acidity						
°C	°F	%RH	0 Days	1 Day	5 Days	10 Days	30 Days	90 Days	120 Days
21	70	20	90	90	90	80	70	50	40
21	70	40	50	50	50	50	45	35	35
21	70	60	30	30	30	30	30	25	25
16	60	20	175	175	175	150	100	90	50
16	60	40	100	100	100	90	80	50	45
16	60	60	60	60	60	60	50	40	35
10	50	20	400	350	300	250	150	70	60
10	50	40	200	200	200	175	125	70	50
10	50	60	125	125	100	100	90	60	50
4	40	20	800	800	500	400	200	80	60
4	40	40	450	450	350	300	175	70	60
4	40	60	250	250	200	200	125	70	50
-1	30	20	2000	1500	900	600	250	80	60
-1	30	40	1000	900	600	450	200	80	60
-1	30	60	500	500	400	300	175	80	60
-9	15	20	>=3500	3500	1250	700	250	80	60
-9	15	40	3500	2500	1000	600	250	80	60
-9	15	60	1750	1500	800	500	250	80	60
-18	0	20	>=3500	>=3500	1500	700	250	80	60
-18	0	40	>=3500	>=3500	1500	700	250	80	60
-18	0	60	>=3500	3500	1250	700	250	80	60
-26	-15	20	>=3500	>=3500	1500	800	250	80	60
-26	-15	40	>=3500	>=3500	1500	800	250	80	60
-26	-15	60	>=3500	>=3500	1500	700	250	80	60

Image Permanence Institute is a quality program of the Society for Imaging Science and Technology and the Rochester Institute of Technology. © 1999 Image Permanence Institute

Figura 7. Tabela de “tempo fora da área de armazenamento”.



galeria, o tempo previsto para início da síndrome do vinagre seria de 450 anos. A coluna ‘0 dias’ contém os mesmos dados indicados no lado 1 do disco — isto significa simplesmente que o filme nunca sai da galeria. Lendo a última casa nesta linha, observa-se que o número previsto de anos cai vertiginosamente de 450 para 60, enquanto o número médio de dias por ano fora da galeria aumenta.

Armazenamento principal ou condições da ‘galeria’			Média de dias/ano em que o filme é mantido fora da área de armazenamento a 24°C/60% de umidade relativa						
			0 dias	1 dia	5 dias	10 dias	30 dias	90 dias	120 dias
Temperatura °C	°F	%umidade relativa	Tempo em anos para atingir 0,5 de acidez						
4	40	20	800	800	500	400	200	80	60
4	40	40	450	450	350	300	175	70	60
4	40	60	250	250	200	200	125	70	50

Figura 8. Detalhe da tabela de ‘tempo fora da área de armazenamento’ mostrando uma situação principal de armazenamento de 4 °C.

Com 30 dias por ano fora da galeria, o tempo previsto é de somente 175 anos, menos que a metade do valor para ‘0 dias’. Não é difícil imaginar as circunstâncias nas quais um filme teria em média 30 dias fora de uma galeria refrigerada, considerando todas as razões possíveis para uma remoção, quer seja intencional ou não, ou devido a panes no equipamento. Se o filme estiver fora por uma média de 120 dias por ano, o tempo previsto é de somente 60 anos, aproximadamente 13% da expectativa de vida se ele nunca tivesse deixado a galeria.

O que acontece aos filmes fora da galeria?

Quanto maior o tempo fora da galeria, maior será a preponderância das condições de temperatura mais elevada na determinação da expectativa geral de vida do filme. Ao observar os valores na coluna ‘120 dias’, de cima para baixo (**Figura 7**), verifica-se que existe pouco ou nenhum benefício em se ter uma galeria de filmes com temperaturas abaixo de 10°C. O tempo gasto nas condições ‘de escritório’ é que determina a expectativa de vida do filme. Não importa o quanto a galeria esteja refrigerada abaixo de 10°C: os quatro meses por ano a 24°C/60% de umidade relativa indicam que apenas 60 anos se passarão antes do começo previsto para a síndrome do vinagre.

O impacto sobre a expectativa de vida de um filme dos *efeitos combinados* do armazenamento em uma galeria e em uma condição ‘de escritório’ (i.e., uso), dependerá certamente da temperatura e da umidade relativa de ambas as áreas. A tabela de ‘tempo fora da área de armazenamento’ está baseada em condições de escritório de 24°C e 60% de umidade relativa. As previsões na tabela serão diferentes para outras condições de escritório. O IPI pode, quando solicitado, calcular uma tabela sob encomenda, baseada em condições “de escritório” diferentes. As instituições podem ser atendidas através de consulta ao IPI.

A deterioração química das bases dos filmes

Deterioração química do nitrato

Muitos arquivistas têm familiaridade com a lenta deterioração química do filme de nitrato de celulose^{13,14} mas assumem que o acetato de celulose (**Figura 9**) chamado de filme de ‘segurança’ seja completamente diferente. Ocorre que tanto o acetato de celulose quanto o nitrato de celulose apresentam uma propensão intrínseca à deterioração. Ambos os materiais plásticos são formas variantes de celulose e ambos, infelizmente, têm a tendência a se tornarem não-variantes por meio das mesmas reações químicas. Na própria fabricação do plástico de nitrato, grupos nitro (NO_2) são enxertados nas longas cadeias moleculares de celulose natural¹⁵.

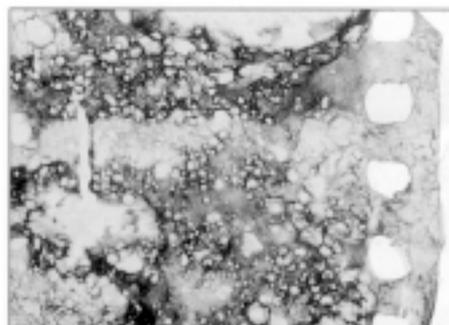


Figura 9. Gelatina destruída de um filme cinematográfico

Enquanto estes grupos laterais permanecem ligados, tudo está bem. Mas na presença da umidade, dos ácidos e do calor, eles tendem a se separar da cadeia, liberando os grupos nitro¹⁶. Os grupos nitro são substâncias muito danosas ao serem liberadas — por natureza, eles são altamente ácidos e oxidantes. Esmacem imagens de prata e fazem com que a gelatina se torne macia e pegajosa; seus gases, altamente ácidos, enferrujam as latas de filme e tornam os invólucros de papel quebradiços¹⁷. Este, porém, é o nitrato — uma triste história, muitas vezes já contada. Mas em que a deterioração do acetato difere da deterioração do nitrato, e de que forma isso se relaciona com a síndrome do vinagre?

Filmes de acetato e a síndrome do vinagre

A síndrome do vinagre é um problema que afeta somente os materiais plásticos de acetato de celulose¹⁸. No filme de acetato os ‘grupos laterais’ não são nitro (NO_2), mas acetila (CH_3CO — ver **Figura 10**). Tal como o nitrato, não haverá problemas se os grupos acetila permanecerem³ ligados à cadeia de celulose.

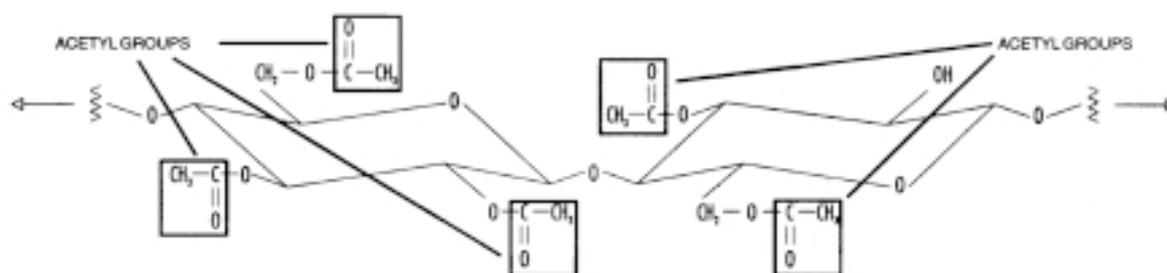


Figura 10. Porção de uma cadeia de acetato de celulose. Duas unidades expostas; estas unidades se repetem ao longo da molécula.

A eliminação de grupos acetila também pode ocorrer na presença da umidade, do calor e dos ácidos — somente, neste caso, ácido acético espontâneo é liberado.

O ácido acético é liberado dentro do plástico, mas gradualmente se difunde até a superfície, causando um odor azedo familiar — o odor do vinagre, que, de fato, é uma solução a 5% de ácido



acético em água. O volume de ácido acético que pode ser gerado pelo filme deteriorado é surpreendentemente grande; expressando-o em termos de colheres de chá cheias de vinagre, sabemos que filmes em estágios avançados de deterioração podem gerar, para cada 1,22 metro de filme de 35mm, nove ou mais colheres de chá cheias de vinagre. Uma típica lata de filme de 35mm de 30,5 metros pode gerar o equivalente a 250 colheres de chá cheias de vinagre.

Então, resumindo, filmes de nitrato de celulose e acetato de celulose são de alguma maneira similares pelo fato de que ambos são formas variantes de celulose e ambos podem lentamente se deteriorar sob a influência do calor, da umidade e dos ácidos. Não é de surpreender que as condições de armazenamento que são boas para nitratos também o sejam para acetatos e vice-versa^{1,2}. Entretanto, os sintomas da deterioração, quando esta ocorre, são diferentes nos dois tipos de filme.

