

## DEFININDO ESPECIFICAÇÕES DE EMBALAGENS PARA TRANSPORTE

*Tiago B. H. Dantas*  
Pesquisador Científico - Cetea

*Texto adaptado do artigo “Specifications – Defining the result not the path”, retirado do informativo “ISTA Views”, edição de abril de 2017, elaborado por Keith Jackson, engenheiro de embalagem da Packaging Corporation of America.*

Em qualquer processo de compra, clientes e consumidores procuram formas de verificar se o produto adquirido atende aos requisitos da solicitação. Seja na compra de um carro ou de uma bandeja de carne moída, espera-se ter a possibilidade de verificação dos parâmetros, como o consumo de combustível ou o peso de um produto, ou seja, das características que podem impactar na decisão de compra. É possível que tais verificações não sejam realizadas a toda hora, mas deseja-se ter esta opção. O mesmo se aplica a todos os tipos de embalagem. Embora existam diversas maneiras para o estabelecimento de especificações de embalagem, de forma que os principais parâmetros sejam verificáveis, geralmente se define uma especificação de material, visto ser esta a forma mais simples de verificação.

As especificações de material garantem que o produto recebido hoje tenha as mesmas características do recebido ontem, pelo menos dentro de um período relativamente longo. Nem sempre é disso que se precisa, é apenas “aquilo que funciona”, pelo menos na maioria das vezes. O mecanismo pelo qual aquilo funciona pode não ser compreendido; a relação entre a especificação e o resultado desejado pode ser algo obscuro, ou até mesmo inexistente; esta falta de conhecimento pode interferir na otimização. A fim de realmente melhorar a embalagem, deve-se sair deste modelo confortável, que apresenta restrições, e buscar um olhar diferente, com uma abordagem mais familiar em outras indústrias: a especificação funcional. Deve-se responder à seguinte questão: o que realmente se espera da embalagem? Esta abordagem alternativa facilita a colaboração, melhora a relação entre fornecedor e usuário, que sai do “receber pedidos” para o “trabalhar juntos para resolver problemas”, com o objetivo de fazer melhor hoje o que foi realizado ontem.

Uma caixa de papelão ondulado é um produto manufaturado, cuja função primária é conter e proteger outros produtos ao longo do processo de distribuição, levando-os ao mercado de forma que o comprador ou consumidor os obtenha de modo seguro e sem danos. O ambiente de distribuição termina somente quando a caixa é aberta. Assim, para a maioria dos itens alimentícios, o ambiente de distribuição termina em um supermercado, onde os produtos são retirados de suas caixas, enquanto para muitos eletrônicos o ambiente de distribuição termina somente no consumidor, quando o computador ou o liquidificador são removidos de suas caixas, sendo estas enviadas à reciclagem. Embora muitas caixas também apresentem funções adicionais em termos de *marketing* ou na exposição de seus conteúdos no ponto de venda, até mesmo a mais bela caixa impressa terá falhado em sua função caso seu conteúdo chegue quebrado ao consumidor.

A especificação funcional inclui tanto parâmetros de desempenho quanto de sustentabilidade. Mesmo da perspectiva da sustentabilidade, o desempenho é o principal aspecto – independente do quão sustentável

uma caixa seja, esta deixa de ser sustentável caso falhe em proteger o produto. A fabricação e o transporte dos produtos geralmente utilizam, em ordem de magnitude, mais energia e recursos do que a embalagem de transporte em si, e tudo que vai para o lixo caso o produto seja inutilizado.

Tudo isso não abrange o significado de “caixas que funcionam”. Tal “funcionamento” pode também se referir a caixas com desempenho adequado nas linhas, sejam elas manuais, totalmente automatizadas, ou algo entre tais extremos. Procuram-se caixas que cheguem em quantidade certa, com o formato correto, para que sejam facilmente utilizadas. Podem ser estabelecidos requisitos sobre como a caixa deve apresentar ou vender nosso produto, a facilidade de abertura da caixa e a exposição do produto. E, logicamente, o dinheiro deve ser gasto de maneira sábia. Alguns destes fatores, juntamente com o transporte do produto ao longo do sistema de distribuição, de um modo que possibilite a venda, combinam-se para gerar a verdadeira especificação funcional.

