



Contact Methods
Mob: (86)18668768846
Tel: (86) 577 68668118
Wechat: zigpac123
Skype: bruce.chan1999
E-mail: bruce@zigpac.com
Whatsapp: +86-18668768846
Telegram: @Zigpacstickers

Company Info
Name: Wenzhou Zigpac Industry Limited
Address: No. 148-152, Building C, Jiangbin
Commercial and Residential Building, Longgang
City, Wenzhou City, Zhejiang 325802, China



YOUR CUSTOM PRINTING & PACKAGING PARTNER FOR SMALL AND MEDIUM BUSINESSES



Cálculo de caixa de papelão ondulado: da carga de empilhamento no palete ao BCT de McKee e ao custo do papelão por unidade

Details

Resposta rápida: Um cálculo de caixa de papelão ondulado tem três etapas. Primeiro, multiplique o peso de cada caixa embalada pelo número de caixas empilhadas acima da inferior e depois divida pelos seus fatores ambientais combinados (umidade, tempo de armazenagem, padrão de paletização, manuseio) para obter a resistência à compressão da caixa (BCT) exigida. Segundo, estime o BCT que um papelão consegue entregar com a fórmula simplificada de McKee, $BCT \approx 5,87 \times ECT \times \sqrt{\text{espessura} \times \text{perímetro}}$, e escolha a menor classe de papelão que atende à exigência. Terceiro, calcule a área do planificado para estimar o consumo de papelão, o peso da caixa e o custo de material por unidade antes de pedir cotações.

Última revisão: outubro de 2026. Todos os números trabalhados abaixo são exemplos ilustrativos de engenharia, não cotações de fornecedores.

A maioria das especificações de embalagem começa com alguém escrevendo “32 ECT” num pedido de compra porque a última caixa usava isso. Um cálculo de caixa de papelão ondulado bem feito substitui esse hábito por três números que você consegue defender diante do financeiro e do fornecedor: quanta compressão a caixa inferior precisa suportar, quanto uma determinada classe de papelão consegue entregar e quanto papelão cada caixa consome. Este guia percorre os três com uma única caixa de exemplo, para que você possa reaproveitar o método com as suas próprias dimensões e cargas.

Por que chutar a classe do papelão custa mais do que fazer a conta

O padrão de falha é previsível. Uma classe que se sustenta numa sala de ensaio seca perde resistência depois de semanas sobre um palete num armazém úmido. A camada de baixo começa a abaular, depois a pilha tomba para o lado e o dano é atribuído à transportadora. O erro oposto é igualmente caro e mais difícil de ver. Equipes que já se queimaram uma vez passam todos os SKUs para papelão de parede dupla. Isso aumenta o peso do papelão, a espessura da parede e as dimensões externas, e, em rotas de encomendas, o tamanho externo extra pode empurrar os envios para uma faixa de peso cúbico mais alta.

Os dois erros nascem da mesma lacuna: ninguém registrou a carga, o ambiente ou a capacidade esperada do papelão. Os três cálculos abaixo fecham essa lacuna usando dados que você pode medir ou pedir a um fornecedor. Eles não substituem os ensaios de compressão, mas indicam quais classes vale a pena ensaiar.

Sumário

1. [O que um cálculo de caixa de papelão ondulado abrange](#)
2. [Etapa 1: calcule a carga de topo sobre a caixa inferior](#)
3. [Etapa 2: converta a carga de topo no BCT exigido com um fator de segurança](#)
4. [Etapa 3: estime o BCT a partir do ECT com a fórmula de McKee](#)

5. [Etapa 4: calcule a área do planificado de papelão](#)
6. [Etapa 5: transforme a área de papelão em peso e em custo de material por unidade](#)
7. [Comparação: quais classes de papelão atendem ao exemplo resolvido](#)
8. [Valide antes de ampliar a produção](#)
9. [FAQ](#)
10. [Principais conclusões](#)

O que um cálculo de caixa de papelão ondulado realmente abrange?

Para expedição e armazenagem, o cálculo relaciona quatro propriedades mensuráveis de uma caixa de papelão ondulado. O [Fibre Box Handbook](#)^[1] publicado pela Fibre Box Association é a referência padrão na América do Norte sobre como essas propriedades se relacionam com o projeto, a armazenagem e o uso da caixa.