Os efeitos do ácido acético espontâneo

A natureza oxidante e altamente ácida dos grupos nitro liberados foi descrita acima, mas quais são os efeitos do ácido acético espontâneo? Sob certos aspectos, eles são muito mais benignos. O ácido acético não é um ácido forte, não enferrujará latas de forma agressiva, a menos que esteja presente em grande quantidade. Ele também não é um oxidante forte, de forma que a imagem de prata não se tornará laranja-avermelhada, como se dá frequentemente na deterioração de nitratos. Em casos extremos, a síndrome do vinagre pode causar um amolecimento da gelatina mas, em geral, as emulsões de filmes de acetato permanecem em muito melhor forma que as emulsões dos filmes de nitrato. Não existem muitos filmes coloridos com suporte de nitrato, mas um dos efeitos da geração de ácido acético em filmes de acetato é acelerar a velocidade do esmaecimento de alguns corantes do filme colorido.

Reconhecendo a síndrome do vinagre

Odor de vinagre

O cheiro de vinagre é talvez o sintoma mais óbvio da deterioração da base de acetato, mas não o único. Se um odor desagradável fosse a única consequência da deterioração, muitos filmes arruinados ainda estariam conosco. Infelizmente, outras alterações químicas e físicas ocorrem no filme de acetato na medida em que os grupos laterais acetila são liberados. O odor de vinagre é uma advertência de que a deterioração química está progredindo na base de acetato do filme.

Fragilidade

Uma das alterações físicas que ocorre nos estágios avançados de deterioração é o estado quebradiço que a base plástica adquire, de modo que um material antes resistente e maleável transforma-se num material frágil, que se quebra à menor flexão. Isto é consequência do fato de o acetato de celulose ser constituído de cadeias longas de unidades repetidas (i.e., ele é um polímero de cadeia longa). Quando o ácido acético é liberado, conforme os grupos acetila vão se desligando, o ambiente ácido promove a quebra das ligações químicas entre as unidades, diminuindo o tamanho das cadeias de polímeros e causando a fragilidade.

Encolhimento

Outra consequência da decomposição da base de acetato é o encolhimento. Com as cadeias de polímero quebrando-se em pequenos pedaços e com a divisão dos grupos laterais (literalmente produzindo moléculas menores), a base plástica do filme começa a encolher. O filme pode encolher

por outras razões além da deterioração (uma pequena parte do encolhimento ocorre ao longo do tempo devido à perda de solvente da base), mas o encolhimento efetivamente destrutivo é o resultante da síndrome do vinagre. Um encolhimento maior que 1% é suficiente para causar um verdadeiro problema para filmes de cinema.

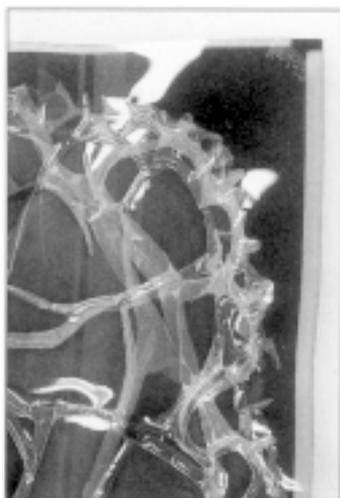


Figura 12. Microfilme de acetato de 35mm quebradiço e contraído.



Figura 13. Filme cinematográfico de 16mm, que bradiço e contraído.



Figura 11. O encolhimento causado por deterioração em chapas de filmes de acetato provoca severos esforços que arrancam a emulsão da base plástica do filme.

Em estados avançados de deterioração, o encolhimento pode atingir 10% — um valor altíssimo. A base de acetato fica menor, mas a emulsão de gelatina, freqüentemente, não (não estando submetida à deterioração, ela fica do mesmo tamanho). O resultado é que, eventualmente, a ligação entre a emulsão e a base se enfraquece em algumas áreas, compensando, deste modo, o stress causado pelo encolhimento da base. A emulsão, então, empena de uma forma descrita pelos arquivistas como estriamento. Filmes em chapa (4x5, 8x10 etc.) sofrem, com muita freqüência, um estriamento severo nos estágios avançados de deterioração do acetato (**Figura 11**). Algumas vezes a emulsão efetivamente se rompe quando submetida ao esforço. Filmes em chapa têm gelatina em ambos os lados da base; a gelatina existe no lado não-emulsionado principalmente para controlar ondulações, o encaracolamento do filme. Quando o encolhimento ocorre, ela é submetida a esforços e o estriamento ocorre da mesma forma que na emulsão (**Figura 14**).



Figura 14. Chapa de filme de acetato deteriorado mostrando estriamento e protuberâncias circulares de plastificante cristalizado sobre a emulsão da gelatina.



Como a emulsão geralmente fica intacta durante o processo de deterioração, é possível, através de solventes, salvar a imagem de filmes em chapas, separando a emulsão da base encolhida. Uma vez livre do seu suporte original, ela pode ser planificada e fotografada ou, ainda, transferida para um novo suporte. Esta é uma operação delicada e, devido aos solventes utilizados, perigosa. Seguramente é uma operação cara para se tratar uma grande coleção de filmes. Filmes de cinema deteriorados não podem ser restaurados desta maneira, mas filmes em chapa podem. Mesmo emulsões rompidas podem ser tratadas com sucesso. Para imagens muito importantes, o custo deste tipo de restauração pode ser justificado; infelizmente, para a maioria das imagens o custo é muito alto.

Cristais ou bolhas no filme

Outra consequência da deterioração da base do filme é o aparecimento de depósitos cristalinos ou bolhas cheias de líquido na emulsão¹⁸. Isto é uma prova da presença de plastificantes (**Figuras 15 e 16**), aditivos da base plástica, que se tornam incompatíveis e vazam até a superfície. Eles podem aparecer tanto no lado da base quanto no lado da emulsão do filme. Plastificantes são aditivos químicos misturados ao acetato de celulose, durante sua fabricação; normalmente, encontram-se distribuídos por todo o suporte plástico⁵.

Os plastificantes constituem cerca de 12 a 15% do peso do filme. Sua principal função é diminuir a velocidade

de queima do filme, caso este se inflame. As terríveis tragédias que ocorreram causadas pela alta inflamabilidade do filme de nitrato (incêndios que consumiram galerias de filmes, algumas vezes matando muitas pessoas) fizeram com que a indústria fotográfica se tornasse bastante criteriosa quanto às propriedades de inflamabilidade do filme de segurança^{19,20}. O alto conteúdo de plastificante dos filmes de acetato reflete uma vontade de fazer filmes o menos inflamáveis possível. A segunda função dos plastificantes é reduzir a instabilidade dimensional do filme devido à perda de solvente ou mudanças de umidade. Todo filme à base de celulose encolhe sob condições secas e se expande em condições úmidas; a minimização deste comportamento é uma importante função dos aditivos plastificantes. Os filmes de nitrato também contêm plastificantes que vazam até a superfície à medida em que a deterioração progride.

Durante a fabricação, os filmes de acetato facilmente retêm os plastificantes incorporados. Contudo, caso ocorra posteriormente a deterioração química, a capacidade da base de reter o plastificante fica reduzida a este vazamento da base e cristaliza na superfície. É muito comum estes vazamentos tomarem a forma de cristais do tipo agulha, que se fundem com pouco calor e que se recristalizam quando o calor é retirado. Em alguns filmes o plastificante vaza na forma de um líquido, formando bolhas abaixo da emulsão, caracteristicamente no centro do filme. O vazamento de plastificantes está associado a estágios mais avançados de deterioração.

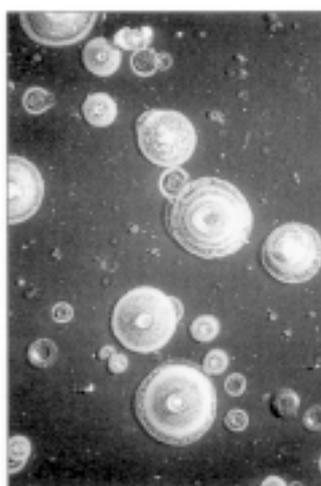


Figura 15. Close-up de protuberâncias circulares de plastificante cristalino sólido, como é tipicamente encontrado em chapas de filmes de acetato deterioradas.

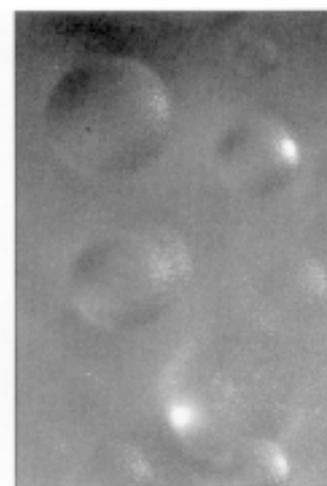


Figura 16. Bolhas de líquido plastificante que se formaram sobre a emulsão de chapas de filme de acetato deteriorado.

Cores rosas ou azuladas em filmes em chapa deteriorados

Ainda uma outra consequência da síndrome do vinagre é o aparecimento de colorações rosas ou azuis em alguns filmes em chapas¹⁸. Isto é causado por corantes incorporados à camada de gelatina do lado oposto ao da emulsão. Tais corantes são chamados anti-halos porque evitam o aparecimento de halos na imagem*. Estes corantes foram concebidos de forma a que se tornassem incolores quando o filme fosse processado, mas quando o ácido acético é formado durante a deterioração, o meio ácido faz com que os corantes voltem à sua cor original rosa ou azul (as colorações rosas são encontradas em alguns filmes Kodak, enquanto as azuis em alguns filmes Agfa e Ansco).

A evolução da síndrome do vinagre

É importante entender a progressão de deterioração do acetato, de modo a avaliar a condição da coleção de filmes de forma mais conscienciosa. De todas as alterações geradas pela síndrome do vinagre, o primeiro sinal é geralmente o odor do vinagre. A **Figura 17** mostra como a acidez se forma na base do filme ao longo do tempo. É a forma desta curva que é importante, porque ela descreve como a acidez inicialmente é quase inexistente, formando-se gradual e lentamente no decorrer de um longo período de tempo. Então, depois que o nível de acidez atinge um certo ponto, a velocidade do aumento da acidez eleva-se repentinamente. Até esse ponto, a acidez aumentava lentamente; a partir dele, uma grande quantidade de ácido é produzida num curto período de tempo.