O trabalho colaborativo na elaboração de uma especificação funcional robusta pode evidenciar oportunidades para a otimização de sistemas, uma vez que a forma de utilização da caixa impacta em seus requisitos. Por exemplo, o custo de uma caixa que pode suportar as exigências extremas de uma operação de *clamp* agressiva pode exceder os benefícios que tal embalagem traz. Pode ser melhor eliminar as exigências extremas do ambiente, ao invés de se tentar um projeto que se acomode a tais condições. Em resumo, em qualquer projeto de embalagem, assim como no caso de produtos, deve assegurar-se que a caixa atenda adequadamente ao correto nível de exigência. A compreensão da mecânica por trás das movimentações de uma embalagem nos afasta da situação padrão, e nos permite uma contínua evolução das especificações técnicas quando estas podem ser melhor correlacionadas à especificação funcional. Embora isso se aplique a todos os tipos de embalagem, este artigo abordará as caixas de papelão ondulado.

## Selo de certificação

Nos Estados Unidos, os fabricantes de caixas de papelão utilizam um selo, geralmente impresso em uma das abas, chamado de BMC – *box manufacturer's certificate* ou certificado do fabricante da caixa, onde constam as principais especificações. Este selo é uma garantia dada pelo fabricante de que a caixa atende certos padrões estabelecidos pela NMFTA – *National Motor Freight Traffic Association*, por meio da qual o caminhoneiro, ao efetuar um transporte de carga fracionada, responsabiliza-se por danos que venham a ocorrer no transporte. Efetivamente, o selo BMC é um contrato de responsabilidade por danos durante o transporte da unidade de carga e não é uma garantia de que a caixa é adequada ao uso no ambiente de distribuição, armazenamento ou em qualquer outro lugar. Embora o selo sirva como uma medida relativa de desempenho mínimo, este nunca teve por objetivo ser utilizado como uma especificação.

Entretanto, as regras de frete tornaram-se uma especificação padrão que ainda hoje é utilizada, em parte porque esta é muito simples. Porém, muitos usuários de caixas erroneamente acreditam que todas as caixas com uma dada especificação, por exemplo, uma caixa com coluna de 6 kgf/cm, apresentam o mesmo desempenho; de fato, o selo garante apenas um nível mínimo de desempenho. As características de capa e miolo que compõem o papelão também influenciam tal desempenho.

Se precisarmos definir as propriedades do papelão, ao invés das propriedades da caixa, a resistência à compressão de coluna (ECT – *edge crush test*) do papelão é uma opção inicial razoável. De fato, a adição da especificação de coluna (em substituição ao arrebentamento ou Mullen) à estrutura do selo BMC foi realmente o primeiro movimento com foco em desempenho da embalagem, a primeira tentativa de conectar uma propriedade do material com a especificação funcional referente à “habilidade de carregamento em uma situação de armazenamento”. Mas a resistência à coluna de uma amostra de chapas combinadas ou mesmo da própria caixa ainda está longe do desempenho da embalagem. Uma caixa com onda B e uma com onda C podem possuir os mesmos valores de coluna, mas com diferentes desempenhos. Assim como a resistência à coluna, sendo uma propriedade apenas do material, o tipo de coluna não leva em consideração questões relativas à construção da caixa que podem impactar dramaticamente na resistência da embalagem ao empilhamento.

## Especificações do papel

As caixas também podem ser especificadas com requisitos de gramatura, como uma “receita”. Esta é uma abordagem de trinta anos atrás, quando havia muito menos opções de papéis e tipos de papelão. Naquela época, a otimização da chapa era menos importante e os custos extras não eram assim reconhecidos ou eram aceitos como parte da obtenção de uma caixa que funcionasse bem. Esta abordagem também pode ser utilizada atualmente, mas os papéis são muito diferentes, mesmo que tenham a mesma gramatura. As propriedades dos papéis dependem do tipo e da qualidade das fibras, que também variam conforme a região de fabricação. Mesmo quando o tipo de fibra é relativamente uniforme no mercado, a quantidade de fibra reciclada na mistura pode impactar a resistência.