Entrada	O que mede	Unidade usada neste guia	De onde vem o número
ECT (teste de esmagamento de borda)	Resistência à compressão de borda do papelão combinado	lb/in	Classe de papelão informada pelo fornecedor; método de ensaio conforme ISO 3037:2022 ^[2] ou métodos de esmagamento de borda da TAPPI
Espessura (h)	Espessura do papelão combinado	polegadas	Ficha técnica do fornecedor ou medidor de espessura
Perímetro (Z)	2 × (comprimento + largura) da caixa	polegadas	As dimensões da sua caixa
BCT (teste de compressão de caixa)	Carga vertical que uma caixa pronta suporta antes de falhar	lbf	Estimativa de McKee e, em seguida, ensaio de laboratório (por exemplo, TAPPI T 804)
Estouro (Mullen)	Resistência à ruptura pela face do papelão	psi / lb por in ²	Método de ensaio conforme ISO 2759 ^[3]

O ECT prevê o desempenho no empilhamento. O estouro prevê a resistência a perfurações e ao manuseio brusco. Por isso, a conta de empilhamento abaixo usa o ECT e nunca converte um valor de estouro em compressão. As especificações de papelão e de caixas nos EUA ficam sob a ASTM, no [Subcomitê D10.27](#)^[4], que abrange documentos como ASTM D4727 (especificação de chapa) e D5118 (prática de fabricação de caixas).

O exemplo resolvido ao longo do texto é uma caixa de abas regulares (RSC) com dimensões internas de 16 × 12 × 10 in. Cada caixa embalada pesa 25 lb, e os paletes são empilhados com cinco caixas de altura e, depois, em dois níveis no armazém.



Etapa 1: calcule a carga de topo sobre a caixa inferior

A caixa inferior suporta todas as caixas acima dela na sua coluna, e não o próprio peso.

Carga de topo = peso por caixa embalada × (caixas na coluna – 1)

No exemplo, dois paletes de 5 camadas formam uma coluna de 10 caixas. A caixa inferior suporta $9 \times 25 \text{ lb} = \mathbf{225 \text{ lb}}$. Se o peso do estrado do paletê superior se apoiar nas caixas de baixo, some a parcela dele por coluna. Para um paletê de $40 \times 48 \text{ in}$ com seis caixas por camada, divida o peso do estrado por seis. Deixar isso de fora faz o resultado parecer mais seguro do que é.

Use o pior caso real, não o planejado. Se o armazém de destino empilhar três paletes de altura, a coluna terá 15 caixas e a carga de topo passa a ser $14 \times 25 = 350 \text{ lb}$. Uma única pergunta ao operador logístico 3PL (“qual é a altura máxima de empilhamento de paletes?”) pode mudar a classe exigida.

Etapa 2: converta a carga de topo no BCT exigido com um fator de segurança

O BCT de laboratório é medido em caixas novas, em condições-padrão. As pilhas reais perdem resistência com o tempo e com a umidade. Os engenheiros modelam isso com multiplicadores de perda, cada um abaixo de 1,0, e os combinam em um fator de segurança:

Fator de segurança = $1 \div (\text{produto de todos os multiplicadores de perda})$

BCT exigido = carga de topo × fator de segurança

A umidade costuma ser o maior multiplicador. Pesquisas reunidas pelo [Georgia Tech Renewable Bioproducts Institute^{\[5\]}](#) mostram que a resistência à compressão da caixa cai à medida que o teor de umidade do papelão aumenta. No conjunto de dados por trás deste guia, um ponto de referência foi uma perda de cerca de 32 % de BCT a 80 % de umidade relativa, e referências de frete marítimo

citam perdas próximas de 50 %. Esses valores dependem da composição do papel, da onda, do tempo de armazenagem e das condições de ensaio. Trate-os como premissas de planejamento, não como constantes.