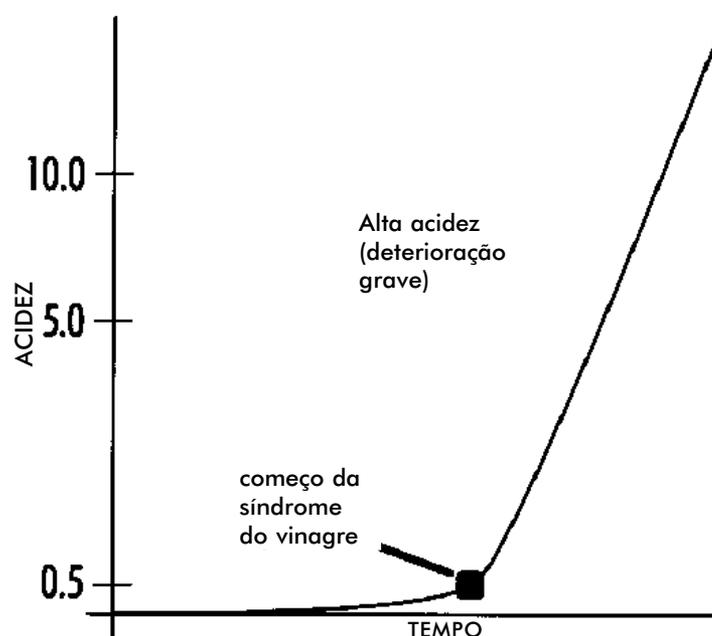


Figura 17. Curva de tempo x acidez espontânea para filmes de acetato. A parte autocatalítica da curva ocorre aproximadamente a 0,5 de acidez espontânea, ponto escolhido como base para as previsões do início da síndrome do vinagre no *Guia*.

Até esse ponto, a acidez aumentava lentamente; a partir dele, uma grande quantidade de ácido é produzida num curto período de tempo.

Como as condições de armazenamento influenciam no curso da deterioração

A razão pela qual a deterioração segue este curso é fácil de ser entendida. Lembre-se que o ácido acético é formado quando os grupos laterais acetila são separados das moléculas de celulose (**Figura 10**). São três os fatores que induzem tais alterações: calor, umidade e acidez. Nos estágios iniciais (o período de indução, antes da subida brusca da curva) há pouco ácido presente, **assim a velocidade de**

* Halos são círculos de luz indesejáveis que se formam em volta de uma imagem — uma lâmpada de rua em uma cena noturna, por exemplo. Isto é um distúrbio, um efeito irreal causado pela luz sendo refletida pela base do filme durante a exposição. A camada de gelatina do lado oposto ao da emulsão dos filmes em chapas é um local conveniente para se colocar alguns corantes que poderiam absorver esta luz indesejável e impedi-la de formar halos na imagem.



reação é determinada principalmente pelo calor e pela umidade. Durante este longo e lento processo, o ambiente de armazenamento tem um papel decisivo. A temperatura da sala de armazenamento determina a quantidade de energia calorífica para estimular a deterioração. Da mesma forma, a quantidade de umidade presente no filme é determinada pela umidade relativa da área de armazenamento. Deste modo, fatores ambientais podem influenciar, tornando o período de indução longo (talvez durante séculos) ou curto (apenas algumas décadas) (**Figura 18**).

Comportamento autocatalítico em filmes em processo de deterioração

A inclinação aguda da curva de tempo x acidez representa o ponto no qual a acidez torna-se um fator de importância fundamental, juntamente com o calor e a umidade, na determinação da velocidade de deterioração. Embora o meio ambiente ainda influencie, **quanto mais avançada a deterioração, mais a velocidade de reação é influenciada pela presença da acidez.** A razão é que a reação agora se alimenta de si mesma — manifestando o que os cientistas chamam de comportamento autocatalítico. Um catalisador é uma substância que aumenta a velocidade de uma reação química, mas não é consumido pela reação. Quando uma reação é catalisada por ácidos — como no caso do filme de acetato — e um ácido é um produto da própria reação, você tem um sistema autocatalítico. O ácido acético, que é gerado pela separação dos grupos acetila, catalisa a remoção de outros grupos laterais e o processo torna-se uma bola de neve.

Acidez espontânea: o melhor meio de medir a deterioração

A inclinação acentuada, para cima, da curva de tempo x acidez na **Figura 17** é chamada de ponto autocatalítico. Seu valor designado é de 0,5, o que requer uma explicação. O número 0,5 é uma medida da acidez espontânea na base do filme. Acidez espontânea não é o mesmo que valor de pH. Ela representa a quantidade total de ácido presente na base do filme*. A norma ANSI IT9.1-1992 especifica o método utilizado para obter valores de acidez espontânea. O método ANSI foi o método de medição de acidez espontânea em bases de filmes, utilizado durante o projeto de pesquisa do IPI sobre deterioração de acetato. Todas as partes do *Guia* (o disco, as curvas de tempo e a tabela de ‘tempo fora de área de armazenamento’) são baseadas em



Figura 18. Estágios avançados de deterioração do acetato envolvem fragilidade e estriamento da emulsão, mas a imagem de prata normalmente permanece em boas condições.



Figura 19. Medindo a acidez espontânea em laboratório.

* Os valores de acidez espontânea são efetivamente derivados do volume de álcali necessário para neutralizar completamente a acidez da base do filme.

valores de acidez espontânea. A acidez espontânea parece ser a medida mais sensível e confiável da deterioração do acetato, e é por esse motivo que o *Guia* se baseou nela.

Alguns pontos importantes na escala de acidez espontânea são o 0,05 (o nível mais baixo tipicamente encontrado em filmes recentemente fabricados) e 0,5 (o qual, como já vimos, é aproximadamente o ponto autocatalítico). Estágios avançados de deterioração (caracterizados por forte odor, encolhimento, descolamento da emulsão e vazamento do plastificante) geralmente apresentam níveis de acidez espontânea entre 5,0 e 10,0, e algumas vezes ainda mais elevados (**Figura 17**). No nível de acidez igual a 5,0, o filme cheirá a vinagre, mas não apresentará outros sintomas de deterioração, e será perfeitamente utilizável. Entretanto, ele se deteriorará relativamente rápido a partir deste ponto, a não ser que seja armazenado em baixa temperatura e baixa umidade relativa, conforme indicado no lado 2 do disco.

O objetivo do bom armazenamento de filmes: manter a acidez espontânea em níveis baixos

O lado 1 do disco, as curvas de tempo e a tabela de ‘tempo fora da área de armazenamento’ baseiam-se em prognósticos, derivados do envelhecimento acelerado, do número de anos decorridos (com temperatura e umidade relativa constantes) antes de um filme novo alcançar o nível de 0,5 de acidez espontânea. Compreender a importância do ponto autocatalítico, 0,5, na evolução geral da deterioração, ajuda a compreender o significado das previsões do disco. O objetivo do bom armazenamento é, em primeiro lugar, proteger o filme para que nunca atinja o ponto autocatalítico 0,5, porque, a partir desse ponto, sua vida útil, pelo menos se mantido à temperatura ambiente, será curta.

Os mesmos modelos matemáticos de prognósticos que foram utilizados nos dados de envelhecimento acelerado para prever o número de anos até que o filme novo alcance 0,5 de acidez espontânea, podem ser utilizados para se ter uma idéia do andamento da deterioração depois que o ponto 0,5 de acidez espontânea tiver sido atingido (previsões para dobrar a acidez espontânea de 0,5 para 1,0 são dadas no lado 2 do disco). As melhores inferências que podemos efetuar, a partir dos testes de envelhecimento acelerado, indicam que filmes em estágios iniciais de deterioração ainda podem ser preservados por muitos anos através do aperfeiçoamento do armazenamento. Embora nada possa ser feito no sentido de retroceder a deterioração de filmes seriamente degradados, estriados, alguma coisa pode ser feita pelos filmes que ainda estejam em estágios iniciais de deterioração.

Estratégias para armazenamento de filmes em deterioração

Uma das estratégias principais para lidar com filmes de nitrato em coleções tem sido separá-los de outros tipos de filmes. Este procedimento tem duas razões: devido ao potencial de risco de incêndio²¹ e devido aos gases ácidos e oxidantes liberados pelo filme de nitrato, que podem contaminar outros filme ainda em bom estado¹⁷. Este raciocínio faz sentido para o acetato em deterioração? As evidências disponíveis até o momento são limitadas. Enquanto em algumas circunstâncias a deterioração parece passar de filme a filme, não podemos estar seguros sobre até que ponto a absorção de vapores ácidos contribui para um aumento da deterioração.

Experimentos de laboratório mostram que vapores de ácido acético são facilmente absorvidos por filmes novos, o que provocaria uma deterioração mais rápida. Na prática, entretanto, é bastante difícil identificar quando uma ameaça existe efetivamente. Sempre que possível, filmes com síndrome



do vinagre devem ser separados. Entretanto, isto nem sempre possível, e o fato de se ter um filme de acetato pouco deteriorado em uma sala ampla e bem ventilada, não deve provocar a infestação de outros materiais. Nestes casos, a concentração de ácido acético na sala deverá ser muito baixa. Por outro lado, o fato de se ter um filme com cheiro muito forte dentro de uma embalagem fechada, juntamente com um filme em bom estado, provavelmente causará a deterioração mais rápida do filme em bom estado, porque a concentração no interior da caixa pode ser bem mais alta. Pesquisas adicionais serão necessárias para explorar os aspectos práticos deste fenômeno, mas até então os arquivistas de filmes terão que julgar por si próprios quando e como um filme de acetato em deterioração deve ser separado do resto da coleção.

