

## PROPOSTA DE SISTEMA COLUNAR COM ABA DE ENCAIXE EM CAIXAS DO TIPO NORMAL COM ABAS

*Giovanna Oliveira Sardelari<sup>1</sup>  
Peterson Carlos Zimmermann Mai<sup>2</sup>  
Felipe Oliveira Silva<sup>3</sup>*

**Resumo:** *O presente artigo relata o desenvolvimento de uma nova embalagem secundária de papelão com abas de encaixe para substituição da embalagem de saco de rafia para o armazenamento de mortadelas de uma empresa de abate suíno no oeste do Paraná. A proposta surgiu da necessidade de maior aproveitamento de espaço físico nos drives da expedição e facilidade no transporte. Para esse estudo foram necessários realizar classificações de modelos de embalagens existentes que tivessem melhor aproveitamento em sistema de paletização colunar, levantamento de fatores que influenciam a utilização da caixa para direcionar a melhor resistência na produção das embalagens, testes com amostras de caixas, levantamento de custos para a checagem entre a embalagem utilizada atualmente e a embalagem proposta, pedidos de lotes pilotos para verificação da eficácia do sistema e feedback com o cliente final. Após os testes foram apresentados os resultados e benefícios para a logística do sistema proposto, tais como a melhoria no aproveitamento de pallets que contribui para a movimentação de carga.*

**Palavras-chave:** *Logística. Embalagens. Paletização Colunar.*

### 1. INTRODUÇÃO

A embalagem no meio da logística tem o principal objetivo de proteger os produtos de forma que se mantenham seguros e aptos para consumo ou utilização após o seu transporte. Conforme Ballou (2006), um *pallet* é uma plataforma portátil, comumente feita de madeira onde os produtos embalados permanecem empilhados para que sejam estocados e transportados. Na logística a caixa de papelão ondulado é parte integral do sistema de armazenamento e transporte dos produtos. Existem dois tipos de paletização que são praticados, sendo elas a paletização de arranjo cruzado onde sempre a caixa é posta sobre outras duas formando-se um bloco de caixas, e o arranjo colunar, onde as caixas são postas exatamente uma sobre a outra, embora não ofereça uma boa estabilidade entre as camadas, permite à embalagem de papelão apresentar um melhor desempenho de sua resistência, pois os pontos mais resistentes são as arestas verticais.

---

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica, Foz do Iguaçu, Paraná. E-mail: gsardelari@gmail.com.

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica, Foz do Iguaçu, Paraná. E-mail: zimmermann.peterson@gmail.com.

<sup>3</sup> Docente Orientador do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica, Foz do Iguaçu, Paraná. E-mail: felipe.silva@uniamerica.br.

Para se dar estabilidade à pilha de caixas colunares, é recomendado intercalar chapas de papelão entre as camadas superiores, ou até mesmo utilizar cola entre as faces das caixas. Uma alternativa é o uso de cintas para segurar a abertura do *pallet* durante o transporte.

Neste artigo se buscou encontrar formas de utilização do sistema colunar em um frigorífico no oeste do Paraná, onde apenas utiliza-se sistema de arranjo cruzado e caixas do tipo normal e sacos de rafia para embalar os produtos a serem transportados.

Com o intuito de reduzir custos adicionais, sugere-se a criação de um novo modelo de caixa, inspirado nas caixas de transporte de frutas, que possibilitem a utilização de abas de encaixe e sejam resistentes ao sistema de paletização colunar.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Segundo Dias (2012), a paletização vem sendo utilizada, com frequência cada vez maior, em indústrias que exigem manipulação rápida e estocagem racional de grandes quantidades de carga. Um planejamento rigoroso deve ser sempre realizado para determinar a viabilidade ou não do emprego do sistema.