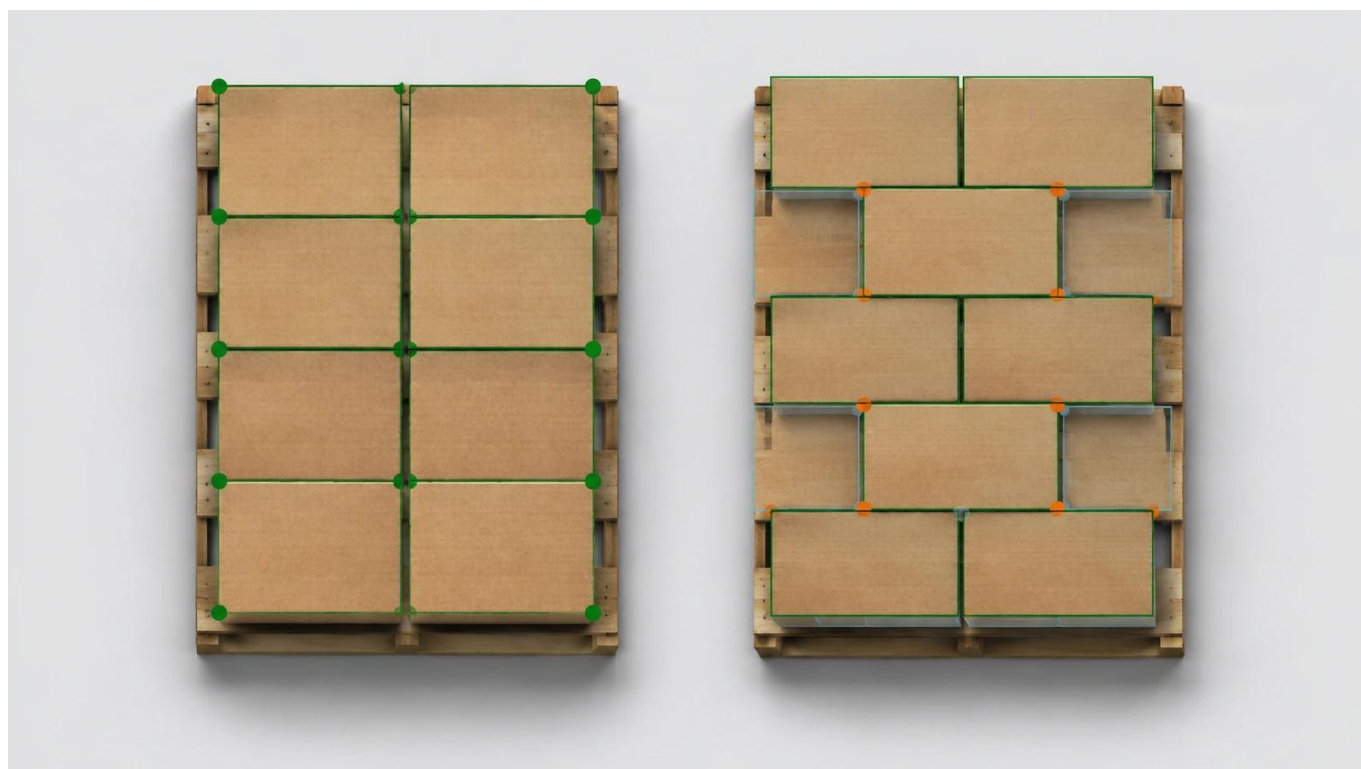
Os multiplicadores abaixo são *premissas de exemplo* para o caso resolvido. Substitua-os pelas orientações do Fibre Box Handbook para as suas condições ou, melhor ainda, pelos seus próprios ensaios de BCT com caixas envelhecidas.

Condição	Multiplicador de exemplo	Por que se aplica
Umidade (armazém com cerca de 80 % de UR)	0.68	Reflete o ponto de referência de perda de ~32 % de BCT
Armazenagem por várias semanas sob carga	0.60	O papelão cede lentamente (fluência) sob carga contínua
Danos de manuseio e transporte	0.90	Amassados e cantos esfolados reduzem as bordas que suportam a carga
Padrão de paletização amarrado	0.60	Os cantos das caixas deixam de ficar sobre os cantos das caixas de baixo
Padrão de paletização em coluna	1.00	Os cantos se alinham, portanto não há perda por padrão

Empilhamento em coluna: $0,68 \times 0,60 \times 0,90 = 0,367$, portanto o fator de segurança é 2,72 e o BCT exigido = $225 \times 2,72 \approx \mathbf{613 \text{ lb}}$.

Amarrado: $0,367 \times 0,60 = 0,220$, portanto o fator de segurança é 4,54 e o BCT exigido = $225 \times 4,54 \approx \mathbf{1,021 \text{ lb}}$.

Só o padrão de paletização já acrescenta cerca de 400 lb à exigência. Antes de reforçar o papelão, verifique se é possível empilhar em coluna. O empilhamento em coluna sacrifica parte da estabilidade da carga em troca de resistência à compressão, então confirme se o filme stretch ou as cantoneiras compensam.