O Guia se aplica ao filme de nitrato?

Na seção da deterioração química das bases dos filmes, mencionamos semelhanças químicas entre o nitrato de celulose e o acetato de celulose e apontamos alguns fatores (calor, umidade e ácidos) que determinam o grau de deterioração em ambos os materiais. Isto quer dizer que as informações no *Guia* aplicam-se tanto ao filme de nitrato quanto ao filme de acetato? De modo geral, sim. Tendências similares àquelas relacionadas aos efeitos da temperatura e da umidade relativa na velocidade de reação são observadas também para a deterioração de filmes de nitrato. O IPI possui dados limitados sobre o comportamento dos filmes de nitrato, e por isso não existe um disco para o nitrato.

Os estudos do IPI de 1988 a 1990 sobre deterioração de bases de filmes incluíram uma amostra de filme de cinema de nitrato com 50 anos. A sua resposta ao ambiente de armazenamento (e portanto sua expectativa de vida) era praticamente a mesma do filme de acetato^{1,2}. Este resultado, surpreendentemente, também ocorreu com amostras em um estudo posterior realizado no IPI. Mas há uma importante diferença entre nitrato e acetato que também se manifestou neste estudo posterior. O filme de nitrato é como a garotinha da velha rima infantil: “Quando ela era boa, ela era muito, muito boa; mas quando ela era má, ela era horrível”.

As amostras de nitrato pareciam se dividir em dois grupos: aquelas que estavam aparentemente em boa forma e se comportavam de maneira similar ao acetato novo e aquelas que aparentemente estavam em boa forma, mas que se deterioravam muito rapidamente nos testes de envelhecimento acelerado. Alguns dos filmes de nitrato utilizados* na pesquisa tinham uma acidez inicial ligeiramente mais elevada e deterioraram mais rápido. Tentamos encontrar amostras de nitrato nas melhores condições possíveis, mas necessariamente existirão diferenças entre estes materiais antigos.

As experiências do IPI com filmes de nitrato confirmam o que muitos arquivistas de filmes já sabiam sobre eles: surpreendem tanto pelo tempo que podem durar, como pela rapidez com que podem se deteriorar totalmente. Entretanto, o aspecto positivo da pesquisa do IPI é que alguns filmes de nitrato podem ter uma vida muito longa — tão longa quanto os acetatos — se armazenados corretamente. O *Guia* fornece um *insight* sobre o tipo de ambiente de armazenamento mais adequado ao filme de nitrato: quanto mais frio melhor, com a umidade relativa entre 20 e 50%. Quanto mais avançado estiver o estágio de deterioração do filme de nitrato, mais essencial se torna o seu

* Uma vez que os filmes de nitrato não são fabricados há mais de 40 anos, todas as amostras de nitrato foram envelhecidas em pelo menos meio século.

armazenamento a baixas temperaturas. Em muitas coleções, optou-se por temperaturas próximas ou abaixo de 0°C para os filmes de nitrato.

Filme com base de poliéster

Os filmes de poliéster, introduzidos em meados da década de 1950, constituem agora uma parte significativa das coleções arquivísticas de filmes (mais adiante há informações sobre a possibilidade de um filme ter base de poliéster). O filme com base de poliéster é, sem dúvida, mais estável quimicamente que o nitrato ou o acetato de celulose^{2,4,5}. Com praticamente 50 anos de fabricação e experiência adquirida, o filme com base de poliéster tem mostrado estabilidade química excepcional e boa performance física em geral. Quando for o caso de uma escolha entre bases de poliéster ou de acetato, o poliéster obviamente será a melhor opção para uso arquivístico.

Embora a base de poliéster também esteja sujeita à deterioração química (nada dura para sempre), testes de envelhecimento acelerado mostram que ele durará de 5 a 10 vezes mais que o acetato, em condições comparáveis de armazenamento^{2,4}. Estes testes evidenciam a dependência da deterioração da base de poliéster à temperatura e à umidade, de modo que um bom armazenamento ainda é importante para o filme de poliéster atingir uma vida o mais longa possível. Até hoje ainda não há casos comprovados de deterioração química de bases de poliéster em coleções de arquivos. Quando esta deterioração realmente ocorrer, a fragilidade e a perda das propriedades de tensão estarão provavelmente entre os sintomas. A excelente estabilidade do filme com base de poliéster oferece a oportunidade de se criar registros fotográficos de duração incomparável, mesmo sob condições de temperatura ambiente. As camadas de emulsão de gelatina têm a capacidade de durar séculos. Juntos, a base de poliéster, as camadas de emulsão de gelatina e a correta escolha da substância da imagem propiciarão um meio de registro pictórico que deverá sobreviver cinco séculos ou mais, sob condições ambientes e umidade relativa moderada. Embora as imagens de prata convencionalmente processadas não estejam preparadas para suportar o lento ataque químico de poluentes atmosféricos, elas podem ser quimicamente tratadas para se tornarem virtualmente inalteráveis²⁷. Portanto, filmes em branco e preto com base de poliéster, juntamente com tratamento de estabilização da imagem de prata, podem proporcionar um registro pictórico de vida extraordinariamente longo.

A filosofia geral do armazenamento de filmes

A síndrome do vinagre é apenas uma das considerações na determinação das melhores condições para o armazenamento de filmes. As carências de outros componentes do filme — a emulsão de gelatina e a imagem de prata ou corante — devem também ser levadas em consideração. Além da natureza química e física do filme enquanto objeto, as condições de armazenamento, também têm implicações em como a coleção pode ser acessada e utilizada. Um bom armazenamento pode ser oneroso, portanto, é fundamental estar seguro, sob o ponto de vista técnico, da necessidade de um ambiente apropriado. Uma breve revisão das carências de cada componente do filme ajudará a estabelecer um contexto para situar a síndrome do vinagre. Os principais fatores do ambiente de armazenamento que afetam o filme são a temperatura, a umidade relativa e os poluentes. Agindo individualmente ou, mais tipicamente, em conjunto, eles podem ter efeitos significativos na deterioração da gelatina, da prata e de corantes.



Temperatura

A energia calorífica faz com que as reações químicas ocorram mais rapidamente. Quanto mais elevada a temperatura, mais os átomos e as moléculas vibram e se movem vigorosamente, colidindo uns com os outros, com mais e mais força, tornando-se maior, portanto, a probabilidade de reação. As formas comuns de deterioração de filmes — síndrome do vinagre e esmaecimento da cor — são reações químicas que ocorrem nas moléculas do plástico ou do corante. A temperatura tem um papel chave na determinação da velocidade das reações químicas, e esta é a base para a simples afirmação de que condições mais frias (todas as outras condições permanecendo iguais) são sempre melhores para os filmes do que condições mais quentes.

Qual a real influência da temperatura?

Em outras palavras, em quanto é possível reduzir a velocidade de deterioração adotando-se armazenamento a baixas temperaturas? As reações de deterioração podem ser completamente interrompidas? Somente a zero absoluto (definitivamente uma condição de armazenamento não recomendada) é que todas as reações químicas param por completo. A qualquer outra temperatura, as reações sempre acontecerão em algum grau, ainda que pequeno. A boa notícia é que são possíveis melhorias drásticas quanto à velocidade de deterioração, especialmente quando comparado à temperatura ambiente.

O disco e a tabela do *Guia* mostram que as reações da síndrome do vinagre serão 17 vezes mais lentas quando a -1°C do que quando a 21°C . Não existe uma temperatura ambiente única ideal para filmes, nenhuma temperatura na qual o filme esteja bem. As reações de deterioração que ocorrem na emulsão de gelatina, na base plástica ou no corante da imagem sempre continuarão ocorrendo, algumas vezes mais rápido, outras mais lentamente, de acordo com a energia calorífica disponível.

Cabe a nós decidir se a temperatura de armazenamento que estamos proporcionando ao filme é baixa o suficiente para assegurar a expectativa de vida que desejamos. O objetivo do *Guia* é mostrar a ligação existente entre as condições ambientais e a velocidade da síndrome do vinagre, de modo que — no mínimo, no que concerne a este tipo particular de deterioração — saibamos quais as condições que devemos ter para que o filme dure o quanto esperamos.

Imagens em prata

Imagens em branco e preto realmente esmaecem (às vezes muito) e a causa principal são as reações químicas que envolvem a prata metálica. A temperatura, entretanto, tem um papel limitado no esmaecimento da imagem de prata.

Imagens em corantes

Devido ao problema do esmaecimento de corantes, temos que nos preocupar muito mais com temperaturas de armazenamento de filmes coloridos¹². Alguns corantes orgânicos são estáveis, outros não. Corantes de têxteis normalmente não esmaecem quando ficam no escuro por algumas décadas, mas corantes de imagens fotográficas sim. Muitas pessoas já viram velhos filmes coloridos ou antigas impressões coloridas com um tom ‘arroxeadado’. Isto deve-se ao fato de que a imagem é efetivamente composta de três corantes diferentes — ciano, magenta e amarelo — e o corante magenta (roxovermelhado) é o que mais dura. Depois que os outros dois esmaecem, tudo o que sobra é o corante magenta.

Os corantes dos filmes coloridos são moléculas orgânicas complexas que perdem sua cor, caso ocorram rearranjos estruturais. A energia calorífica presente na temperatura ambiente é suficiente para causar um esmaecimento significativo, de modo que o armazenamento a frio é recomendado para filmes fotográficos coloridos. A norma ANSI IT9.11.1991 cita uma temperatura máxima de 2 °C para armazenamento de filmes coloridos a longo prazo. Produtos coloridos mais antigos (anteriores a 1980) possuem corantes menos estáveis que os filmes contemporâneos, de modo que coleções antigas de material colorido são duplamente atingidas: além da cor ter um prazo aproximado de apenas 20 a 30 anos à temperatura ambiente até que o esmaecimento se torne significativo, o filme já se aproxima desta idade. O armazenamento a baixas temperaturas deve tornar-se prioridade máxima para instituições que desejam seriamente armazenar filmes coloridos em boas condições.

