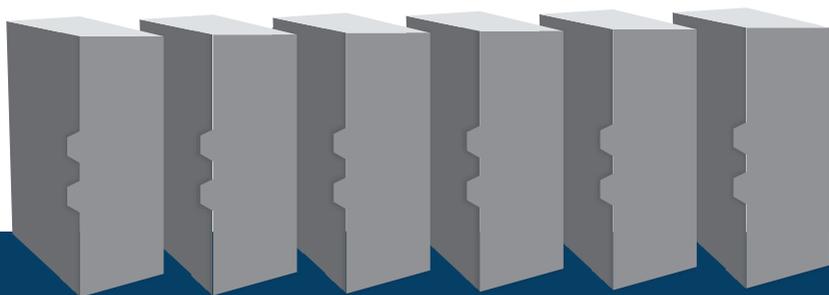


Parâmetros de controle para caixas box destinadas a arquivos



**PARÂMETROS DE CONTROLE
PARA CAIXAS BOX
DESTINADAS A ARQUIVOS**

PARÂMETROS DE CONTROLE PARA CAIXAS BOX DESTINADAS A ARQUIVOS

APOIO

EMBAIXADA DO REINO DOS PAÍSES BAIXOS NO BRASIL



SÃO PAULO
2013

© 2013 INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A - IPT
AV. PROFESSOR ALMEIDA PRADO, 532 - BUTANTÃ
05508-901 - SÃO PAULO-SP

© 2013 ARQUIVO NACIONAL
PRAÇA DA REPÚBLICA, 173 - CENTRO
RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
20211-350 - RIO DE JANEIRO-RJ

IMPRESSO NO BRASIL.

COORDENAÇÃO

Maria Luiza Otero D'Almeida
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

AUTORES

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

Maria Luiza Otero D'Almeida - Laboratório de Papel e Celulose
Daniela Colevati Ferreira - Laboratório de Papel e Celulose
Rogério Parra - Laboratório de Embalagem e Acondicionamento
Mara Lúcia Siqueira Dantas - Laboratório de Embalagem e Acondicionamento
Patrícia Kaji Yasumura - Laboratório de Papel e Celulose
Gonzalo Antônio Carballeira Lopez - Laboratório de Preservação de Madeiras e Biodeterioração de Materiais
Maria Beatriz Monteiro - Laboratório de Preservação de Madeiras e Biodeterioração de Materiais
Sidney Oswaldo Pagotto Júnior - Laboratório de Corrosão e Proteção

Arquivo Nacional (Brasil)

Lucia Peralta - Supervisora de Conservação/Restauração
Anivaldo dos Santos Gonçalves - Responsável pela Oficina de Papel

Scientia Pro Cultura

José Luiz Pedersoli Júnior - Cientista da Conservação

APOIO

Embaixada do Reino dos Países Baixos no Brasil

Nationaal Archief (Reino dos Países Baixos)

Roelof Hol
Mara de Groot
Gerrit de Bruin
Foekje Boersma

Arquivo Nacional (Brasil)

Jaime Antunes da Silva - Diretor-Geral
Vitor Manoel Marques da Fonseca - Responsável por projetos de cooperação técnica com o Nationaal Archief
Carmen Tereza Coelho Moreno - Coordenadora-Geral de Processamento e Preservação do Acervo
Mauro Domingues - Coordenador de Preservação do Acervo
Ana Saramago - Supervisora de Conservação de Fotografia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Parâmetros de controle para caixas box destinadas a arquivos / coordenação Maria Luiza Otero D'Almeida. — São Paulo : Instituto de Pesquisas Tecnológicas / Arquivo Nacional, 2013. — (Publicação IPT ; 3014)

Vários colaboradores.

Bibliografia.

ISBN 978-85-09-00173-5

1. Arquivos e arquivamento (Documentos) 2. Caixas arquivo 3. Documentos - Armazenamento 4. Documentos - Arquivamento 5. Documentos - Preservação 6. Parâmetros de qualidade de 7. Resistência dos materiais I. D'Almeida, Maria Luiza Otero. II. Série.

12-15682

CDD-025.02

Índices para catálogo sistemático:

1. Armazenamento de acervos arquivísticos : Caixas arquivo : Parâmetros de qualidade 025.02
2. Armazenamento de acervos arquivísticos : Caixas box : Parâmetros de qualidade 025.02

Prefácio

O Arquivo Nacional apresenta à comunidade arquivística brasileira um dos primeiros resultados da cooperação entre os arquivos nacionais do Brasil e dos Países Baixos, no contexto do Programa Mutual Cultural Heritage, empreendido por esse país. Desde 2008, quando fomos visitados pelo diretor do Nationaal Archief, passamos a integrar um grupo maior de países e regiões tocados pela presença holandesa¹ cujos arquivos decidiram, com base em pontos de contato no passado, construir uma cooperação no presente. Em 2011, durante a Conferência Internacional da Mesa-Redonda de Arquivos em Toledo, Espanha, Martin Berendse e Jaime Antunes da Silva, pelos arquivos nacionais dos Países Baixos e do Brasil, firmaram um acordo de cooperação.

No caso do Brasil, além de elaboração de instrumentos de pesquisa sobre temáticas de interesse comum, os quais, eventualmente, podem se desdobrar em outras ações, como, por exemplo, microfilmagem e digitalização, optou-se por construir e fortalecer relações voltadas para a produção e intercâmbio de conhecimento técnico. Nesse sentido, este livro representa a divulgação dos primeiros resultados do projeto, que se pretende continuar, de elaboração de um modelo de caixa com qualidade técnica para guarda de documentos em países de clima tropical.

A pesquisa, em parte financiada pela Embaixada dos Países Baixos no Brasil, em parte pelas instituições envolvidas, produz resultados que interessam a muitos outros países, integrantes ou não do Programa Mutual Cultural Heritage, que têm seus acervos em constante risco pelas altas temperaturas e umidades que caracterizam as

¹ No momento, incluem-se nessa categoria, além do Brasil, África do Sul, Bélgica, Estados Unidos, Gana, Índia, Indonésia, Rússia, Sri Lanka e Suriname.

áreas tropicais e subtropicais. Isso, aliado ao fato de a realização do trabalho reunir esforços de duas instituições (o Arquivo Nacional e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) e do consultor em conservação José Luiz Pedersoli Júnior, faz esta publicação se aproximar do que todos consideram o “tipo ideal” da cooperação científica, em que recursos variados e de diferentes origens se somam na busca de soluções com ampla repercussão social.

É, pois, com salutar orgulho que o Arquivo Nacional apresenta este livro, ao mesmo tempo em que manifesta seu firme propósito de continuar a patrocinar e participar de projetos e ações semelhantes.

Vitor Manoel Marques da Fonseca

Responsável pelos projetos derivados do Acordo de
Cooperação Técnica entre o Arquivo Nacional (Brasil)
e o Nationaal Archief (Reino dos Países Baixos)

Apresentação

Este trabalho foi apoiado pela Embaixada do Reino dos Países Baixos no Brasil no âmbito do Programa Patrimônio Cultural Mútuo (Gemeenschappelijk Cultureel Erfgoed Programma – GCE) do Governo dos Países Baixos, com contrapartida do Arquivo Nacional do Brasil. Define trinta e três parâmetros de qualidade, sendo doze referentes à caixa arquivo e vinte e um aos seus materiais constituintes: papelão e plástico corrugados e metal. Descreve os métodos analíticos para determinação dos parâmetros de qualidade, visando fornecer às instituições detentoras de acervos arquivísticos ferramenta que possibilita nortear com embasamento técnico a escolha e o desenvolvimento de caixas arquivo otimizadas.

Considerando que uma fração significativa de documentos culturais existentes no Brasil, referentes aos Países Baixos, está guardada em caixas box, o resultado desse projeto representa um avanço para uma melhor preservação desse acervo e, conseqüentemente, da história dos Países Baixos no Brasil.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
2 ANÁLISE CRÍTICA DOS MATERIAIS PARA CAIXA ARQUIVO	7
2.1 O papelão corrugado como matéria-prima	7
2.2 O plástico corrugado como matéria-prima	14
2.3 A chapa metálica como matéria-prima	19
2.4 Comparação entre os materiais	21
3 PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA CAIXA ARQUIVO	25
4 MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE	31
4.1 Parâmetros para os materiais das caixas arquivo	32
4.1.1 Gerais	32
4.1.1.1 Gramatura	32
4.1.1.2 Espessura	33
4.1.1.3 Compostos voláteis que não água	35
4.1.2 Resistência à perfuração	38
4.1.2.1 Resistência à perfuração estática	38
4.1.2.2 Resistência à perfuração dinâmica	38
4.1.3 Resistência à tração	39
4.1.3.1 Resistência à tração a seco	39
4.1.3.2 Resistência à tração a úmido	42
4.1.4 Resistência à compressão	43
4.1.4.1 Resistência à compressão de coluna	43
4.1.4.2 Resistência ao esmagamento de onda	45
4.1.5 Resistência a dobras	46
4.1.5.1 Rigidez	47
4.1.6 Resistência à água	48
4.1.6.1 Descolamento de onda	48
4.1.6.2 Migração de cor	49
4.1.7 Barreira à luz e à radiação no UV	50
4.1.7.1 Transmissão de radiação na região do visível	51
4.1.7.2 Transmissão de radiação na região do ultravioleta (UV)	51
4.1.8 Resistência a micro-organismos e insetos	52
4.1.8.1 Resistência a fungos	52
4.1.8.2 Resistência a insetos	55
4.1.9 Impermeabilidade ao vapor de água e gases poluentes	57
4.1.9.1 Capacidade de absorção de água	58
4.1.9.2 Permeância ao ar	59

4.1.10	Possibilidade de receber impressão e escrita	60
4.1.10.1	Energia de superfície	62
4.1.10.2	Aderência da tinta da escrita manual	64
4.1.11	Permanência ao longo do tempo	66
4.1.11.1	Sensibilidade ao calor, radiação e umidade	66
4.1.11.2	Facilidade de corrosão	67
4.1.12	Facilidade de limpeza	68
4.1.12.1	Determinação da facilidade de limpeza	68
4.2	Parâmetros para as caixas arquivo	69
4.2.1	Peso	69
4.2.1.1	Determinação da massa da caixa vazia	69
4.2.2	Estabilidade estrutural	70
4.2.2.1	Resistência à compressão	70
4.2.2.2	Resistência à queda	71
4.2.2.3	Desempenho em levantamento	72
4.2.2.4	Desempenho em fadiga	73
4.2.2.5	Desempenho em ambiente úmido	73
4.2.3	Estanqueidade ao fogo	75
4.2.3.1	Desempenho em exposição ao fogo	75
4.2.4	Estanqueidade à água	76
4.2.4.1	Resistência ao jato de água	76
4.2.4.2	Resistência à imersão em água	77
4.2.4.3	Resistência à chuva	78
4.2.5	Capacidade de regular microclima	79
4.2.5.1	Capacidade de isolamento térmico e higríco	79
4.2.6	Resistência à entrada de poeira	80
4.2.6.1	Desempenho em câmara de poeira	80
4.2.7	Barreira para gases poluentes	81
4.2.7.1	Determinação da taxa de renovação do ar na caixa arquivo	81
4.3	Tabela Resumo	83
5	O MERCADO BRASILEIRO DE CAIXAS ARQUIVO	85
5.1	Caixas de papelão corrugado	85
5.2	Caixas de plástico corrugado	88
5.3	Caixas de metal	91
5.4	Demanda de caixas arquivo	94
6	CONCLUSÃO	95
	REFERÊNCIAS	97
	ANEXO.....	109
	Anexo A: Tabela resumo de métodos para parâmetros de qualidade	109

1. Introdução

Acervos arquivísticos são essenciais para a apreciação e compreensão da história de comunidades e nações, assim como para o fortalecimento de sua identidade, sua continuidade cultural, coesão e desenvolvimento social. Tais acervos incluem uma variedade de registros textuais, gráficos e audiovisuais, em diferentes suportes físicos e formatos, inclusive eletrônicos e digitais, de valor predominantemente histórico-cultural e jurídico-comprobatório, além de exemplares ou conjuntos de elevado valor artístico e científico. A preservação, a gestão e o acesso a esses documentos ou à informação neles contida constituem tarefa primordial das organizações detentoras de acervos arquivísticos. Dentre essas instituições, destacam-se os arquivos municipais, estaduais e nacionais, principais repositórios da memória de comunidades nessas diferentes esferas. A título de ilustração, a parte do Regimento Interno do Arquivo Nacional do Brasil que determina a finalidade da organização encontra-se reproduzida a seguir.

“O Arquivo Nacional [...] tem por finalidade implementar a política nacional de arquivos [...] por meio da gestão, do recolhimento, do tratamento técnico, da preservação e da divulgação do patrimônio documental do governo federal, garantindo pleno acesso à informação, visando apoiar as decisões governamentais de caráter político-administrativo, o cidadão na defesa de seus direitos e de incentivar a produção de conhecimento científico e cultural.” (Brasil, 2012a).

A salvaguarda dos acervos arquivísticos no longo prazo é requisito essencial para que as instituições responsáveis por essas coleções possam cumprir seu papel junto à sociedade. Entretanto, como outros acervos culturais, o patrimônio arquivístico está sujeito a perdas e danos decorrentes de diferentes ameaças naturais e antropogênicas envolvendo desde eventos emergenciais e catastróficos, como enchentes e incêndios, até processos de degradação - hidrolítica, oxidativa,

fotoquímica, microbiológica, entre outras - que ocorrem de forma gradual e contínua.

Água, fogo, pragas, substâncias contaminantes, radiação luminosa, condições climáticas incorretas e ações criminosas estão entre os agentes causadores de perdas e deterioração que podem atuar sobre coleções arquivísticas. Para mitigar esses riscos, é possível adotar medidas preventivas (preferivelmente) e reativas visando *evitar, bloquear, detectar* e *responder* à presença e ação dos agentes de deterioração nas áreas de acervo, assim como *recuperar* eventuais perdas e danos causados pelos mesmos.

As medidas preventivas e reativas podem ser implantadas em diferentes níveis ou “*camadas de invólucro*” do acervo, que incluem o edifício e seu entorno, as salas de exposição e guarda de coleções, as unidades de exposição e armazenamento (mobiliário, vitrines, suportes, etc.) e os materiais de guarda e embalagem (caixas, pastas, envelopes, etc.). Idealmente, uma combinação estratégica dessas medidas deve ser adotada para melhorar as condições de guarda e uso dos acervos, reduzindo os riscos a níveis aceitáveis e, assim, permitindo a transmissão desse patrimônio às gerações futuras com a menor perda de valor possível.

Há uma vasta literatura sobre medidas preventivas e reativas voltadas à conservação de acervos arquivísticos (CPBA, 2001; Teygeler, 2001; Teuling, 2002; NARA, 2002; BS, 2000). A norma ISO 11799 - *Document storage requirements for archive and library materials*, merece menção pelo seu caráter normalizador. Esta norma trata de repositórios destinados à guarda, por tempos longos, de arquivos e materiais de biblioteca. Ela apresenta os requisitos para o local e construção do repositório, para a instalação de equipamentos no repositório (como sistema de detecção e extinção de fogo, alarme, iluminação, ventilação, climatização e móveis) e para o uso do repositório (limpeza, desinfecção, proteção, posição de arquivamento). Além disso, a norma traz considerações sobre planos de acidentes e exibições do acervo.

É importante também ressaltar a tendência atual de requisitos de eficiência energética e de sustentabilidade nas instituições de acervo arquivístico (Dean, 2002).

Por outro lado, recursos limitados e os extensos volumes de acervos tipicamente encontrados nas instituições detentoras de patrimônio arquivístico, frequentemente resultam em situações aquém da ideal no tocante às condições de guarda e uso desses acervos (Ngulube, 2005). Isso inclui, entre outras, insuficiências na manutenção preventiva do invólucro e instalações do edifício, no monitoramento e controle ambiental nas áreas de acervo, na resposta a emergências, na seleção de materiais de guarda e acondicionamento.

Evidências recentes coletadas em arquivos no Brasil e outros países indicam que uma fração significativa dos acervos se encontra exposta a níveis expressivos de risco de incêndio, danos por água, deterioração química (por processos de hidrólise e oxidação), biodeterioração e/ou danos mecânicos (Pedersoli, 2010; TANAP, 1999). Alguns desses riscos são exacerbados em regiões de clima quente e úmido, onde as elevadas temperaturas e altos níveis de umidade relativa do ar favorecem os processos químicos e microbiológicos de deterioração de acervos, além da ocorrência de regimes pluviométricos tipicamente mais extremos.

Nesse contexto, fica evidente a importância dos materiais de guarda e acondicionamento de acervos arquivísticos. Uma grande variedade de materiais de guarda é utilizada atualmente nos arquivos brasileiros (Pedersoli, 2010), que incluem: embalagens com papel kraft (papel manufaturado com fibras celulósicas longas não branqueadas isoladas por processo químico) e papel alcalino (papel que tem pH acima de 7), pastas, envelopes e diferentes tipos de “caixas arquivo” comercialmente disponíveis ou confeccionadas sob encomenda, feitas de papelão, papelão corrugado, plástico corrugado ou chapas metálicas, algumas delas com revestimento protetor interno e/ou externo.

As “caixas arquivo”, também denominadas “*caixas box*”, constituem uma das “*camadas de invólucro*” mais importantes do acervo pelo seu largo uso. Portanto, seu potencial de barreira física contra diferentes agentes de deterioração deve ser explorado ao máximo. Isso é especialmente relevante nas situações em que a implantação de medidas de controle ambiental e redução de riscos no âmbito do edifício ou das salas de acervos, enquanto invólucros protetores, são inviáveis.

Algumas recomendações e requisitos de qualidade para “caixas arquivo” utilizadas no armazenamento de documentos textuais já existem. O Arquivo Nacional do Brasil recomenda:

“e) acondicionamento dos documentos textuais em caixas-arquivo de tamanho padrão (0,18 m de largura por 0,31 m de altura e 0,42 m de comprimento ou 0,14 m de largura por 0,27 m de altura e 0,39 m de comprimento), produzidas em material inerte ou alcalino. Caixas-arquivo comerciais, não alcalinas, poderão ser usadas desde que a embalagem interna seja em papel alcalino. Documentos que excedam o padrão convencional deverão ser acondicionados em embalagens adequadas às suas dimensões. Documentos audiovisuais, cartográficos, micrográficos informáticos deverão ser acondicionados em estojos ou caixas de material inerte ou sem acidez;” (Brasil, 2012b).

Merecem também menção as recomendações de Kwaliteitseis nº 3 (2002). Apesar de elas incluírem parâmetros relevantes para a redução de riscos aos acervos, como a utilização de materiais de elevada estabilidade química e livres de impurezas nocivas, reserva alcalina para a absorção e neutralização de ácidos voláteis, resistência à perfuração, compressão e queda, estabilidade dimensional após imersão em água, etc., nem mesmo os requisitos de qualidade mais detalhados deste documento contemplam parâmetros como a resistência ou estanqueidade ao fogo e ao ataque de pragas, isolamento térmico, grau de (im)permeabilidade ao vapor de água, capacidade de absorção de poluentes gasosos, etc. Além disso, tais requisitos enfocam mais a permanência e durabilidade da caixa propriamente dita que sua capacidade de proteção dos conteúdos, objetivo deste projeto.

A maioria das recomendações sobre “caixas arquivo” é direcionada ao substrato celulósico (papel, papelão e cartão), o que é compreensível pelo baixo custo e disponibilidade deste material que atualmente constitui a matéria-prima básica para a confecção da grande maioria das caixas utilizadas no armazenamento de acervos arquivísticos internacionalmente. Entretanto, existe, também, a possibilidade de uso de plástico e metal. Para esses três materiais, há lacu-

nas a serem preenchidas, principalmente relativas aos parâmetros de qualidade que devem ser analisados nas “caixas arquivo”.

Este trabalho teve como objetivo preencher a lacuna existente em relação à indicação de parâmetros de qualidade para “caixas arquivo” manufaturadas, respectivamente, com papelão corrugado, plástico corrugado e metal, e indicar métodos analíticos para determinação desses parâmetros.

Desta forma, as “caixas arquivo” atualmente disponíveis no mercado poderão ser sistematicamente avaliadas e comparadas, possibilitando tomadas de decisões bem instruídas no tocante à seleção de materiais de guarda e acondicionamento dos acervos. Adicionalmente, esses parâmetros de qualidade e metodologias podem servir para orientar e validar o desenvolvimento de “caixas arquivo” otimizadas do ponto de vista da redução de riscos, remetendo a alternativas práticas, eficientes e sustentáveis.

O trabalho está estruturado em seis itens, a saber:

1. **Introdução:** contextualiza o assunto.
2. **Análise crítica dos materiais para “caixas arquivo”:** introduz o papelão corrugado, plástico corrugado e metal como matéria-prima para as “caixas arquivo” e compara os três materiais entre si.
3. **Parâmetros de qualidade para “caixas arquivo”:** define os parâmetros de qualidade para as “caixas arquivo” e indica o objetivo de cada um deles.
4. **Métodos analíticos:** apresenta os métodos analíticos para determinação dos parâmetros de qualidade.
5. **O mercado brasileiro de “caixas arquivo”:** apresenta um panorama do mercado brasileiro em relação a “caixas arquivo” dos três materiais considerados.
6. **Comentários e conclusão:** apresenta as considerações finais sobre o trabalho.

2. Análise crítica dos materiais para caixa arquivo

2.1 O papelão corrugado como matéria-prima

O papelão corrugado é uma estrutura formada por um ou mais papéis ondulados, denominados *miolo* ou *corrugado*, fixados por meio de adesivo (normalmente à base de amido ou de poli(acetato de vinila) aplicado no topo das ondas a um ou mais papéis planos, denominados capas.

Vários tipos de estrutura de papelão ondulado podem ser construídos, nos quais pode haver mais de um papel ondulado, assim (Pichler, 2006, p.60):

- ***papelão ondulado de face simples*** – estrutura formada por um papel ondulado (miolo) e um plano (capa);
- ***papelão ondulado parede simples ou onda simples*** – estrutura formada por um papel ondulado (miolo) colado a dois papéis planos, um de cada lado do papel ondulado (capa externa e capa interna);
- ***papelão ondulado parede dupla ou onda dupla*** – estrutura formada por três papéis planos (capas) colados a dois papéis ondulados (miolo), de forma intercalada;
- ***papelão ondulado parede tripla ou onda tripla*** – estrutura formada por quatro papéis planos (capas) colados a três papéis ondulados (miolo), de forma intercalada;
- ***papelão ondulado de parede múltipla ou onda múltipla*** – estrutura formada por cinco ou mais papéis planos (capas) colados a quatro ou mais elementos ondulados (miolo), de forma intercalada.

A **Figura 2.1** apresenta imagens de papelão ondulado.

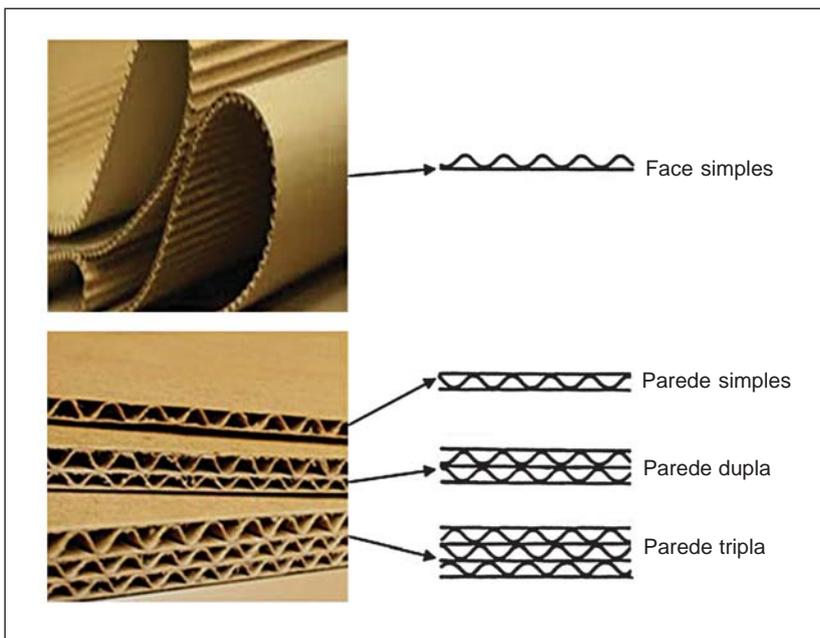


Figura 2.1: Imagens de papelão ondulado de face simples e de parede simples dupla e tripla (fonte: imagens Google e Pichler, 2006, p.60).

A estrutura de papelão ondulado de face simples é usada para envolver produtos frágeis, como, por exemplo, garrafas, ou como material de acolchoamento. As estruturas de parede simples e dupla são mais empregadas na confecção de caixas de embalagem. As caixas com estrutura de parede simples são usadas largamente no transporte de mercadorias, sendo que caixas de estrutura de parede dupla são empregadas quando é necessário ir além da força de compressão suportada pelas caixas de estrutura de parede simples (Scott e Abbott, 1995, p.171).

Além das várias combinações possíveis entre papel plano e ondulado na estrutura dos papelões, é possível variar a configuração das ondas, ou seja, sua amplitude e altura. Na **Tabela 2.1**, são apresentados os tipos de onda padrão.

A onda “C” surgiu depois da “A” e da “B”, perante a necessidade de se ter um tamanho intermediário entre as ondas “A” e “B”, sendo criada para combinar as melhores vantagens dessas. A onda “C” é largamente usada em caixas destinadas a acondicionar produtos de baixo a médio peso (Scott e Abbott, 1995, p.172; Hanlon et al., 1998, p.469).

O tamanho da onda determina a espessura do papelão ondulado, sua resistência à compressão e ao esmagamento e influencia na qualidade de impressão. Considerando somente as ondas “A”, “B” e “C”, pode-se construir a seguinte escala:

- para espessura: $A > C > B$;
- para resistência à compressão e esmagamento: $A < C < B$.

Estruturas de papelão corrugado com sobreposição de ondas aumentam a resistência mecânica e a rigidez do papelão.

Tabela 2.1: Tipos usuais de ondas

Onda	Número de onda, por metro	Altura da onda, em mm
A	105 a 125	4,5 a 4,7
B	150 a 185	2,1 a 2,9
C	120 a 145	3,5 a 3,7
E	105 a 125	1,1 a 1,2

Fonte: Hartikainen, 1998, p.247.

A matéria-prima principal dos componentes (papéis plano e ondulado) que formam a estrutura do papelão ondulado é pasta celulósica. A pasta celulósica é composta essencialmente por fibras celulósicas e pode ser obtida por meio dos processos indicados na **Figura 2.2**.