Etapa 3: estime o BCT a partir do ECT com a fórmula de McKee

A fórmula simplificada de McKee estima o BCT de uma RSC a partir de três variáveis:

$$\text{BCT} \approx 5,87 \times \text{ECT} \times \sqrt{(h \times Z)}$$

em que o ECT está em lb/in, h é a espessura do papelão em polegadas, Z é o perímetro da caixa em polegadas e o BCT está em lbf.

Para a caixa do exemplo, $Z = 2 \times (16 + 12) = 56$ in. Um papelão de parede simples com onda C tem cerca de 0,16 in de espessura (a onda C tem cerca de 3,2–4,0 mm), portanto $h \times Z = 8,96$ e $\sqrt{8,96} \approx 2,99$.

Com papelão de parede simples 32 ECT: $\text{BCT} \approx 5,87 \times 32 \times 2,99 \approx \mathbf{562 \text{ lb}}$. Isso não atinge nem a exigência de 613 lb do empilhamento em coluna nem a de 1,021 lb do empilhamento amarrado.

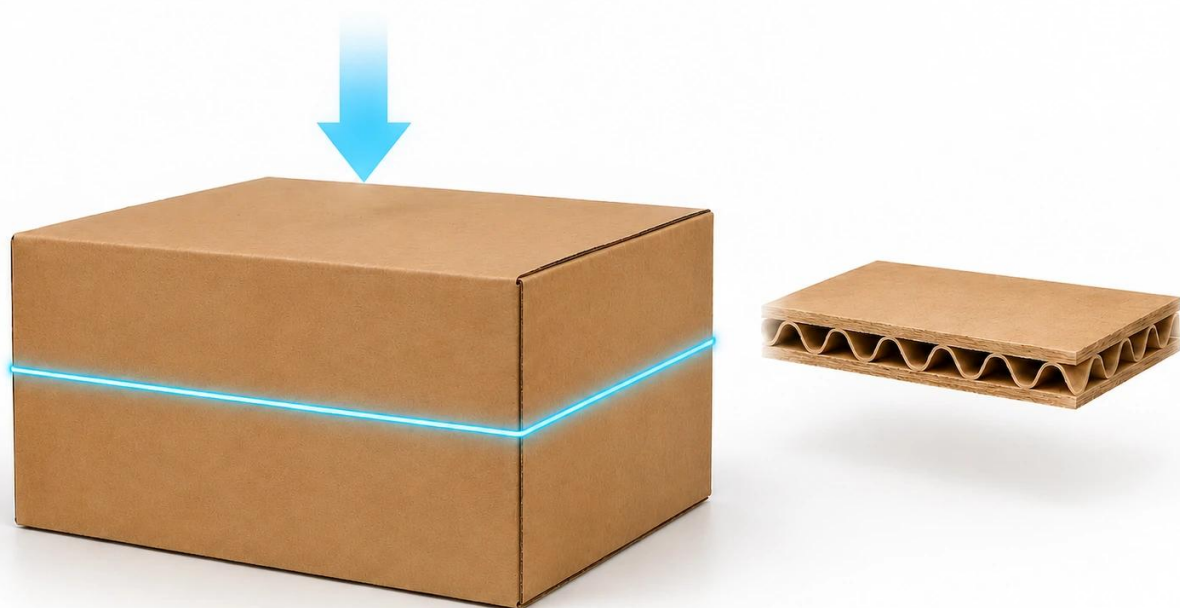
Inverta a fórmula para achar o ECT mínimo:

$$\text{ECT exigido} = \text{BCT exigido} \div (5,87 \times \sqrt{(h \times Z)})$$

- Parede simples ($h = 0,16$), empilhamento em coluna: $613 \div 17,57 \approx 34,9$, portanto a próxima classe comum, 40 ECT, atende.
- Parede simples, amarrado: $1,021 \div 17,57 \approx 58,1$. Isso está além das classes típicas de parede simples.
- Parede dupla, onda BC ($h \approx 0,25$), amarrado: $\sqrt{(0,25 \times 56)} = 3,74$, portanto $1,021 \div 21,96 \approx 46,5$, o que aponta para 48 ECT em parede dupla.

Um papelão mais espesso ajuda por meio da raiz quadrada, então dobrar a espessura aumenta o BCT em apenas cerca de 41 %. Por isso, a classe (ECT) e o padrão de paletização costumam pesar mais do que a escolha da onda isoladamente.