A boa notícia sobre filmes coloridos é que o armazenamento a baixas temperaturas pode diminuir o esmaecimento do corante de tal forma a permitir vários séculos de vida. O ato de descongelar e recongelar o filme não o prejudica²². Cristais de gelo não se formam no filme quando este é congelado e as preocupações relativas a danos provocados pela retirada e recolocação do filme no ambiente de armazenamento a frio não foram comprovadas pela experiência prática. Muitas instituições e organizações tiveram sucesso com o armazenamento a frio, tanto em pequenas como em grandes instalações. Não obstante, o armazenamento a frio apresenta certas armadilhas, por exemplo, deve ser evitada a condensação no filme quando este é retirado do armazenamento a frio. A formação de gelo no interior de algumas áreas de armazenamento a frio pode causar danos em algumas circunstâncias. Aspectos práticos do armazenamento a frio estão fora do escopo desta publicação. Este é um assunto complexo, às vezes desanimador, mas que pode ser contornado se devidamente planejado²³. Qualquer instituição que tenha interesse em implementar o armazenamento a frio deve contactar profissionais de preservação e de engenharia devidamente qualificados.

Umidade relativa

A umidade relativa é o segundo fator decisivo, mas com efeitos complexos que necessitam de um pouco mais de explicação. O que realmente importa é a quantidade de água existente na base do filme ou na gelatina. A água é um reagente necessário na síndrome do vinagre e no esmaecimento da imagem. A remoção de toda a água poderia parecer uma forma simples e efetiva de preservar um filme, mas, infelizmente, não é uma opção que deva ser tomada. Sem a presença de água, os filmes de gelatina e acetato iriam contrair-se e tornar-se quebradiços, podendo rachar quando manuseados.

A quantidade de água presente no filme é determinada pela umidade relativa do ambiente de armazenamento. Por exemplo, considere um filme que permaneceu um longo período em uma sala a 50% de umidade relativa e é então levado para outra sala onde a umidade relativa é de apenas 20%. Sob baixa umidade relativa, a umidade evapora, deixando o filme. Ao mesmo tempo em que a água está deixando o filme, algumas moléculas de água estão sendo absorvidas do ar pelo filme, de modo que evaporação e absorção ocorrem simultaneamente. Mas, devido à baixa umidade relativa do ar, a água evapora muito mais do que é absorvida e o sentido do fluxo de líquido se dá do filme para o ar. À medida que o processo continua, o filme começa a secar, mantendo, portanto, menor umidade, de modo que a taxa de evaporação começa a cair lentamente. Eventualmente, chega-se a um equilíbrio quando a contínua absorção da água contida no ar for igual à contínua evaporação.



A temperatura não é importante; é a umidade relativa que determina a quantidade de água que permanece no filme após alcançar-se o estado de equilíbrio. Sob baixa umidade relativa, haverá pouca água absorvida pelo filme; sob alta umidade relativa, o ponto de equilíbrio irá mudar e o conteúdo de umidade do filme será muito mais alto.

Problemas da gelatina e umidade relativa

Fungos

Quase todo filme tem uma camada de emulsão de gelatina. A gelatina tem provado ser uma substância durável, exceto sob condições de umidade muito prolongadas, quando se torna propícia ao ataque de fungos. A gelatina é um nutriente ideal para o crescimento de fungos. Embora alguns aditivos antifúngicos sejam utilizados em filmes fotográficos, a indústria fotográfica ainda não desenvolveu uma maneira de prevenir fungos. Sempre que a umidade relativa ambiente se mantiver acima de, aproximadamente, 70% por diversos dias, o crescimento de mofo será provável. Boa circulação de ar reduz consideravelmente as chances de crescimento de mofo. Não há como remediar os danos causados pelo mofo à gelatina (o mofo produz enzimas que amolecem e dissolvem a gelatina e também produz manchas). A prevenção é a única resposta prática. Os esporos do mofo são praticamente onipresentes. Sempre que houver umidade suficiente, eles se propagarão e crescerão.

Ataque químico

A gelatina também está sujeita ao lento ataque químico por ácidos, alcalis e oxidantes poluentes do ar, que provocam a perda de resistência mecânica e finalmente o amolecimento e a perda da resistência à água. Este ataque químico é influenciado pelo conteúdo de umidade da gelatina (i.e., pela umidade relativa ambiente), mas geralmente demora tanto tempo para ocorrer, se comparado com outras formas de deterioração (como a deterioração da base de acetato ou o esmaecimento de corantes), que não é, sequer, notado. Entretanto, no caso do filme de poliéster (cuja base é muito estável à temperatura ambiente)^{4,24,25}, a base pode durar bastante tempo até que a lenta deterioração química da gelatina torne-se um fator determinante à sobrevivência do filme. Isto presume, é claro, que o componente da imagem também terá uma longa duração. No caso de filmes de nitrato, a gelatina pode ser atacada pelos fortes ácidos e oxidantes liberados pela base de nitrato em deterioração.

Danos físicos

Além de mofo e da deterioração química, a gelatina pode sofrer danos físicos em condições muito secas (umidade relativa menor que 15%). Nestas condições, a emulsão da gelatina se torna excessivamente quebradiça, dificultando o manuseio seguro do filme. Outro efeito da baixa umidade é o encaracolamento do filme. Isto causa nos filmes de cinema o fenômeno de 'raiamento' (deformação do rolo de filme que lembra os raios de uma roda de vagão).

Resumindo, o componente da gelatina do filme é melhor armazenado a uma umidade relativa média entre 20 e 50%, faixa na qual existe umidade suficiente para impedir que o filme se torne quebradiço, porém não o suficiente para evitar a deterioração química ou o desenvolvimento de mofo.

Umidade relativa e imagens em prata

O componente da imagem de um filme pode ser a prata metálica (no caso de filmes em preto e branco) ou corantes orgânicos (no caso de filmes coloridos). A resposta da prata e dos corantes às

condições ambientais do armazenamento é radicalmente diferente. Consideremos, primeiramente, as imagens em prata. A umidade relativa é um fator ambiental crítico no esmaecimento da imagem de prata porque facilita a oxidação (corrosão) da prata metálica. O efeito da umidade é particularmente importante na presença de poluentes (ver abaixo). Sem a presença da umidade, imagens de prata não se oxidariam e, portanto, não esmaeceriam.

Imagens em corantes

A velocidade da maioria das reações de esmaecimento de corantes é regida, em parte, pela umidade existente na camada de emulsão, a qual, por sua vez, é determinada pela umidade relativa do ambiente. A água é, com efeito, um reativo em alguns tipos de esmaecimento de corantes e, portanto, existe uma forte dependência do esmaecimento à umidade²⁶; assim como as imagens em prata, o efeito da umidade relativa é especificamente importante quando na presença de poluentes. Embora a estabilidade de corantes seja ótima quando em condições de ausência total de água, alguma umidade (como mencionado acima) deve estar presente para garantir a flexibilidade da gelatina.

Poluentes

Os poluentes, originados seja do ambiente em geral ou do material das embalagens, provocam um forte efeito nas imagens em prata e em corantes, embora normalmente não sejam um fator significativo na deterioração química da base dos filmes.

Imagens em prata

Contaminantes do ar (peróxidos, ozônio, sulfetos etc.) e contaminantes originados do material de embalagens de baixa qualidade são substâncias que efetivamente afetam as imagens em preto e branco, causando o esmaecimento²⁷. A dimensão do dano que podem produzir é determinada principalmente pela umidade relativa do ambiente de armazenamento. Sem a presença de água, mesmo os poluentes mais agressivos não tem muito efeito sobre a prata. Quanto mais elevada a umidade relativa, mais água será absorvida pela emulsão de gelatina (onde a prata está) e maiores serão as chances de que contaminantes — se estes estiverem presentes — reajam com a prata.

Outro aspecto da importância da umidade relativa no esmaecimento de imagens é o fato de que a gelatina encolhe à baixa umidade relativa e incha à alta umidade relativa. Quando inchada (como acontece sempre que acima de 60% de umidade relativa), a gelatina não oferece resistência à difusão de contaminantes através da emulsão. Sob umidade relativa abaixo de 50%, entretanto, a gelatina torna-se uma barreira altamente efetiva à difusão de gases, protegendo a imagem contra o ataque de contaminantes²⁸. Portanto, mesmo procurando manter a atmosfera da área de armazenamento livre de poluentes e tentando utilizar envelopes e caixas de acondicionamento inertes, não reativas, é a umidade relativa entre 20 e 50% nossa primeira linha de defesa contra os contaminantes.

Imagens em corantes

Corantes são bastante suscetíveis ao ataque por oxidantes poluentes do ar, como ozônio e dióxido de nitrogênio²⁹. Estudos recentes do IPI demonstram que a severidade deste ataque também depende da umidade relativa, em parte devido às propriedades de barreira da gelatina. Dióxido de enxôfre e sulfeto de hidrogênio têm muito menos efeitos sobre imagens coloridas que os poluentes oxidantes.



A melhor faixa de umidade relativa para armazenamento de filmes

Para decidir qual a melhor umidade relativa para armazenamento de filmes, devemos levar em conta os seguintes fatores:

1. as necessidades da base plástica;
2. as necessidades da emulsão de gelatina;
3. as necessidades da imagem de prata ou dos três corantes da imagem (ciano, amarelo e magenta).