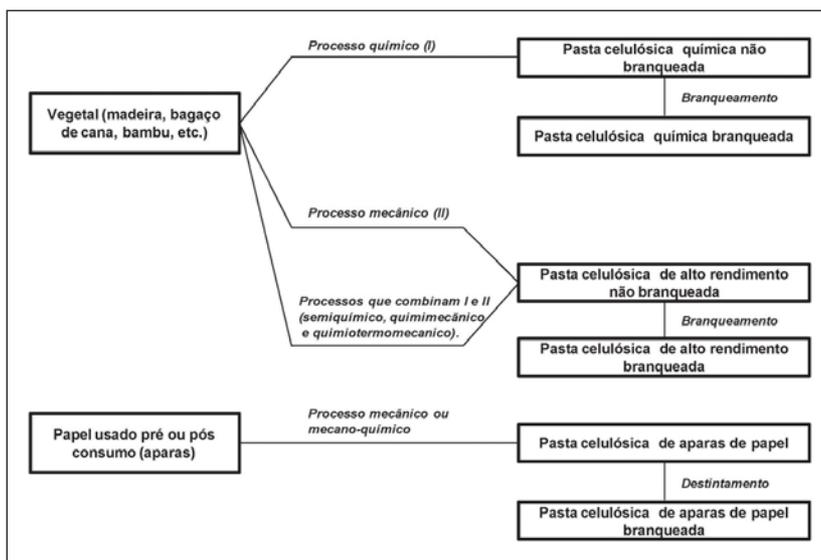


Figura 2.2: Origem e processos de obtenção de pasta celulósica.

As características das fibras celulósicas que compõem as pastas variam de acordo com o vegetal de origem. Na **Tabela 2.2**, constam parâmetros médios de alguns tipos de fibras celulósicas e a **Figura 2.3** ilustra o aspecto dessas fibras.

Tabela 2.2: Características típicas de alguns tipos de fibras

Vegetal	Comprimento da fibra(mm)	Largura da fibra(µm)	Espessura da parede(µm)
Bagaço de cana	0,82 - 3,91	11,3 - 45,6	1,43 - 15,6
Bambu	1,16 - 6,16	7,5 - 29,2	2,75 - 13,2
Eucalipto	0,70 - 1,40	11,0 - 24,8	2,00 - 8,00
<i>Pinus elliottii</i>	1,55 - 4,68	21,5 - 42,8	2,80 - 19,6

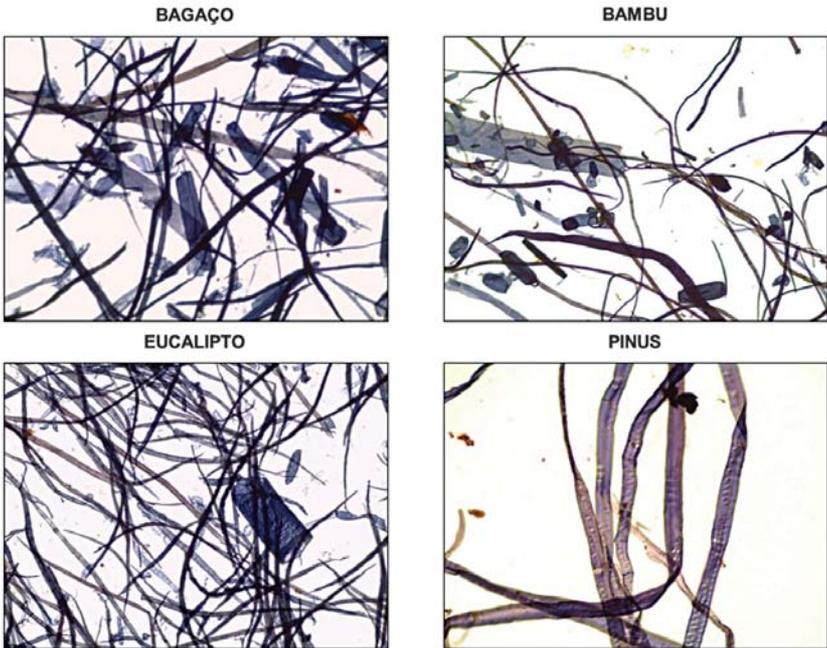


Figura 2.3: Fotomicrografias de fibras, aumento 100 vezes.

As características das fibras afetam as características do papel. Por exemplo, fibras longas, como as de madeira de coníferas (exemplo *pinus*) levam a papéis com propriedades mecânicas melhores do que aqueles manufacturados com fibras de madeira de folhosas (exemplo eucalipto). A madeira é a material fibroso mais empregado na fabricação do papel.

Os elementos estruturantes do papelão ondulado geralmente possuem a seguinte composição fibrosa (Bracelpa, 2012; Scott e Abobtt, 1995, p.171):

- papel ondulado: fibras celulósicas procedentes de *pasta semiquímica* e/ou *mecânica* e/ou *aparas*;
- papel plano escuro de primeira (*kraftliner*): papel fabricado com grande participação de *fibras celulósicas virgens*, ou seja, aquelas que nunca passaram por uma máquina de papel;

- papel plano escuro de segunda (*testliner*): papel semelhante ao papel plano escuro de primeira, porém com propriedades mecânicas inferiores e com utilização maior de **fibras celulósicas recicladas**, ou seja, aquelas que passaram pelo menos uma vez por uma máquina de papel.

Com o objetivo de melhorar a aparência externa das embalagens, é comum o papel plano escuro que fica exposto (*capa*) no papelão ondulado ter uma camada de papel branco (*white top liner*), sendo este manufaturado essencialmente com fibras celulósicas branqueadas. Ainda, quando o objetivo é melhorar a impressão, este papel branco pode conter carga mineral e ser revestido com pigmentos minerais, levando a uma superfície adequada para impressão (Kiviranta, 2000, p.66).

A **Figura 2.4** mostra dois modelos de caixa arquivo, sendo o escuro o mais usado em arquivos.



Figura 2.4: Dois modelos de caixa arquivo de papelão.

Nos papéis planos escuros externos do papelão ondulado, também podem ser aplicados diversos revestimentos para melhor adequá-lo ao seu uso final, como, por exemplo, revestimentos destinados a melhorar sua resistência à absorção de água ou à penetração de líquidos.

As possibilidades de estruturas diferentes de papelão ondulado, de ondas de diversas configurações, do uso de diversos tipos de pasta celulósica para manufatura dos papéis planos e ondulados e de revestimento dos papéis permitem ao usuário obter uma embalagem personalizada, de acordo com suas necessidades, principalmente no que concerne à resistência da embalagem. Entretanto, deve ser ressaltado que a combinação de todas estas variáveis para atender a resultados específicos não é tarefa fácil e envolve parâmetros que devem ser definidos dentro da possibilidade do material, da tecnologia disponível e de estudos de custos/benefícios.

Como são feitas as caixas de papelão ondulado

Os papelões ondulados de face simples normalmente são comercializados em bobinas e os outros tipos em chapas, como ilustra a **Figura 2.5**.



Figura 2.5: Papelões em bobinas e em chapas.

As caixas de papelão ondulado são normalmente manufaturadas a partir das chapas de papelão e o processo de produção é baseado em corte e vinco (Pichler, 2006, p.87). A maioria das caixas de papelão ondulado é vendida na forma plana para serem montadas na hora do uso. Quase todas elas possuem “juntas de fabricação” que pode ser colada com cola ou fita adesiva ou grampeada.

É possível, também, fazer caixas de papelão ondulado combinado com outros materiais, como, por exemplo, plástico.

A Fefco (Federação Europeia dos Fabricantes de Cartão Ondulado) classifica as caixas de papelão ondulado por meio de um sistema compreensivo de códigos numéricos, que são reconhecidos internacionalmente, independentes da língua. Estes códigos podem ser usados na especificação ou compra de embalagens. A norma brasileira ABNT NBR 5980 - Embalagem de Papelão Ondulado – Classificação tem por base os critérios adotados pela Fefco. A classificação existente é importante porque normaliza o entendimento e linguajar no mercado, mas não significa que não possam ser manufaturadas caixas fora dos padrões indicados.

2.2 O plástico corrugado como matéria-prima

O plástico corrugado é um material de aparência similar ao papelão corrugado (**Figura 2.6**). Ele é formado, em um único corpo, por duas lâminas planas e paralelas, unidas por meio de ranhuras longitudinais que originam os alvéolos presentes no material (Polionda, 2012).

Este material é comumente comercializado na forma de chapas de diversas cores, tamanhos, espessuras e gramaturas. Por se tratar de um material leve e de fácil manuseio, ele é empregado na confecção de placas comerciais, caixas e pastas de diferentes tamanhos e formatos, material escolar, divisórias, entre outros.

Dependendo da aplicação que se deseja dar ao plástico corrugado, podem-se construir ranhuras com diferentes formatos possibilitando a obtenção de placas mais rígidas ou superfícies mais lisas para impressão de alta qualidade. Na **Figura 2.7**, é apresentado um esquema de diferentes ranhuras empregadas na confecção de plásticos corrugados.

As ranhuras em “I” são as mais comumente encontradas no mercado; as ranhuras em “X” e “Cônicas” são empregadas para se obter superfícies mais lisas propiciando impressões de melhor qualidade; as ranhuras “Cônicas” também são indicadas para embalagens, pois conferem resistência e durabilidade ao material (Interplast, 2012).



Figura 2.6: Imagem de placas de plástico corrugado com destaque para as ranhuras que unem as faces do plástico (Kayserberg, 2012).

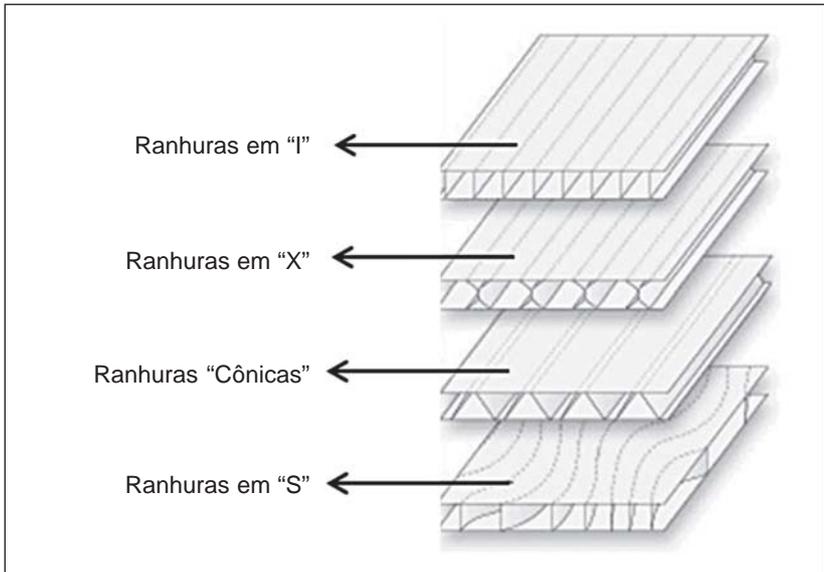


Figura 2.7: Esquema de ranhuras empregadas na confecção de plásticos corrugados (Interplast, 2012).

As principais matérias-primas empregadas na manufatura do plástico corrugado são o polipropileno e o polietileno, sendo o primeiro mais amplamente utilizado devido à sua maior estabilidade térmica, baixa densidade, resistência à fadiga, inércia química e ambiental, simplicidade de reciclagem e baixo custo de produção (Balow, 1999).

O polipropileno (PP) é um material termoplástico, ou seja, apresenta um aumento de sua maleabilidade quando aquecido e se torna rígido quando resfriado (Cowie e Arrighi, 2008, p.20). Ele é obtido através de uma reação de polimerização na qual moléculas de propeno se unem dando origem a cadeias ou moléculas poliméricas muito longas e de elevado peso molecular. As características químicas e físicas do polipropileno são determinadas pelo tipo de alinhamento das moléculas de propeno na cadeia polimérica. O controle deste alinhamento é realizado utilizando-se catalisadores na síntese polimérica. Na **Figura 2.8**, são apresentadas estruturas químicas de segmentos de polipropileno com alinhamento distintos das moléculas de propeno.

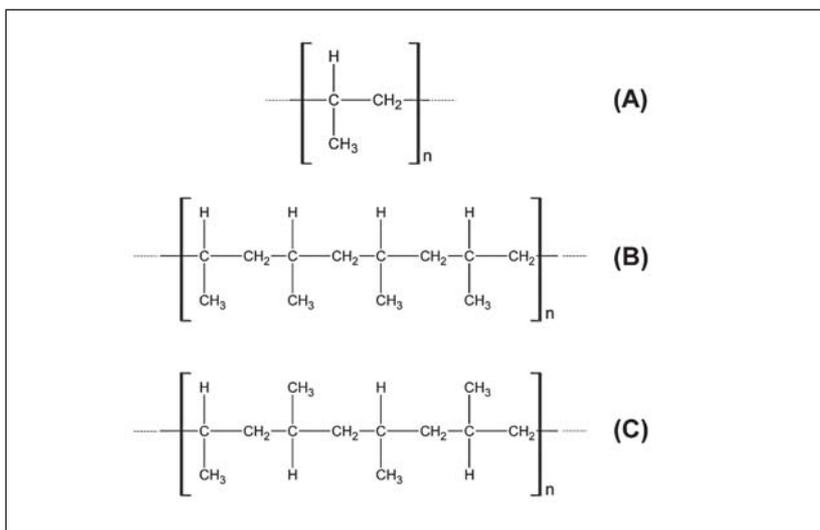


Figura 2.8: Estrutura química de segmentos de cadeia de polipropileno com alinhamentos distintos das moléculas de propeno: (A) atático, os grupos -CH_3 estão distribuídos de forma randômica ao longo da cadeia polimérica; (B) isotático, os grupos -CH_3 estão todos do mesmo lado da cadeia polimérica; e (C) sindiotático: os grupos -CH_3 se alternam ao redor da cadeia polimérica (Elias, 1997, p.2 e 36).

No processo de fabricação, o PP é produzido na forma de pequenas partículas ou esferas. Na **Figura 2.9**, é apresentado um esquema das etapas de produção do polipropileno em fase gasosa (Kissel et al., 1999). O propeno utilizado na fabricação do PP pode ser obtido, principalmente, a partir de três fontes (apresentadas a seguir em ordem de importância): do craqueamento de nafta; do processo de refinamento da gasolina; e da deshidrogenação de gás natural (Balow, 1999).

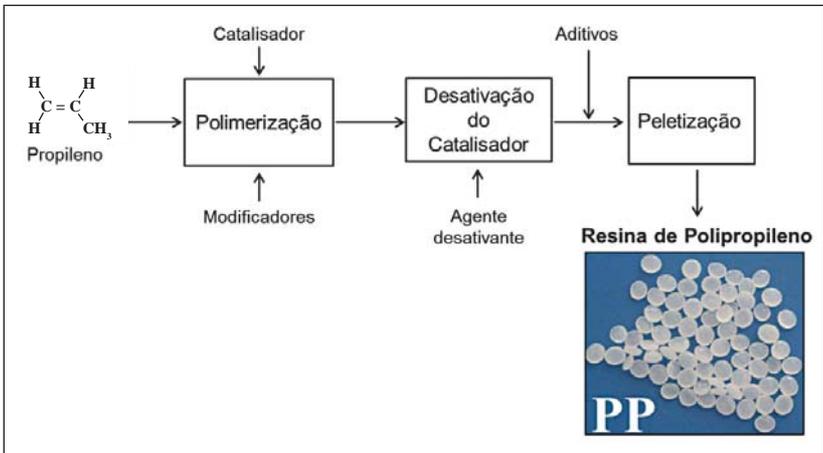


Figura 2.9: Esquema do processo de produção de polipropileno em fase gasosa (Kissel, 1999; Makerchemical, 2012).

A resina base de polipropileno pode, ainda, ser modificada para a obtenção de novos tipos de materiais, como, por exemplo:

- **plásticos reforçados ou plásticos compostos:** quando ao polímero são adicionados outros materiais para aumentar a sua resistência, por exemplo, fibra de vidro e mica;
- **plásticos expandidos:** são introduzidas células de ar, vapor de água ou gás carbônico no polímero durante a sua passagem do estado líquido para sólido. Os polímeros expandidos são extremamente leves e ótimos isolantes térmicos. O poliestireno, o poliuretano, polietileno e, mais recentemente, o polipropileno são os materiais expandidos mais utilizados em sistemas de

acolchoamento de embalagens. Questões de desempenho na proteção contra choques, vibrações, custo e escala de utilização e produção, desenho do molde, fatores estéticos, reutilização ou descarte da embalagem são alguns dos fatores que determinam a escolha de qual material deve-se utilizar no acolchoamento da embalagem.

- ***polímeros condutores e semicondutores***: poderão, no futuro, revolucionar a transmissão da corrente elétrica e a fabricação desde eletrodomésticos até computadores.

Não bastasse a enorme variedade de materiais poliméricos desenvolvidos, as propriedades físicas ou químicas de cada material podem ser alteradas pela utilização de aditivos em sua composição. Para plásticos, os aditivos mais comumente empregados são os antioxidantes (termoestabilizantes), que diminuem a velocidade das reações de oxidação do polímero evitando o seu envelhecimento (perda de características mecânicas) por ação de processamento ou utilização em temperaturas elevadas; os agentes antiestáticos; os agentes auxiliares de processo, para melhorar a maquinabilidade; lubrificantes e deslizantes, para diminuir o atrito do material pronto e facilitar processos onde seja necessário um fluxo do material fundido; antiblocantes, que alteram a adesão entre partes do material acabado; retardantes de chama e extinguidores de chama, como prevenção de alastramento de incêndios; e estabilizantes à luz ultravioleta, centros absorvedores de UV para evitar que o polímero se degrade devido a quebras na cadeia.

Além dos aditivos, as cargas formam outra classe de materiais que modificam as propriedades dos polímeros. Elas têm inúmeras aplicações, desde aumentar a massa do polímero até definir a sua coloração. Quando utilizadas, sempre interferem nas propriedades mecânicas do polímero, podendo diminuir (na maior parte das vezes) ou aumentar (mica, por exemplo) a sua resistência mecânica.

Entre os aditivos possíveis de serem utilizados em caixas arquivo, merece destaque o antiestático, importante para evitar o acúmulo de partículas de pêlos e poeira na caixa.

No Brasil, a cor dos produtos que contêm aditivos antiestáticos não está normatizada, porém, por influência dos mercados europeu e norte-americano, quase a totalidade dos produtos nacionais com aditivos antiestáticos para embalagem de produtos eletrônicos apresenta coloração rosa ou verde. A cor destes produtos é padronizada por lei ou por normas em vários países para poderem ser reconhecidos com facilidade, visto que estes aditivos são tóxicos (Sheftel, 1990).

2.3 A chapa metálica como matéria-prima

Historicamente, as embalagens de metal estão relacionadas à conservação de alimentos (Hanlon et. al., 1998, p.329). Entretanto, podem ser encontradas em arquivos caixas metálicas acondicionando documentos. O Arquivo Nacional do Brasil, criado em 1838, tem parte de seu acervo acondicionada em caixas metálicas. Apenas a partir da segunda metade do século passado passou a utilizar caixas de papelão ondulado. As caixas metálicas presentes nos arquivos são feitas de aço.

O aço é uma liga metálica formada por ferro e carbono contendo de 0,008% a 2% de carbono e certos elementos residuais provenientes do processo de fabricação (Panossian, 1993, p.281). Este aço é denominado aço-carbono. Quando os elementos residuais ultrapassam os teores considerados aceitos, ou quando se adiciona propositamente elementos ao aço, se tem o aço-liga. Os principais elementos residuais são o fósforo, enxofre, manganês e silício e os principais elementos de liga adicionados são o cobre, cromo, níquel, molibdênio, vanádio, titânio, nióbio e boro (Panossian, 1993, p.282).

Os elementos residuais interferem negativamente na qualidade do aço e os elementos de liga adicionados melhoram as características do aço. Por exemplo, a adição de cromo e níquel, em doses altas, dá origem ao aço inoxidável.

Segundo Panossian (1993, p.297), os aços podem ser classificados com base: na sua composição química; em suas características predominantes (por exemplo, aço inoxidável e aço para construção); em propriedades exigidas na sua utilização (aço comum, aço de qualida-

des especiais); no seu processo de fabricação; na forma do produto resultante (chapas, tubos, perfis).

A classificação do aço-carbono baseada em sua composição química pode ser encontrada em normas como as da SAE (*Society of Automotive Engineers* - EUA), cuja classificação é a mesma adotada pela AISI (*American Iron and Steel Institute* - EUA). No Brasil, há normas correlatas, como a ABNT NBR NM 172 - Critérios para classificação de aços e a ABNT NBR NM ISO 4948-1 - Aços - Classificação de aços não ligados e ligados.

O aço-carbono se destaca entre os metais ferrosos por apresentar excelentes propriedades mecânicas, associando, em boa parte dos casos, baixo preço com desempenho adequado. A utilização do aço-carbono está claramente associada ao uso de algum tipo de proteção, sendo comum a utilização de revestimentos orgânicos e/ou inorgânicos.

Os revestimentos metálicos aplicados ao aço têm espessuras consideravelmente menores do que as do substrato e podem ser efetuados com elementos mais nobres ou menos nobres que o substrato. Como exemplo do primeiro caso, tem-se o cobre sobre o aço, e do segundo caso, o zinco, alumínio ou cádmio sobre o aço (Panossian, 1993, p.566).

O aço também pode receber em sua superfície tintas e vernizes, que formam uma película sobre o substrato com características protetoras, além de decorativas. A tinta forma uma película opaca e o verniz uma película sólida transparente (Gnecco, 2003, p.46). O aço com revestimento superficial à base de resinas poliméricas (epóxi, poliéster) aplicadas, por exemplo, na forma sólida por meio de processo eletrostático, é o material tipicamente preferido para a manufatura de estantes e armários utilizados em arquivos e bibliotecas (NARA 1997, Rhys-Lewis, 2007; BS 5454:2000; Beck, 2000).

No uso do aço para confecção de caixas arquivo, assim como nos casos do papelão e plástico corrugados, variações no material podem ser efetuadas para atender finalidades específicas, porém a questão custo/benefício sempre deve ser considerada.

2.4 Comparação entre os materiais

De um modo geral, é desejável que os documentos textuais dos acervos arquivísticos sejam protegidos contra:

- ações mecânicas (deformação, rasgo, perfuração);
- umidade relativa incorreta;
- temperaturas altas;
- poeira;
- influência de radiação (luz e UV);
- ataque de micro-organismos e insetos;
- água;
- fogo; e
- ataque por substâncias químicas (gases e eventuais substâncias desprendidas ou migradas do invólucro).

A proteção dos documentos é uma ação conjugada de fatores, envolvendo desde o manuseio correto para seu acondicionamento dentro da caixa arquivo até as condições estruturais e ambientais do local onde a caixa será arquivada. Dentro desse contexto, é inquestionável a importância do desenho da caixa e da qualidade de seu material constituinte.

Comparando papelão corrugado, plástico corrugado e metal em relação aos anseios de profissionais do setor de preservação de arquivos brasileiros quanto às características ideais para caixas arquivo (Pedersoli, 2010), tem-se os resultados que constam nas **Tabelas 2.3 e 2.4**.

A **Tabela 2.3** foi construída a partir do perfil geral de cada material, não considerando as possíveis modificações para alterar suas características. A **Tabela 2.4** foi construída com base no conhecimento tácito da equipe envolvida no projeto. Essas tabelas são enfoques preliminares que podem ser alterados de acordo com as possíveis modificações dos materiais e/ou modelo das caixas.

A indicação dos parâmetros que devem ser controlados na caixa arquivo é o que deve nortear o controle da sua qualidade. Uma vez

definidos estes parâmetros e os métodos para sua determinação, é possível analisar as caixas arquivo fornecidas pelo mercado, elaborar especificações e desenvolver pesquisas objetivando melhorar as características das caixas.

Com relação ao desenho da caixa, é possível elaborar modelos otimizados contendo elementos considerados imprescindíveis no sistema de embalagem. Adiciona-se a isto a possibilidade de alteração dos materiais em si, como visto nos subitens **2.1** a **2.3**.

Tabela 2.3: Comparação entre materiais usados na confecção de caixas arquivo

Característica desejada	Papelão corrugado	Plástico corrugado	Metal
Resistência à perfuração	0	0	++
Resistência à tração	+	+	++
Resistência à compressão	0	0	+
Resistência a dobras	0	0	++
Resistência à água	-	++	++
Resistente ao fogo	-	-	++
Barreira à luz e UV	++	+	++
Resistente a micro-organismos e insetos	-	++	++
Impermeabilidade ao vapor de água e gases poluentes nocivos	-	++	++
Possibilidade de receber impressão ou escrita	++	++	++
Permanência ao longo do tempo ^a	-	-	++
Facilidade de limpeza da superfície	0	++	++

Notações: (-) ruim; (0) regular; (+) bom; (++) muito bom.

Notas: (a) Permanência é entendida neste trabalho como a habilidade que o material apresenta de permanecer química e fisicamente estável ao longo do tempo, ou seja, de preservar inalteradas todas suas características.

(b) As notações atribuídas a cada uma das características podem variar de acordo com modificações efetuadas nos materiais.

Tabela 2.4: Comparação entre caixas arquivo de diferentes materiais

Característica desejada	Papelão corrugado	Plástico corrugado	Metal
Baixo custo	++	++	+
Possibilidade de padronização	++	++	++
Possibilidade de modelos diferentes	++	++	++
Possibilidade de colocação de visores transparente	+	+	+
Peso baixo	++	++	0
Estabilidade estrutural	+	+	++
Estabilidade estrutural quando molhada	-	++	++
Estanqueidade ao fogo	-	-	0
Estanqueidade à água	-	-	0
Capacidade de regular microclima interno (flutuações de temperatura e umidade relativa)	-	0	0
Possibilidade de impressão externa	++	++	++
Resistência ao rasgo	0	+	++
Resistência à tração	+	+	++
Resistência à entrada de poeira	+	+	+

Notações: (-) ruim; (0) regular; (+) bom; (++) muito bom.

Nota: As notações atribuídas a cada uma das características podem variar de acordo com modificações efetuadas nos materiais e modelo da caixa arquivo.

3. Parâmetros de qualidade para caixa arquivo

Para cada uma das características desejadas para caixa arquivo e seu material, listadas nas tabelas do item 2.4, relacionou-se um ou mais parâmetros analíticos com o objetivo de permitir, de forma sistemática e reprodutível, o controle da qualidade de caixas arquivo, assim como comparações no desenvolvimento de protótipos.