Onde o McKee é fraco: ele pressupõe uma RSC padrão, com proporções comuns, painéis íntegros e carga de borda a borda. Espere um BCT real abaixo da estimativa quando as caixas tiverem alças vazadas, aberturas de ventilação, perfurações, impressão com grande cobertura, geometria de caixa de envio com corte e vinco especial ou profundidade incomumente baixa. Algumas proporções se comportam de forma diferente, então não force a estimativa nesses casos. Use o McKee para pré-selecionar classes e um ensaio de compressão para aprovar uma.



Etapa 4: calcule a área do planificado de papelão

Uma RSC (modelo 0201 in no [Código FEFCO^{\[6\]}](#)) é cortada de um único planificado retangular. Cada aba tem metade da largura da caixa, então as abas superior e inferior somam, juntas, uma largura inteira à altura do planificado.

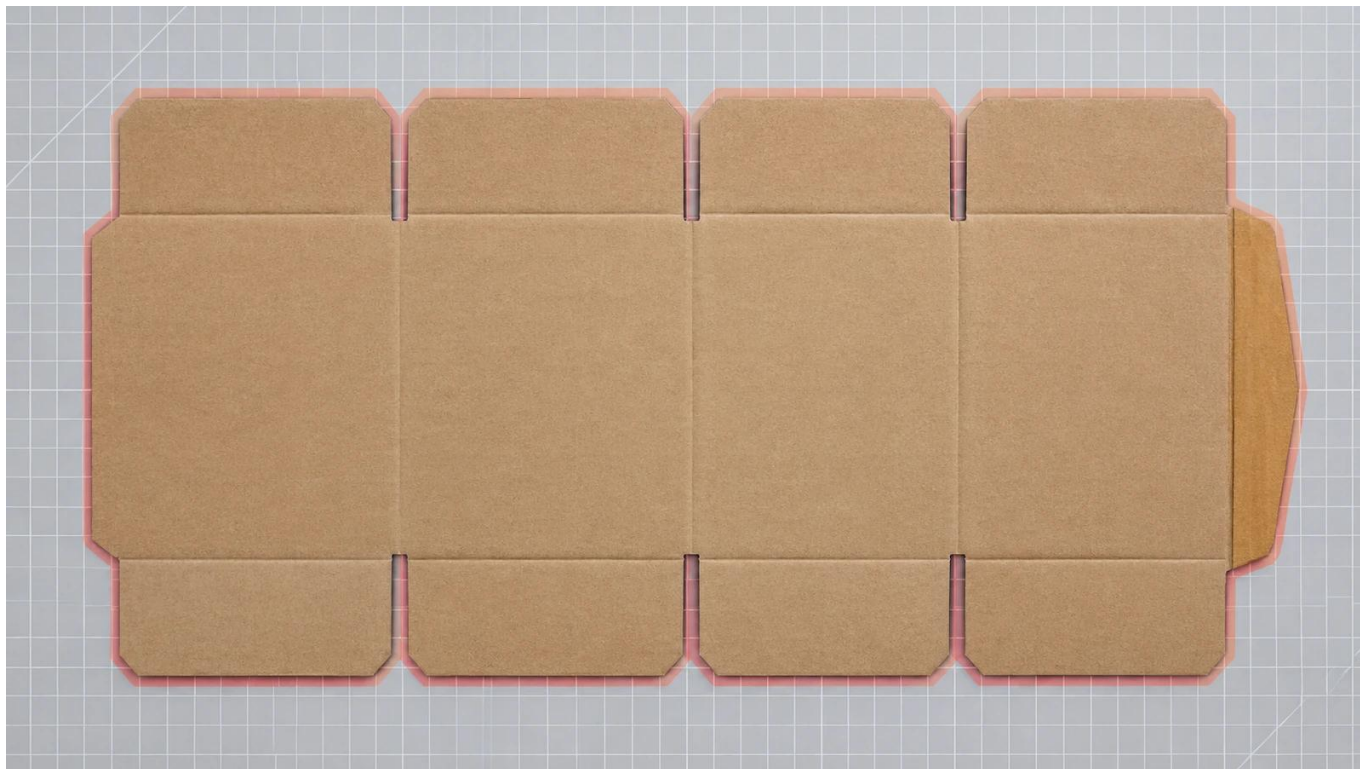
Comprimento do planificado $\approx 2L + 2W +$ junta do fabricante (aba de colagem) + folgas de vinco

Largura do planificado $\approx D + W +$ folgas de vinco

Suponha uma aba de colagem de 1,5 in e cerca de 0,5 in de folga de vinco combinada em cada direção. As folgas reais dependem da espessura do papelão e do equipamento de vinco do convertedor, então peça o valor real.