Na discussão sobre todas as formas de deterioração ligadas à umidade (esmaecimento de corantes, síndrome do vinagre, esmaecimento da imagem de prata, deterioração química lenta da gelatina) sugerimos, como desejável e aceitável, uma faixa de umidade relativa de 20 a 50%. Entretanto, se a área de armazenamento estiver no limite mínimo desta faixa (20 a 30%) ou no limite relativamente máximo (40 a 50%) poderá fazer uma diferença significativa a longo prazo, especialmente com respeito à síndrome do vinagre e ao esmaecimento de corantes. Os dados do *Guia* demonstram que a expectativa de vida (anos) para começar a síndrome do vinagre a 20%, é três vezes maior que a 50%. Um comportamento semelhante ocorre na maioria dos filmes coloridos com relação ao esmaecimento de corantes. Essa diferença definitivamente não é trivial, e por esse motivo a norma ANSI para armazenamento de filmes especifica atualmente 20 a 30% de umidade relativa para casos onde se requer o máximo de vida útil para o filme.

Estabelecendo o valor ótimo de umidade relativa dentro da faixa de 20 a 50%

É possível ‘manipular’ a temperatura e a umidade relativa para obter uma determinada velocidade de deterioração. A uma temperatura qualquer, a deterioração mais lenta ocorrerá a 20% de umidade relativa, porém é possível obter uma expectativa de vida equivalente, para qualquer valor de umidade relativa até 50%, reduzindo-se a temperatura. O Guia mostra quais condições são equivalentes para controlar o grau da síndrome do vinagre em filmes de acetato.

A questão da umidade relativa de armazenamento, contudo, apresenta diversas dimensões práticas que podem determinar em qual ponto da faixa aceitável, entre 20% e 50%, uma determinada área de armazenamento é operada. Devido à localização geográfica e ao tipo de sistema de climatização (aquecimento, ventilação e ar condicionado) do local, pode não ser possível fazer com que a área de armazenamento opere entre 20 e 30% de umidade relativa. Uma outra preocupação é com as coleções mistas, nas quais o filme tem que dividir o espaço de armazenamento com outros tipos de materiais. Algumas chapas de vidro com emulsões de gelatina podem sofrer delaminação do suporte de vidro a umidades relativas inferiores a 25%¹¹. É possível que outros materiais não fotográficos, que não são capazes de tolerar com segurança uma umidade relativa de 20%, possam estar presentes. Neste caso, a melhor escolha será uma umidade relativa mais elevada, não excedendo a 50%, e uma temperatura mais baixa possível em compatibilidade com as necessidades de todos os objetos na sala.

Ciclos de temperatura e umidade relativa

A utilização da média para a umidade relativa não é acidental. O que conta fundamentalmente em um ambiente de armazenamento de filmes não é o valor instantâneo da umidade, mas a umidade relativa média a longo prazo (longo prazo, no sentido de semanas ou meses), porque este valor é que determinará o conteúdo de umidade do filme. Mesmo quando estão sob controle, os sistemas de

climatização apresentam algum tipo de oscilação na temperatura e na umidade relativa — é da natureza dos controles manter uma variação para cima e para baixo em alguma extensão. Normalmente, não observamos estas variações porque são muito pequenas. A questão é, qual a magnitude possível para essa variação que não venha a causar problemas para os filmes?

O ponto chave a se ter em mente é que o equilíbrio da temperatura (quando o filme é submetido a variações de temperatura do ar) é alcançado rapidamente — geralmente em questão de horas. O equilíbrio da umidade, por outro lado, é geralmente muito lento — em termos de dias, semanas ou meses¹². Mudanças na temperatura *per si* (i.e., simples mudanças de temperatura que não resultam na secagem do filme), não causam nenhum dano físico ao filme.

Lentidão para se atingir o equilíbrio da umidade

O equilíbrio da umidade é mais lento porque deve difundir-se através das paredes e das tampas de caixas ou armários e através de todas as outras embalagens nas quais o filme pode estar acondicionado, antes da umidade ser absorvida pelo filme propriamente dito³⁰. Se uma simples tira de filme estivesse dependurada numa sala por um cordão, a umidade relativa de equilíbrio seria substancialmente atingida em oito horas. Filmes enrolados e acondicionados em uma lata ou caixa, podem exigir até três meses para se equilibrarem à temperatura ambiente. No armazenamento a frio, a difusão é mais lenta, de modo que o equilíbrio demora ainda mais para ser alcançado.

Considerando a lentidão para se atingir o equilíbrio da umidade na maioria das circunstâncias reais de armazenamento, é fácil perceber porque — praticamente não importa quando — o ciclo da umidade relativa aumenta ou diminui em 10% no período de uma hora ou um dia. O filme dentro da embalagem não sente a mudança de umidade³⁰. Ciclos rápidos de umidade relativa (uma diferença maior que aproximadamente 30%) e, particularmente, a secagem rápida de filmes, deveriam ser evitados. Mas, na maioria das circunstâncias práticas, os invólucros de acondicionamento do filme diminuem a velocidade de alcance do equilíbrio da umidade de tal modo que o efeito cíclico não é um problema.

Temperatura e umidade relativa para armazenamento de filmes – resumo

Um resumo de como as condições ambientais poderiam ser utilizadas para controlar a deterioração química em filmes pode ser o seguinte:

Diminua a temperatura o mais possível e, preferivelmente, mantenha uma média de umidade relativa entre 20 e 30%. Valores de umidade relativa até 50% não serão particularmente danosos; eles apenas possibilitarão o surgimento da síndrome do vinagre e o esmaecimento de corantes de forma mais rápida do que ocorreria a 20% de umidade relativa.

Voláteis na atmosfera da galeria de filmes

Um aspecto importante na criação de um ambiente para armazenamento de filmes está em reconhecer e administrar substâncias voláteis que podem originar-se do próprio filme. Estas substâncias surgem de três fontes principais:

1. resíduos de solventes de montagem e outros materiais introduzidos durante a fabricação;
2. resíduos de solventes de limpeza utilizados em filmes processados;



3. produtos voláteis resultantes da deterioração, como ácido acético (de filmes de acetato em decomposição) e óxidos de nitrogênio (de filmes de nitrato em decomposição).

A tabela a seguir contém uma pequena lista de produtos voláteis que poderiam ser encontrados em galerias de filmes, juntamente com suas prováveis fontes.

Tabela de substâncias voláteis possivelmente encontradas em áreas de armazenamento de filmes

	Substância	Fonte
Solventes utilizados na fabricação	Cloreto	Filme de acetato
	Acetona	Filme de acetato
	N-butanol	Filme de acetato
	Ciclohexano	Filme de acetato
Solvente de limpeza	1, 1, 1 - tricloroetano	Todos os filmes
Voláteis provenientes da deterioração do filme	Ácido acético	Filme de acetato
	Ácido butírico	Filme de acetato
	Ácido propiônico	Filme de acetato
	Dióxido de nitrogênio	Filme de nitrato

Embora apenas alguns estudos sobre atmosferas de galerias de filmes tenham sido realizados, os dados limitados disponíveis sugerem que as substâncias encontradas em mais alta concentração são geralmente ciclohexano, cloreto de metileno e n-butanol. O solvente de limpeza 1,1,1-tricloroetano é também comumente encontrado. A lenta evaporação de solventes é um comportamento normal de coleções de filmes de nitrato e de acetato e a concentração de voláteis tipicamente observada é extremamente baixa, não impondo riscos à saúde. Na medida em que o filme de acetato ou de nitrato não está deteriorado, não haverá ácido acético nem óxidos de nitrogênio na atmosfera da galeria.

Quando as coleções de filmes são armazenadas em áreas destinadas à ocupação humana, a taxa de ventilação geralmente é suficiente para manter os voláteis a níveis muito baixos. Se, entretanto, o filme for armazenado em grandes quantidades, em galpões especificamente construídos, serão necessários sistemas de purificação e/ou sistemas com suficiente troca de ar para assegurar que os voláteis não se concentrem em demasiada quantidade. Alguns galpões de filmes de cinema apresentaram odores desagradáveis, mesmo quando o filme está em boas condições e não apresenta deterioração. Tais casos já ocorreram em áreas desenhadas sem nenhuma ventilação, de modo a minimizar os custos operacionais.

Além da lenta liberação natural de solventes voláteis, sempre que a deterioração da base começa a ocorrer, novas substâncias voláteis são liberadas na atmosfera da galeria de filmes. Coleções de filmes de acetato podem liberar ácido acético, butírico ou propiônico durante a deterioração. Uma vez que a deterioração é catalisada por ácido, a exposição aos vapores ácidos provavelmente acelera a deterioração em filmes que, não fosse por esta razão, estariam em bom estado. Filmes de nitrato em deterioração podem liberar óxidos de nitrogênio e/ou ácido nítrico¹⁷. Oxidantes fortes de nitratos podem causar o esmaecimento de imagens de prata e fazer com que o papel dos invólucros de acondicionamento torne-se quebradiço.

Os riscos à saúde provocados por filmes em deterioração

O risco originado pelas substâncias geradas pela deterioração de filmes não está limitado às coleções. Os riscos à saúde humana também estão presentes em algumas circunstâncias. Boa ventilação é essencial quando se está manuseando ou inspecionando filmes deteriorados. Luvas de latex, polietileno ou de nitrila devem ser usadas quando da manipulação destes filmes. Irritações na garganta e na pele já foram observadas quando do manuseio de filmes de acetato e de nitrato deteriorados³². O trabalho por longos períodos, em espaços fechados e pouco ventilados, com grandes quantidades de filmes em deterioração, deve ser definitivamente evitado.