O presente estudo foi realizado num frigorífico de suínos no município de Medianeira que se situa no oeste do estado do Paraná. Observou-se uma possibilidade de melhoria em relação às embalagens e o sistema de paletização de arranjo cruzado que até o momento da pesquisa é realizado pela empresa. No atual cenário, conforme Figura 1 e Figura 2, observa-se a utilização de arranjo cruzado onde uma embalagem é colocada sobre outras duas, foi possível observar a falta de estabilidade da carga sobre o *pallet* e o elevado desperdício na utilização de filme *stretch* no caso de embalagens de papelão. A paletização é feita com sacos de rafia, são compostas por 4 camadas com 5 sacos por lastro e a última camada com 4 sacos, chegando ao peso médio de 480 kg.



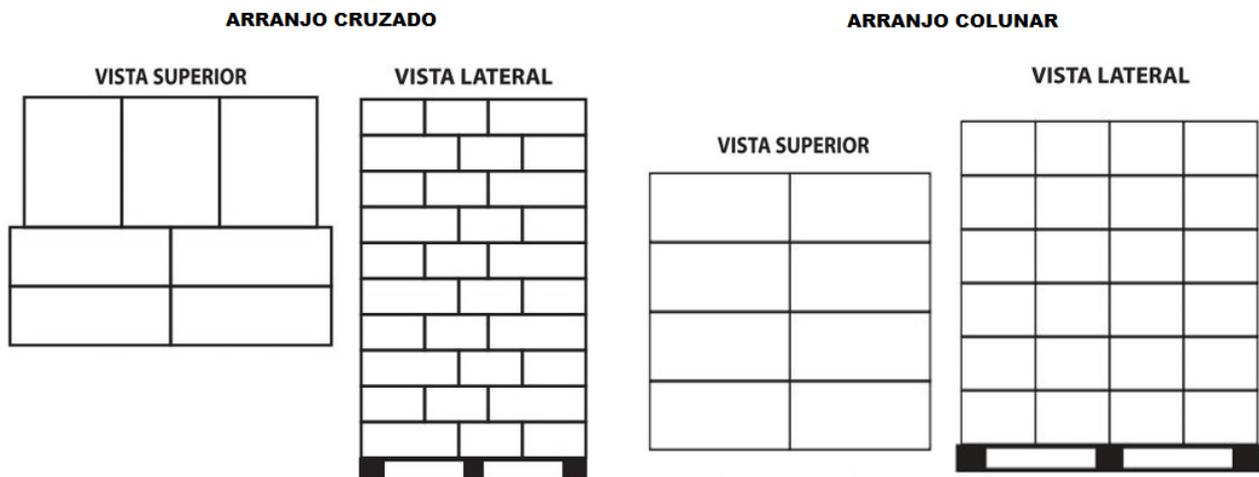
**Figura 1.** Carga em *pallet* com arranjo cruzado com caixas de tipo normal.

**Fonte:** Autores, 2021.



**Figura 2.** Carga em *pallet* com arranjo cruzado com sacos de r fia.  
**Fonte:** Autores, 2021.

Para a elaboração deste projeto foi realizado pesquisa de modelos de caixas existentes junto à empresa Klabin, que é a maior produtora e exportadora de papéis do Brasil, em que foi possível identificar o modelo mais adequado para a paletização colunar, sendo ele o sistema formado por colunas de caixa sobre caixa no *pallet*, conforme podemos comparar na Figura 3, proporcionando maior estabilidade e menor desperdício na utilização do *stretch*.



**Figura 3.** Comparativo entre arranjo cruzado e arranjo colunar.  
**Fonte:** Autores, 2021.

### 2.1. Pesquisa de modelos de caixas existentes.

Para iniciarmos foi realizado uma pesquisa de modelos existentes que possibilitam a paletização colunar e possuem boa estabilidade quando forem armazenadas sobre o *pallet*, onde identificamos um modelo aberto com abas de encaixe, conforme Figura 4, que é destinada ao transporte de frutas.



**Figura 4.** Caixa aberta com abas de encaixe.  
**Fonte:** Mazurky, 2017.

## 2.2. Adaptação para caixa tipo normal com abas

Com um exemplo em mente (Figura 4.), o protótipo a ser utilizado no projeto necessitava de uma caixa do tipo normal com abas. Verificando junto ao fornecedor de caixas se existia a possibilidade de se criar o modelo com abas e constatamos que se trata de um projeto novo de embalagem.