O impacto do tipo de fibra sobre as propriedades do papel significa que, mesmo dentro de um único mercado, pode haver uma diversidade de resistências do papel para a mesma gramatura nominal. O papel não é uma *commodity*, e cada empresa possui sua faixa de resistência, densidade, porosidade e robustez. Além disso, cada fábrica possui diferentes combinações de equipamentos, perfis de ondulação e conversoras. Tais diferenças significam que, mesmo caixas elaboradas com o mesmo grau nominal de papel, não necessariamente terão o mesmo desempenho.

A utilização de combinações de papéis ou níveis BMC definirá, no máximo, as simples propriedades do material, e tipicamente tais especificações estão longe de serem úteis em uma especificação funcional. As especificações de material não garantem uma boa conversão, ou a garantem com limitações, e falham completamente na incorporação dos efeitos do manuseio da caixa. A fim de suportar os rigores da distribuição, é necessário conhecer os impactos do processo.

## Especificação de desempenho

Se a especificação dos papéis não é a melhor das ideias, dadas as variações de fornecimento de papel nas indústrias, e se a especificação BMC determina um valor mínimo para apenas um parâmetro que pode contribuir para o desempenho geral de uma caixa, o que nos resta? A melhor forma de se especificar uma caixa é elaborar uma especificação de desempenho baseada nos requisitos atuais da caixa, com o objetivo de proteger o produto ao longo do ambiente de distribuição. Esta abordagem pode exigir extensos protocolos de ensaio, que não necessariamente são de fácil implementação. Entretanto, é a melhor forma de assegurar que a caixa cumprirá com aquilo que é requerido em campo. Tais tipos de especificações podem envolver ensaios de compressão, estabelecendo uma resistência mínima à compressão (BCT – *box compression test*) no caso de produtos que passam por longos períodos de armazenamento. Podem também envolver ensaios baseados em protocolos de terceiros, sejam estes desenvolvidos por organizações como ISTA – *International Safe Transit Association* ou ASTM – *American Society for Testing and Materials*, ou por transportadoras, como FedEx, ou ainda varejistas, como Sam’s Club. O cliente pode também ter sua própria rotina de ensaios, correlacionada com os danos observados em sua cadeia específica de distribuição. Independentemente da fonte do método, a utilização de um protocolo voltado ao usuário final é geralmente a forma mais confiável de garantir o desempenho de uma caixa.

A definição correta dos critérios de desempenho resulta nas melhores oportunidades para otimização da embalagem. O desempenho de uma caixa depende de sua estrutura e de seus componentes. Para obter o desempenho adequado, é necessário compreender como a caixa é utilizada e, a partir daí, fabricar a caixa de modo que esta apresente resistência suficiente para suportar os esforços do ambiente de distribuição. O objetivo dos fabricantes é a obtenção da caixa adequada com a máxima efetividade de custo, a fim de atender aos requisitos do usuário final. O principal elemento é conhecer o cliente, seus produtos e seu processo de distribuição. É necessário um trabalho conjunto para definir o que acontece com a caixa durante sua vida útil, a fim de se conhecer os requisitos de durabilidade, bem como a resistência à compressão adequada. A definição desta última é essencial para o estabelecimento da resistência à coluna necessária e dos papéis que serão utilizados na fabricação, com base nas capacidades e diferenças de fornecimento na região. Só é possível estimar com precisão esta resistência à compressão conhecendo-se o que acontece com a caixa ao longo de toda sua existência, em todo o processo de distribuição, em cada

ponto no cliente, no sistema de armazenamento, e talvez no cliente deste cliente e no respectivo armazenamento, a manipulação da caixa no caminho até o usuário final. Este deve ser um processo colaborativo.