Invólucros para acondicionamento de coleções de filmes

Todos os filmes necessitam de algum tipo de invólucro para acondicionamento. Na realidade, a maioria dos filmes tem diversos níveis de embalagens protetoras. Os invólucros são necessários para a proteção física contra poeira e danos causados por manuseio, e também servem para proteger o filme dos contaminantes atmosféricos e das mudanças bruscas nas condições ambientais. Todos os invólucros de acondicionamento devem ser quimicamente inertes com relação aos componentes do filme — a base, a emulsão de gelatina e a imagem de prata ou corante. Muitos danos têm sido observados devido ao uso de materiais reativos, papel de baixa qualidade, adesivos e cartões. Qualquer invólucro que for produzido com estes materiais deve estar dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma ANSI IT9.2-1991 e deve passar no Teste de Atividade Fotográfica ANSI (PAT). O PAT garante que o invólucro não irá interagir quimicamente com o filme, causando manchas ou esmaecimento.

História dos suportes dos filmes

Este breve resumo dos tipos de bases plásticas usadas em produtos fotográficos, de cinema e de microfilmagem, foram produzidos com o objetivo de ajudar os gerentes de coleções a identificar os filmes que possivelmente possam bases de nitrato, de acetato ou de poliéster. Esta é apenas uma visão geral das tendências históricas; um tratado completo sobre a história das bases dos filmes e os métodos de identificação dos diversos plásticos está fora dos propósitos desta publicação.

Identificando a base dos filmes

Embora existam diversos testes físicos e químicos para identificar as bases dos filmes, na maioria das vezes a natureza do suporte dos filmes em uma coleção pode ser determinada pela idade e pelo contexto histórico da coleção (i.e., a partir das generalidades históricas expostas abaixo). Ocasionalmente, formas características de deterioração da base ajudam a esclarecer quais filmes em uma coleção são em **nitrato** e quais são em **acetato**. Os filmes de nitrato terão emulsões pegajosas e muita deterioração da imagem de prata, enquanto os acetatos apresentarão estriamento e cheiro de vinagre).

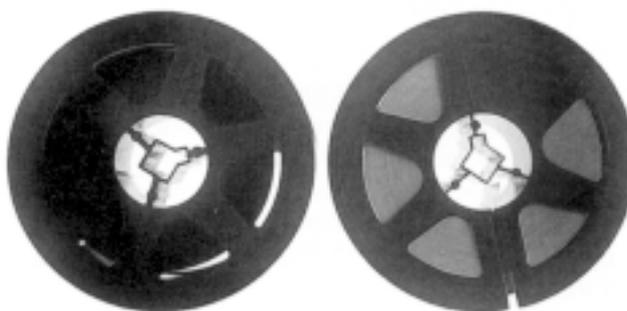


Figura 20. Quando colocados contra a luz os filmes de poliéster 'vazam' luz por suas bordas, enquanto que os de acetato e os de nitrato não (o filme de poliéster é mostrado à direita).



O método mais fácil de se distinguir um filme de **poliéster** de um filme de acetato ou de nitrato é pelo uso de polarizadores cruzados. Placas de plástico polarizador (algo como lentes polarizadoras de óculos escuros) podem ser obtidas em uma revendedora de material fotográfico ou científico. Quando o filme de poliéster é colocado entre duas folhas de plástico polarizador e ‘então’, visto por luz transmitida, formam-se franjas coloridas que se parecem com as cores formadas por manchas de óleo em poças d’água. Este fenômeno, conhecido como ‘birefringência’ só ocorre no filme de poliéster. Filmes de acetato ou de nitrato não formarão bandas de cor em polarizadores cruzados. Este método não destrutivo é muito útil na identificação definitiva do filme de poliéster.

Uma outra propriedade ótica do poliéster faz com que seja fácil descobrir quais rolos de filmes em uma coleção são feitos com base de poliéster. Isto é muito útil em coleções de microfilmes, onde é provável a coexistência do acetato e do poliéster. O filme deve estar enrolado em um suporte central ou numa bobina raiada para que este método de identificação funcione. Quando visto ‘pelas bordas’ (segurando a bobina de frente para uma fonte de luz e olhando através das raias da bobina), o filme de poliéster transmitirá muito mais luz que o filme de acetato ou de nitrato (**Figura 20**). Alguma luz irá vazar através das bordas do filme com base de acetato, mas o poliéster parecerá muito mais brilhante. Uma pequena experiência com a aparência dos dois tipos permite uma rápida e inconfundível identificação dos rolos de filmes de poliéster.

Visão histórica geral dos formatos e bases de filmes

São quatro os tipos principais de formatos de filmes encontrados em coleções de arquivos:

1. filmes de cinema – rolos perfurados tipicamente encontrados em 35mm, 16mm e 8mm;
2. filmes em chapa – chapas de filme relativamente espessas e geralmente encontradas nos formatos 4x5, 5x7 e 8x10 polegadas;
3. filme amador em rolos – pequenos rolos fabricados com base fina. Usados em câmaras portáteis por amadores e profissionais. Esta categoria inclui negativos de 35mm perfurados e filmes para slides;
4. microfilmes – rolos de filme não perfurados em 35mm, 16mm e microfichas de 105mm.

Bases de nitrato

A maioria dos filmes com base de nitrato é marcada na borda com a palavra nitrato, o que certamente facilita a identificação. Os filmes com base de nitrato de celulose foram os primeiros a serem fabricados no final da década de 1880 e praticamente todos os filmes fabricados entre 1889 e meados de 1920 foram feitos em nitrato^{13,33,34,35}. Portanto, qualquer filme fabricado antes de meados de 1920 provavelmente é de nitrato.

Filme de nitrato para cinema

É provável que todos os filmes para cinema de 35mm tenham sido fabricados em nitrato até 1951, quando foram substituídos por triacetatos. Nenhum filme de cinema de 16mm ou de 8mm foi fabricado com base de nitrato.

Filme de nitrato em chapas

Todos os filmes em chapas foram feitos sobre base de nitrato até a segunda metade dos anos 1930. Filmes em chapa com base de nitrato não são comuns após 1940.

Filme amador em rolos com base de nitrato

Negativos em rolo para câmeras amadoras fabricados de 1890 até meados de 1940 têm base de nitrato. A partir de meados da década de 1940 até 1950, alguns eram em nitrato, outros em acetato. Nenhum filme amador em rolo foi fabricado com base de nitrato após 1950.

Microfilme com base de nitrato

Somente os primeiros microfilmes (meados dos anos 1920 a meados dos anos 1930) tinham base de nitrato. É raro encontrar bases de nitrato em coleções de microfilmes de bibliotecas.

Bases de acetato

Tanto o filme de acetato quanto os filmes mais modernos com base de poliéster são marcados com as palavras *safety film* (filme de segurança). Os filmes com a marca *safety*, fabricados antes de 1955, são definitivamente de acetato, e não de poliéster. Embora experimentos com filmes de acetato tenham sido efetuados a partir de 1900, a fabricação em larga escala de acetato de celulose só começou após meados dos anos 1920, quando o formato de 16mm para cinema amador tornou-se popular. O acetato de celulose constitui a maior fração das bases de filmes na maioria das coleções fotográficas.

Filme de acetato para cinema

Em geral, rolos de filmes para cinema e para amadores com a marca *safety* são provavelmente de acetato, independentemente do formato ou da idade. Portanto, coleções de filmes de cinema consistirão principalmente de acetato (exceto para filmes de cinema de 35mm fabricados antes de 1951, que eram de nitrato). Atualmente, o acetato continua a ser a base mais utilizada para cinema, embora desde o final da década de 1980 a tendência ao poliéster esteja aumentando.

Filmes de acetato em chapas

Os filmes de acetato em chapas foram inicialmente introduzidos no mercado nos anos 1920 e apareceram em quantidade no final dos anos 1930. Após 1940, praticamente todos os filmes em chapa tinham base de acetato. Uma exceção é o *film pack* em chapas (filmes em chapas muito finas, apresentadas em embalagens especiais em que o fotógrafo puxava uma alça de papel, após cada exposição, para que pudesse colocar outra chapa no lugar). Os *film packs* foram fabricados pela última vez (pela Kodak), com base de nitrato, em 1949¹³.

Filme amador em rolos com base de acetato

Se marcados *safety*, todos os rolos de filmes amadores são provavelmente em acetato, com uma pequena exceção, de origem recente, com base de poliéster. Filmes amadores em rolos com base de nitrato não foram mais fabricados pela Kodak após 1950.

Microfilme com base de acetato

O microfilme é uma aplicação especial do filme que surgiu nos anos 1920 e cresceu rapidamente durante os anos de 1930 e 1940. Primeiramente, filmes de cinema convencionais foram utilizados como microfilme mas, posteriormente, foram fabricados produtos para uso específico na reprodução de documentos. A maioria dos microfilmes produzidos desde o final de 1930 foi fabricada com base de acetato, mas, durante os anos de 1980, a utilização da base de poliéster cresceu rapidamente.



Bases de poliéster

Os suportes plásticos de poliéster são bastante diferentes dos acetatos em sua composição química e propriedades físicas³⁶. Como um exemplo, o poliéster não pode ser rasgado, exceto com muito esforço, a não ser que exista um pequeno rasgo ou corte, enquanto o nitrato e o acetato são fáceis de rasgar. O filme de poliéster não tem a mesma predisposição para a decomposição química que os filmes de nitrato e de acetato apresentam.

Filme de poliéster para cinema

As primeiras tentativas de uso de filme cinematográfico com base de poliéster foram efetuadas em meados dos anos de 1950³⁷. A aceitação da base de poliéster nestes filmes diminuiu, de certa forma, devido à dificuldade de se emendar filmes com os equipamentos tradicionais de emenda. Nos anos de 1980, o uso dos filmes com bases de poliéster começou a crescer, mas ainda é uma pequena porção do total de filmes utilizados.