- Comprimento do planificado = $32 + 24 + 1,5 + 0,5 = 58$ in
- Largura do planificado = $10 + 12 + 0,5 = 22,5$ in
- Área líquida do planificado = $58 \times 22,5 = 1,305 \text{ in}^2 \div 144 = \mathbf{9,06 \text{ ft}^2}$

Os convertedores também perdem papelão com aparas, preparação de máquina e aproveitamento da chapa. Aplicando uma margem de perda de exemplo de 8 %, chega-se a uma área bruta de cerca de 9,79 ft² por caixa, ou **9,79 MSF (mil pés quadrados) por 1,000 caixas**. Pergunte a cada fornecedor qual margem de perda ele embute no preço, porque ela pode ser diferente da sua.



Etapa 5: transforme a área de papelão em peso e em custo de material por unidade

Custo de papelão por caixa = área bruta (ft²) ÷ 1,000 × preço do papelão por MSF

No exemplo, custo de papelão por caixa = 0,00979 × o preço do papelão por MSF cotado. Isso mantém a comparação honesta. Quando dois fornecedores cotam preços unitários diferentes para “a mesma caixa”, dá para verificar se a diferença vem da classe do papelão, da margem de perda ou da conversão (impressão, corte e vinco, colagem, mão de obra, ferramental amortizado). O material é apenas uma das linhas. O preço unitário completo também inclui frete e eventuais clichês ou facas.

Peso da caixa = área líquida × gramatura do papelão combinado

Se a gramatura do papelão combinado informada pelo fornecedor for de cerca de 0,11 lb/ft² (valor de exemplo; peça o número real da sua classe), a caixa vazia pesa aproximadamente 9,06 × 0,11 ≈ **1,0 lb**. Passar para parede dupla acrescenta uma capa e um miolo, então o peso sobe de forma perceptível.

Esse peso agora alimenta o cálculo de conformidade. Os programas estaduais de responsabilidade estendida do produtor (EPR) para embalagens nos EUA cobram com base no peso do material. Uma faixa de planejamento usada em discussões do setor para embalagens de papel é de cerca de \$0,01–0,03 por lb, ou aproximadamente \$0,01–0,03 para esta caixa. As taxas variam conforme o estado, o ano e a organização de responsabilidade do produtor, então verifique-as antes de orçar. Para embarques com destino à UE, o [Regulamento \(UE\) 2025/40 \(PPWR\)](#)^[7] é aplicável em geral desde 12 de agosto de 2026. Ele estimula a minimização das embalagens, e a [página de resíduos de embalagens da Comissão Europeia](#)^[8] acompanha os atos de execução. Segundo essas regras, o peso documentado da caixa e o espaço vazio pesam de verdade na conformidade.

A eficiência de material também importa do lado da recuperação. A [American Forest & Paper Association](#)^[9] informa que cerca de 69 %–74 % do papelão dos EUA disponível para recuperação foi

reciclado em 2024. A taxa de reciclagem de papelão ondulado de 96,5 %, citada com frequência, vem dos [dados EPA 2018^{\[10\]}](#) obtidos por um método diferente. Os dois números não formam uma linha de tendência, portanto cite cada um com o seu ano e o seu método.

Comparação: quais classes de papelão atendem ao exemplo resolvido

Todas as linhas usam a mesma caixa de 16 × 12 × 10 in (Z = 56 in) e as exigências da Etapa 2. A margem é o BCT estimado dividido pela exigência, menos um.