Na **Tabela 3.1**, estão relacionados os parâmetros relativos aos materiais, e na **Tabela 3.2**, os referentes às caixas arquivo. Na rotina de acondicionamento de acervos em arquivos, nem sempre é necessária a análise de todos os parâmetros apresentados nessas tabelas. A escolha do que analisar depende do objetivo da caracterização. Por exemplo, no caso de seleção de caixas disponíveis no mercado, pode se restringir aos ensaios de estabilidade estrutural apresentados na **Tabela 3.2**; já no caso de desenvolvimentos de novas caixas arquivo, é importante uma caracterização envolvendo mais parâmetros das caixas e de seus materiais constituintes. Nas **Tabelas 3.1 e 3.2**, também são apresentados os objetivos da medição de cada parâmetro.

Tabela 3.1: Parâmetros para os materiais que compõem as caixas

Características desejadas	Parâmetro associado	Objetivo da medição	Papelão Corrugado	Plástico Corrugado	Metal
Resistência à perfuração	Resistência à perfuração estática e dinâmica	As caixas arquivo podem estar expostas à ação de corpos perfurantes quer no depósito ou no transporte. A aplicação do ensaio permite verificar a facilidade de perfuração e efetuar comparações inclusive entre o mesmo material.	X	X	NN ^a
	Resistência à tração a seco	Durante o manuseio, as caixas arquivo são submetidas a forças de tração que podem causar rupturas ou deformações no material, afetando o uso da caixa arquivo.	X	X	NN ^a
Resistência à tração	Resistência à tração a úmido	Em ambiente de elevada umidade relativa do ar, o papelão corrugado, que é um material higroscópico, tem sua resistência à tração comprometida, podendo acentuar os danos que eventualmente ocorrem quando as caixas arquivo são submetidas a forças de tração.	X	NN ^b	NN ^a
	Resistência à compressão de coluna	No empilhamento, manuseio e transporte, as caixas são submetidas a forças de compressão. O colapso das colunas do papelão corrugado e das ranhuras do plástico corrugado determina a carga que pode ser suportada pelo material.	X	X	NA
Resistência à compressão	Resistência ao esmagamento de onda	No empilhamento, manuseio e transporte, as caixas são submetidas a forças de compressão. O achatamento das ondas do papelão corrugado e das ranhuras do plástico corrugado influencia a espessura do material e sua rigidez, comprometendo a estrutura da caixa.	X	X	NA
	Resistência a dobras	A rigidez do material está diretamente ligada à capacidade da caixa manter sua estrutura durante empilhamento, manuseio e transporte. Na geometria usada para caixas arquivo, a rigidez é um parâmetro mais importante do que a resistência à compressão de coluna.	X	X	X
Resistência à água	Descolamento de onda	Em caso de molhamento (enchente, infiltração, etc.), o descolamento de onda leva ao colapso estrutural de caixa de papelão corrugado.	X	NA	NA
	Migração de cor	Em caso de molhamento (enchente, infiltração, etc.), a migração de substâncias coloridas do material que constitui as caixas arquivo pode contaminar seu conteúdo.	X	X	X

(continua)

Tabela 3.1: Parâmetros para os materiais que compõem as caixas (continuação)

Características desejadas	Parâmetro associado	Objetivo da medição	Papelão Corrugado	Plástico Corrugado	Metal
Barreira à luz e à radiação no UV	Transmissão de luz e de radiação no ultravioleta	Radiações na região do visível e ultravioleta transmitida através do material da caixa pode, em uma exposição prolongada, danificar documentos contidos no interior da caixa.	NN ^a	X	NN ^a
Resistência a micro-organismos e insetos	Resistência a fungos	O desenvolvimento de fungos no material pode vir a contaminar o conteúdo da caixa arquivo e o meio ambiente e pode ser prejudicial à saúde de quem tem contato com esses materiais ou ambiente.	X	X	X
	Resistência aos insetos	A facilidade do inseto se instalar no material constituinte da caixa arquivo representa um risco à integridade da caixa e de seu conteúdo, e também de levar a infestações ao ambiente.	X	X	NN ^e
Impermeabilidade ao vapor de água e gases poluentes nocivos	Capacidade de absorção de água	A absorção de água pelo papelão corrugado (material higroscópico) leva a um comprometimento da rigidez da caixa arquivo e ao aumento da umidade relativa no seu interior.	X	NN ^d	NN ^d
	Permeância ao ar	O papelão corrugado é bastante poroso e permite, mais facilmente, a passagem de gases através dele. Dentre esses pode haver alguns nocivos ao conteúdo da caixa, por exemplo, NO _x e SO ₂ .	X	NN ^d	NN ^d
Possibilidade de receber impressão ou escrita	Energia de superfície	Frequentemente, há necessidade da compra de caixas impressas. A versatilidade do material para receber diferentes tipos de impressão pode ser determinada pela medição de sua energia de superfície.	X	X	X
	Capacidade de reter escrita manual	Frequentemente, há necessidade de identificar as caixas arquivo em seu depósito e diferentes tipos de marcadores são empregados. A permanência da marcação é importante para evitar perda de rastreabilidade.	X	X	X
Permanência ao longo do tempo	Sensibilidade ao calor, radiação e umidade	Ao longo do tempo, os materiais que compõem as caixas arquivo tendem a perder suas características. Normalmente, a cinética dessas perdas é influenciada pelo calor, radiação e umidade.	X	X	X
	Resistência à corrosão	A oxidação do metal da caixa arquivo afeta a integridade da caixa. Além disso, produtos da corrosão podem contaminar o conteúdo da caixa.	NA	NA	X

(continua)

Tabela 3.1: Parâmetros para os materiais que compõem as caixas (continuação)

Características desejadas	Parâmetro associado	Objetivo da medição	Papelão Corrugado	Plástico Corrugado	Metal
Facilidade de limpeza das superfícies	Facilidade de limpeza	A aderência de partículas na superfície do material da caixa arquivo afeta a aparência da caixa, além de aumentar o risco de contaminação do seu conteúdo e do meio ambiente.	X	X	X

Notação: X - aplicável; NA - não aplicável; NN - não necessário.

Notas:

- Nas condições normais de uso atualmente empregadas nos arquivos, considerou-se desnecessária a determinação do parâmetro para este material por ele apresentar uma ordem de grandeza muito maior que dos outros materiais considerados.
- Considerou-se a determinação de resistência à tração a úmido não necessário para o plástico corrugado, porque a quantidade de água absorvida por este material é insignificante e o valor da resistência à tração a úmido pouca diferença teria em relação ao valor da tração a seco.
- Considerou-se a resistência a insetos não necessária no metal porque mesmo que haja ataque este não leva à perfuração da caixa arquivo confeccionada com esse material.
- Os parâmetros capacidade de absorção de água e permeância ao ar não são necessários para o plástico corrugado e para o metal porque estes materiais não são higroscópicos e apresentam baixa porosidade. A permeância de gases simulada com ar justifica-se pelo custo, segurança e simplicidade do ensaio. Além disso, o gás nitrogênio presente em quantidade maior no ar é inerte, deste modo não interage com o material constituinte da caixa e pode representar a pior situação da caixa em relação ao seu conteúdo.

Tabela 3.2: Parâmetros para as caixas arquivo

Característica desejada	Parâmetro associado	Objetivo
Baixo custo	Comparação de preços	Verificação de custo benéfico.
Possibilidade de padronização	Desenvolvimento de especificação	Assegurar qualidade.
Possibilidade de modelos diferentes	Projeto	Versatilidade da caixa para acondicionar diversos tipos de documentos.
Possibilidade de colocação de visores transparente	Projeto	Visualização do conteúdo das caixas.
Peso baixo	Massa da caixa vazia	Facilitar manuseio, transporte e armazenamento.
Estabilidade estrutural	Resistência à compressão Resistência à queda Desempenho em levantamento Desempenho em fadiga Desempenho em câmara úmida	Verificar o comportamento da caixa e a proteção que oferece ao seu conteúdo considerando os vários esforços e condições a que é submetida durante manuseio, transporte e armazenamento.

(continua)

Tabela 3.2: Parâmetros para as caixas arquivo *(continuação)*

Característica desejada	Parâmetro associado	Objetivo
Estanqueidade ao fogo	Exposição ao fogo	Verificar o grau de proteção oferecido pela caixa ao seu conteúdo em caso de incêndio.
Estanqueidade à água	Resistência a jato de água Resistência à imersão Resistência à chuva	Verificar o grau de proteção oferecido pela caixa ao seu conteúdo em caso de alagamento, infiltração e combate a incêndio com jato d'água.
Capacidade de regular microclima interno (flutuações de temperatura e umidade relativa)	Isolamento térmico e higrício	Verificar o grau de proteção oferecido pela caixa ao seu conteúdo frente a flutuações de temperatura e umidade relativa do ar.
Resistência à entrada de poeira	Desempenho em câmara de poeira	Verificar o grau de proteção oferecido pela caixa ao seu conteúdo em relação à entrada de poeira.
Barreira para gases poluentes	Taxa de renovação de ar na caixa arquivo	Verificar o grau de proteção oferecido pela caixa ao seu conteúdo frente à presença de gases nocivos no ambiente externo.

4. Métodos para determinação dos parâmetros de qualidade

Neste capítulo, serão apresentados os métodos para determinação dos parâmetros relacionados nas **Tabelas 3.1**, referentes a materiais e **3.2**, referentes às caixas, do capítulo anterior. No caso de materiais, serão incluídos mais três parâmetros por serem importantes na caracterização do material e influenciarem a qualidade das caixas. São eles: gramatura; espessura e emissão de compostos voláteis que não água. Este último parâmetro também é importante para caixas de metal porque elas são, normalmente, pintadas ou revestidas.

Os parâmetros referentes às características “baixo custo”, “possibilidade de padronização”, “possibilidade de modelos diferentes” e “possibilidade de colocação de visores transparentes” relacionados na **Tabela 3.2** do item anterior, não serão abordados porque dependem de desdobramentos deste trabalho além de envolver situações particulares, inclusive conjunturais.

Para indicação dos métodos analíticos, procurou-se procedimentos normalizados de larga abrangência (normas ISO) ou de entidades reconhecidas internacionalmente (por exemplo ASTM, DIN). Para busca dos métodos normalizados, foi empregado o banco de dados de normas Perinorm 2012 (maio).

Quando não encontrados procedimentos de entidades internacionais ou reconhecidas internacionalmente, indicaram-se normas brasileiras. Na falta destas, sugeriu-se o método ou indicou-se literatura pertinente.

Deve ser ressaltado que comparações entre resultados só podem ser efetuadas se o método analítico aplicado na determinação do parâmetro for o mesmo.

4.1 Parâmetros para os materiais das caixas arquivo

4.1.1 Gerais

Três parâmetros de ordem geral foram introduzidos para serem determinados no material que compõe a caixa arquivo, pois de forma indireta estão relacionadas as características desejadas pelos arquivistas. São elas: gramatura e espessura, que normalmente se relacionam com a resistência estrutural da caixa arquivo e a presença de compostos voláteis que não água, cuja presença, a priori, é indesejável por serem substâncias que podem vir a prejudicar o conteúdo da caixa arquivo e/ou e eventualmente as pessoas que lidam com ela.

4.1.1.1 Gramatura

A gramatura é a massa por unidade de área do material avaliado, sendo expressa em gramas por metro quadrado (g/m^2). Ela é obtida pela **Equação 4.1**.

$$g = \frac{m}{A} \times 10000 \quad \text{Equação 4.1}$$

onde: g = a gramatura em g/m^2 ; m = a massa do corpo de prova em gramas; e A = a área do corpo de provas em centímetro quadrados.

Para determinar a gramatura, é necessária uma balança e uma régua milimetrada. No procedimento usual, corpos de prova, no formato quadrado, são extraídos do material, pesados em balança com capacidade adequada à massa que será determinada, e medidos com régua milimetrada, sendo sua área a medida de sua aresta ao quadrado.

No caso do papelão corrugado, há procedimento normalizado para a determinação da gramatura (ISO 536 - *Paper and Board – Determination of grammage*). O papelão corrugado tem uma particularidade, em relação ao plástico corrugado e ao metal, que é a facilidade de absorver ou dessorver água, do ou para o meio ambiente, de acordo com a umidade

relativa do ar. Deste modo, sua gramatura pode variar com a umidade relativa do meio ambiente, por isso esse ensaio deve ser realizado em condições ambientais padronizadas, ou seja, $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ e $(50 \pm 2) \%$ de umidade relativa do ar (ISO 187 – *Paper, board and pulps – Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples*).

No banco de normas consultado, não foram encontradas normas para determinação de gramatura de plástico corrugado e de metal. Entretanto, o mesmo procedimento usado para o papelão corrugado pode ser aplicado a estes materiais.

Cabe ressaltar que o parâmetro gramatura é mais difundido e usado no caso do papelão corrugado, mas seu conhecimento também pode ser útil no caso dos outros materiais. Isto porque, normalmente, a gramatura está relacionada com propriedades de resistência mecânica do material e geralmente quanto maior ela, mais resistente é o material.

4.1.1.2 Espessura

A espessura é a distância entre as duas faces externas do material. Sua medida pode ser efetuada em equipamentos denominados micrômetros ou com a utilização de um paquímetro. Para os materiais em questão, ela deve ser expressa em milímetro (mm).

No caso do papelão corrugado, há procedimento normalizado para a determinação da espessura (ISO 3034 – *Corrugated fibreboard – Determination of single sheet thickness*). Neste procedimento, o equipamento usado é um micrômetro de peso morto provido de dois discos de pressão planos e paralelos, entre os quais se coloca o corpo de prova do papelão corrugado (**Figura 4.1**). Essa norma exige o condicionamento e execução do ensaio em condições ambientais normalizadas, ou seja, $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ e $(50 \pm 2) \%$ de umidade relativa do ar (ISO 187 – *Paper, board and pulps – Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples*).

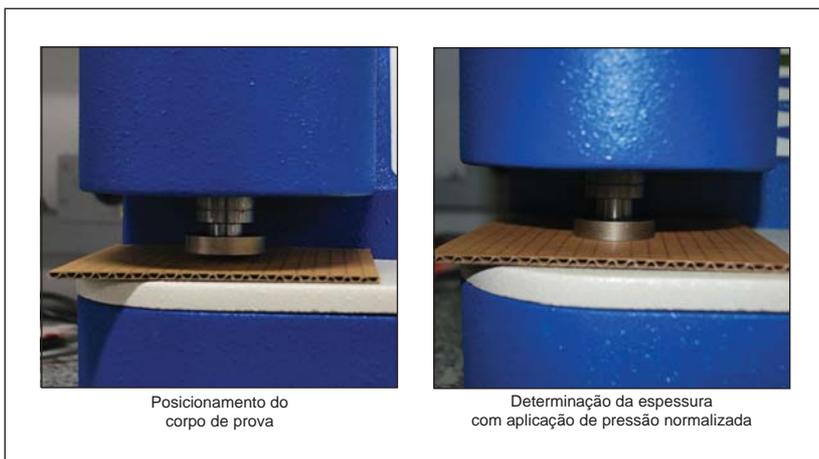


Figura 4.1: Equipamento para determinação da espessura.

No banco de normas consultado, não foram encontradas normas para determinação de espessura para plástico corrugado e metal. Entretanto, no caso de plástico, a medida pode ser feita utilizando-se um paquímetro ou pode-se aplicar o mesmo procedimento empregado para papelão corrugado. No caso do metal, pode-se empregar o paquímetro. Na **Figura 4.2**, é apresentada a imagem de um paquímetro.

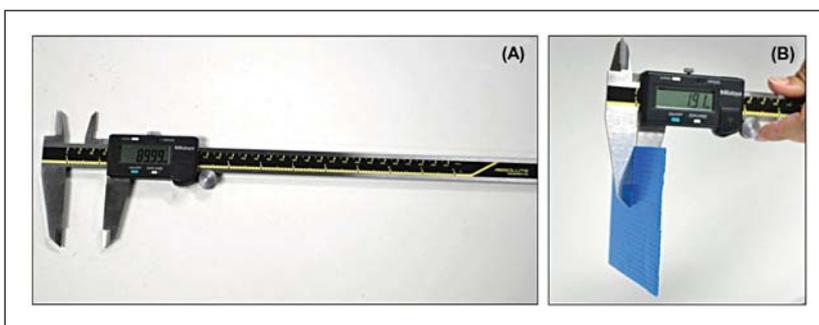


Figura 4.2: Paquímetro (A) e medição da espessura de um plástico corrugado (B).

Normalmente, a espessura de um material está relacionada à sua rigidez, sendo que quanto maior esta, mais rígido é o material. A rigidez é proporcional ao quadrado da espessura do material (Pichler, 2006, p.63).

Tanto no caso do papelão corrugado como no do plástico corrugado, a espessura é facilmente alterada por compressões. Por este motivo, nos micrômetros destinados a papelão corrugado, o valor da pressão é normalizado. No caso de medidas efetuadas com paquímetro, a sensibilidade do técnico, que está fazendo a medição, é que irá prevenir tal influência.

Tendo-se o valor da espessura e da gramatura, é possível calcular a densidade aparente do material dividindo-se a gramatura pela espessura. Neste caso, deve-se ter o valor da gramatura expresso em g/cm² e o da espessura em cm².

4.1.1.3 *Compostos voláteis que não água*

O papelão e plástico corrugados podem apresentar substâncias voláteis. Já no caso do metal, se presentes, estas substâncias estão associadas ao revestimento ou tinta na sua superfície.

Normalmente, as substâncias voláteis, que não água, pertencem à classe química denominada *orgânica* e a cromatografia gasosa se apresenta como uma técnica analítica que pode ser empregada com sucesso na determinação dessas substâncias, especialmente se esta técnica estiver acoplada à espectrometria de massas.

A cromatografia gasosa é uma técnica de separação de componentes de uma mistura gasosa, que se baseia na diferença de distribuição desses componentes entre duas fases, uma estacionária e outra móvel. A fase estacionária (denominada *coluna*) pode ser um sólido ou um sólido impregnado com um líquido pouco volátil e a fase móvel trata-se de um gás denominado gás de arraste. Considerando condições específicas de temperatura e vazão do gás de arraste, o tempo que cada componente da mistura gasosa leva para percorrer a coluna é o mesmo que ele levaria se estivesse em estado puro. Assim, o cromatograma obtido pela cromatografia gasosa apresenta tantos picos quantos forem os componentes presentes na mistura gasosa, correspondendo cada pico a uma substância específica (Mota, 1996).

A técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas identifica os componentes presentes em uma mistura. Após a

separação dos compostos no sistema cromatográfico, as moléculas que eluem da coluna são bombardeadas com um feixe de elétrons capaz de ionizá-las e fragmentá-las. A quantidade dos íons formados e o respectivo peso molecular de cada íon dão origem a picos característicos de compostos específicos. A comparação dos picos obtidos com de padrões disponíveis na literatura técnica permite identificar cada composto presente na mistura de gases.

Para recolher os compostos voláteis, emprega-se a técnica de *head-space*, que consiste no acondicionamento de uma pequena porção do material em frasco de vidro hermeticamente fechado com septo de teflon e lacre de alumínio. Este frasco é submetido a uma temperatura e a um tempo de aquecimento, pré definidos. Com o aquecimento do material, os compostos voláteis se desprendem formando uma mistura gasosa homogênea com o ar ambiente contido no frasco.

Para a análise de identificação dos compostos voláteis, a mistura gasosa é transferida, com seringa especial para gases, para o injetor do cromatógrafo acoplado ao espectrômetro de massas.

Na **Figura 4.3**, é apresentado, a título de ilustração, um cromatograma de um papel obtido pela técnica mencionada. Dos materiais voláteis presentes, o n-hexanal apresenta pico com maior intensidade em relação aos outros materiais voláteis. O n-hexanal é uma substância química de odor pungente, penetrante e desagradável, que pertence à classe dos aldeídos e produz vapor, irritante para o nariz, garganta e olhos.

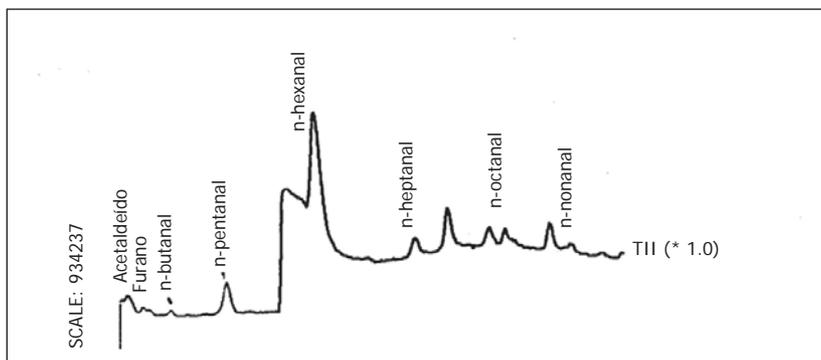


Figura 4.3: Cromatograma de um papel obtido pela técnica *head-space*.

Produtos de papel costumam apresentar compostos voláteis, muitas vezes com odores desagradáveis. Para Tice e Offen (1994), estes compostos podem proceder das seguintes fontes: matérias-primas impróprias; matérias-primas contaminadas; revestimento do papel; reações químicas que ocorrem no papel/embalagem após sua fabricação; atividades microbiológicas; tintas de impressão. Normalmente, os compostos voláteis são aldeídos, álcoois e cetonas (Söderhjelm e Eskelinen, 1985).

Deve ser ressaltado que os compostos voláteis, por serem justamente voláteis, tendem a desaparecer com o tempo.

Para a seleção de caixas para acondicionar documentos arquivísticos, é importante que o material constituinte das caixas não emita compostos voláteis prejudiciais aos seus conteúdos. Strlič et al. (2010) propuseram em seu estudo um método para avaliar este efeito. Neste método, um frasco selado contendo corpos de prova da embalagem e de material que simule seu conteúdo é colocado a 100°C durante 120 horas, após o que é determinada a propriedade de interesse.

Para arquivistas, o método proposto por Strlič et al. (2010) tem aplicação prática e direta.

O *United States Department of Transportation Code of Federal Regulations* tem um método (49CFR – Part 173.24 Apêndice B) similar ao proposto por Strlič et al. (2010). O objetivo do método é verificar a ação combinada de tempo e temperatura sobre a embalagem. Neste método, são colocadas três embalagens completas e com conteúdo em um ambiente acima de 18°C por 180 dias. Outras três em ambiente acima de 50°C por 28 dias e outras três em ambiente acima de 60°C por 14 dias. No final, observa-se perda e ganho de massa e o desempenho da embalagem em relação a parâmetros pré-definidos.

Este procedimento também pode ser aplicável para caixa arquivo, sendo interessante também acompanhar a variação da massa de seu conteúdo. O papel colocado no interior da embalagem para simular os documentos deve ter sua gramatura e seu teor de umidade determinados antes e após o ensaio. O ganho de massa do conteúdo indica absorção de voláteis; entretanto, para tirar conclusões, deve-se ter assegurado que a propriedade higroscópica do papel foi considerada na

realização do ensaio. Esta propriedade afeta diretamente sua gramatura e teor de umidades.

4.1.2 Resistência à perfuração

Os materiais possuem diferentes resistências a esforços dinâmicos ou estáticos. A ação de forças estáticas de longa duração permite que o material se acomode e resista a uma força que não resistiria caso esta fosse aplicada, por exemplo, instantaneamente. Assim, a resistência à perfuração deve ser considerada sob as perspectivas estática e dinâmica.

4.1.2.1 Resistência à perfuração estática

Trata-se da resistência do material à ruptura devido à ação continuada do contato de objeto perfurante. Para quantificar esta resistência, mede-se a força contínua necessária para que ocorra transfixação do material pelo objeto perfurante, sendo o resultado expresso em newton (N).

Normas internacionais não foram encontradas para esforços estáticos, apenas para dinâmicos. Entretanto, o IPT elaborou uma metodologia para filmes plásticos que deu origem à norma brasileira ABNT NBR 14474 – Filmes plásticos – Verificação da resistência à perfuração estática – Método de ensaio. O princípio desta norma resume-se na sustentação pelo material em teste, durante um tempo finito, de hastes de massas diferentes, mas com ponta normatizada. Após o tempo de contato, observa-se para cada haste a ocorrência ou não de transfixação. A massa da haste que perfura o material, multiplicada pela gravidade local, refere-se à resistência à perfuração estática.

A norma ABNT NBR 14474 pode ser empregada para plástico corrugado e papelão corrugado.

4.1.2.2 Resistência à perfuração dinâmica

Trata-se da resistência do material à ruptura devido ao impacto de objeto perfurante. Para quantificar esta resistência, mede-se a ener-

gia necessária para que ocorra a transfixação de um dardo de massa definida, sendo o resultado expresso em joule (J).

Para o plástico, existe um procedimento normalizado para determinação deste parâmetro (*ISO 6603-1 – Plastics – Determination of puncture impact behaviour of rigid plastics – Part 1: Non-instrumented impact testing*). O princípio desta norma resume-se no lançamento de um dardo de ponta normatizada contra o material em teste com altura de queda definida. O teste é repetido com dardos de diferentes massas impactando o corpo de prova. Observa-se a ocorrência ou não de transfixação após cada impacto.

Para o papelão, existe também procedimento normalizado (*ISO 3036 – Board – Determination of puncture resistance*), cujo princípio é semelhante ao ensaio realizado em plástico. No entanto, a ponta do dardo possui uma geometria diferente. O resultado é expresso em joule (J) que corresponde à energia necessária para a perfuração.

Para metais, o ensaio que se faria seria similar ao descrito neste item; porém, a ordem de grandeza dos esforços que causaria perfuração seria muito maior que aquela necessária para perfurar o plástico corrugado ou o papelão corrugado. Ainda, levando em conta os agentes e ações de perfuração que as caixas de arquivo estariam expostas, considerou-se este tipo de ensaio desnecessário para o metal.

4.1.3 Resistência à tração

A resistência à tração pode ser efetuada no material seco ou molhado. Dos materiais considerados, somente o papelão corrugado apresenta perda de resistência à tração quando molhado.

4.1.3.1 Resistência à tração a seco

A resistência à tração não é um parâmetro normalmente determinado em papelão ou plástico corrugado, mas, no caso, foi considerado porque pode simular a situação de segurar a caixa arquivo por uma de suas abas.

Não foi encontrado no banco de normas pesquisado procedimentos padronizados de determinação de tração especificamente para papelão. Entretanto, pode ser aplicado o método empregado para resistência à tração a seco para cartão (*ISO 1924-2 – Paper and board – Determination of tensile properties – Part 2: Constant rate of elongation method – 20 mm/min*). Neste procedimento, a resistência à tração é a força máxima de tração por unidade de largura que o material suporta antes de se romper, sendo expressa em quilonewton por metro (kN/m). Na **Figura 4.4**, são apresentadas fotos do ensaio para determinação da resistência à tração a seco para o papelão corrugado. Neste equipamento, um corpo de prova de dimensões padronizadas é alongado até a ruptura de uma das camadas constituintes do papelão, com velocidade constante de alongamento.