Filme de poliéster em chapas

O filme com base de poliéster, introduzido em 1955, foi utilizado inicialmente em aplicações com raios X e artes gráficas, onde boas propriedades físicas e estabilidade dimensional eram requisitos básicos. Durante os anos de 1960 e 1970, eles substituíram gradualmente os acetatos como suporte para muitos tipos de filmes em chapas. Atualmente alguns filmes em transparência colorida ainda são fabricados com base de acetato, mas a maioria dos outros filmes em chapa tem base de poliéster.

Filme amador em rolos com base de poliéster

Somente uma pequena quantidade de filmes de poliéster foi fabricada em formato de rolo para amadores, com exceção de alguns filmes de 35mm relativamente recentes.

Microfilme com base de poliéster

Hoje, praticamente todos os microfilmes têm base de poliéster. As razões da mudança para o suporte de poliéster foram a maior estabilidade química da base e a possibilidade do uso de suportes mais finos, proporcionando, portanto, um aumento do número de imagens em cada rolo.

Referências

¹ P. Z. Adelstein; J. M. Reilly; D. W. Nishimura; C. J. Erbland. Stability of cellulose ester base photographic film: part I - Laboratory testing procedures. *SMPTE Journal*, v. 101, no. 5, p. 336-346, May/June 1992.

² P. Z. Adelstein; J. M. Reilly; D. W. Nishimura; C. J. Erbland. Stability of cellulose ester base photographic film: part II - Practical storage considerations. *SMPTE Journal*, v. 101, no. 5, p. 346-353, May/June 1992.

³ J. M. Reilly; P. Z. Adelstein; D. W. Nishimura. *Final report to the office of preservation, National Endowment for the Humanities on Grant # PS-20159-88, Preservation of safety film* (Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, Mar. 1991).

⁴ P. Z. Adelstein; J. L. McCrea. Stability of processed polyester base photographic films. *Journal of Applied Photographic Engineering*, no. 7, p. 160-167, Dec. 1981.

⁵ A. T. Ram; J. L. McCrea. Stability of processed cellulose ester photographic films. *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, no. 97, p. 474-483, June 1988.

⁶ A. T. Ram. Archival preservation of photographic films - a perspective. *Polymer Degradation and Stability*, no. 29, p. 3-29, 1990.

⁷ N. S. Allen; M. Edge; J. H. Appleyard; T. S. Jewitt; C. V. Horie. Initiation of the degradation of cellulose triacetate base motion picture film. *Journal of Photographic Science*, no. 38, p. 54-59, 1990.

- ⁸ N. S. Allen; M. Edge; J. H. Appleyard; C. V. Horie. Degradation of historic cellulose triacetate cinematographic film: influence of various film parameters and prediction of archival life. *Journal of Photographic Science*, no. 36, p. 194-198, 1988.
- ⁹ M. Edge; N. S. Allen; T. S. Jewitt; J. H. Appleyard; C. V. Horie. The deterioration characteristics of archival cellulose triacetate base cinematograph film. *Journal of Photographic Science*, no. 36, p. 199-203, 1988.
- ¹⁰ M. Edge; N. S. Allen; T. S. Jewitt; C. V. Horie. Fundamental aspects of the degradation of cellulose triacetate base cinematograph film. *Polymer Degradation and Stability*, no. 25, p. 345-362, 1989.
- ¹¹ C. McCabe. Preservation of 19th century negatives in the National Archives. *Journal of the American Institute for Conservation*, no. 30, p. 41-73, Spring. 1991.
- ¹² P. Z. Adelstein; C. L. Graham; L. E. West. Preservation of motion picture color films having permanent value. *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, no. 7, p. 1011-1018, Nov. 1970.
- ¹³ J. M. Calhoun. Storage of nitrate amateur still-camera film negatives. *Journal of the Biological Photographic Association*, no. 21, p. 1-13, Aug. 1953.
- ¹⁴ C. Young. *Nitrate films in the public institution*. AASLH technical leaflet 169, American Association for State and Local History, 1989.
- ¹⁵ W. Haynes. *Cellulose, the chemical that grows*. New York: Doubleday & Company, 1953.
- ¹⁶ M. Edge; N. S. Allen; M. Hayes; P. N. K. Riley; C. V. Horie; J. Luc-Gardette. Mechanisms of deterioration in cellulose nitrate base archival cinematograph film. *European Polymer Journal*, no. 26, p. 623-630, 1990.
- ¹⁷ J. F. Carroll; J. M. Calhoun. Effect of nitrogen oxide gases on processed acetate film. *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, no. 64, p. 501-507, Sept. 1955.
- ¹⁸ D. G. Horvath. *The acetate negative survey*. Kentucky: Ekstrom Library, University of Louisville, February 1987.
- ¹⁹ C. R. Fordyce. Motion picture film suport:1889-1976, an historical review. *SMPTE Journal*, no. 85, p. 493-495, July 1976.
- ²⁰ C. E. K. Mees. History of professional black and white motion picture film. *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, no. 63, p. 125-140, Oct. 1954.
- ²¹ National Fire Protection Association. *NFPA 40 - Standard for the storage and handling of cellulose nitrate motion picture film*. Quincy: Massachusetts, 1988.
- ²² D. F. Kopperl; C. C. Bard. Freeze/thaw cycling of motion picture films. *SMPTE Journal*, no. 94, p. 826-827, Aug. 1985.
- ²³ W. P. Lull; P. N. Banks. *Conservation environment guidelines for libraries and archives in New York state*. New York State Library, 1990.
- ²⁴ P. Z. Adelstein, J. L. McCrea. Permanence of processed 'Estar' polyester base photographic films. *Photographic Science and Engineering*, no. 9, p. 305-313, Sept./Oct. 1965.
- ²⁵ K. A. H. Brems. The archival quality of film bases. *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, no. 97, p. 991-993, Dec. 1988; Archiving the audio-visual heritage, a Joint Technical Symposium, Berlin, May 1987.
- ²⁶ *Conservation of Photographs*, Kodak Publication F-40. Rochester: Eastman Kodak Company, 1985.
- ²⁷ J. M. Reilly; D. W. Nishimura; K. M. Cupriks; P. Z. Adelstein. When clouds obscure silver film's lining. *Inform*, no. 2, p. 16-38, Sept. 1988.
- ²⁸ P. Z. Adelstein; J. M. Reilly; D. W. Nishimura; K. M. Cupriks. Hydrogen peroxide test to evaluate redox blemish formation on processed microfilm. *Journal of Imaging Technology*, no. 17, p. 91-98, June/July 1991.
- ²⁹ J. M. Reilly. *Preservation research and development: air pollution effects on library microforms*. Seventh Interim Report PS-20273-89, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, Jan. 1992.
- ³⁰ V. Daniel; S. Maekawa. The moisture buffering capability of museum cases. *Materials Research Society Symposium Proceedings*, v. 267. Materials Research Society, p. 453-458, 1992.
- ³¹ GC/MS identifies odor-causing agents. *Analytical Control*, no. 4, p. 1-2, May/June 1979.
- ³² P. W. Hollinshead; M. D. Van Ert; S. C. Holland; K. Velo. *Deteriorating negatives: a health hazard in collection management*. Unpublished internal report, Arizona State Museum, University of Arizona, 1986.
- ³³ R. V. Jenkins. *Images and enterprise, technology and the american photographic industry 1839 to 1925*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1975.
- ³⁴ C. E. K. Mees. *From dry plates to ektachrome film*. New York: Ziff-Davis, 1961.



³⁵ P. Z. Adelstein. From metal to polyester: history of picture-taking supports. In: *Pioneers of Photography*, Eugene Ostroff ed. Society for Imaging Science and Technology. Springfield: Virginia, 1987. p. 30-36.

³⁶ P. Z. Adelstein; G. G. Gray; J. M. Burnham. Manufacture and physical properties of photographic materials. In: *Neblette's Handbook of Photography and Reprography*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1977.

³⁷ D. A. White; C. J. Gass; E. Meschter; W. R. Holm. Polyester photographic film base. *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, no. 64, p. 674, 1955.

Normas ANSI e ISO para armazenamento de filmes

- *American National Standard for Imaging Media - Processed Safety Photographic Film - Storage*, ANSI Standard IT9.11-1991 (New York, American National Standards Institute).
- *American National Standard for Imaging Media - Photographic Processed Films, Plates, and Papers - Filing Enclosures and Storage Containers*, ANSI Standard IT9.2-1991 (New York, American National Standards Institute).
- *American National Standard for Imaging Media (Film) - Silver-Gelatin Type - Specifications for Stability*, ANSI Standard IT9.1-1992 (New York, American National Standards Institute).
- *Photography - Processed Safety Photographic Films - Storage Practices*, ISO5466:1992(E), (Switzerland, International Organization for Standardization).

A partir de 1988, o *Image Permanence Institute* do *Rochester Institute of Technology* empreendeu pesquisas sobre a deterioração de suportes plásticos de filmes com o importante apoio financeiro da *Division of Preservation and Access do National Endowment for the Humanities*. Também recebeu apoio financeiro do *National Historical Publications and Records Commission* e da *Eastman Kodak Company*. Tanto a *Eastman Kodak Company* quanto a *Fuji Photo Film Ltd.* Forneceram amostras de filmes a especialistas técnicos para o desenvolvimento do projeto. Aqueles que acharam este *Guia* útil, unam-se ao IPI em agradecimento aos patrocinadores desta pesquisa. Os rendimentos provenientes da venda do *Guia* serão utilizados na continuação das pesquisas científicas acerca da preservação da imagem desenvolvidas pelo IPI.

A publicação do *Guia* foi possível através da assistência da *Andrew W. Mellon Foundation*. Assistência adicional foi fornecida por *Victor and Erna Hasselblad Foundation*.

O Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos - CPBA

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

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

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

Northeast Document Conservation Center
100 Brickstone Square
Andover, MA 01810-1494
Telephone: (978) 470-1010
Fax: (978) 475-6021
<http://www.nedcc.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