Classe de papelão (exemplo)	Espessura (pol)	BCT de McKee (lb)	Empilhamento em coluna (exige 613 lb)	Amarrado (exige 1,021 lb)
32 ECT parede simples, onda C	0.16	562	Não atende (−8 %)	Não atende (−45 %)
40 ECT parede simples, onda C	0.16	703	Atende (+15 %)	Não atende (−31 %)
44 ECT parede simples, onda C	0.16	773	Atende (+26 %)	Não atende (−24 %)
48 ECT parede dupla, onda BC	0.25	1,054	Atende (+72 %)	Atende, margem estreita (+3 %)
51 ECT parede dupla, onda BC	0.25	1,120	Atende (+83 %)	Atende (+10 %)

Três decisões saem desta tabela. Primeiro, a conhecida classe 32 ECT fica subdimensionada para esta pilha, mesmo no melhor padrão de paletização. Segundo, passar para o empilhamento em coluna permite que um papelão de parede simples 40 ECT resolva, evitando a penalidade de peso e de espessura da parede dupla. Terceiro, se a amarração for inevitável, a parede dupla 48 ECT só atende no papel. Uma margem de 3 % está dentro da variação normal do papelão e do ensaio, então adotar 51 ECT, ou fazer um ensaio de BCT em 48 ECT, é o caminho de aprovação mais seguro.

A mesma conta vale para caixas de papelão ondulado padrão, de estoque. Uma caixa de estoque com ECT impresso ou atende ao BCT exigido ou não atende, então este cálculo também mostra se um tamanho de estoque é seguro antes de você considerar ferramental personalizado.

Valide antes de ampliar a produção

O cálculo estreita a escolha. O ensaio toma a decisão. Antes de um pedido de produção:

1. Faça o ensaio de BCT em caixas condicionadas à sua pior umidade, e não apenas às condições-padrão de laboratório.
2. Compare o BCT medido com a estimativa de McKee. Se ele ficar mais de cerca de 10–15 % abaixo, procure vincos fracos, cobertura de impressão ou problemas na junta.
3. Acrescente ensaios de queda e vibração se o principal risco for o dano ao produto, e não o colapso da pilha.
4. Registre os dados de entrada (carga de topo, multiplicadores, ECT, espessura, tamanho do planificado) na especificação, para que as reposições possam ser conferidas com os mesmos números.

Quando os números estiverem prontos, envie-os junto com o pedido de cotação. BCT exigido,

dimensões internas, padrão de empilhamento e umidade permitem que a fábrica cote a classe certa em vez de uma classe padrão. Nossa página de [caixas de papelão ondulado personalizadas para envio](#) explica como enviar essas especificações, como funcionam a inspeção de qualidade e a aprovação e como comparar as formas de compra, por isso esses temas não se repetem aqui.

FAQ

FAQ: como calculo o BCT de que a minha caixa precisa?

Multiplique o peso embalado de uma caixa pelo número de caixas acima da caixa inferior para obter a carga de topo. Depois, divida pelo produto dos seus multiplicadores de perda por umidade, tempo de armazenagem, manuseio e padrão de paletização. No exemplo resolvido, uma carga de topo de 225 lb virou uma exigência de 613 lb para o empilhamento em coluna e de 1,021 lb para o empilhamento amarrado.

FAQ: a fórmula de McKee é precisa o bastante para fechar um pedido?

É precisa o bastante para pré-selecionar classes em RSCs padrão, mas não para aprová-las. Alças vazadas, aberturas, impressão pesada, modelos com corte e vinco especial e proporções incomuns podem fazer o BCT real ficar abaixo da estimativa. Confirme a classe final com um ensaio de compressão de caixa em amostras condicionadas.

FAQ: posso converter um valor de estouro Mullen em ECT?

Não de forma confiável. O estouro (ISO 2759) mede a ruptura pela face do papelão, enquanto o ECT (ISO 3037) mede a compressão de borda. Um papelão de estouro 200# e um papelão 32 ECT costumam aparecer lado a lado nas listas, mas não são equivalentes para o empilhamento. Use o ECT para a conta de compressão e o estouro para o risco de perfuração.

FAQ: quanto a umidade altera o resultado?

Muitas vezes, mais do que qualquer outro fator. Os dados de pesquisa usados neste guia incluem um ponto de referência de perda de cerca de 32 % de BCT a 80 % de umidade relativa, e referências de frete marítimo citam perdas próximas de 50 %. Modele o pior ambiente de armazenagem e depois confirme com ensaios em amostras condicionadas.

FAQ: uma caixa mais pesada é sempre uma caixa mais segura?

Não. No exemplo resolvido, passar do empilhamento amarrado para o empilhamento em coluna permitiu que o papelão de parede simples 40 ECT atendesse à exigência. Passar para parede dupla acrescentaria peso, espessura de parede e, com taxas de EPR baseadas em peso, custo por unidade. Corrija o padrão de empilhamento antes de reforçar o papelão.