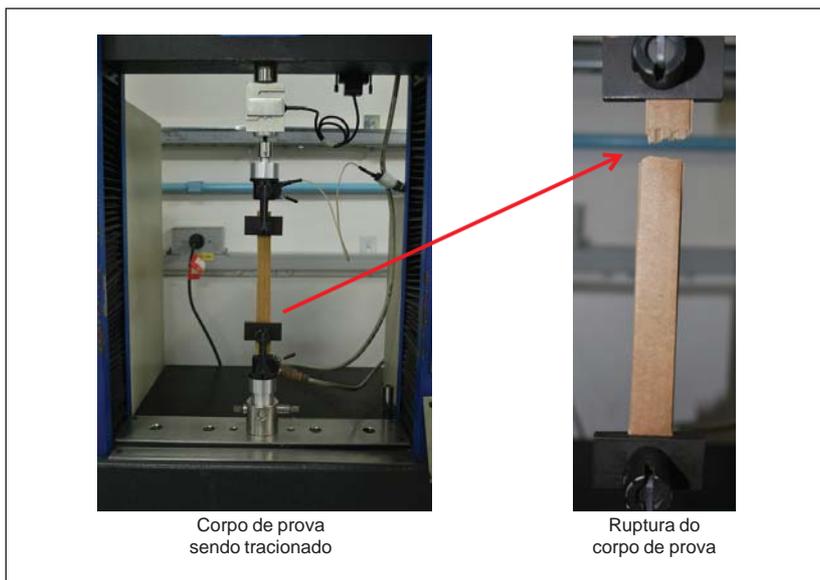


Figura 4.4: Equipamento para determinação da resistência à tração a seco de papelão.

No caso do plástico corrugado, há procedimento normalizado (*ISO 1926 – Rigid cellular plastics – Determination of tensile properties*). De acordo com este procedimento, a resistência à tração do plástico é definida como a força máxima de tração por unidade de largura e espessura que o plástico suporta antes de se romper, sendo expressa em quilopascal (kPa).

Neste procedimento, um corpo de prova de plástico com a geometria apresentada na **Figura 4.5** é submetido à tração em um equipamento semelhante ao apresentado na **Figura 4.4** e a curva de tensão x deformação é construída. A partir desta curva, pode-se determinar o valor de força máxima utilizado para o cálculo da resistência à tração.

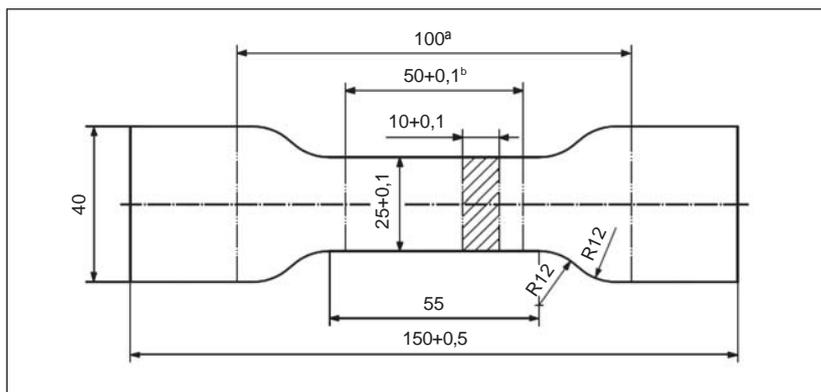


Figura 4.5: Esquema do corpo de prova para o teste de resistência à tração de plástico corrugado (ISO 1926).

As normas de plástico e de papelão corrugado apresentam definições distintas para resistência à tração e remetem a unidades de expressão diferentes, o que impede a comparação de resultados entre metodologias. Desta maneira, quando houver necessidade de realizar comparação, a mesma metodologia deve ser aplicada para os dois materiais.

Na **Figura 4.6**, são apresentadas fotos da aplicação do ensaio de resistência à tração a seco em corpos de prova de plástico corrugado seguindo-se o procedimento de cartão (ISO 1924-2). Deve ser obser-

vado que, diferentemente do papelão corrugado, o plástico apresenta um alongamento muito grande sob tensão.

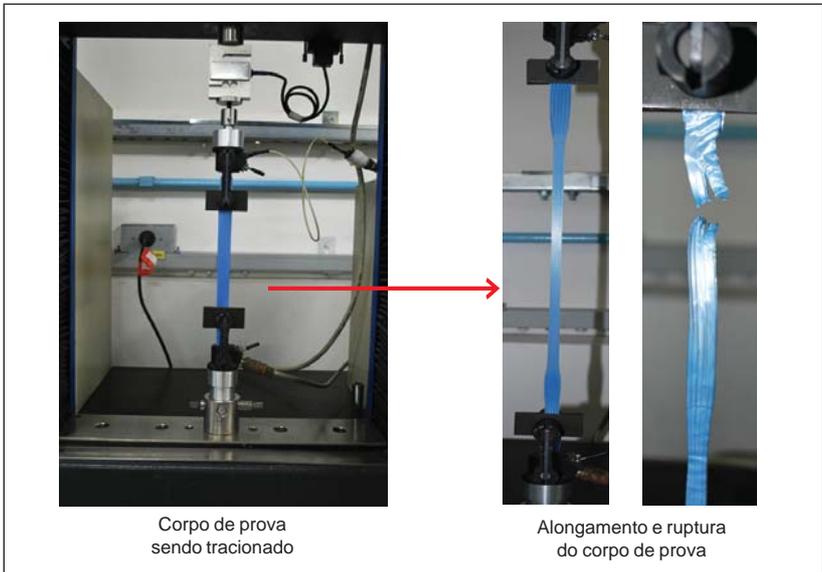


Figura 4.6: Determinação da resistência à tração a seco de plástico corrugado usando método e equipamento para papelão ondulado.

4.1.3.2 Resistência à tração a úmido

Não foram encontrados no banco de normas pesquisado procedimentos padronizados de determinação de tração a úmido especificamente para papelão. Entretanto, pode ser aplicado o método empregado para resistência à tração a úmido para papel e cartão (ISO 3781 - *Paper and board — Determination of tensile strength after immersion in water*). Conforme definido neste procedimento, a resistência à tração a úmido é a força máxima de tração por unidade de largura que o material suporta, após saturação com água, antes de se romper, sendo expressa em quilonewton por metro (kN/m).

O método para determinação da resistência à tração a úmido é similar ao discutido no item 4.1.3.1 (resistência à tração a seco); porém, antes de se realizar o tracionamento do corpo de prova, este deve ser imerso em água por tempo adequado até que ocorra sua saturação.

4.1.4 Resistência à compressão

No empilhamento, manuseio e transporte, as caixas são submetidas a forças de compressão, que podem prejudicar sua aparência e o seu conteúdo. As caixas arquivo de papelão e plástico corrugado são as que estão mais sujeitas à deformação por esse tipo de força.

O colapso das colunas no papelão corrugado e das ranhuras no plástico corrugado determina a carga que pode ser suportada pelo material.

O achatamento das ondas de papelão corrugado e das ranhuras no plástico corrugado influenciam a espessura do material e sua rigidez, comprometendo a estrutura da caixa arquivo.

4.1.4.1 Resistência à compressão de coluna

No controle da qualidade do papelão corrugado, os ensaios de resistência à compressão de coluna e o de rigidez são importantes porque estão relacionados à resistência à compressão das caixas arquivo em caso de empilhamento.

A resistência à compressão de coluna de uma chapa de papelão corrugado pode ser definida como sendo a máxima força compressiva que um corpo de prova pode suportar, antes de ser esmagado, com a força sendo aplicada em uma borda e o corpo de prova sendo sustentado na borda oposta, sob condições controladas. O resultado da determinação desse parâmetro é expresso em quilonewton por metro (kN/m).

No caso de papelão corrugado, há algumas normas destinadas a essa determinação, que diferem entre si não pelo método ou tipo de equipamento empregado, mas no formato do corpo de prova e no seu tratamento para o ensaio.

A norma *ISO 3037 - Corrugated fibreboard — Determination of edge wise crush resistance (unwaxed edge method)* emprega um corpo de prova de dimensões 100 mm x 25 mm, sem qualquer tipo de tratamento. A norma brasileira ABNT NBR 6737 – Papelão ondulado – Determinação da resistência à compressão de coluna emprega um corpo de prova de dimensões 100 mm X 60 mm, também sem qualquer

tipo de tratamento. A diferença entre essas duas normas está na dimensão do corpo de prova.

Tanto o corpo de prova da norma ISO 3037 como o da norma ABNT NBR 6737 são retangulares e quando comprimidos com carga crescente linearmente distribuída na direção do eixo das ondas, em dado momento apresenta colapso das colunas. Entretanto, o tamanho de corpo de prova da ISO 3037 favorece um sanfonamento das bordas, resultando na medida da resistência da borda e não da coluna. Já, o tamanho do corpo de prova indicado na norma ABNT NBR 6737 não permite esse sanfonamento. Desta maneira, o procedimento da norma ISO 3037 leva a valores menores que os obtidos seguindo-se o procedimento da norma ABNT NBR 6737. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) realizou um estudo para a Comissão de Estudos para Chapas de Papelão Ondulado da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre estas duas normas comprovando o comportamento mencionado (ABTCP, 2005).

A título de ilustração, é mostrado na **Figura 4.7** um equipamento para determinação da resistência à compressão de coluna. Quanto maior este parâmetro, menos sujeito está o material à deformação no sentido perpendicular às colunas.

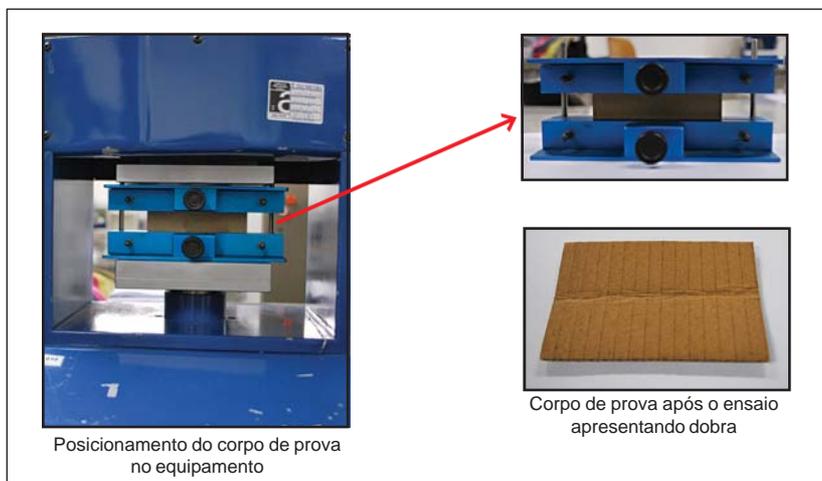


Figura 4.7: Equipamento para realização do ensaio de resistência à compressão de coluna.

No banco de normas consultado, não foi encontrado para plásticos corrugados procedimento normalizado equivalente. Entretanto, o mesmo procedimento do papelão corrugado pode ser aplicado ao plástico.

4.1.4.2 Resistência ao esmagamento de onda

Para o papelão corrugado, a resistência ao esmagamento de onda é a força de esmagamento da onda dividido pela área do corpo de prova sob as condições de ensaio. A força de esmagamento de onda é a força máxima sustentada, aplicada perpendicularmente à superfície da estrutura de onda, antes do completo colapso da estrutura, ou seja, o ponto onde as paredes da onda não suportam mais carga porque sofreram danos de compressão. O resultado de resistência ao esmagamento de onda é expresso em quilopascal (kPa).

Para a determinação da resistência ao esmagamento de onda, um corpo de prova de 100 cm² é submetido a uma força crescente aplicada perpendicularmente a sua superfície por meio de duas placas planas e paralelas de um aparelho de compressão, até que as ondas entrem em colapso. A resistência ao esmagamento (RE) é dada pela **Equação 4.2**.

$$RE = \frac{F}{A} \quad \text{Equação 4.2}$$

onde: RE = a resistência ao esmagamento em quilopascal (kPa); F = a força máxima em quilonewtons (kN); e A = a área do corpo de prova em metros quadrados (m²).

Deve ser ressaltado que, no caso do papelão corrugado, este ensaio só se aplica a papelões de onda simples e permite uma avaliação da qualidade do papel corrugado e da estabilidade da espessura (Pichler, 2006, p.64).

No caso do papelão corrugado, há procedimento normalizado para determinação do parâmetro em questão (*ISO 3035 – Corrugated fibre board – Determination of flat crush resistance*).

Para o plástico, no banco de norma pesquisado, não foi encontrado procedimento normalizado. Entretanto, pode ser aplicado o mesmo procedimento do papelão corrugado. Deve ser lembrado que o plástico corrugado não tem ondas e sim ranhuras, com diferentes formatos (ver item 2.2).

O equipamento empregado para a determinação da resistência ao esmagamento é o mesmo utilizado para determinação da resistência à compressão de coluna. Entretanto, a direção dos corpos de prova no equipamento é distinta, como mostra a **Figura 4.8**.

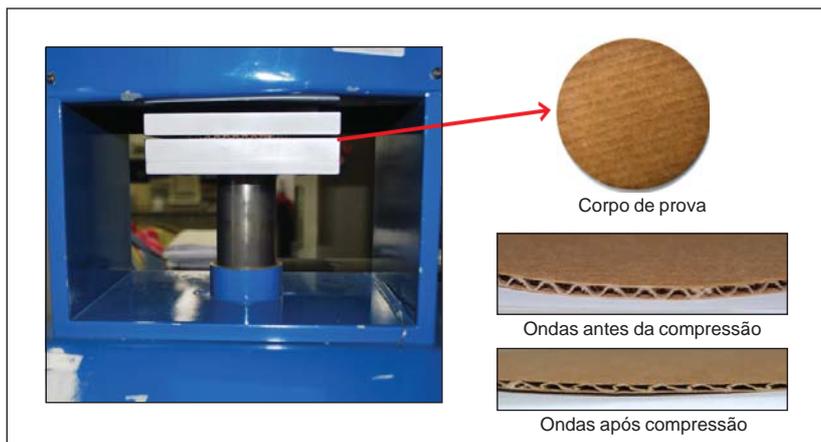


Figura 4.8: Equipamento para realização do ensaio de resistência ao esmagamento de onda.

4.1.5 Resistência a dobras

A rigidez é o parâmetro que melhor simula a resistência a dobras porque está diretamente relacionada à capacidade da caixa arquivo manter sua estrutura durante empilhamento, manuseio e transporte. Na geometria típica encontrada para caixa arquivo, a rigidez é um parâmetro mais importante que a resistência à compressão de coluna.

4.1.5.1 Rigidez

Trata-se da capacidade do material em resistir ao esforço de flexão. A quantificação da rigidez se dá pela medida do torque necessário para dobrar ou deformar o corpo de prova até um máximo admissível. A unidade de medida é o newtonmetro (N.m).

Para o papelão corrugado, um método largamente utilizado é o descrito na norma *TAPPI T836 – Bending stiffness, four point method*. De acordo com este procedimento, um corpo de prova do material é submetido a um torque crescente, sendo a rigidez determinada a partir da deflexão máxima admitida. Na **Figura 4.9**, é apresentada uma foto do equipamento empregado neste ensaio.

O método de torque por aplicação de força em quatro pontos é muito difundido para todos os materiais, mas somente é normalizado para o papelão. Ele possui duas vantagens importantes em relação a outros métodos de medida de rigidez: promove uma área significativa do corpo de prova em momento fletor constante e é bastante sensível para medição de rigidez de corpos de prova de baixa resistência à flexão.



Figura 4.9: Máquina universal de ensaios provida de dispositivo de torção por aplicação de força em quatro pontos.

Sugere-se utilizar o método de ensaio do papelão para avaliação da rigidez dos demais materiais.

4.1.6 Resistência à água

A possibilidade de deformação do material da caixa arquivo pela ação da água é significativamente maior quando este material é o papelão ondulado, já que ele é higroscópico. O descolamento das ondas é o efeito mais importante que pode ocorrer porque leva a um colapso da estrutura da caixa.

Outro aspecto importante resultante da ação da água sobre o material é a migração de substâncias do material da caixa para seu conteúdo. Neste caso, o efeito mais deletério seria a migração de substâncias coloridas.

Deste modo, foram selecionados como parâmetro de controle o descolamento da onda no caso de papelão ondulado e migração de cor, aplicável a qualquer um dos materiais considerados neste estudo.

4.1.6.1 Descolamento de onda

Este ensaio é aplicável apenas para o papelão corrugado e foi selecionado como um dos ensaios para verificar a resistência do material à água.

Para papelão corrugado, um dos métodos normalizados para determinação da resistência ao descolamento de ondas é o descrito na norma *ISO 3038 – Corrugated fiber board – Determination of the water resistance of the glue bond by immersion*. Neste procedimento, determina-se o tempo que a colagem das ondas do miolo às capas de papel resiste quando o papelão corrugado é submerso em água, sob condições específicas. O resultado é expresso em minutos (min) ou horas (h), dependendo das características do material ensaiado.

Estão disponíveis no mercado equipamentos específicos para este ensaio como o mostrado na **Figura 4.10**, mas também pode ser montado um arranjo experimental, com um recipiente estanque, um cronômetro e lastros padronizados.



Figura 4.10: Equipamento para determinação de descolamento de onda da empresa Regmed. (Regmed, 2012).

4.1.6.2 Migração de cor

O papelão corrugado, o plástico e o metal, este no caso de pintado ou revestido, pode ocasionar problemas de migração de cor.

A cor que migra do papelão corrugado se deve principalmente a compostos presentes nas fibras empregadas para sua fabricação, normalmente fibras não branqueadas, embora possa também haver migração de matizantes usados durante a sua fabricação. Já, a cor que migra do plástico corrugado se deve a corantes ou pigmentos adicionados a ele durante seu processo de fabricação e no caso dos metais a tintas ou revestimentos presentes em sua superfície.

No banco de normas pesquisado, não foram encontrados métodos normalizados para estes tipos de materiais. Deste modo, sugere-se que seja efetuado um procedimento baseado no descrito na norma *DIN EN 646 – Paper and board intended to come into contact with food stuffs – Determination of colour fastness of dye paper and board*, que é destinado a papéis que entram em contato direto com alimentos.

Nesse procedimento, uma amostra é mantida em contato com folhas de fibra de vidro que foram saturadas com um simulante e mantidas sob pressão por um tempo determinado. A coloração que a

folha de fibra de vidro adquire após contato com a amostra é avaliada comparativamente àquela que não entrou em contato com a amostra. No caso em questão, o simulante usado deve ser a água.

O procedimento sugerido, baseado na norma indicada, seria o que segue:

- cortar corpos de prova de 50 mm x 20 mm da amostra;
- imergir em água duas folhas de fibra de vidro de 70 g/m², dimensão 60 mm x 90 mm e mesma espessura. Retirar o excesso de água encostando a folha na beirada do recipiente de imersão;
- fazer a seguinte montagem de camadas: placa de vidro de 60 mm x 90 mm; folha de fibra de vidro com o lado liso para cima; corpo de prova; folha de fibra de vidro com lado liso para baixo; e placa de vidro de 60 mm x 90 mm;
- envolver o conjunto com um filme de polietileno, para prevenir que os cantos sequem;
- pressionar o conjunto com uma massa de 1 kg e manter por 48 horas a $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ protegendo contra a incidência direta de luz;
- após esse tempo, abrir o conjunto, deixar as folhas de fibra de vidro secarem ao ar livre e ao abrigo da luz;
- verificar se ocorreu a migração de substâncias coloridas comparando as folhas de fibra de vidro do ensaio com outras que passaram pelas etapas mencionadas, mas sem a amostra (prova em branco).

O procedimento sugerido consiste de uma comparação visual e o resultado deve ser manchou ou não manchou a folha de vidro, sendo a situação desejável a segunda.

4.1.7 Barreira à luz e à radiação no UV

O papelão corrugado e o metal são materiais que barram significativamente a passagem de radiações da região do visível e do ultravioleta (UV). Por outro lado, o plástico, mesmo quando colorido e contendo carga mineral, não apresenta o poder de barreira do papelão

corrugado e do metal. Deste modo, considerando que esta característica será medida apenas no plástico corrugado, definiu-se como parâmetro para representá-la a transmissão de radiação da região do visível e do ultravioleta através do material.

4.1.7.1 *Transmissão de radiação na região do visível*

No caso do plástico, para determinar a quantidade de transmissão luminosa, pode ser empregado o procedimento descrito na norma *ASTM D1003 – Standard test method for haze and luminous transmittance of transparent plastics*. Este método consiste em medições de iluminância, com e sem amostra, realizadas no intervalo de comprimento de onda do visível, de 400 nm a 780 nm. Considerando as iluminâncias obtidas sem a amostra como sendo 100%, é calculada a porcentagem de transmissão luminosa total transmitida através da amostra ensaiada.

Para a realização das medições no visível, é necessário um fotômetro e fonte de luz com espectro de emissão apropriado, que pode ser uma lâmpada de tungstênio.

Se possível, a temperatura na amostra deve ser monitorada, pois pode ocorrer alguma deformação devido à incidência da fonte de luz.

4.1.7.2 *Transmissão de radiação na região do ultravioleta (UV)*

No caso do plástico, para determinar a quantidade de radiação UV transmitida pode ser empregado o procedimento descrito na norma *ASTM D1003*. Este método consiste em medições de irradiância, com e sem amostra, realizadas no intervalo de comprimento de onda do ultravioleta de 280 nm a 400 nm. Considerando que as irradiâncias no UV obtidas sem a amostra como sendo 100 %, é calculada a porcentagem total de radiação no UV transmitida através da amostra ensaiada.

Para medições no UV, é necessário um radiômetro e uma lâmpada de xenônio ou um tubular UV para garantir o espectro de emissão apropriado.

Se possível, a temperatura na amostra deve ser monitorada, pois pode ocorrer alguma deformação devido à incidência da fonte de luz.

4.1.8 Resistência a micro-organismos e insetos

Biodeterioração é o termo empregado para designar alterações indesejáveis produzidas pela ação, direta ou indireta, de seres vivos, nos materiais em uso pelo homem. Dentre os vários grupos de organismos capazes de causar danos a materiais celulósicos, aqueles de maior importância econômica são: no grupo dos micro-organismos, os fungos; e no grupo dos insetos; as brocas de madeira e os cupins.

4.1.8.1 Resistência a fungos

Para avaliar a resistência de materiais diversos ao desenvolvimento de fungos emboloradores em condições agressivas de ambiente interno durante período definido, pode-se aplicar um procedimento baseado na norma *ASTM D3273 – Standard test method for resistance to growth of mould on the surface of interior coatings in an environment chamber*. Este procedimento emprega os seguintes equipamentos e materiais: autoclave; câmara úmida; solo (25% de turfa, não compactado); fungos emboloradores (como por exemplos, podem ser utilizados: *Aureobasidium pullulans* ATCC 9348, *Aspergillus niger* ATCC 6275 e *Penicillium sp.* 12667 ATCC 9849); painéis para servirem como testemunhas ou referências e controle das condições da câmara úmida: *Pinus sp.* (preferencialmente *P. elliottii*): 75 mm x 100 mm x 12,7 mm (superfície lisa em todas as faces, evitar excesso de resina, nós, manchas, anéis de crescimento, áreas de cerne e evidências de infestação por fungos. Secar em estufa para evitar contaminação).

O procedimento a ser seguido envolve as seguintes etapas:

- **Preparação de suspensão de esporos**

Repicar os fungos 10 a 14 dias antes da data prevista para a montagem do ensaio em tubos contendo meio de cultura inclinado (BDA - batata, dextrose e ágar).

Após esse período, preparar suspensões de esporos e para cada fungo, após contagem dos esporos, obter 30 mL de suspensão com concentração de 10^6 esporos por mL.

Juntar e homogeneizar as três suspensões para inocular na câmara.

- ***Preparação da câmara úmida***

Limpar a câmara com álcool e esterilizar o solo em autoclave por 1 hora a 127°C. Colocar o solo na bandeja da câmara e adicionar água na câmara até 1 cm acima da resistência. Manter a câmara em operação por 24 horas.

Inocular a suspensão de esporos no solo para permitir um equilíbrio no ambiente interno da câmara. Regular a temperatura e a umidade da câmara a $(32,5 \pm 1)^\circ\text{C}$ e (95 a 98)% de umidade relativa. Aguardar um período de aproximadamente 2 semanas para climatização dos fungos no interior da câmara. Durante esse período, a câmara será monitorada com placas de Petri contendo meio de cultura BDA para checar a viabilidade dos fungos no interior da câmara.

- ***Preparação dos corpos de prova***

Esterilizar os corpos de prova em autoclave a 127°C por 1 hora.

Usar luvas de plástico ou outra técnica quando manusear os painéis para evitar impressões digitais. Furar os corpos de prova em uma das bordas com pinos para suporte que podem ser utilizados para manuseio e para suspendê-los na câmara. Preparar triplicatas dos painéis.

- ***Exposição***

Pendurar os corpos de prova verticalmente nos bastões de suporte a uma altura de aproximadamente 75 mm em relação à superfície do solo. Deixar espaço suficiente entre os corpos de prova para permitir uma ventilação eficiente e prevenir contato entre as superfícies. Incluir painéis testemunhas em todos os ensaios (se a câmara estiver funcionando adequadamente, estes painéis deverão apresentar sinais de desenvolvimento de bolores em 2 ou 3 semanas; se o crescimento não ocorrer, considerar as condições da câmara insatisfatórias ou a existência de algum outro fator interferindo no ambiente; nestes casos, o ensaio deverá ser repetido).

- ***Apresentação dos resultados***

Avaliar semanalmente os corpos de prova, durante 4 semanas, de acordo com a escala apresentada na **Tabela 4.1**.

Tabela 4.1: Escala para avaliação dos corpos de prova

Descrição	Nota
Ausência de crescimento	0
Traços de crescimento	1
1 a 10% de crescimento sobre a área total do corpo de prova	2
Mais do que 10%, até 30% de crescimento sobre a área total do corpo de prova	3
Mais do que 30% até 70% de crescimento sobre a área total do corpo de prova	4
Mais do que 70% de crescimento sobre a área total do corpo de prova	5

No relatório final, apresentar os resultados obtidos para todos os corpos de prova, inclusive testemunhas.

Na **Figura 4.11**, são apresentadas imagens de microscopia óptica de um papel manchado com fungos.