Examinemos um breve exemplo dos problemas da falta de conhecimento do ambiente de distribuição. Um usuário apresentou a um fabricante uma solicitação de caixa que permitiria o aumento da altura de empilhamento; esta era de 7 camadas e passaria a 9 camadas. A caixa foi assim projetada e fabricada. Pouco tempo depois, o cliente entrou em contato com o fabricante, reclamando que a caixa era ruim e que suportava um empilhamento de apenas 5 camadas! Fotos das operações do cliente mostraram colunas de caixas empilhadas de forma totalmente desalinhada, caixas para fora dos paletes e outros problemas de distribuição. O cliente foi solicitado a montar uma coluna de caixas diretamente no piso do armazém; nesta situação, a caixa suportou o dobro do tempo requerido, com o empilhamento em 9 camadas, sem apresentar danos. Pode-se pensar que tal ocorrência comprove a correta construção da caixa, e que o problema seria a forma de utilização da caixa pelo cliente. Entretanto, este exemplo mostra uma sistêmica falta de coordenação e colaboração. É verdade que o cliente apresenta práticas inadequadas de utilização, mas, fundamentalmente, a falha também foi do fabricante da caixa, que não fez a lição de casa e projetou uma caixa sem levar em conta o sistema de distribuição, sem compreender plenamente a especificação funcional. Afinal, a especificação não era somente para um empilhamento de 9 camadas, mas deveria suportar isso e também a movimentação ao longo do ambiente de distribuição.

Assim, a resistência da caixa à compressão não é o único parâmetro importante para definir o desempenho da caixa; porém, como a maioria dos produtos é armazenada por algum tempo durante a distribuição, este acaba sendo o principal fator para as caixas. A resistência à compressão é o fator que melhor se correlaciona ao desempenho da embalagem na unidade de carga submetida ao armazenamento e transporte, e embora não seja um parâmetro perfeito, que defina o desempenho real, tal parâmetro leva em consideração as propriedades do papel, da conversão da chapa, do processo de fabricação, bem como dos esforços do ambiente de distribuição real. O requisito de resistência à compressão de uma caixa depende de vários fatores do ambiente de distribuição, bastante discutidos na literatura técnica. Algumas fontes para tais informações são o *Fibre Box Handbook* e também a publicação *How to Get the Best Box*, da *Fibre Box Association*.

Os protocolos da ISTA também podem servir como métricas de desempenho em algumas situações. Cada vez que uma embalagem transita por um ambiente de distribuição, ela pode encontrar uma diversidade de esforços que varia a cada viagem, tornando o processo estimativo muito mais difícil do que apenas a consideração de cargas de compressão. O registro destes eventos importantes, de forma que possam ser compreendidos e facilmente aplicados em uma ampla variedade de embalagens, como parte de um processo de verificação, tem sido um dos principais desafios da indústria de embalagens para transporte nas últimas décadas. As dificuldades inerentes a esta avaliação, bem como as melhores ideias e observações de cientistas na indústria, têm sido captadas e quantificadas, melhorando a identificação dos requisitos. Os protocolos da ISTA, que atualmente são ferramentas de simulação, diferentemente dos métodos de ensaio puramente quantificáveis, continuam a evoluir. A guia oferecida pelos protocolos da ISTA tem como objetivo a produção de embalagens que atendam aos requisitos de proteção sem a utilização excessiva de material.

É importante reconhecer que a otimização de embalagem nem sempre significa menos embalagem, em termos de massa, ou menor custo de um componente específico. É possível que a redução de custo (e qualidade) de um componente, por exemplo, um palete, implique na necessidade de aumento de custo de outro, como a caixa. A otimização do sistema deve ser um trabalho conjunto. Os métodos e padrões devem ser bem compreendidos por todos os participantes, com detalhes da validação de processo e de testes.

Em suma, quais são as propriedades da caixa que importam? Isso depende claramente do que se espera da caixa e como esta é utilizada. Ao se considerar o armazenamento, a resistência ao empilhamento é o foco. A caixa deve ser capaz de suportar a carga dada pelas demais sobre ela empilhadas. Neste caso, a resistência à compressão de coluna e à compressão da caixa são propriedades críticas. Entretanto, para embalagens transportadas individualmente, de forma fracionada, os requisitos são diferentes. O ambiente

de manuseio severo requer caixas projetadas com durabilidade, uma exigência que vai além da resistência ao empilhamento. Isso pode exigir uma caixa com maior gramatura e certo nível de resistência à perfuração, bem como uma avaliação dos requisitos de acolchoamento do produto. Os requisitos de fechamento podem ser mais rigorosos aqui, a fim de se garantir que a caixa não se abra durante o transporte. Além de levar o produto ao cliente, pode haver outras demandas sobre a caixa, como, por exemplo, uma impressão ou movimentações automatizadas. A caixa ideal deve equilibrar as diversas necessidades do ambiente de distribuição, a fim de atender a todas elas com o custo mais efetivo possível.