

## MAQUINABILIDADE DE CARTUCHOS: O DOBRAMENTO DAS ABAS

Um dos principais requisitos da embalagem de cartão, o cartucho, é o seu bom desempenho nas encartuchadeiras automáticas.

Para os cartuchos convencionais, ou seja, os que são colados na lateral para formação de um corpo retangular, uma das operações mais problemáticas é o dobramento e selagem das abas do topo e do fundo.

Com base nessa observação prática, o Swedish Packaging Research Institute, Packforsk, da Suécia, por solicitação do Swedish Paperboard Research Group - SKAF realizou um estudo para definição dos fatores que influenciam o fechamento das abas nesse tipo de cartucho.

**Aspectos teóricos** - O tratamento teórico da operação de dobramento é complicado e, portanto, para auxiliar o entendimento do mecanismo básico envolvido foi utilizada uma simplificação das condições reais.

A força necessária para dobrar uma chapa homogênea é determinada pela sua rigidez à flexão ("bending stiffness"), que é o produto do módulo de elasticidade e do momento de inércia. Os momentos de inércia de chapas com diferentes espessuras e larguras podem ser calculados com base nas leis da mecânica. Caso a chapa tenha seção transversal curva, o momento de inércia também é influenciado pelo raio de curvatura da chapa.

Os resultados desses cálculos aparecem na Figura 1, que plota o momento de inércia relativo em escala logarítmica contra a largura da chapa. O valor de referência (= 1) é o momento de inércia de uma

chapa plana com 0,4mm de espessura e 40mm de largura. Pode-se observar que com o aumento da curvatura da chapa, a espessura do cartão tem menor importância relativa para o momento de inércia e, conseqüentemente, para a força necessária para o dobramento. Ao contrário, quanto maior a curvatura, maior a influência da largura da chapa.

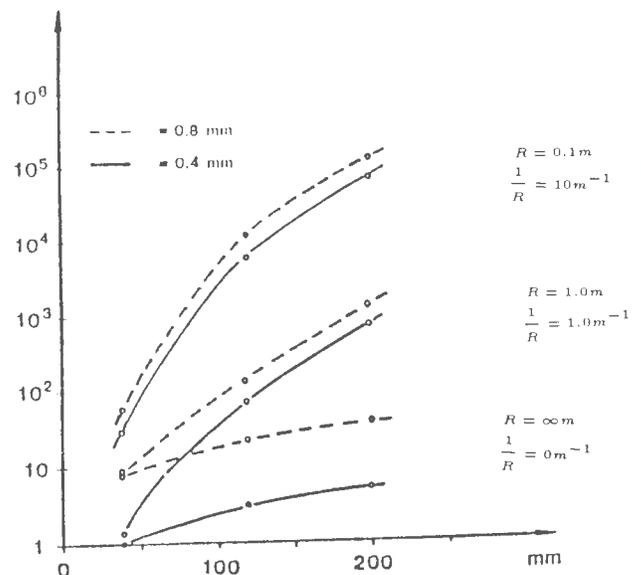


FIGURA 1. Momento de inércia de uma chapa homogênea em função da largura da chapa, para duas espessuras e três curvaturas distintas.

\* valor de referência (= 1) é o momento de inércia de uma chapa plana com 0,4mm de espessura e 40mm de largura.

No entanto, a correlação com a prática não é direta pois outros fatores como possibilidade de abaulamento da aba e redução da rigidez pela vincagem também estão atuando. Também influencia o dobramento a forma de fixação, ou seja, o quão firme a aba é mantida no formato curvo ou plano.

**Ensaio em laboratório** - Para estudar a operação de dobramento com maiores detalhes foram executados ensaios em laboratório, nos quais variaram a forma de fixação (e conseqüente curvatura da aba), tipo de cartão e qualidade do vinco.

Os corpos-de-prova, com formato em "U" e vinculados foram dispostos como mostrado na Figura, 2 de forma a simular parte de um cartucho. A aba foi dobrada em um vinco contra o painel principal por meio de um perfil de contato com formato em "U" fixado a um pistão pneumático que se movimentava à velocidade de 1m/s, que corresponde bem às condições reais.

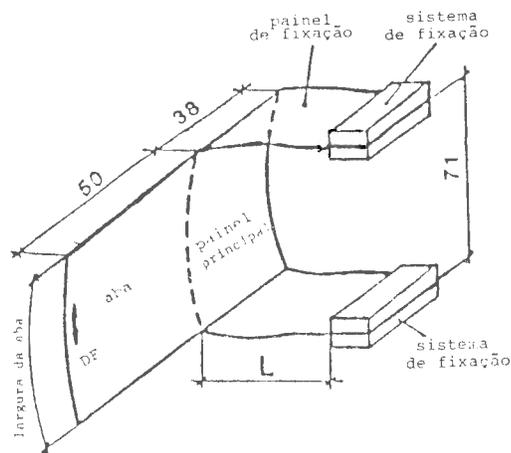


FIGURA 2. Esquema do formato e sistema de fixação do corpo-de-prova para o ensaio de avaliação do desempenho no dobramento.

DF = direção de fabricação

L = comprimento do painel de fixação

Foram analisados vários tipos de cartões sólidos e duplex com gramaturas na faixa de 220-700g/m<sup>2</sup> (0,28-0,88mm de espessura). A operação de vincagem entre a aba e o painel principal variou de forma a se obter vincos "bons" e "ruins".