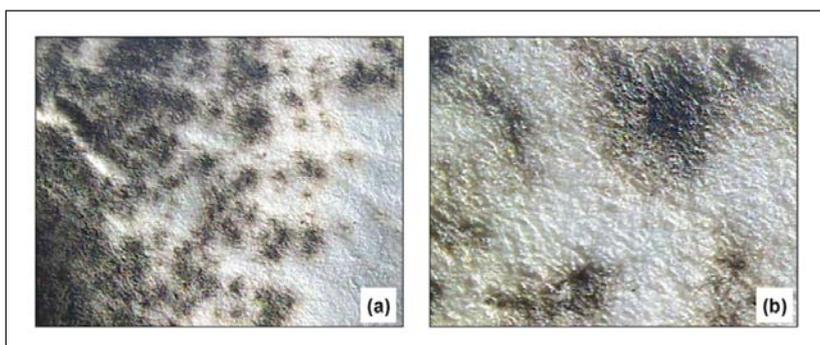


Figura 4.11: Imagens de microscopia óptica do papel manchado com aumento de (a) 8x e (b) 32x.

4.1.8.2 Resistência a insetos

Entre os insetos, destacam-se os denominados “brocas de madeira” e “cupins”.

Sob a denominação de “brocas de madeira”, encontra-se um grupo de insetos composto por milhares de espécies. O ataque por brocas de madeira se inicia quando a fêmea adulta deposita seus ovos no material. Desses ovos, eclodem as larvas que irão se alimentar daquele substrato até atingirem a fase adulta. A fase larval é a mais longa da vida do inseto e a principal responsável pelos danos causados a substratos celulósicos. Ao final da fase larval, o inseto inicia uma fase denominada de “pupa” onde ocorre a metamorfose, ou seja, a transformação em adulto. Uma vez transformados em adultos, os insetos perfuram o material celulósico e saem para o meio externo. Fora do meio celulósico, machos e fêmeas se encontram, acasalam, e as fêmeas voltam a depositar seus ovos na mesma peça ou em outra.

De modo geral, a época em que os adultos saem do material celulósico é quando, mais facilmente, percebemos o ataque. Observa-se um orifício em torno do qual, ou nas suas proximidades, encontramos acumulada uma serragem, também denominada de resíduo ou pó de broca, e que é resultante da escavação feita pelo adulto para sair do material celulósico.

Os besouros da família *Anobiidae* apresentam hábitos alimentares variados, podendo atacar sementes e caules de várias plantas, produtos manufaturados de origem vegetal ou animal, madeira, livros, etc. Espécies dos gêneros *Anobium* e *Trycorinus* são os representantes mais frequentemente encontrados atacando madeiras, enquanto que em livros e outros materiais gráficos encontramos principalmente brocas dos gêneros *Falsogastrallus* e *Trycorinus*.

Métodos padronizados para a determinação da sobrevivência de brocas de madeira em materiais celulósicos são relacionados abaixo e servem para determinar de modo indireto a resistência do material ao ataque de brocas.

- BS EN 350-1 – Durability of wood and wood-based products – Natural durability of solid wood - Part 1: Guide to the

principles of testing and classification of the natural durability of wood.

- BS EN 370: 1993 – Wood preservatives – Determination of eradicant efficacy in preventing emergence of *Anobium punctatum* (De Geer).

Os cupins são insetos sociais, isto é, formam colônias compostas por diferentes categorias de indivíduos, estão presentes principalmente nas regiões tropicais do mundo e apresentam uma grande variedade de hábitos. A sociedade dos cupins é formada por três castas: a dos reprodutores que são a única forma alada dos cupins; a casta dos soldados que é a responsável pela defesa da colônia; e a casta dos operários que é a categoria mais numerosa da sociedade e que são os responsáveis por todos os trabalhos da colônia tais como, a construção e reparos do ninho e o cuidado e a alimentação dos jovens e dos adultos das outras castas. São os operários, portanto, que atacam o material celulósico.

Na prática, os cupins são frequentemente agrupados conforme seus hábitos de nidificação. Assim, conforme o local onde a colônia se estabelece, os cupins são chamados de: cupins-de-madeira, quando a colônia se desenvolve integralmente na madeira, de cupins-de-solo, quando a colônia se desenvolve no solo e de cupins-arbóreos, quando a colônia se desenvolve sobre algum suporte, acima do solo, geralmente uma árvore.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT desenvolveu um procedimento para determinação da resistência de materiais ao ataque de cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*). Este procedimento está descrito em Lepage et al. (1980).

Neste procedimento, cilindros de vidro com pequenas aberturas nas extremidades são fixados com parafina no topo de dois corpos de prova do material que se deseja examinar, dispostos paralelamente. Dentro dos cilindros de vidro, são colocados 40 cupins, na taxa de 30 trabalhadores para um soldado. E o conjunto é mantido em câmara climática por 45 dias.

A avaliação do resultado é feita por comparação com amostras de madeira de *Pinus elliottii*, submetidas a condições de ensaio idênti-

cas (**Figura 4.12**). Ao final do teste, se determina a porcentagem de cupins mortos, duração (100 % de mortalidade pode ocorrer antes dos 45 dias) e uma graduação, que varia entre zero e quatro, que é atribuída de acordo com o dano (erosão) causado pelos cupins com a escala apresentada na **Tabela 4.2**.

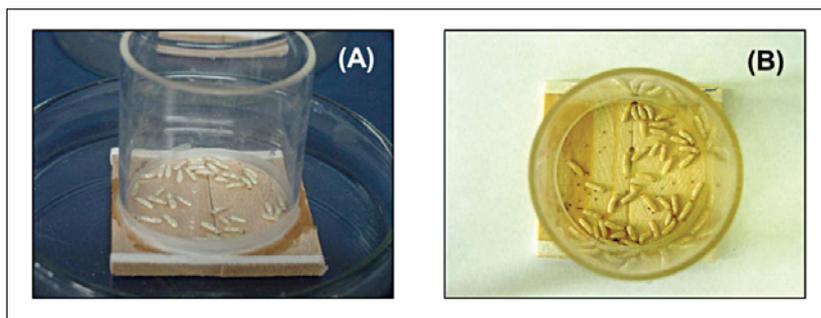


Figura 4.12: (A) vista lateral e (B) vista superior da montagem do ensaio com a madeira de *Pinus elliottii*.

Tabela 4.2: Escala para avaliação dos corpos de prova

Descrição	Nota
Nenhum dano	0
Dano superficial	1
Dano moderado	2
Dano intenso	3
Dano severo, que corresponde ou superior àquele observado para a amostra controle de <i>Pinus elliottii</i>	4

4.1.9 Impermeabilidade ao vapor de água e gases poluentes

Dos materiais considerados para caixa arquivo, o papelão corrugado é o que tem maior porosidade. Os outros materiais (plástico corrugado e metal) não inspiram preocupação quanto à impermeabilidade.

Para o papelão ondulado, como parâmetro para a impermeabilidade ao vapor de água, considerou-se que o “método Cobb” para determinação da capacidade de absorção de água traria informações de maior utilidade, no caso de caixas arquivo, do que o ensaio de transmissão de vapor (ISO 2528 – *Sheet materials – Determination of water vapour transmission rate – Gravimetric (dish) method*). Para impermeabilidade a gases poluentes, o parâmetro escolhido foi o de permeância ao ar, pelo custo, segurança e simplicidade do ensaio. Além disso, o gás nitrogênio presente em quantidade maior no ar é inerte; deste modo, não interage com o material constituinte da caixa e pode representar a pior situação da caixa em relação ao seu conteúdo.

4.1.9.1 Capacidade de absorção de água

Dos materiais considerados para caixa arquivo, o papelão é o que tem maior capacidade de absorver água. Sua matéria-prima, fibras celulósicas, é naturalmente higroscópica e forma no papel um arranjo com espaços vazios que podem ser preenchidos por líquidos. Além disto, a própria fibra pode ter espaços vazios como poros e lúmen.

A absorção de água pelas fibras celulósicas faz com que ela intumescça, sendo este fenômeno 15 a 20 vezes maior na sua direção transversal do que na longitudinal. Este fato pode causar mudanças dimensionais no papelão corrugado; além disso, a absorção de água pelas fibras celulósicas aumenta sua flexibilidade, o que afeta muitas propriedades mecânicas do papelão ondulado (Scott et al., 1995, p.116).

O procedimento largamente empregado e conhecido para determinar a capacidade de absorção de água do papelão corrugado é o descrito na norma ISO 535 – *Paper and board – Determination of water absorptiveness – Cobb method*, conhecido vulgarmente como “Método Cobb”.

No “Método Cobb”, um corpo de prova é pesado antes e imediatamente após sua exposição à água por um tempo pré-fixado, sendo o resultado do seu aumento em massa expresso em gramas por metro quadrado (g/m^2). Para esta determinação, um corpo de prova de massa conhecida é colocado sobre uma base rígida com uma superfície plana

de borracha, sobre este é depositado um cilindro oco com diâmetro interno conhecido e normalizado, dentro do qual é colocada uma quantidade específica de água, que fica em contato com o papel por tempo pré-determinado. Após este tempo, a água não absorvida é descartada, o excesso de água no papel removido e o papel pesado. Calcula-se, desse modo, a massa de água absorvida. Na **Figura 4.13**, estão fotos que ilustram a sequência de realização desse ensaio.



Figura 4.13: Sequência de realização do “Método Cobb”.

4.1.9.2 Permeância ao ar

O plástico e o metal são materiais pouco permeáveis a gases diferentemente do papelão corrugado.

No caso do papelão corrugado, a permeância ao ar depende do número, tamanho, forma e distribuição dos poros no papel; portanto, não é uma medida de porosidade. Dois materiais de mesma porosidade,

um com poros pequenos e outro com menos poros, porém mais largos, podem ter permeabilidade diferentes.

Há diversos aparelhos para se medir a permeância ao ar em papel, porém todos seguem o mesmo princípio, medindo, na realidade, a resistência à passagem de ar apresentada por um papel. Nestes aparelhos, um corpo de prova é fixado entre duas guarnições circulares ou entre uma guarnição circular e uma superfície anelar plana, de dimensões conhecidas. A pressão absoluta de ar sobre um lado da área de ensaio do corpo de prova é equivalente à pressão atmosférica e a área do outro lado do corpo de prova é submetida a uma sobrepressão. O fluxo do ar através da área de ensaio em um tempo específico é determinado (ISO 5636-1: 1984 – *Paper and board – Determination of air permeance (medium range) – Part 1: General method*).

A **Tabela 4.3** apresenta os métodos normalmente empregados para determinação da permeância ao ar.

No caso do papelão corrugado, sugere-se o método *ISO 5636-5 – Paper and board – Determination of air permeance and air resistance (medium range) – Part 5: Gurley method*, que utiliza o equipamento Gurley. Na **Figura 4.14**, é apresentada uma foto do equipamento Gurley.

Um problema que pode ocorrer na determinação da permeância ao ar de papelão corrugado é que, dependendo de sua espessura, não é possível encaixar o corpo de prova no equipamento para realização do ensaio.

Deve ser ressaltado que no ensaio aplicado a permeância se dá na capa do papelão corrugado que está sob pressão do fluxo de ar. Nas estruturas subjacentes, ocorrem outros mecanismos. Ainda, deve ser considerado que no processo de troca do ar interno da caixa com o ambiente externo, outros fatores como o fechamento da caixa têm papel fundamental.

4.1.10 Possibilidade de receber impressão e escrita

Caixas arquivos impressas podem ser desejáveis, assim como pode haver a necessidade de identificar as caixas arquivo em seus de-

Tabela 4.3: Equipamentos para medição da permeância ao ar

Métodos	Campo de aplicação	Expressão dos resultados	Norma
Shopper	Papéis e cartões tendo permeância ao ar entre 0,01 $\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$ e 100 $\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$. Não se aplica a papéis com superfície rugosa, pois não podem ser devidamente fixados para evitar escape de ar (exemplo papéis crepados).	$\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$	ISO 5636-2
Bendtsen	Papéis e cartões tendo permeância ao ar entre 0,35 $\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$ e 15 $\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$. Não se aplica a papéis com superfície rugosa, pois não podem ser devidamente fixados para evitar escape de ar (exemplo papéis crepados).	$\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$	ISO 5636-3
Sheffield	Papéis e cartões tendo permeância ao ar entre 0,02 $\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$ e 25 $\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$. Não se aplica a papéis com superfície rugosa, pois não podem ser devidamente fixados para evitar escape de ar (exemplo papéis crepados).	$\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$	ISO 5636-4
Gurley	Papéis e cartões tendo permeância ao ar entre 0,01 $\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$ e 100 $\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$. Não se aplica a papéis com superfície rugosa, pois não podem ser devidamente fixados para evitar escape de ar (exemplo papéis crepados).	$\mu\text{m}/(\text{Pa.s})$	ISO 5636-5

pósitos com escrita manual. A possibilidade de uma superfície receber impressão ou escrita está relacionada com a superfície do material e com a tinta utilizada.

Para verificar a possibilidade dos materiais das caixas arquivo receberem impressão, é sugerido um procedimento que verifica a capacidade da superfície de aderir à tinta por meio da determinação da energia de superfície do material. No caso da escrita manual, é sugerido



Figura 4.14: Equipamento Gurley

do um procedimento prático, que permite verificar a aderência da tinta na superfície do material que compõe a caixa arquivo.

4.1.10.1 *Energia de superfície*

A capacidade de uma superfície receber impressão ou escrita está diretamente ligada ao tipo de impressão escolhido, aos tipos de tintas disponíveis para cada processo de impressão e à interação entre a tinta e a superfície a ser impressa.

Atualmente, os métodos de impressão mais utilizados são: entre os convencionais *offset*, flexografia e rotogravura, e entre os digitais a eletrofotografia e a impressão *inkjet*.

Cada tipo de impressão exige tipos específicos de tintas, formuladas para serem corretamente aplicadas e terem um bom desempenho.

As tintas para impressão são compostas basicamente por pigmentos/corantes, ligantes e solventes ou óleos. Aditivos também podem ser adicionados às tintas visando obter propriedades específicas. Exemplos deles são dispersantes, ceras, agentes de secagem, biocidas e antiespumantes.

De uma maneira geral, para se conseguir boa adesão da tinta ao substrato, é necessário que a tensão superficial da tinta e a energia de superfície do substrato sejam compatíveis. A tensão superficial se refere ao grau de energia com o qual as moléculas da tinta se unem umas às outras. A energia de superfície representa o grau de energia com a qual as moléculas da superfície do substrato atraem e permitem a adesão da tinta.

Os métodos de cálculo de energia da superfície são baseados em dados de ângulo de contato formado por um líquido depositado em uma superfície sólida. O ângulo de contato (θ) entre um líquido e um sólido é formado pelas tensões interfaciais entre o líquido-vapor (γ_{LV}), sólido vapor (γ_S) e sólido-líquido (γ_{SL}), assim é definido por três fases (Wolf et al., 2006), como mostra a **Figura 4.15**. Para o cálculo da energia de superfície a partir de medições de ângulo de contato, a tensão superficial do líquido deve ser conhecida e pelo menos dois líquidos com tensões diferentes devem ser utilizados.

A força da adesão entre dois materiais depende dos mecanismos (mecânico, químico, eletrostático, dispersão, difusão) que ocorrem entre eles e da área de contato envolvida.

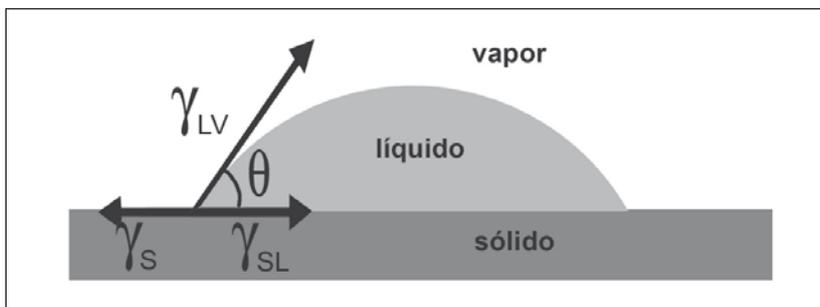


Figura 4.15: Ilustração do ângulo de contato para uma gota sobre uma superfície sólida.

O procedimento para determinação da energia da superfície é normalizado na norma *ASTM D 5725-99 – Standard Test Method for Surface Wettability and Absorbency of Sheeted Materials Using an Automated Contact Angle Tester*. Este ensaio emprega três líquidos padrões de tensão superficial e viscosidade conhecidas. A partir dos resultados de ângulo de contato, a energia da superfície é calculada, e expressa em milinewton por metro (mN/m), e a capacidade de molhamento é verificada sendo expressa como molha ou não molha.

Na **Figura 4.16**, é apresentada uma foto de um equipamento destinado à medição de ângulo de contato.

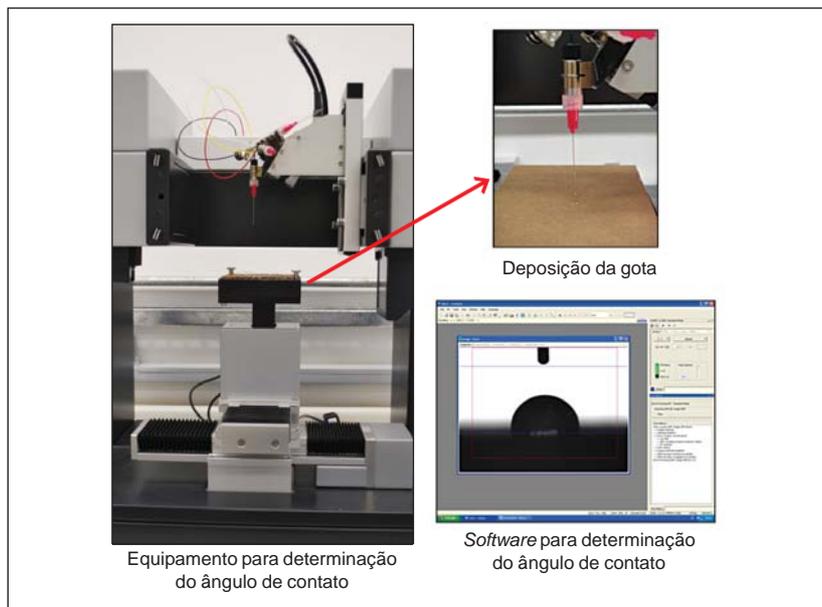


Figura 4.16: Equipamento para determinação do ângulo de contato.

4.1.10.2 Aderência da tinta da escrita manual

Para estimar a capacidade do material de receber escrita manual, normalmente com o objetivo de identificação, são efetuadas simulações empregando caneta ou canetas usadas para marcações.

A simulação consiste em fazer traçado de linhas retas em um corpo de prova do material a ser avaliado. Após a secagem da tinta, o

corpo de prova é colocado em um dispositivo como o apresentado na **Figura 4.17**. Este dispositivo é formado por:

- lápis-borracha com diâmetro da borracha de 4 mm. Deve ser usado sempre o mesmo tipo de lápis-borracha, este pode ser o lápis-borracha 7000 da Faber-Castel. Deve-se ter meio de apontar o lápis-borracha de forma que sua ponta seja uma superfície perpendicular ao eixo do lápis, com diâmetro de $(2,5 \pm 0,5)$ mm.
- um dispositivo que permite aplicar sobre a ponta do lápis-borracha uma força de meio decanewton (0,5 daN), de apoio sobre a superfície horizontal do material a ser ensaiado.

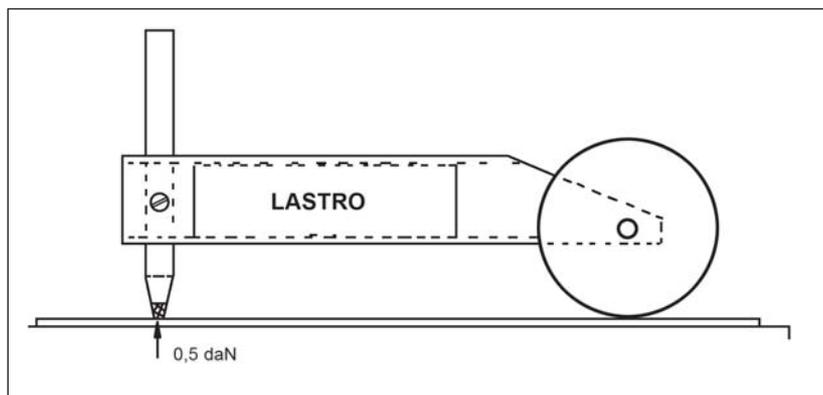


Figura 4.17: Dispositivo para determinação da resistência da tinta.

A roda do dispositivo deve ser movida de modo a permitir movimentos de vai e vem da ponta de borracha do lápis sobre a área da superfície do corpo de prova onde estão as linhas traçadas. O movimento de vai e vem, de aproximadamente 3 cm, deve ser repetido dez vezes ou o número de vezes estipulado por quem está realizando o ensaio. No final, deve-se verificar se a escrita foi removida e se ocorreu delaminação do papel.

O corpo de prova deve estar rigidamente apoiado em uma superfície plana antes o equipamento mostrado na **Figura 4.17** ser colocado sobre ele. Ainda, a ponta de borracha deve estar completamente limpa.

O resultado deste ensaio é “ocorreu remoção da tinta” ou “não ocorreu remoção da tinta”. Este teste permite observar também o desempenho da superfície do corpo de prova ao atrito.

4.1.11 Permanência ao longo do tempo

Ao longo do tempo, os materiais que compõem as caixas arquivo tendem a perder suas características, sendo que os processos que levam a esta perda são influenciados pelo calor, radiação e umidade. Deste modo, a sensibilidade dos materiais ao calor, radiação e umidade, e no caso dos metais também à corrosão, são parâmetros importantes.

4.1.11.1 Sensibilidade ao calor, radiação e umidade

Atualmente, há uma gama de ensaios que simulam o envelhecimento de um material principalmente pela ação de calor, radiação e umidade, aplicados isoladamente ou em conjunto. Há inclusive equipamentos voltados para esta finalidade e procedimentos padronizados relacionados a ele.

Para o papelão e plástico corrugados, a ação da irradiação da luz do dia e de radiação no ultravioleta, em relação ao tempo, pode ser verificada empregando os procedimentos descritos nas seguintes normas:

- *ASTM G155-05a - Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non Metallic Materials*, escolhendo uma das condições descritas na norma.
- *ASTM G154-06 - Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Non Metallic Materials*, escolhendo uma das condições descritas na norma.

Para verificar o efeito do calor e umidade, sobre o papelão e plástico corrugados, câmaras climatizadas que permitem a variação dessas variáveis podem ser usadas. Uma condição bastante empregada é a de 40°C e 90% de umidade relativa do ar. O tempo de residência nesta condição costuma variar de acordo com o objetivo do ensaio.

Porck (2000) em sua revisão apresenta diversos métodos de envelhecimento acelerado utilizados para avaliar a permanência de documentos no substrato papel e ressalta a dificuldade de prever com precisão, por meio de ensaios, a cinética de envelhecimento natural. Não obstante, o envelhecimento acelerado é útil para realizar estudos comparativos da permanência de materiais.

Tanto no ensaio de radiação como no de umidade com calor, comparam-se os corpos de prova após exposição com corpos de prova que não foram expostos. Os ensaios realizados são normalmente aqueles relacionados com aparência e resistência mecânica. Os resultados dos ensaios, quando numéricos, são expressos como porcentagem de perda.

Para o metal, a ação de irradiação tem efeito mais deletério sobre revestimentos ou tintas que estão em sua superfície e, neste caso, podem-se aplicar as normas indicadas para o papelão e o plástico corrugado e efetuar ensaios relacionados à aparência do material, antes e após a ação da radiação. Por outro lado, a ação conjunta da umidade, do calor, da salinidade e de gases presentes no meio ambiente pode causar corrosão no metal. Para verificar a resistência de metais à corrosão, pode ser empregado o procedimento normalizado indicado no item **4.1.11.2**.

4.1.11.2 Facilidade de corrosão

A utilização do aço-carbono está diretamente associada ao uso de algum tipo de proteção, sendo comum a utilização de revestimentos orgânicos e/ou inorgânicos. Um ensaio normalmente utilizado para verificar o grau de proteção do revestimento é o de exposição do material revestido à névoa salina, sob condições específicas. O procedimento para este ensaio está descrito na norma *ISO 16151 – Corrosion of metals and alloys – Accelerated cyclic tests with exposure to acidified salt spray, “dry” and “wet” conditions*.

Para aço-carbono pintado, as determinações de espessura e da aderência do revestimento também são importantes. Os procedimentos para essas determinações encontram-se descritos, respectivamente, nas normas: *ASTM B499-09 – Measurement of Coating Thicknesses by the*

Magnetic Method: Nonmagnetic Coatings on Magnetic Basis Metals e ISO 2409:2007 – Paints and Varnishes – Cross Cut Test.

No caso de aço-carbono revestido com zinco, a caracterização da camada é realizada de acordo com a norma *ASTM A90/A90M-11 – Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings.*

4.1.12 Facilidade de limpeza

Materiais que favorecem a aderência de partículas em sua superfície podem levar a mudanças da aparência das caixas arquivo, além de representar riscos de contaminação para seus conteúdos. A poeira pode também ser fonte de nutrientes para micro-organismos.

Considerando que o processo usual de limpeza em arquivos é o de aspiração, sugere-se um procedimento simplificado, que simula uma situação de limpeza pior do que a da aspiração, prevenindo deste modo uma margem de segurança em relação aos resultados encontrados.

4.1.12.1 Determinação da facilidade de limpeza

O plástico corrugado e o metal apresentam superfície mais lisa que o papelão o que facilita o processo de limpeza. Entretanto, o plástico pode, facilmente, acumular energia estática atraindo poeira para sua superfície.

Para determinar a facilidade de limpeza, sugere-se como um método prático e indicativo o seguinte procedimento:

- Em ambiente livre de corrente de ar e a $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ e $(50 \pm 2)\%$ de umidade relativa do ar, borrifar sobre um corpo de prova de 100 mm x 100 mm, de massa determinada, uma quantidade exatamente conhecida de material particulado (talco industrial, poeira padronizada, etc.), capaz de recobrir toda área do corpo de prova.

- Rolar sobre o material particulado, uma vez em cada direção, um rolete metálico ou de teflon de peso definido e de largura superior a 100 mm.
- Com o auxílio de um pincel antiestático de cerdas macias, retirar o excesso do material particulado borrifado da superfície do corpo de prova.
- Pesar o corpo de prova e determinar o aumento de massa em porcentagem, por meio da **Equação 4.3**.

$$P_t = \frac{m_{ft} - m_{it}}{m_{it}} \times 100 \quad \text{Equação 4.3}$$

onde: P_t = aumento de massa, em %; m_{ft} = massa final do corpo de prova, em g; m_{it} = massa inicial do corpo de prova, em g.

