

# DIREÇÃO DE FABRICAÇÃO DO PAPEL - INFLUÊNCIA NA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO

Caixas de papelão ondulado são normalmente empilhadas com orientação vertical de forma que a direção transversal à fabricação do papel capa (DT) é a que está relacionada com a resistência da caixa no empilhamento.

Especificações baseadas no ensaio de compressão de coluna têm levado os fabricantes de papelão ondulado a maximizarem a resistência do papel na direção transversal à fabricação. Entretanto, trabalhos realizados pelo Forest Products Laboratory - Madison - USA demonstram a importância de se considerar a resistência do papel nas duas direções: Direção de Fabricação (DF) e Direção Transversal à Fabricação (DT).

Pommier (1994) do Saint-Gobain Research da França provou experimentalmente a importância da resistência do papel na direção de fabricação e sugeriu maximizar-se a média geométrica da resistência do papel na DF e DT como forma de otimizar a resistência à compressão de caixas. O trabalho de Pommier é descrito a seguir:

Papéis capa e miolo foram cuidadosamente selecionados e convertidos em papelão ondulado utilizando-se o mesmo equipamento e posteriormente fabricadas caixas com esse material. Os papéis capa e miolo, a estrutura de papelão ondulado e as caixas foram submetidas a ensaios de compressão. As características dos papéis são apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1. Características dos papéis capa e miolo.

Papéis	Capa						Miolo	
	"Test liner"				"Kraft"		"Standard"	"High Quality"
Gramatura (g/m <sup>2</sup> )	160	162	190	193	156	156	112	113
"Short-span test" DF (kN/m)	4,08	4,82	4,41	5,49	5,58	6,31	3,65	3,72
"Short-span test" DT (kN/m)	3,12	2,51	3,54	3,16	3,55	3,04	2,07	2,49

Os dados obtidos na resistência à compressão de coluna (ECT) e na resistência à compressão das caixas (BCT), com dimensões de 400 x 300 x 300mm, são apresentados no Quadro 2.

Os resultados do Quadro 2 são surpreendentes. A resistência à compressão da caixa permaneceu praticamente a mesma quando se mudou a orientação

das fibras. A suposição de que apenas as características do papel na direção transversal a fabricação determinam a resistência à compressão de caixas, neste caso, não foi verdadeira.

QUADRO 2. ECT (kN/m) e BCT(kgf) das estruturas e caixas em estudo.

	"Short-span test" - Capas		Miolo	
	DF	DT	"Standard" ECT/BCT	"High Quality" ECT/BCT
Capas "Test Liner"	4,08	3,12	5,09/269	5,52/293
	4,82	2,51	4,74/265	5,33/291
	4,41	3,54	5,91/330	-
	5,49	3,16	5,55/330	-
Capas "Kraft"	5,58	3,55	5,27/315	5,91/329
	6,31	3,04	5,29/314	5,97/331

Pelos dados obtidos nesse trabalho Pommier procurou desenvolver um modelo matemático no qual a resistência à compressão de caixas fosse correlacionada com as propriedades do papel na direção de fabricação e na direção transversal à fabricação.

A melhor correlação matemática foi obtida utilizando-se a média geométrica da compressão dos papéis nas duas direções, denominada de

## Fator de Compressão (1)

$$F_c = \sqrt{SCT_{DF} \times SCT_{DT}} \quad (1)$$

A equação abaixo (2) foi proposta para ajuste da correlação dependendo do papel miolo empregado:

$$\text{Correção do fator do papel miolo} = 30\alpha \frac{G_m}{G_{po}} \times SCT_{mdt}^3 \quad (2)$$

onde:

$\alpha$ : Fator da onda

$G_m$ : Gramatura do papel miolo

$G_{po}$ : Gramatura do papelão ondulado

$SCT_{mdt}$ : Short-Span Test do papel miolo na direção transversal.

A equação resultante(3), com uma correlação de 0,97 entre a compressão calculada e a obtida no laboratório é descrita a seguir:

$$\text{BCT} = (G_1 \times F_{c1} + G_2 \times F_{c2} + \text{Fator correção do miolo}) \quad (3)$$

onde:

$G_1, G_2$  = Gramatura dos papéis capa

$F_{c1}, F_{c2}$  = Fatores de compressão dos papéis capa

Com base na equação (3) Pommier supôs que invertendo a orientação das fibras em 90° para uma das capas, a resistência à compressão da caixa seja a mesma da caixa fabricada convencionalmente (desde que todos os outros parâmetros permaneçam constantes). Desenvolveu-se, então, um trabalho em que metade das caixas foi fabricada invertendo-se uma das capas ( direção de fabricação paralela às ondas) e a outra metade fabricada pelo processo tradicional.

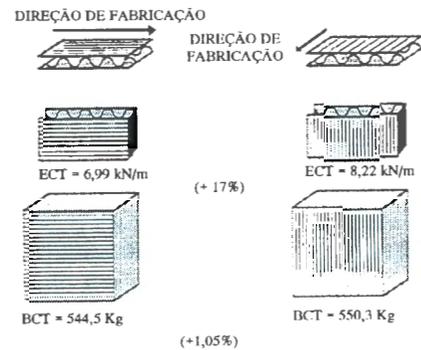
Os resultados são apresentados na Figura 1.

Pela Figura 1 observa-se que, apesar dos valores de ECT apresentarem um acréscimo de 17%, os valores de BCT foram praticamente os mesmos.

O Quadro 3 apresenta outros resultados obtidos no trabalho:

Propriedade	Capa interna invertida	Capas interna e externa invertidas	Apenas o miolo invertido	Todos os componentes invertidos
ECT	+ 17,6%	+ 28,6%	+ 7,6%	+ 29,9%
BCT	+ 0,9%	+ 1,8%	+ 0,7%	+ 1,86%

Com base no trabalho desenvolvido, Pommier concluiu a importância do uso do Fator de



**FIGURA 1.** Resultados da resistência à compressão de coluna (ECT) e resistência à compressão da caixa (BCT) com a DF da capa interna perpendicular e paralela as ondas.

Compressão para prever a resistência à compressão vertical de caixas, bem como a não adequação do ensaio de compressão de coluna para essa previsão.

O CETEA acredita que essa é uma linha de pesquisa que deve ser explorada para obtenção de subsídios para a indústria brasileira de papelão ondulado.

ARDITO, E.F.G.

*Este artigo foi baseado nas informações obtidas na palestra proferida por J.C.Pommier da Saint - Gabain Papier Boi Recherche, da França, no Seminário " 1994 International Progress in Paper Physics", realizado em Atlanta, GA, USA de 28 a 31 de agosto de 1994.*