A curvatura da aba foi controlada pela forma de fixação variando o comprimento dos painéis de fixação. O comprimento mais longo permitiu uma fixação folgada (maior curvatura do painel principal e aba) e o menor a fixação mais firme (painel e aba mais planos). A posição da aba em relação ao perfil de contato não foi alterada.

A análise do desempenho dos corpos-de-prova no dobramento foi feita por avaliação visual, tendo sido usada a classificação apresentada na Figura 3 e descrita a seguir:

- dobramento satisfatório (A e B); aba reta ou quase

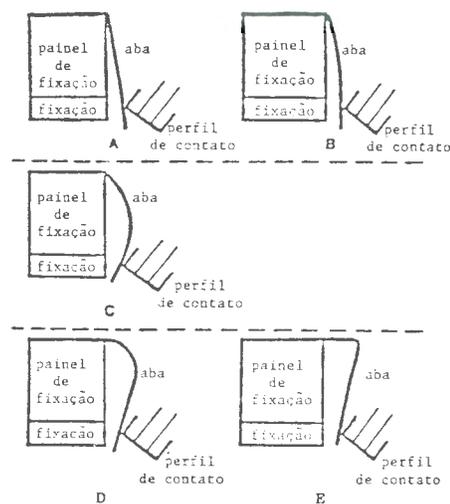


FIGURA 3. Representação esquemática da classificação dos corpos-de-prova quanto ao desempenho no dobramento.

A e B = satisfatório

C = parcialmente satisfatório

D e E = insatisfatório

reta, que dobra no vinco;

- dobramento satisfatório que, entretanto, pode causar problemas na encartuchadeira (C): aba abaulada que dobra no vinco;
- dobramento não satisfatório: não ocorre dobramento no vinco (D e E).

Para simular uma situação de fixação extrema (aba e painel bem planos) foi utilizado o sistema apresentado na Figura 4 onde o painel principal é fixado com dois perfis em aço com formato em "U".

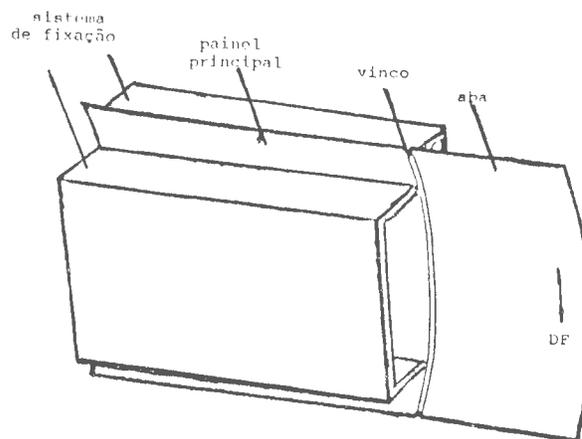


FIGURA 4. Esquema do sistema de fixação extrema do corpo-de-prova (aba e painel bem planos).

DF = direção de fabricação

Com esses experimentos foi observado que nem a rigidez do cartão nem a qualidade do vinco tiveram in-

fluência sobre a qualidade do dobramento da aba. Os fatores determinantes foram a curvatura e a largura da aba.

**Ensaio em máquina** - A fim de complementar as investigações feitas no laboratório foram realizados ensaios em encartuchadeiras automáticas.

Foi estudado o desempenho em máquina de cartuchos com selagem lateral, em dois tamanhos e confeccionados com diferentes tipos de cartão. O conteúdo também variou, tendo sido utilizados produtos granulados com densidades diferentes. Como na prática os cartuchos foram formados, selados no fundo, enchidos e selados no topo, operações normais da encartuchadeira automática, tendo sido avaliado o sucesso da operação de dobramento da aba de topo.

Os resultados comprovaram as conclusões dos ensaios de laboratório. Também foi observado que a densidade do conteúdo influencia a curvatura dos painéis e da aba e, portanto, o dobramento da aba.

**Conclusões** - Um dos fatores mais importantes que afetam a operação de dobramento da aba é o grau de fixação e, conseqüentemente, a curvatura do painel e da aba, os quais são influenciados pelas características da

encartuchadeira e pelo conteúdo do cartucho. Também são importantes as dimensões do cartucho. Curvaturas grandes e abas mais largas tornam mais difícil um dobramento correto.

Caso a fixação seja frouxa, as propriedades do material e a qualidade do vinco têm influência marcadamente maior sobre o dobramento da aba.

Em condições reais em uma encartuchadeira automática a fixação não deve ser extremamente firme nem muito frouxa. Isso significa que um bom dobramento de abas em cartuchos depende do ajuste do equipamento, das propriedades do cartão, do tipo e características do vinco, das dimensões do cartucho e do seu conteúdo.

Artigo técnico de Lars-Erik Eriksson,  
Tradução de GARCIA, E.E.C.

*Lars-Erik Eriksson é pesquisador do "Swedish Packaging Research Institute, Packforsk", de Estocolmo, Suécia e atua nas áreas de papelão ondulado, cartão e áreas correlatas. No período de 25 de abril a 23 de maio de 1990 atuou como consultor do CETEA dentro das atividades do projeto ONUDI/PNUD-BRA/88/017.*