O resultado do ensaio é expresso como porcentagem de aumento de massa do corpo de prova.

4.2 Parâmetros para as caixas arquivo

4.2.1 Peso

O peso é uma característica importante das caixas arquivo, porque quanto mais leves, mais facilidade se terá em seu manuseio, transporte e armazenamento.

4.2.1.1 Determinação da massa da caixa vazia

A massa da caixa é uma medida da quantidade de material utilizado para sua confecção e é expressa em gramas (g). Para sua determinação, uma caixa vazia, porém completa com seus acessórios, é colocada sobre uma balança e sua massa é lida diretamente. Normalmente, se empregam balanças com resolução de décimo de grama.

4.2.2 Estabilidade estrutural

As caixas arquivo devem apresentar estabilidade estrutural para desempenhar de forma adequada sua função de embalagem.

Vários parâmetros cooperam para a estabilidade estrutural das caixas arquivo. A seguir, estão descritos os procedimentos para os parâmetros considerados: resistência à compressão, resistência à queda, desempenho em levantamento, desempenho em fadiga e desempenho, e ambiente úmido.

4.2.2.1 Resistência à compressão

A resistência à compressão de uma caixa está relacionada à capacidade dela resistir a um esforço vertical, tal como empilhamento.

Para determinar este parâmetro, pode-se empregar o procedimento descrito na norma *ISO 12048 – Packaging – Complete filled transport packages – Compression and stacking tests using a compression tester*. Nesse procedimento, uma caixa completa, mas sem conteúdo, é colocada entre duas placas planas e paralelas, que se aproximam com velocidade constante, e orientada segundo as condições normais de uso. O que se mede é a força máxima aplicada até o colapso da caixa, sendo o resultado do ensaio expresso em newton (N).



Na **Figura 4.18**, é apresentada uma foto de um ensaio de resistência à compressão.

Figura 4.18: Equipamento para ensaio de resistência à compressão de caixa (ASI SALES, 2012).

4.2.2.2 Resistência à queda

A resistência à queda de uma caixa está relacionada com a capacidade dela de resistir a impactos operacionais ou acidentais.

Para determinar este parâmetro, pode-se empregar o procedimento descrito na norma *ISO 2248 – Packaging – Complete filled transport packages – Vertical impact test by dropping*. Neste procedimento, define-se, considerando a massa bruta da caixa e a sua forma de movimentação, uma energia de impacto (altura) até a qual a caixa deve necessariamente resistir em caso de queda. Em seguida, uma ou mais caixas com seu conteúdo, ou com material que simula seu conteúdo, é deixada cair de posições críticas da altura definida. No final, é efetuada uma análise visual, sendo que a caixa não deve ter seu conteúdo danificado e deve continuar funcional. O resultado deste ensaio é “aprovado” ou “reprovado”. Na **Figura 4.19**, é mostrada foto de um ensaio de resistência à queda para uma caixa de papelão.



Figura 4.19: Equipamento para o ensaio de resistência à queda de uma caixa de papelão.

Em análises comparativas, é possível elaborar uma tabela de danos para caixa e seus conteúdos, que pode dar origem a uma escala de classificação indicando o que é tolerável.

4.2.2.3 Desempenho em levantamento

Esta avaliação está relacionada à adequação do fechamento e montagem da caixa ao conteúdo previsto.

Não foi encontrada norma internacional para caixas de movimentação manual. No Brasil, para este tipo de caixa há a norma ABNT NBR 9476 – Embalagem e acondicionamento – Determinação do desempenho em levantamento. No procedimento desta norma, um simulativo do produto a ser contido, com fator de segurança, é colocado na caixa a ser avaliada e faz-se o seu içamento. Observa-se a ocorrência ou não de colapso lateral, abertura de fundo e de juntas de fabricação. O resultado deste ensaio é “aprovado” ou “reprovado”. Na **Figura 4.20**, é mostrada foto de um ensaio de desempenho em levantamento para uma caixa de papelão, simulando-se o levantamento por três dedos.

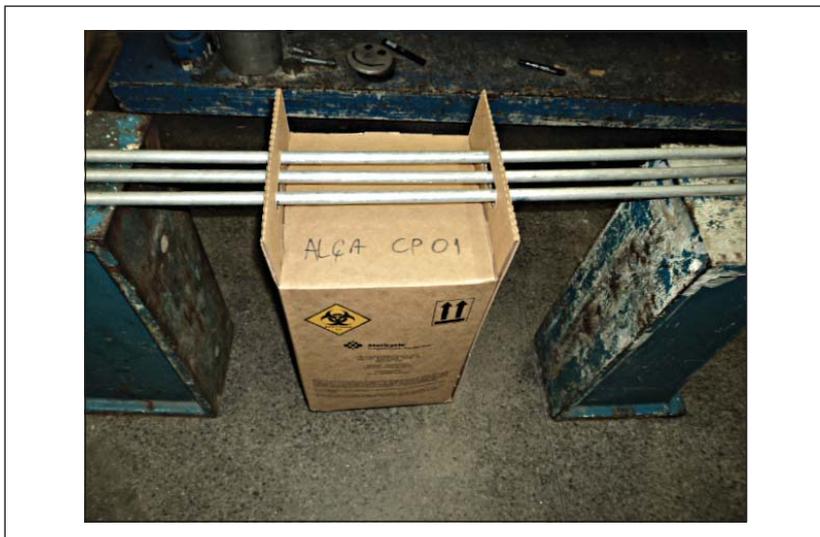


Figura 4.20: Foto do ensaio de desempenho em levantamento de caixa de papelão simulando-se o levantamento por três dedos.

4.2.2.4 Desempenho em fadiga

Esta avaliação está relacionada à durabilidade da pega, ou seja, o efeito de uso repetitivo.

Para determinar este parâmetro, pode ser aplicado o procedimento descrito na norma ABNT NBR 9476 – Embalagem e acondicionamento – Determinação do desempenho em levantamento, não havendo normas internacionais correspondentes para este procedimento. Nele, um simulativo do produto a ser contido na caixa é colocado na caixa a ser avaliada e faz-se o seu içamento com um dispositivo que simula o uso (**Figura 4.21**), e uma máquina de ensaios simula esforços repetitivos. Observa-se a ocorrência ou não de rasgamento, abertura ou outros danos. O resultado deste ensaio é “aprovado” ou “reprovado”.



Figura 4.21: Foto do ensaio de desempenho em fadiga de caixa de papelão.

4.2.2.5 Desempenho em ambiente úmido

Esta avaliação está relacionada à capacidade da caixa em manter sua estrutura adequada à contenção, mesmo em ambientes de alta umidade.

Para determinar este parâmetro, pode ser aplicada uma das condições da norma *ISO 2233 – Packaging – Complete filled transport packages and unit loads – Conditioning for testing*. No caso do Brasil, há uma norma brasileira (ABNT NBR 9468 – Embalagem e acondicio-

namento - Determinação do desempenho em exposição à umidade) que se trata de um caso particular da norma ISO 2233, focada para desempenho de embalagem acondicionada em ambientes de alta umidade. No procedimento da norma brasileira, uma amostra de caixas é colocada por período pré-definido em uma câmara com alta umidade, sem condensação. Verifica-se o desempenho qualitativo, por meio de ensaio de levantamento ou por observações visuais, e/ou o desempenho quantitativo, por meio do ensaio de resistência à compressão, por exemplo.

No caso da avaliação qualitativa, o resultado é dado por “aceitável” ou “não aceitável”. Uma lista com pontuações para graus de tolerância e gravidade de defeitos prováveis pode ser elaborada previamente para facilitar esta decisão. No caso do acompanhamento por ensaio quantitativo, o resultado é a perda de resistência, expressa em porcentagem. Na **Figura 4.22**, é mostrada foto de um ensaio de desempenho em ambiente úmido para uma caixa de papelão.



Figura 4.22: Foto do ensaio de desempenho em ambiente úmido para uma caixa de papelão.

4.2.3 Estanqueidade ao fogo

Esta característica está relacionada com o comportamento da caixa sob fogo e o grau de proteção que oferece a seu conteúdo. O parâmetro escolhido para representar esta característica foi o de desempenho em exposição ao fogo e o procedimento para sua determinação encontra-se descrito a seguir.

4.2.3.1 Desempenho em exposição ao fogo

Esta avaliação está relacionada com a capacidade da caixa proteger o conteúdo em situação de exposição ao calor excessivo e chamas. Com o resultado deste ensaio, pode-se estabelecer até quanto tempo, após iniciado o incêndio na sala em que estão as caixas arquivo, poderá ser garantida a integridade de seu conteúdo.

Para determinar este parâmetro, no Brasil, se aplica o procedimento descrito na norma ABNT NBR 9472 – Embalagem – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio. Nele, uma caixa é colocada sobre uma fogueira de hidrocarbonetos, a uma distância da chama controlada.

O método original para esta avaliação foi concebido apenas para embalagens para produtos perigosos, como definido pela ONU (ONU, 2003). No método original, mede-se o tempo até a ocorrência de uma reação do produto embalado. Dada a dificuldade da determinação da ocorrência à distância para avaliação de caixas arquivo, é conveniente expor a embalagem ao fogo por um tempo predeterminado e os eventuais danos no conteúdo e exterior da caixa arquivo. O resultado deste ensaio é “aprovado” ou “reprovado”. Na **Figura 4.23**, é apresentado um esquema da realização do ensaio de exposição ao fogo.

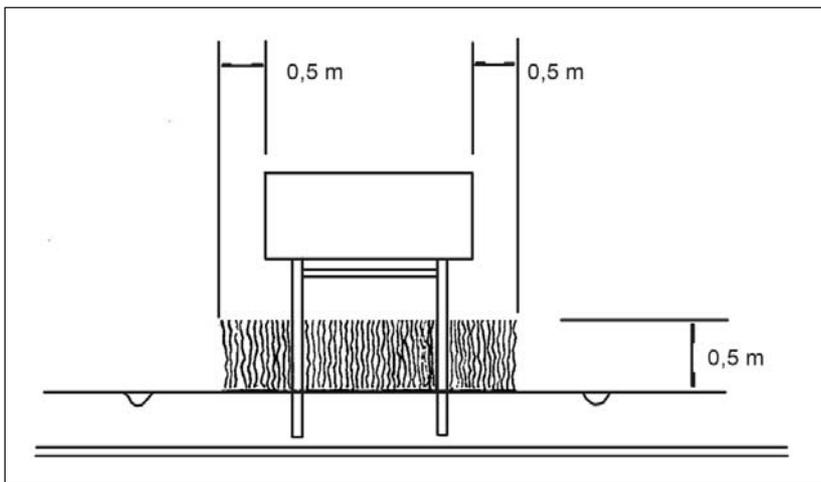


Figura 4.23: Esquema da realização do ensaio de exposição ao fogo.
[Fonte IPT-NEA 19, 1991 (2010)].

Em análises comparativas, é possível elaborar uma tabela de danos para caixa e seus conteúdos, que pode dar origem a uma escala de classificação indicando o que é tolerável.

4.2.4 Estanqueidade à água

Esta característica está relacionada com o comportamento da caixa em relação à água e o grau de proteção que ela oferece ao seu conteúdo. Três foram os parâmetros selecionados para representar situações reais: resistência ao jato de água, resistência à imersão em água e resistência à chuva.

4.2.4.1 Resistência ao jato de água

Esta avaliação está relacionada com a capacidade da embalagem em proteger o seu conteúdo e manter sua integridade estrutural quando atingida por água torrencial, como a de uma mangueira de combate a incêndio.

Para determinar este parâmetro, pode ser aplicado o procedimento descrito na norma *ISO 1496-1 Series 1 – Freight containers – Specification and testing - Part 1: General cargo containers for general purposes, Test 13 – Weather proofness*.

Esta norma foi originalmente desenvolvida para avaliação da estanqueidade de contêineres marítimos de carga, porém é aplicável a qualquer embalagem que seja exposta a jatos de água. Nele, uma caixa é preparada com indicadores de molhamento e um conteúdo simulativo. Um jato de água com vazão e pressão normatizadas é dirigido diretamente à embalagem, por um tempo determinado. Uma barreira mantém a base da embalagem em uma poça de água durante o jateamento. A embalagem não pode permitir que a água entre em contato com seu conteúdo. O resultado deste ensaio é “aprovado” ou “reprovado”.

Este ensaio permite verificar os danos estruturais sofridos pela caixa após o molhamento.

Em análises comparativas, é possível elaborar uma tabela de danos para caixa e seus conteúdos, que pode dar origem a uma escala de classificação indicando o que é tolerável.

4.2.4.2 Resistência à imersão em água

Esta avaliação está relacionada com a capacidade da embalagem em proteger o seu conteúdo e manter sua integridade estrutural quando submersa em água.

Para determinar este parâmetro, pode ser aplicado o procedimento descrito na norma *ISO 8474 - Packaging — Complete filled transport packages – Water immersion test*. Nele, uma caixa é preparada com indicadores de molhamento e um conteúdo simulativo e, após, imersa em um tanque com água, por um tempo determinado. A embalagem não pode permitir que a água entre em contato com seu conteúdo. O resultado deste ensaio é “aprovado” ou “reprovado”.

Este ensaio permite verificar os danos estruturais sofridos pela caixa após imersão em água.

Em análises comparativas, é possível elaborar uma tabela de danos para caixa e seus conteúdos, que pode dar origem a uma escala de classificação indicando o que é tolerável.

4.2.4.3 Resistência à chuva

Esta avaliação está relacionada com a capacidade da embalagem em proteger o seu conteúdo e sua integridade estrutural quando exposta ao molhamento prolongado.

Para determinar este parâmetro, pode ser aplicado o procedimento descrito na norma *ISO 2875 – Packaging – Complete filled transport packages and unit loads – Water-spray test*. Nele, a caixa é colocada sob uma cortina de água espalhada sobre sua superfície com vazão controlada, por um tempo determinado. A embalagem não pode permitir que a água entre em contato com seu conteúdo. O resultado deste ensaio é “aprovado” ou “reprovado”.

Este ensaio permite verificar os danos estruturais sofridos pela caixa após imersão em água.

Nas **Figuras 4.24 e 4.25**, são mostrados esquemas das vistas frontal e lateral do equipamento de resistência à chuva, respectivamente.

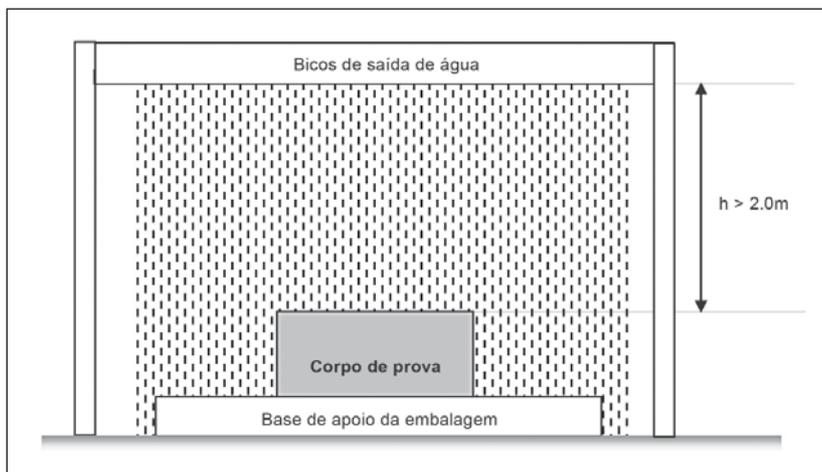


Figura 4.24: Vista frontal do equipamento para ensaio de resistência à chuva. (Fonte: IPT-NEA 14: 2006).

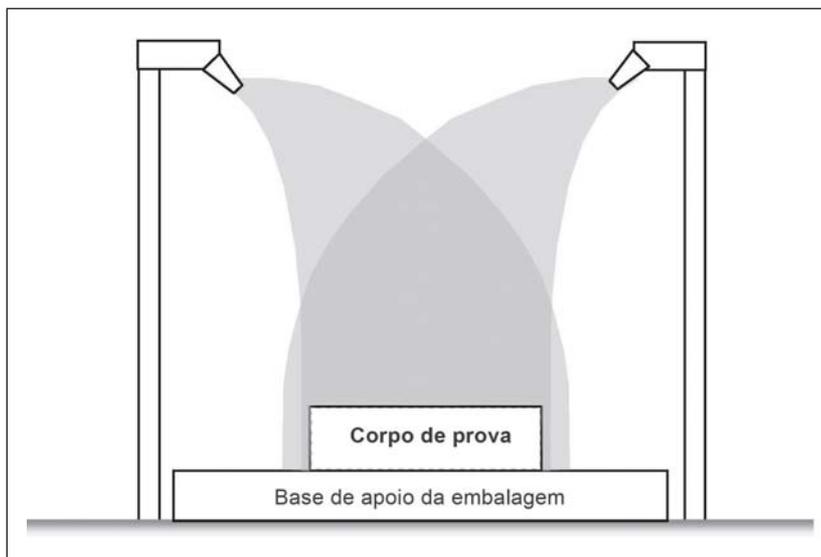


Figura 4.25: Vista lateral do equipamento para ensaio de resistência à chuva. (Fonte: IPT-NEA 14: 2006).

Em análises comparativas, é possível elaborar uma tabela de danos para caixa e seus conteúdos, que pode dar origem a uma escala de classificação indicando o que é tolerável.

4.2.5 Capacidade de regular microclima

Verificar a capacidade de proteção oferecida pela caixa arquivo ao seu conteúdo frente a flutuações de temperatura e umidade relativa do ar é um dado importante, principalmente no desenvolvimento de novos protótipos.

O parâmetro selecionado, neste caso, é a capacidade de isolamento térmico e higrício que o material apresenta cujo método de determinação é indicado a seguir.

4.2.5.1 Capacidade de isolamento térmico e higrício

Esta avaliação está relacionada com a capacidade da caixa proteger o conteúdo em situação de flutuações do ambiente externo em relação à umidade e temperatura.

Para determinar este parâmetro, pode ser aplicado o procedimento descrito na norma *ISO 2233 – Packaging – Complete filled transport packages and unit loads – Conditioning for testing*. Nele, a caixa com conteúdo é colocada em uma câmara com temperatura e umidade controladas, por um tempo determinado. Uma especificação prévia deve estabelecer estas condições. O ambiente interno da caixa deve ser monitorado por um registrador contínuo de umidade e temperatura. O resultado deste ensaio é “aprovado” ou “reprovado”.

Neste ensaio, parâmetros como coeficiente global de transmissão de calor ou curvas de equilíbrio térmico e hídrico podem ser determinados, caso desejável.

4.2.6 Resistência à entrada de poeira

Verificar o grau de proteção oferecido pela caixa ao seu conteúdo em relação à entrada de poeira é primordial, pois além da poeira poder causar alterações visuais nos documentos contidos na caixa pode carregar nutrientes para micro-organismos. O desenvolvimento de micro-organismos dentro da caixa pode afetar de modo irreversível seu conteúdo.

O parâmetro selecionado, neste caso, é o desempenho da caixa em câmara de poeira e o procedimento para sua determinação encontra-se descrito a seguir.

4.2.6.1 Desempenho em câmara de poeira

Esta avaliação está relacionada com a estanqueidade da caixa às partículas de poeira.

O método de ensaio é baseado na norma *ISO 20653 – Road vehicles – Degrees of protection (IP-Code) – Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access, Section 8.3.1*. Esta norma foi desenvolvida para avaliar a proteção de circuitos eletrônicos embarcados em veículos à poeira. O mesmo método, porém, é aplicável para avaliar a proteção das embalagens à poeira.

A caixa é colocada em uma câmara com talco seco normalizado e turbilhamento de ar, por um tempo determinado. A embalagem não pode permitir entrada do talco. O resultado deste ensaio é “aprovado” ou “reprovado”.

Em análises comparativas, é possível elaborar uma escala de classificação de qualidade com base na quantidade de talco que entrou na caixa.

4.2.7 Barreira para gases poluentes

As caixas arquivo constituem barreiras protetoras para seus conteúdos. Entretanto, quando se consideram substâncias na fase gasosa, a determinação da eficiência da proteção não é tarefa fácil. A seguir, sugere-se um procedimento que considera apenas a taxa de renovação do ar dentro da caixa e parte do princípio que não há interação das substâncias gasosas com os materiais das caixas.

4.2.7.1 Determinação da taxa de renovação de ar na caixa arquivo

A taxa de renovação ou número de trocas de ar em um ambiente ou recipiente indica o número de vezes que o volume de ar desse ambiente ou recipiente é trocado por unidade de tempo. Essa taxa é determinada pela razão entre a vazão de ar através do invólucro ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ou $\text{m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$) e o volume interno do recipiente (m^3), sendo, assim, expressa em unidades de recíproco de tempo (h^{-1} ; dia^{-1}). Uma taxa de renovação de ar de 10 dia^{-1} significa que o volume de ar do recipiente em questão é renovado 10 vezes por dia.

A taxa de renovação de ar é um parâmetro associado ao *design* e aos materiais do invólucro e é determinante para seu desempenho higrométrico e eficiência contra a infiltração de poluentes do ar externo. Ela depende também das condições externas de circulação do ar, temperatura ambiente, etc.

Sua medição é feita tipicamente através de técnicas que quantificam a diluição de gases marcadores (*ASTM E741-11 Standard Test*

Method for Determining Air Change in a Single Zone by Means of a Tracer Gas Dilution). O recipiente é saturado com um gás marcador (por exemplo, CO₂) e a diminuição da concentração desse gás em seu interior é continuamente medida sob temperatura constante.

No setor do patrimônio cultural, medições de taxas de renovação de ar têm sido feitas para avaliar o desempenho de vitrines e molduras (Thickett et al., 2007, p.245-251; López-Aparicio et al., 2010, p. 59-70; Ankersmit et al., 2011, p.1-9). Os resultados confirmam que invólucros com baixas taxas de renovação de ar reduzem significativamente a infiltração de poluentes externos e atenuam expressivamente as flutuações de umidade relativa do ambiente externo em seu interior. Tal característica, por outro lado, implica um maior acúmulo de poluentes eventualmente gerados no interior do invólucro. No caso de documentos arquivísticos, por exemplo, esses poluentes incluem produtos de degradação voláteis como ácidos orgânicos e peróxidos emitidos pelo papel (em particular o de pasta mecânica), que podem contribuir para acelerar a degradação dos próprios documentos.

Ambientes hermeticamente fechados contendo materiais higroscópicos também podem desenvolver gradientes significativos de umidade relativa (e, conseqüentemente, possíveis problemas de condensação e mofo) se expostos a gradientes de temperatura. A caracterização da taxa de renovação de ar é, portanto, importante para se estimar a magnitude dos efeitos descritos acima e dos riscos associados a diferentes tipos de invólucros e conteúdos.

No caso específico de caixas arquivo, estudos recentes indicam que a concentração de compostos orgânicos voláteis emitidos pelos documentos é tipicamente muito superior à concentração de poluentes externos medida no interior da caixa (Fenech et al., 2010, p.2067-2073). Caixas dotadas de aberturas (ou seja, com taxas de renovação de ar superiores) retêm menos poluentes internos. Os autores recomendam a utilização de revestimento alcalino interno para a absorção de ácidos orgânicos voláteis gerados pela degradação natural dos documentos contidos em caixas arquivo (Papervoc Project, 2012). Para os modelos de caixa arquivo atualmente disponíveis, espera-se que suas taxas de renovação de ar sejam elevadas devido à existência de frestas e abertu-

ras de dimensões relativamente grandes e, no caso das caixas de papelão, à permeabilidade do material ao ar. De qualquer forma, é importante a inclusão deste parâmetro para uma avaliação comparativa dos modelos e materiais existentes e para o desenvolvimento de novos modelos de caixa arquivo.

4.3 Tabela Resumo

No **Anexo A**, encontram-se as **Tabelas A.1** e **A.2**, que resumem, respectivamente, para os materiais papelão e plástico corrugados e metal e para caixas arquivo, os métodos sugeridos para determinação dos parâmetros de qualidade definidos neste item 4.

5. O mercado brasileiro de caixas arquivo

5.1 Caixas de papelão corrugado

A produção de chapas de papelão corrugado, matéria-prima para confecção de caixas arquivo, tem crescido anualmente no Brasil. Em 2010, a produção foi por volta de três milhões de toneladas de chapas de papelão corrugado, equivalendo a seis bilhões de metros quadrados de chapas com gramatura média por volta de 500 g/m² (ABPO, 2011, p.11).

A **Tabela 5.1** apresenta a distribuição da expedição de caixas e acessórios de papelão corrugado no ano de 2010 por categoria industrial e a **Tabela 5.2**, a distribuição de produção por tipo de onda.

Tabela 5.1: Distribuição de caixas e acessórios de papelão corrugado por categoria industrial - ano 2010 (ABPO, 2011, p.15)

Categoria industrial	Porcentagem (%)
Produtos alimentícios	43,60
Químicos e derivados	9,09
Horticultura, floricultura e fruticultura	7,02
Diversos	5,37
Produtos farmacêuticos, perfumaria e cosméticos	5,28
Avicultura	4,72
Têxteis, vestuários, couros e calçados, em geral	4,24
Bebidas	3,75
Produtos plásticos e borracha	2,95
Material elétrico e de comunicação	2,81
Vidros e cerâmica	2,35
Papel e papelão	2,34
Fumos	2,27
Metalúrgica	2,21
Madeira e mobiliários	1,26
Mecânica	0,41
Materiais e transporte	0,32
Total	100,00

Tabela 5.2: Produção por tipo de onda - ano 2010 (ABPO, 2011, p.12)

Tipo de onda	Porcentagem (%)
B	39,17
C	29,49
B e C	17,16
A e C	9,60
E e C	2,94
E	1,39
B e E	0,13
B, C e E	0,13
A	0,01

As caixas arquivo enquadram-se na categoria *Diversos* da **Tabela 5.1** e, na **Tabela 5.2**, preferencialmente no tipo de onda C.

Segundo a Associação Brasileira de Papelão Ondulado - ABPO, o Brasil possui 150 fabricantes de chapas de papelão ondulado e 181 cartonagens, porém nem todas as entidades estão associadas a ela. Entende-se por fabricante como aquele que possui máquina ondulateira e que, portanto, tem condições de produzir chapas de papelão ondulado e entende-se por cartonagem como aquela que adquire a chapa de papelão ondulado e a transforma em embalagem (ABPO, 2012a). Nas **Figuras 5.1** e **5.2**, têm-se, respectivamente, a distribuição dos fabricantes de chapas de papelão ondulado e das cartonagens nos estados brasileiros (ABPO, 2012b).