FAQ: que números devo levar a um fornecedor?

Leve as dimensões internas, o peso embalado, a altura máxima da pilha, o padrão de paletização, a umidade e a duração da armazenagem, o BCT exigido e a área do planificado ou a classe de papelão que você tem como meta. Com isso, as cotações passam a ser comparáveis linha a linha, em vez de uma adivinhação de classe.

Principais conclusões

- **A resistência exigida é a carga de topo vezes um fator de segurança, e não o peso do produto.** — Uma carga de topo de 225 lb virou uma exigência de BCT de 613–1,021 lb, conforme o padrão de paletização ([Fonte](#))
- **A umidade é a variável com maior chance de derrubar a sua pilha.** — Cerca de 32 % de perda de BCT a 80 % de UR nos dados de referência usados aqui ([Fonte](#))
- **O McKee transforma um ECT medido em uma estimativa de BCT utilizável.** — O 32 ECT de parede simples e onda C resulta em cerca de 562 lb em um perímetro de 56 in, com o ECT medido conforme a edição de 2022 da norma ISO 3037 ([Fonte](#))
- **A área do planificado torna o custo de material auditável.** — A RSC do exemplo usa 9,06 ft² líquidos e cerca de 9,79 MSF por 1,000 caixas, com uma margem de perda de 8 % ([Fonte](#))
- **O peso da caixa agora é dado de conformidade.** — O PPWR da UE é aplicável em geral desde 12 de agosto de 2026 ([Fonte](#))
- **Cite as taxas de reciclagem junto com o método.** — 69 %–74 % (AF&PA, 2024) e 96,5 % (EPA, 2018) não são comparáveis ([Fonte](#))

Conclusão

Um cálculo de caixa de papelão ondulado leva cerca de quinze minutos numa planilha e troca uma classe padrão por uma decisão documentada. Calcule a carga de topo, aplique multiplicadores de perda realistas, use o McKee para achar a menor classe que atende à exigência e use a área do planificado para ver quanto essa classe custa em papelão e em peso. Depois, ensaie a classe pré-selecionada nas suas piores condições. Chegar com números permite comparar cotações pelo conteúdo e flagrar tanto caixas subdimensionadas quanto superdimensionadas antes de chegarem a um palete.

Notas de rodapé e referências

1. Fibre Box Association, *Fibre Box Handbook*. <https://www.fibrebox.org/fibre-box-handbook/> (acessado em outubro de 2026). [↵](#)
2. Organização Internacional de Normalização, ISO 3037:2022, Papelão ondulado: determinação da resistência ao esmagamento de borda. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#!iso:std:80310:en> (acessado em outubro de 2026). [↵](#)
3. Organização Internacional de Normalização, ISO 2759, Cartão: determinação da resistência ao estouro. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#!iso:std:61488:en> (acessado em outubro de 2026). [↵](#)
4. ASTM International, Subcomitê D10.27 sobre caixas de papelão para expedição. <https://www.astm.org/membership-participation/technical-committees/committee-d10/subcommittee-d10/jurisdiction-d1027> (acessado em outubro de 2026). [↵](#)
5. Georgia Institute of Technology, Renewable Bioproducts Institute, Efeitos do teor de umidade na resistência à compressão da caixa (PDF). <https://renewablebioproducts.gatech.edu/sites/default/files/2025-12/4effects-of-moisture-content-on-box-compression-strength.pdf> (acessado em outubro de 2026). [↵](#)
6. FEFCO, Código Internacional de Caixas de Papelão. <https://www.fefco.org/technical-information/fefco-code> (acessado em outubro de 2026). [↵](#)
7. EUR-Lex, Regulamento (UE) 2025/40 relativo a embalagens e resíduos de embalagens. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202500040 (acessado em outubro de 2026). [↵](#)
8. Comissão Europeia, Resíduos de embalagens. https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/packaging-waste_en (acessado em

outubro de 2026). [↵](#)

9. American Forest & Paper Association, A indústria do papel divulga as taxas de reciclagem de papel — 2024 U.S. (2025).

<https://www.afandpa.org/news/2025/paper-industry-announces-2024-us-paper-recycling-rates> (acessado em outubro de 2026). [↵](#)

10. Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA), Contêineres e embalagens: dados específicos por produto (ano de referência dos dados: 2018).

<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/containers-and-packaging-product-specific> (acessado em outubro de 2026). [↵](#)

outubro 20, 2026