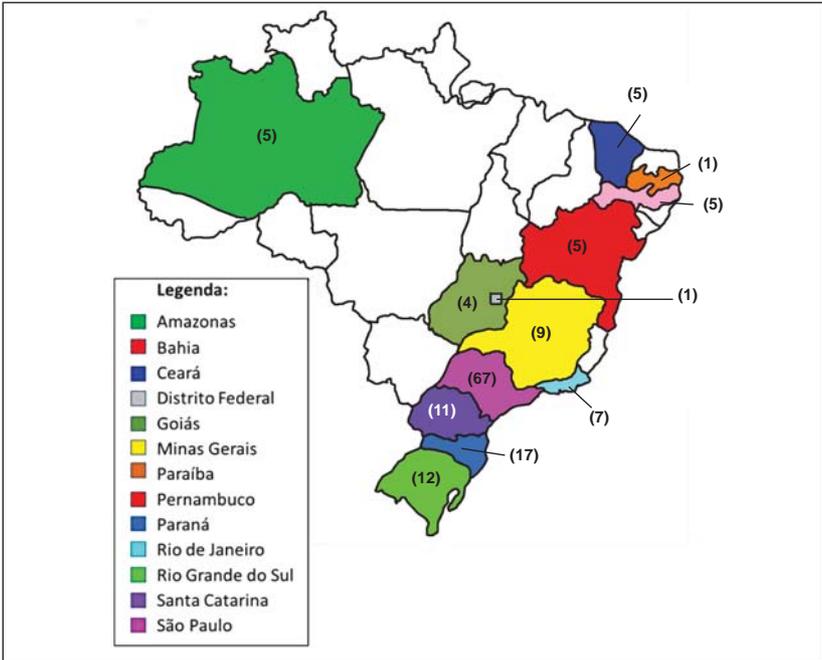


Figura 5.1: Número de fabricantes de chapas de papelão corrugado por estado.

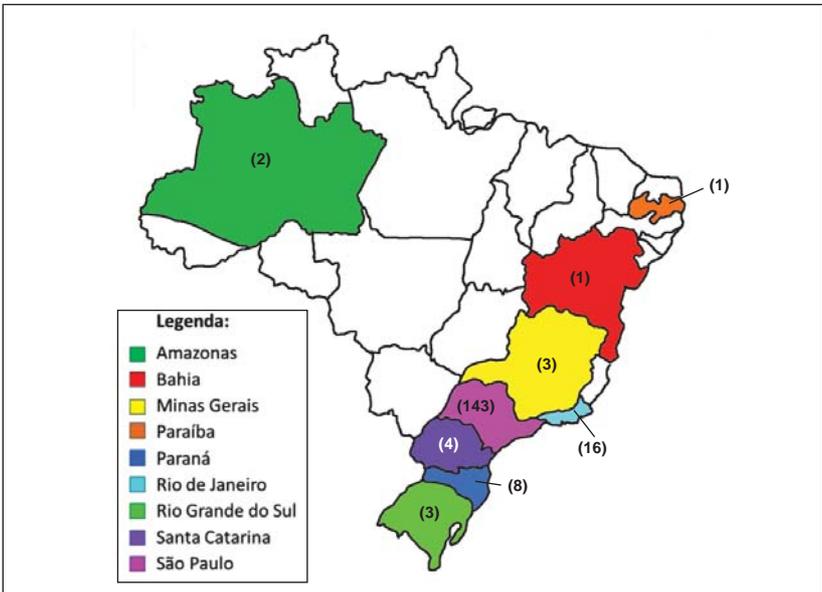


Figura 5.2: Número de cartonagens por estado.

Alguns fabricantes de chapas de papelão ondulado apresentam gráfica e cartonagem integrados à fabricação das chapas. Segundo a ABPO, tanto fabricantes como cartonagens podem ser parceiros no desenvolvimento de protótipos e têm possibilidade de dar assistência técnica.

5.2 Caixas de plástico corrugado

O setor de plástico pode ser dividido em diversas categorias de acordo com o tipo de material produzido; com a aplicação do produto; com o tipo de resina empregada; com o processo de produção; entre outros. Por se tratar de um mercado complexo com diferentes segmentos e inúmeras possibilidades de agrupamentos, a Associação Brasileira de Indústria do Plástico - ABIPLAST não dispõe de dados específicos para produção de chapas de plástico corrugado de polipropileno (material empregado na fabricação de caixas arquivo) e de suas caixas. Por este motivo, serão apresentados nesta seção dados gerais do setor que englobam estas atividades.

De acordo com a ABIPLAST, a produção de chapas de plástico corrugado e a fabricação de caixas arquivo podem ser enquadradas nos setores de laminados e embalagens, respectivamente, e corresponderiam a cerca de 0,5% destes setores (ABIPLAST, 2012). Não há disponível no material fornecido pela ABIPLAST dados de produção (toneladas/ano) destes setores. Por outro lado, têm-se a quantidade produzida em toneladas para caixas, caixotes engradados ou artigos semelhantes de plástico, para embalagens, referente ao ano de 2009, que foi de 144 750 toneladas (ABIPLAST, 2012). Neste valor, estão incluídas embalagens flexíveis e rígidas.

Segundo estatísticas mais recentes, de 2010, o Brasil possui 380 empresas fabricantes de plásticos laminados, sendo estimado que dentro destas no máximo 2% correspondem a fabricantes de polipropileno corrugado. Neste mesmo ano, os fabricantes de embalagens plásticas totalizavam 3 215 empresas (ABIPLAST, 2010, p.5). A distribuição destas empresas nos estados brasileiros é apresentada, respectivamente, nas **Figuras 5.3 e 5.4** (ABIPLAST, 2010, p.5). Cabe ressaltar que a empresa fabricante de embalagem de polipropileno corrugado adquire a chapa para confecção de seus produtos do fabricante de chapas, o qual também pode produzir embalagens.

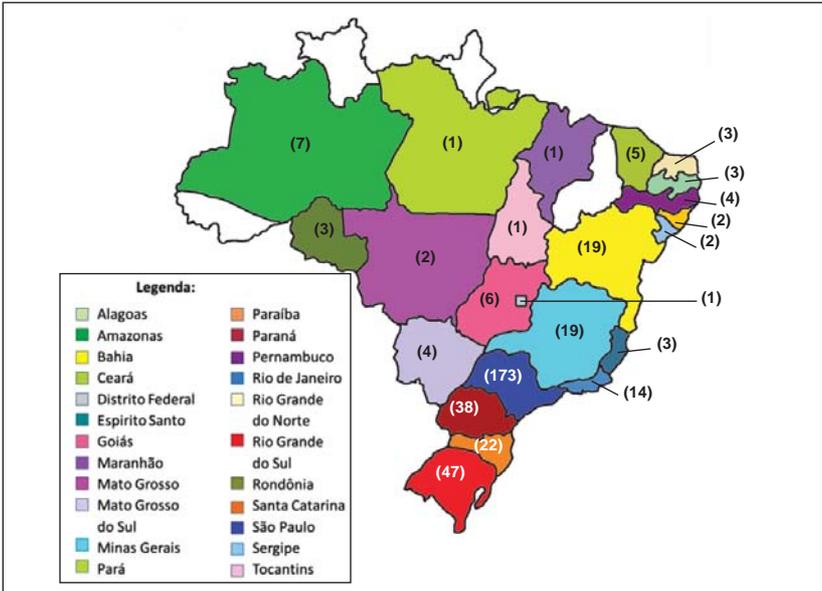


Figura 5.3: Número de empresas fabricantes de plástico laminado por estado.

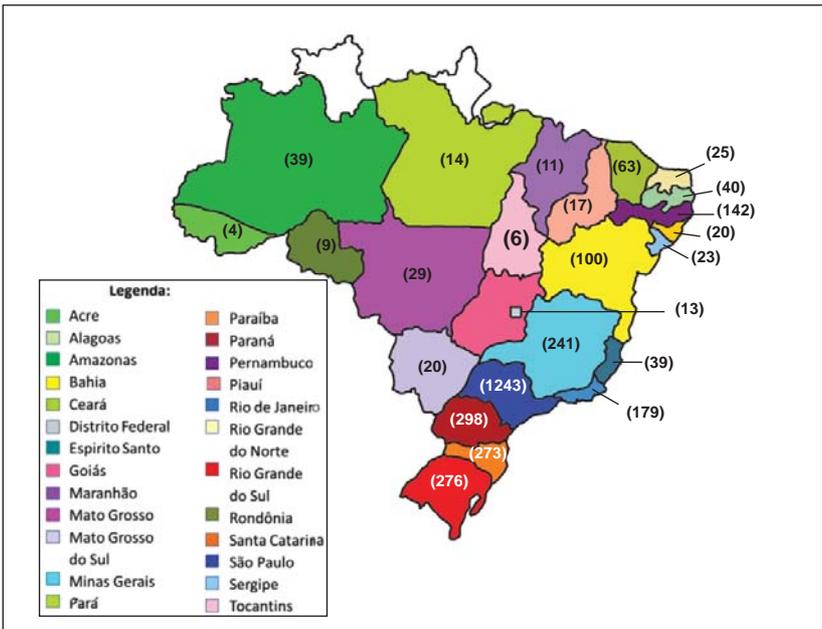


Figura 5.4: Número de empresas fabricantes de embalagens plásticas por estado.

Enfocando a segmentação do mercado de transformados de plástico por aplicação, têm-se os dados apresentados na **Tabela 5.3**. Desta

Tabela 5.3: Segmentação do mercado de transformados plásticos por aplicação (ABIPLAST, 2010, p.9)

Segmentação por aplicação	Tipos de produtos	Porcentagem (%)
Agrícola	PEBD e PEBDL - lonas, sacaria, tampas, tubos, mangueiras PEAD - frascos, bombonas, tampas, potes, tubos, caixas; PP - sacarias, tecidos técnicos	4,1
Alimentício	PP - bobinas, potes, tampas, <i>big bags</i> , frascos garrafas, garrafões, galões PEBD e PEBDL - <i>liners</i> , rótulos, sacaria, <i>shrink</i> , tampas, frascos PEAD - baldes, caixas, tampas, potes, bombonas EVA - <i>liners</i> , adesivos	25,9
Automobilístico	PEAD - tanques, peças técnicas PP - revestimento interno de veículos, para-choques; para-lamas, painéis	1,4
Brinquedos	PS - brinquedos	0,1
Construção civil	PEBD e PEBDL – lonas, sacarias, tubos PEAD - chapas, perfis, tubos e caixas d'água PVC - tubos, perfis, conexões, mangueiras, pisos	14,6
Cosméticos/ Farmacêuticos	PEAD - tampas potes, frascos	2,2
Eletrodomésticos	Componentes para eletroeletrônicos	2,3
Embalagens diversas	PEAD - frascos, tanques, baldes e bombonas para química PET - vasilhames	14,5
Higiene e limpeza	PEBD/PEBDL/PEAD – bobinas técnicas, capa fardos, <i>shrink</i> , tampas, frascos PP - frascos, fibra para fraldas e absorventes	7,7
Utilidades domésticas	PP - caixas e utilidades domésticas PS - descartáveis	9,7
Outras	- X -	15,6

Legenda: EVA = etileno-acetato de vinila; PEAD = polietileno de alta densidade; PEBD = polietileno de baixa densidade; PEBDL = polietileno linear de baixa densidade; PP = polipropileno; PS = poliestireno; PVC = poli(cloreto de vinila); PET = poli(tereftalato de etila).

tabela, verifica-se que as caixas arquivo de polipropileno corrugado não estão sequer enquadradas no item embalagem. Nesta tabela, assume-se que estariam em “utilidades domésticas” representando uma porcentagem, provavelmente muito pequena dos 9,7%.

5.3 Caixas de metal

O setor de produção de aço brasileiro engloba vinte e oito usinas, sendo que treze são integradas (a partir do minério de ferro) e quinze semi-integradas (a partir do processo de ferro-gusa com sucata), administradas por 10 grupos empresariais (IAB, 2012a). Na **Figura 5.5**, é apresentada a distribuição destas empresas nos estados brasileiros (IAB, 2012b). Entre 2000 e 2009, as empresas brasileiras investiram US\$ 20,3 bilhões, principalmente na modernização, expansão e atualização tecnológica das usinas. Em 2009, a capacidade média ins-

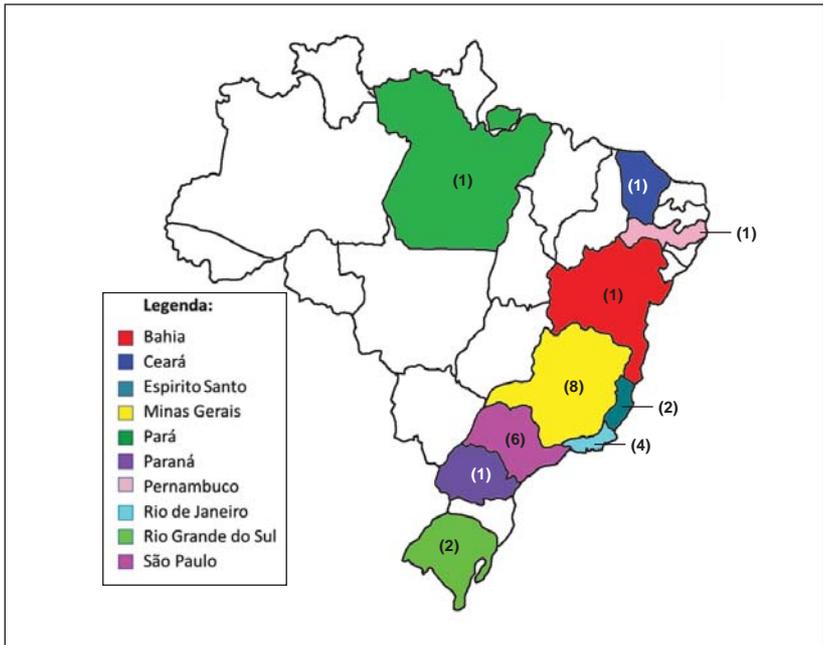


Figura 5.5: Distribuição das empresas produtoras de aço nos estados brasileiros (IAB, 2012c).

talada era de 41,7 milhões de toneladas. A perspectiva é de que o setor invista US\$ 27,7 bilhões, no período 2010-2013 (Puga et al., 2010).

Na **Figura 5.6**, podem ser observadas a oferta e a demanda de aço para o período 2002-2014 (Puga et al., 2010).

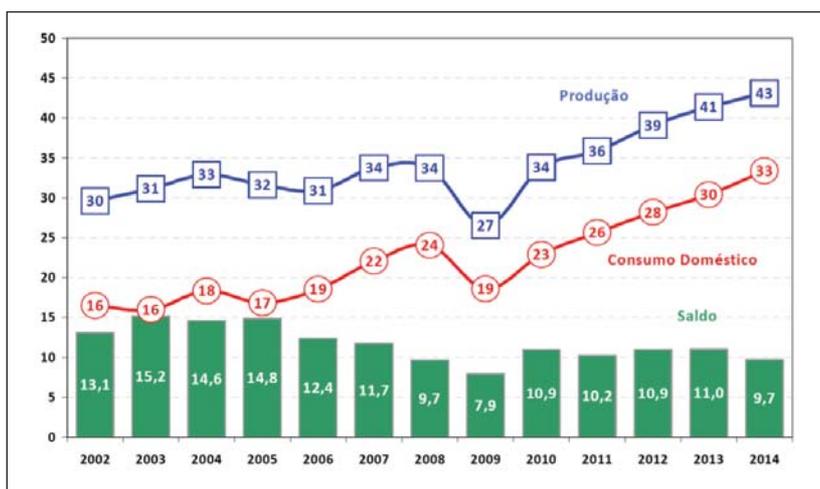


Figura 5.6: Gráfico de oferta e demanda de aço (2002-2014) em milhões de toneladas (Puga et al., 2010).

A produção de aço plano, matéria-prima para confecção de caixa arquivo, é apresentada na **Tabela 5.4** para o ano de 2011. Define-se como aço plano aquele que se apresenta na forma de chapas, finas ou grossas, tiras e placas (Guia Metal, 2012). A produção de aço plano no ano de 2011 equivale a cerca de 41% da produção de aço bruto que foi de 35 425 milhões de toneladas/2011 (IAB, 2012c).

A produção de aço plano brasileiro em quase sua totalidade é absorvida pelas indústrias automobilística, de eletrodomésticos e moveleira.

Tabela 5.4: Produção de aço laminado e semi-acabado para o ano de 2011 (IAB, 2012c)

Produtos	Jan – Dez / 2011(10 ³ t)
Laminados	25 432,0
Planos	14 412,0
Longos	11 020,0
Semi-acabados p/ vendas	8 179,1

A ABEAÇO - Associação Brasileira de Embalagem de Aço, não apresenta em sua página da internet dados estatísticos referentes a embalagens fabricadas com aço plano. Em visita efetuada a esta associação também não foi possível obter dados referentes à produção de caixas arquivo.

Fazendo-se uma busca na internet (acesso em 23/04/2012), com os termos “caixa box metálica” e “caixa arquivo metálica”, não foi encontrado nenhum fornecedor deste produto. Deduz-se que não há, como no caso de papelão e plástico corrugados, caixas arquivo disponíveis em medidas padrão no mercado (**Figura 5.7**).

**Figura 5.7:** Medidas padrão de mercado para caixas arquivo.

5.4 Demanda de caixas arquivo

Para estimar a demanda de caixas arquivo, foram consideradas as 188 entidades Custodiadoras de Acervos Arquivísticos listadas no cadastro do Conselho Nacional de Arquivos (Conarq, 2012).

As 188 entidades foram divididas nas categorias apresentadas na **Tabela 5.5** e, para cada uma destas categorias, estimou-se o consumo anual de caixas arquivo a partir de dados fornecidos pelo Arquivo Nacional e por consulta a especialistas da área.

Tabela 5.5: Entidades arquivísticas e estimativa de consumo de caixas arquivo no Brasil

Categoria	Número de entidades	Consumo estimado (unidade/ano)
Arquivo Nacional	1	10 500
Arquivos Estaduais	26	36 000
Arquivos Municipais	63	28 000
Outros (basicamente, museus, bibliotecas e centros de documentação)	98	20 000
Total		94 500

O número total de caixas arquivo apresentado na **Tabela 5.5** não reflete a totalidade do mercado consumidor, que ainda engloba outras entidades, como universidades e empresas, mas representa um segmento expressivo para esse mercado, principalmente em relação aos requisitos de qualidade do produto. Ainda, o total mencionado é constituído por caixas de papelão corrugado (a maior parte) e plástico corrugado (em menor parte). Quanto a caixas de metal, praticamente estas não são compradas na atualidade.

No mercado brasileiro, as caixas arquivo de papelão e plástico corrugados nas medidas padrão especificadas na **Figura 5.6** são vendidas a um custo médio de R\$ 1,50 (US\$ 0,80) e R\$ 3,00 (US\$ 1,60), respectivamente. Medidas diferentes da padrão podem ser facilmente encomendadas, sendo o preço acordado entre as partes interessadas.

6. Conclusão

A proteção de acervos arquivísticos, em relação a agentes de deterioração, é uma ação conjugada de fatores, envolvendo desde o correto manuseio e acondicionamento em caixas arquivo, até as condições estruturais e ambientais onde a caixa será arquivada. Dentro desse contexto, é inquestionável a importância do desenho da caixa e da qualidade de seu material constituinte.

O trabalho em questão identificou os parâmetros de qualidade correspondentes às características desejadas para caixas arquivo, pelos profissionais da área de conservação de acervos arquivísticos, e descreveu os métodos analíticos para determinação destes parâmetros. Foram enfocadas tanto as características das caixas quanto as dos materiais que as constituem: papelão e plástico corrugados e metal.

Neste trabalho, foram indicados trinta e três parâmetros de qualidade, sendo vinte e um referentes ao material constituinte da caixa e doze referentes à caixa. Neste universo, combinações de parâmetros podem ser utilizadas para efetuar caracterizações de acordo com os objetivos e as necessidades específicas.

Para indicação dos métodos analíticos, procurou-se procedimentos normalizados de larga abrangência ou de entidades reconhecidas internacionalmente; quando não existentes, indicou-se normas brasileiras e na falta destas sugeriu-se métodos ou recomendou-se literatura pertinente. Isto permite a utilização deste estudo em qualquer contexto.

A adoção dos parâmetros de qualidade indicados permite exercer o controle de qualidade de caixas arquivo de forma sistemática e reprodutível, assim como efetuar comparações no desenvolvimento de protótipos. Deste modo, instituições detentoras de acervos arquivísticos poderão, de forma mais organizada e tecnicamente

embasada, orientar suas escolhas de caixas no mercado, além de promover normatização, desenvolvimento de especificações e melhorias das caixas arquivo em uso.

Recomenda-se como estudos futuros o levantamento da qualidade de caixas arquivo existentes no mercado empregando os parâmetros analíticos indicados neste trabalho e, com base nestes resultados, o desenvolvimento de protótipos considerando sua adequabilidade ao uso e sustentabilidade econômica e ambiental.

Considerando que uma fração significativa de documentos culturais existentes no Brasil, referentes aos Países Baixos, está guardada em caixas box, o resultado desse projeto representa um avanço para uma melhor preservação desse acervo e, conseqüentemente, da história dos Países Baixos no Brasil.

Referências

ABIPLAST (2010). Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil Plástico - Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico**. São Paulo.

ABIPLAST (2012). Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Informações passadas durante a reunião realizada na sede da ABIPLAST**. São Paulo-SP, em 18/04/2012.

ABNT NBR 5980:2011. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Embalagem de papelão ondulado - Classificação**. Rio de Janeiro. 43p.

ABNT NBR 6736:2001. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Papelão ondulado de face simples - Determinação da resistência ao esmagamento**. Rio de Janeiro. 3p.

ABNT NBR 6737:2009. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Papelão ondulado - Determinação da resistência à compressão de coluna**. Rio de Janeiro. 7p.

ABNT NBR 7397:2007. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio**. Rio de Janeiro. 8p.

ABNT NBR 8094:1983. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio**. Rio de Janeiro. 3p.

ABNT NBR 9468:2011. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Embalagem e acondicionamento - Determinação do desempenho em exposição à umidade**. Rio de Janeiro. 2p.

ABNT NBR 9472:1986. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Embalagem - Determinação da resistência ao fogo - Método de ensaio**. Rio de Janeiro. 2p.

ABNT NBR 9476:2011. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Embalagem e acondicionamento - Determinação do desempenho em levantamento**. Rio de Janeiro. 9p.

ABNT NBR 10443:2008. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio**. Rio de Janeiro. 6p.

ABNT NBR 11003:2009 (Errata 2010). Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Tintas - Determinação da aderência**. Rio de Janeiro. 9p.

ABNT NBR 14474:2000. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Filmes plásticos - Verificação da resistência à perfuração estática - Método de ensaio**. Rio de Janeiro. 2p.

ABNT NBR 14911:2002. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Papelão ondulado - Determinação da resistência da colagem pelo método de imersão em água**. Rio de Janeiro. 3p.

ABNT NBR NM 172:2000a. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Critérios para classificação de aços**. Rio de Janeiro. 8p.

ABNT NBR NM ISO 4948-1:2000b. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Aços - Classificação dos aços não ligados e ligados**. Rio de Janeiro. 3p.

ABPO (2011). Associação Brasileira do Papelão Ondulado. **Anuário Estatístico 2010**. São Paulo, jun.

ABPO (2012a). Associação Brasileira do Papelão Ondulado. Disponível em: <http://www.abpo.org.br/associados.php>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

ABPO (2012b). Associação Brasileira do Papelão Ondulado. **Informações passadas durante a reunião realizada na sede da ABPO**. São Paulo-SP, em 11/04/2012.

ABTCP (2005). Comissão de Estudo de Ensaio Gerais para Chapas de Papelão da ABNT com apoio técnico do IPT. Ensaio de Coluna do Papelão Ondulado. Informe Técnico. **O Papel**, São Paulo, n.9, set.

ANKERSMIT, B.; KRAGT, W.; VAN LEEUWEN, I. (2011). The climate in pastel microclimate cardboard boxes when exposed to

fluctuating climates. In: BRIDGELAND, J. (Ed.). **Preprints of the ICOM-CC Triennial Meeting**. Lisbon. p.1-9.

ASI SALES (2012). Advertising Specialty Institute. Disponível em: <http://asisales.tradeindia.com/Exporters_Suppliers/Exporter3713.4765/Box-Compression-Testing-Machine.html>. Acesso em: 3 abr. 2012.

ASTM A90/A90M-11:2011. American Society for Testing and Materials. **Standard test method for weight [mass] of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings**. West Conshohocken. 5p.

ASTM B499-09:2009. American Society for Testing and Materials. **Measurement of coating thicknesses by the magnetic method: nonmagnetic coatings on magnetic basis metals e ISO 2409:2007 - Paints and varnishes – Cross cut test**. West Conshohocken. 5p.

ASTM D1003:2007. American Society for Testing and Materials. **Haze and luminous transmittance of transparent plastic**. West Conshohocken. 7p.

ASTM D3273:2000 (Reapproved 2005). American Society for Testing and Materials.: **Standard test method for resistance to growth of mould on the surface of interior coatings in an environment chamber**. West Conshohocken. 8p.

ASTM D5725-99:2008. American Society for Testing and Materials. **Standard test method for surface wettability and absorbency of sheeted materials using an automated contact angle tester**. West Conshohocken. 7p.

ASTM E741:2011. American Society for Testing and Materials. **Standard test method for determining air change in a single zone by means of a tracer gas dilution**. West Conshohocken. 17p.

ASTM G154-06:2006. American Society for Testing and Materials. **Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of non metallic materials**. West Conshohocken. 11p.

ASTM G155-05a:2005. American Society for Testing and Materials. **Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non metallic materials**. West Conshohocken. 11p.

BALOW, M.J. (1999). Growth of Polypropylene Usage as a Cost-Effective Replacement of Engineering Polymers. In: KARIAN, H.G. (Ed.). **Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites**. New York: Marcel Dekker. Cap.1, p.1-14.

BECK, I. (2000). **Recomendações para a construção de arquivos**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Arquivos. Disponível em: <<http://www.portalan.arquivonacional.gov.br/Media/recomenda.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2012.

BRACELPA (2012). Associação Brasileira de Celulose e Papel. **Relatório Estatístico 2010/2011**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/461>>. Acesso em: 2 jan. 2012.

BRASIL. (2012a). Ministério da Justiça. Arquivo Nacional (2012a). **Portaria Nº 2.433, de 24 de outubro de 2011. Aprova o Regimento Interno do Arquivo Nacional. Capítulo I - Da Categoria e Finalidade, Artigo 1º**. Disponível em: <http://www.arquivonacional.gov.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=26>>. Acesso em: 18 jan. 2012.

BRASIL. (2012b). Ministério da Justiça. Arquivo Nacional. Conselho Nacional de Arquivos (2012b). **Instrução Normativa AN/Nº 1, 18 de abril de 1997 (Diário Oficial de União, 28 de abril de 1997)**. Estabelece os procedimentos para entrada de acervos arquivísticos no Arquivo Nacional; Anexo I, Capítulo I - Da Entrada de Acervos; 2.e. Disponível em: <<http://www.conarq.arquivonacional.gov.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=164&sid=57>>. Acesso em: 17 jan. 2012.

BS 5454:2000: British Standard Institute. **Recommendations for the storage and exhibition of archival documents**. London: Disponível em: <<http://arkadya.files.wordpress.com/2010/04/bs5454.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2012.

BS EN 350-1:1994. European Standards. **Durability of wood and wood-based products - Natural durability of solid wood - Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood**. Bruxelas, 20p.

BS EN 370:1993. European Standards. **Wood preservatives - Determination of eradicant efficacy in preventing emergence of *Anobium punctatum* (De Geer)**. Bruxelas, 20p.

CBPA (2001). **Projeto “Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos”** (vários títulos). Disponível em: <<http://www.arqsp.org.br/cpba/>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

CONARQ (2012). Conselho Nacional de Arquivos. Disponível em: <<http://www.conarq.arquivo.nacional.gov.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm>>. Acesso em: 24 abr. 2012.

COWIE, J.M.G.; ARRIGHI, V. (2008). **Polymers: chemistry and physics of modern materials**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press. 499p.

DEAN, J.F. (2002). **Environment and passive climate control chiefly in tropical climates**. 68th IFLA Council and General Conference, August 18-24, 2002, Glasgow. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED472898.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

DIN EN 646:2006. Deutsches Institut für Normung. **Paper and board intended to come into contact with foodstuffs - Determination of colour fastness of dye paper and board**. Berlin. 10p.

ELIAS, H-G. (1997). **An Introduction to polymer science**. 1.ed. New York: VCH.492p.

FENECH, A.; STRLIC, M.; CIGIC, I.K.; LEVART, A.; GIBSON, L.T.; DE BRUIN, G.; NTANOS, K.; KOLAR, J.; CASSAR, M. (2010). Volatile aldehydes in libraries and archives. **Atmospheric Environment**, v.44, n.17, p.2067-2073.

GNECCO, C.; MARIANO, R.; FERNANDES, F.(2003). **Tratamento de superfície e pintura**. Instituto Brasileiro de Siderurgia / Centro Brasileiro da Construção em Aço, Rio de Janeiro. 94p. (Série Manual de Construção em Aço). Disponível em http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/CBCA_Pintura.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2012.

GUIA METAL (2012). Disponível em: <<http://www.guiametal.com.br/?pg=o-que-e-aco>>. Acesso em: 24 abr. 2012.

HANLON, J. F.; KELSEY, R.J.; FORCINIO, H.E. (1998). **Handbook of package engineering**. 3.ed. Lancaster, Pennsylvania, USA: Technomic Publishing Company Inc. 698p.

HARTIKAINEN, K. (1998). Corrugated board manufacturing. In: GULLICHSEN, J.; PAULAPURO, H. (Eds.). **Paper and paperboard converting**. Helsinki, Finland. (Papermaking Science and Technology, Series Book 12, Chapter 9, p.242-269).

IAB (2012a). Instituto Aço Brasil. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/numeros/numeros-mercado.asp>>. Acesso em: 24 abr. 2012.

IAB (2012b). Instituto do Aço. Disponível em:<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/sustentabilidade/downloads/relatorio08_2010.pdf>. Acesso em: 10 maio 2012.

IAB (2012c). Instituto Aço Brasil. Disponível em: <[http://www.acobrasil.org.br/site/arquivos/estatisticas/ESTATIS%20PDF/PRELIMINAR%20ABRIL%202012%20\(DADOS%20MARRO%202012\).xls.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site/arquivos/estatisticas/ESTATIS%20PDF/PRELIMINAR%20ABRIL%202012%20(DADOS%20MARRO%202012).xls.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2012.

INTERPLAST (2012). Disponível em: <http://www.inteplast.com/worldpak/IntePro/intepro_graphicarts.html>. Acesso em: 6 jan. 2012.

IPT-NEA 14:2006. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Embalagem - Verificação do desempenho em exposição à chuva**. São Paulo. 3p.

IPT-NEA 19:1991 (Revalidada 2010). Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Embalagem - Determinação da resistência ao fogo**. São Paulo.2p.

ISO 187:1990. International Organization for Standardization. **Paper, board and pulps - Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples**. Genebra. 10p.

ISO 535:1991. International Organization for Standardization. **Paper and board - Determination of water absorptiveness - Cobb method**. Genebra. 4p.

ISO 536:1995. International Organization for Standardization. **Paper and board - Determination of grammage**. Genebra. 7p.

ISO 1496-1:1990. International Organization for Standardization. **Series 1 - Freight containers - Specification and testing - Part 1: General cargo containers for general purposes**. Genebra. 24p.

ISO 1924-2:2001. International Organization for Standardization. **Paper and board - Determination of tensile properties - Part 2: Constant rate of elongation method - 20mm/min.** Genebra. 12p.

ISO 1926:2006. International Organization for Standardization. **Rigid cellular plastics - Determination of tensile properties.** Genebra. 12p.

ISO 2233:2000. International Organization for Standardization. **Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Conditioning for testing.** Genebra. 4p.

ISO 2248:1985. International Organization for Standardization. **Packaging - Complete, filled transport packages - Vertical impact test by dropping.** Genebra. 3p.

ISO 2528:2005. International Organization for Standardization. **Sheet materials - Determination of water vapor transmission rate - Gravimetric (dish) method.** Genebra. 11p.

ISO 2875:2000. International Organization for Standardization. **Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Water-spray test.** Genebra. 5p.

ISO 3034:2011. International Organization for Standardization. **Corrugated fibreboard - Determination of single sheet thickness.** Genebra, 2011, 14p.

ISO 3035:2011. International Organization for Standardization. **Corrugated fibreboard - Determination of flat crush resistance.** Genebra. 8p.

ISO 3036:1975. International Organization for Standardization. **Board - Determination of puncture resistance.** Genebra. 5p.

ISO 3037:2007. International Organization for Standardization. **Corrugated fibreboard - Determination of edgewise crush resistance (unwaxed edge method).** Genebra. 5p.

ISO 3038:1975. International Organization for Standardization. **Corrugated fibreboard - Determination of the water resistance of the glue bond by immersion.** Genebra. 4p.

ISO 3781:2008. International Organization for Standardization. **Paper and board - Determination of tensile strength after immersion in water.** Genebra. 6p.

ISO 5636-1:1984. International Organization for Standardization. **Paper and board - Determination of air permeance (medium range) - Part 1: General method.** Genebra. 6p.

ISO 5636-2:1984. International Organization for Standardization. **Paper and board - Determination of air permeance (medium range) - Part 2: Schopper method.** Genebra. 5p.

ISO 5636-3:1992. International Organization for Standardization. **Paper and board - Determination of air permeance (medium range) - Part 3: Bendtsen method.** Genebra. 8p.

ISO 5636-4:2005. International Organization for Standardization. **Paper and board - Determination of air permeance (medium range) - Part 4: Sheffield method.** Genebra. 12p.

ISO 5636-5:2003. International Organization for Standardization. **Paper and board - Determination of air permeance (medium range) - Part 5: Gurley method.** Genebra. 8p.

ISO 6603-1:2000. International Organization for Standardization. **Plastics - Determination of puncture impact behavior of rigid plastics - Part 1: Non-instrumented impact testing.** Genebra. 26p.

ISO 8474:1986. International Organization for Standardization. **Packaging - Complete, filled transport packages - Water immersion test.** Genebra. 2p.

ISO 11799:2003. International Organization for Standardization. **Information and documentation - Document storage requirements for archive and library materials.** Genebra. 15p.

ISO 12048:1994. International Organization for Standardization. **Packaging - Complete, filled transport packages - Compression and stacking tests using a compression tester.** Genebra. 5p.

ISO 16151:2005. International Organization for Standardization. **Corrosion of metals and alloys – Accelerated cyclic tests with**

exposure to acidified salt spray, “dry” and “wet” conditions. Genebra. 11p.5

ISO 20653:2006. International Organization for Standardization. **Road vehicles - Degrees of protection (IP-Code) - Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access, Section 8.3.1.** Genebra. 23p.

KAYSERBERG (2012). Disponível em: <<http://www.kaysersberg-plastics.co.uk/correx.htm>>. Acesso em: 6 jan. 2012.

KISSEL, W.J.; HAN, J.H., MEYER, J.A. (1999). Propylene: Structure, Properties, Manufacturing Process, and Applications. In: KARIAN, H.G. (Ed.). **Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites.** New York: Marcel Dekker. Cap.2, p.15-37.

KIVIRANTA, A. (2000). Paperboard grades. In: GULLICHSEN, J.; PAULAPURO, H. (Eds.). **Paper and paperboard grades.** Helsinki, Finland. (Papermaking Science and Technology, Series Book 18, Chapter 2, p.55-72).

KUAN, G.S.S.; BENAZZI, R.C.; BERGMAN, S. (1988). Matérias-primas. In: D’ALMEIDA, M. L.O. (Coord.). **Celulose e papel - Tecnologia de fabricação do papel.** 2.ed. São Paulo: IPT. Vol. II. (IPT - Publicação, 1777).

KWALITEITSEIS (2002). Kwaliteitseis n° 3 - Archiefdozen voor permanente bewaring. ICN-Kaliteitseisen voor Archieven, bibliotheken en musea. Instituut Collectie Nederland - ICN. Amsterdam. 5p.

LEPAGE, E.S.; LELIS, A.T.; MILANO, S.; OLIVEIRA, A.M.F. (1980). Ensaio acelerado de laboratório da resistência natural ou de madeira preservada ao ataque de térmitas do Gênero CRYPTOTERMES (Fam. Kalotermitidae). In: **MÉTODOS de ensaios e análises em preservação de madeiras.** São Paulo: IPT. Publicação IPT n° 1157, parte D2.

LÓPEZ-APARICIO, S.; GRØNTOFT, T.; ODLYHA, M.; DAHLIN, E.; MOTTNER, P.; THICKETT, D.; RYHL-SVENDSEN, M.; SCHMIDBAUER, N.; SCHARFF, M. (2010). Measurement of organic and inorganic pollutants in microclimate frames for paintings. **e-Preservation Science**, v.7, p.59-70.

MAKERCHEMICAL (2012). Disponível em: <http://makerchemical.com/products_show.asp?id=358>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MOTA, M.F.; ROSA, R. (1996). **Cromatografia em fase gasosa**. São Paulo: IPT, 1996. 60p.

NARA (1997). National Archives and Records Administration. **Using technology to safeguard archival records**. (Technical Information Paper Number 13).

NARA (2002). National Archives and Records Administration. NARA Directive 1571. **Archival Storage Standards 2002**. Disponível em: <<http://www.archives.gov/foia/directives/nara1571.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

NGULUBE, P. (2005). Environmental Monitoring and Control at National Archives and Libraries in Eastern and Southern Africa. **Libri**, v.55, p.154-168.

ONU (2003). Organização das Nações Unidas. **Recommendations on the transport of dangerous goods: Manual of tests and criteria**. Seção 16.6.1 Test 6(c): External fire (bonfire) test. United Nations: New York / Geneva. 4th revised edition. p.149-154.

PANOSSIAN, Z. (1993). **Corrosão e proteção contra corrosão em equipamentos e estruturas metálicas**. São Paulo: IPT. V.2, p.281-636. (IPT - Publicação, 2032).

PAPERVOC PROJECT (2012). Disponível em: <<http://www.science4heritage.org/papervoc>>. Acesso em: 28 abr. 2012.

PEDERSOLI, J.L. (2010). **Needs assessment report. 'Tropical Box' Project**. Relatório resultante do Projeto Tropendoos (Caixa Tropical) do Programa GCE - Gemeenschappelijk Cultureel Erfgoed (Patrimônio Cultural Mútuo), financiado pelo Governo Holandês.

PICHLER, E. (2006). **Embalagem para distribuição física e exportação**. São Paulo: IPT. 164p. (IPT - Publicação, 2003).

POLIONDA (2012). Disponível em: <<http://www.polionda.com.br/internas.php?pg=polionda>>. Acesso em: 6 jan. 2012.

PORCK, H.J. (2000). **Rate of paper degradation. The predictive value of artificial aging tests.** European Commission on Preservation and Access: Amsterdam. 40p. Disponível em: <http://web.mac.com/elandbas/papierkennis/papierkennis_files/POR%2001%2000%2040.pdf> Acesso em: 21 mar. 2012.

PUGA, F.; BORÇA JR., G.; CARVALHO, P.S.L.; SILVA, M.M. (2010). **Novos projetos siderúrgicos atenderão ao aumento da demanda até 2014.** Publicação Setorial n.83 do BNDES.

REGMED (2012). Disponível em: <<http://www.regmed.com.br/RC-21.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2012.

RHYS-LEWIS, J. (2007). **Specifying library and archival storage.** London: National Preservation Office. Disponível em: <<http://www.bl.uk/blpac/pdf/storage.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2012.

SCOTT, W.E.; ABBOTT, J.C.; TROSSET, S. (1995). **Properties of paper: an introduction.** 2.ed. Atlanta: TAPPI Press. 191p.

SHEFTEL, V.O. (1990). **Toxic properties of polymers and additives.** Shawbury (UK): Rapra Technology. 172p.

SÖDERHJELM, L.; ESKELINEN, S. (1985). Characterization of packaging materials with respect to taint and odour. **Appita**, v.38, n.3, p.205-209, May.

STRLIČ, M.; CIGIĆ, I.K.; MOŽR, A.; THICKETT, D.; DE BRUIN, G.; KOLAR, J; CASSAR, M. (2010). **Test for compatibility with organic heritage materials - A proposed procedure.** e-Preservation Science, v.7, p.78-86.

TANAP (1999). Towards a New Age of Partnership. Inspeções realizadas pelo Arquivo Nacional da Holanda, no âmbito do projeto TANAP (www.tanap.net), utilizando a metodologia UPAA - Universal procedure for archival assessment (HAVERMANS, J.; MARRES, P.; DEFIZE, P. The development of a universal procedure for archive assessment. *Restaurator*, 1999, v.20, n.1, p.48-55).

TAPPI T836:2002. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. **Bending stiffness, four point method.** Atlanta. 21p.

TEULING, A. (2002). **Bibliography on archive buildings and equipment**. Disponível em: <<http://provincialearchiefsinspecties.nl/pdf/bibliography.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

TEYGELER, R. (2001). **Preservation of archives in tropical climates. An annotated bibliography**. Disponível em: <<http://cool.conservation-us.org/byauth/teygeler/tropical.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

THICKETT, D.; FLETCHER, P.; CALVER, A.; LAMBARTH, S. (2007). **The effect of airtightness on RH buffering and control, in Museum Microclimates**. Denmark: The National Museum of Denmark. p.245-251. (Contribution to the Conference in Copenhagen, November, 2007).

TICE, P.A.; OFFEN, C.P. (1994). Odors and taints from paperboard food packaging **TAPPI Journal**, v.77, n.12.

WOLF, F.G.; DOS SANTOS, L.O.E.; PHILIPPI, P.C. (2006). Formação dinâmica da interface líquido-vapor simulada pelo método Lattice-Boltzmann. Revista **Brasileira de Ensino Física**, v. 28, n.2, São Paulo.

Anexo A

Tabela resumo de métodos para parâmetros de qualidade

Tabela A.1: Materiais da caixa: métodos analíticos para os parâmetros de qualidade

Características	Parâmetro associado	Material	Norma internacional ou sugestão de procedimento	Norma nacional correlata
Gerais	Gramatura	Papelão	ISO 536 - Paper and Board – Determination of grammage	ABNT NBR NM ISO 536 - Papel e cartão – Determinação da gramatura.
		Plástico	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
		Metal	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
	Espessura	Papelão	ISO 3034 - Corrugated fibreboard – Determination of single sheet thickness	ABNT NBR 6738 - Papelão ondulado – Determinação da espessura.
		Plástico	Usar paquímetro ou o mesmo micrômetro indicado no procedimento para papelão	
		Metal	Usar paquímetro	
	Emissão de compostos voláteis que não água	Papelão	Procedimento indicado no item 4.1.1 deste relatório	
		Plástico	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
		Metal	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
Resistência à perfuração	Resistência à perfuração estática	Papelão	Executar procedimento similar ao indicado para plástico	
		Plástico	ABNT NBR 14474- Filmes Plásticos – Verificação da resistência à perfuração estática - Método de ensaio.	
		Metal	Não é necessário determinar esta característica para este material	
	Resistência à perfuração dinâmica	Papelão	ISO 3036 - Board – Determination of puncture resistance	Não há
		Plástico	ISO 6603-1 - Plastics – Determination of puncture impact behavior of rigid plastics - Part 1: Non-instrumented impact testing	Não há
		Metal	Não é necessário determinar esta característica para este material	

(continua)

Tabela A.1: Materiais da caixa: métodos analíticos para os parâmetros de qualidade (continuação)

Características	Parâmetro associado	Material	Norma internacional ou sugestão de procedimento	Norma nacional correlata
Resistência à tração	Resistência à tração a seco	Papelão	ISO 1924-2 - Paper and board – Determination of tensile properties - Part 2: Constant rate of elongation method - 20mm/min	ABNT NBR NM ISO 1924-2 - Papel e cartão - Determinação das propriedades de tração - Parte 2: Método da velocidade constante de alongamento.
		Plástico	ISO 1926 - Rigid cellular plastics – Determination of tensile properties	Não há
		Metal	Não é necessário determinar esta característica para este material	
	Resistência à tração a úmido	Papelão	ISO 3781 – Paper and board – Determination of tensile strength after immersion in water	ABNT NBR NM ISO 3781 – Papel e Cartão – Determinação da resistência à tração após imersão em água
		Plástico	Não é necessário determinar esta característica para este material	
		Metal	Não é necessário determinar esta característica para este material	
Resistência à compressão	Resistência à compressão de coluna	Papelão	ISO 3037 - Corrugated fibreboard – Determination of edgewise crush resistance (unwaxed edge method)	ABNT NBR 6737- Papelão ondulado – Determinação da resistência à compressão de coluna emprega um corpo de prova de dimensões 100 mm x 60 mm
		Plástico	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
		Metal	Não se aplica	
	Resistência da onda ao esmagamento	Papelão	ISO 3035 - Corrugated fibreboard – Determination of flat crush resistance	ABNT NBR 6736 - Papelão ondulado de face simples e de parede simples – Determinação da resistência ao esmagamento de onda
		Plástico	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
		Metal	Não se aplica	
Resistência a dobras	Rigidez	Papelão	TAPPI T836 om - Bending stiffness, four point method	Não há
		Plástico	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
		Metal	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	

(continua)

Tabela A.1: Materiais da caixa: métodos analíticos para os parâmetros de qualidade (continuação)

Características	Parâmetro associado	Material	Norma internacional ou sugestão de procedimento	Norma nacional correlata
Resistência à água	Descolamento de onda	Papelão	<i>ISO 3038 - Corrugated fibreboard – Determination of the water resistance of the glue bond by immersion</i>	ABNT NBR 14911 - Papelão ondulado – Determinação da resistência da colagem pelo método de imersão em água
		Plástico	Não se aplica	
		Metalo	Não se aplica	
	Migração de cor	Papelão	<i>DIN EM 646 - Paper and board intended to come into contact with foodstuffs – Determination of colour fastness of dye paper and board</i>	Não há
		Plástico	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
		Metalo	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
Barreira à luz e à radiação no UV	Transmissão de radiação na região do visível	Papelão	Não é necessário determinar esta característica para este material	
		Plástico	<i>ASTM D1003-07 - Haze and luminous transmittance of transparent plastic</i>	Não há
		Metalo	Não é necessário determinar esta característica para este material	
	Transmissão de radiação na região do ultravioleta (UV)	Papelão	Não é necessário determinar esta característica para este material	
		Plástico	<i>ASTM D1003-07 - Haze and luminous transmittance of transparent plastic</i>	Não há
		Metalo	Não é necessário determinar esta característica para este material	
Resistência a micro-organismos e insetos	Resistência a fungos	Papelão	<i>ASTM D3273 - Standard test method for resistance to growth of mould on the surface of interior coatings in an environment chamber</i>	ABNT NBR 15301 - Tinta para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Determinação da resistência de tintas e complementos ao crescimento de fungos em câmara tropical
		Plástico		
		Metalo		

(continua)

Tabela A.1: Materiais da caixa: métodos analíticos para os parâmetros de qualidade (continuação)

Características	Parâmetro associado	Material	Norma internacional ou sugestão de procedimento	Norma nacional correlata
Resistência a micro-organismos e insetos	Resistência a insetos	Papelão	<i>EN 350-1 - Durability of wood and wood-based products - Natural durability of solid wood - Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood.</i> <i>EN 370 - Wood preservatives - Determination of eradicant efficacy in preventing emergence of Anobium punctatum</i>	Publicação IPT 1157 - Parte D/D2 de 1980
		Plástico	Executar procedimento similar ao indicado para papelão	
		Metal	Não é necessário determinar esta característica para este material	
Impermeabilidade ao vapor de água e gases poluentes nocivos	Capacidade de absorção de água	Papelão	<i>ISO 535 - Paper and board - Determination of water absorptiveness - Cobb method</i>	ABNT NBR NM ISO 535 - Papel e Cartão – Determinação da capacidade de água - Método Cobb
		Plástico	Não é necessário determinar esta característica para este material	
		Metal	Não é necessário determinar esta característica para este material	
	Permeância ao ar	Papelão	<i>ISO 5636-1 - Paper and board - Determination of air permeance (medium range) - Part 1: General method.</i> <i>ISO 5636-5 - Paper and board - Determination of air permeance and air resistance (medium range) - Part 5: Gurley method</i>	ABNT NBR NM ISO 5636-1 - Papel e cartão – Determinação da permeância ao ar (faixa média) ABNT NBR NM ISO 5636-5 - Papel e cartão – Determinação da permeância e resistência ao ar (faixa média)
		Plástico	Não é necessário determinar esta característica para este material	
		Metal	Não é necessário determinar esta característica para este material	

(continua)

Tabela A.1: Materiais da caixa: métodos analíticos para os parâmetros de qualidade (continuação)

Características	Parâmetro associado	Material	Norma internacional ou sugestão de procedimento	Norma nacional correlata
Possibilidade de receber impressão ou escrita	Energia de superfície	Papelão	<i>ASTM D 5725 - Standard Test Method for Surface Wettability and Absorbency of Sheeted Materials Using an Automated Contact Angle Tester</i>	Não há
		Plástico		
		Metal		
	Aderência da tinta da escrita manual	Papelão	Procedimento indicado no item 4.1.10 deste trabalho	
		Plástico		
		Metal		
Permanência ao longo do tempo	Sensibilidade à radiação	Papelão	<i>ASTM G155-05 a - Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non Metallic Materials</i> <i>ASTM G154-06 - Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Non Metallic Materials</i>	Não há
		Plástico		
		Metal		
	Sensibilidade ao calor e umidade	Papelão	Procedimentos indicados no item 4.1.11 deste trabalho	
		Plástico		
		Metal		
Facilidade de corrosão	Facilidade de corrosão	Papelão	Não se aplica	
		Plástico	Não se aplica	
	Metal		<i>ISO 16151 - Corrosion of metals and alloys - Accelerated cyclic tests with exposure to acidified salt spray, "dry" and "wet" conditions</i>	ABNT NBR 8094 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio.
			<i>ISO 2409 - Paints and Varnishes - Cross Cut Test</i>	ABNT NBR 11003 - Tintas – Determinação da aderência.
			<i>ASTM B 499 - Measurement of Coating Thicknesses by the Magnetic Method: Nonmagnetic Coatings on Magnetic Basis Metals</i>	ABNT NBR 10443 - Tintas e vernizes - Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio.
			<i>ASTM A90/A90M-11 Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings</i>	ABNT NBR 7397 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio.
Facilidade de limpeza	Limpeza de poeira	Papelão	Procedimento indicado no item 4.1.12 deste relatório	
		Plástico		
		Metal		

Tabela A.2: Caixa arquivo: métodos analíticos para os parâmetros de qualidade

Características desejada	Parâmetro associado	Norma internacional	Norma nacional correlata
Peso baixo	Massa da caixa vazia	Procedimento indicado no item 4.2.1 deste relatório	
Estabilidade estrutural	Resistência à compressão	<i>ISO 12048 - Packaging – Complete, filled transport packages - Compression and stacking tests using a compression tester.</i>	Não há
	Resistência à queda	<i>ISO 2248 - Packaging – Complete, filled transport packages - Vertical impact test by dropping.</i>	Não há
	Desempenho em levantamento	ABNT NBR 9476 - Embalagem e acondicionamento – Determinação do desempenho em levantamento	
	Desempenho em fadiga	ABNT NBR 9476 - Embalagem e acondicionamento – Determinação do desempenho em levantamento	
	Desempenho em ambiente úmido	ABNT NBR 9468 - Embalagem e acondicionamento – Determinação do desempenho em exposição à umidade	
Estanqueidade ao fogo	Desempenho em exposição ao fogo	ABNT NBR 9472 - Embalagem – Determinação da resistência ao fogo - Método de ensaio	
Estanqueidade à água	Resistência a jato de água	<i>ISO 1496-1 Series 1 - Freight containers - Specification and testing - Part 1: General cargo containers for general purposes, Test 13 - Weatherproofness</i>	Não há
	Resistência à imersão em água	<i>ISO 8474 - Packaging - Complete, filled transport packages - Water immersion test</i>	Não há
	Resistência à chuva	<i>ISO 2875 - Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Water-spray test</i>	Não há
Capacidade de regular microclima	Capacidade de isolamento térmico e higríco	<i>ISO 2233 - Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Conditioning for testing</i>	Não há
Resistência à entrada de poeira	Desempenho em câmara de poeira	<i>ISO 20653 - Road vehicles - Degrees of protection (IP-Code) - Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access, Section 8.3.1</i>	Não há
Barreira para gases poluentes	Taxa de renovação de ar na caixa arquivo	<i>ASTM E741-11 Standard Test Method for Determining Air Change in a Single Zone by Means of a Tracer Gas Dilution</i>	Não há

PÁGINAS
& LETRAS

EDITORA E GRÁFICA LTDA.
RUA JÚLIO DE CASTILHOS, 1.138
CEP 03059-005 - SÃO PAULO - SP
Tels. (11) 3628-2144 - 2618-2461
e-mail: paginaseletras@uol.com.br

ISBN 978-85-09-00173-5



EMBAIXADA DO REINO DOS PAÍSES BAIXOS NO BRASIL



MINISTÉRIO DA JUSTIÇA



ARQUIVO NACIONAL