O produto a ser acondicionado tem formato cilíndrico e de medida: 282 mm de comprimento, 103 mm de largura e 103 mm de altura, com peso variável de aproximadamente 1,9 kg. A caixa deverá ter um peso aproximado de 20 kg, assim contendo 10 peças por caixa.

Após levantadas possibilidades de tamanho de caixa, se chegou ao tamanho de: 492 mm de comprimento, 294mm de largura e 200mm de altura. A caixa terá 2 camadas, contendo 5 unidades de produto por camada conforme a Figura 5.



**Figura 5.** Caixa do tipo normal com abas de encaixe.  
**Fonte:** Autores, 2021.

### 2.3. Estrutura logística.

O sistema de armazenamento da expedição é feito em estantes de paletização compactas de estrutura metálica. O sistema compacto é muito utilizado em câmaras frigoríficas, tanto de refrigeração como de congelamento, que precisam aproveitar ao máximo o espaço destinado a armazenagem de seus produtos a temperatura controlada. No frigorífico é utilizado dois sistemas de movimentação de produto, o *Drive-In* e o *Drive-Through*, que são tipos de estruturas ideais para as operações que necessitam de alta densidade de armazenagem e baixa seletividade de produtos, justificado pelo reduzido número de corredores operacionais, sendo comuns em armazéns frigorificados, empresas do setor metalúrgico e indústria moveleira.

A operação do *Drive-In* é feita através do *LIFO – Last In First Out*, que segundo Santos et al. (2020) trata-se de um método de sequenciamento onde se executa primeiro o último trabalho a chegar. Neste caso, o último *pallet* que entra, será o primeiro a sair. Recomenda-se que sua instalação seja feita próxima à parede ou delimitações de áreas. Na estrutura *Drive-Through*, segundo a Longa Industrial (2017), a operação é administrada através do *FIFO*, onde o primeiro *pallet* que entra é o primeiro a sair.

Os drives de armazenamento têm medida máxima de 1175 mm, e uma estrutura padrão de *pallet* de 1000x1200x150 mm. Com peso máximo de 1100 kg por drive.

### 2.4. Cálculo de McKee.

O cálculo da resistência e a compressão de uma embalagem de papelão ondulado, é feito utilizando uma fórmula matemática chamada de Fórmula de McKee. Esta fórmula é dada em função do perímetro da caixa de papelão (duas vezes comprimento mais duas vezes a largura da caixa), da resistência de coluna da chapa e da sua resistência à flexão, além da relação entre comprimento e largura da caixa.

Para realizar o cálculo da fórmula de McKee, deve ser realizado o cálculo do fator de segurança da embalagem, multiplicando os índices de resistência à compressão e o cálculo da resistência da embalagem, dividindo o peso sobre a última camada pelo fator de segurança.

O cálculo do fator de segurança deve ser realizado com base nos índices de cada fator, conforme Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1.** Fatores e condições que atuam sobre a embalagem de papelão ondulado.

FATOR	CONDIÇÃO	ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
Umidade Relativa	50%	1
	60% (estabilizada)	0,9
	70%	0,8
	80%	0,68
	90%	0,48
	100%	0,15
Tempo de Estocagem	10 dias	0,63
	1 mês	0,6
	3 meses	0,55
	1 ano	0,5
Tipo de manuseio	Normal	0,8
	Severo	0,6
Característica do produto	Sustentável	1,3
	Não Sustentável	1
Tipo de empilhamento (arranjo)	Colunar	1
	Cruzado	0,5

Fonte: Klabin, 2012.

O cálculo é realizado multiplicando os índices de cada fator, conforme a Equação 1:

$$Unidade R. * Estocagem * Manuseio * Característica do produto * Empilhamento \quad (1)$$

O Cálculo da resistência da embalagem (E) é realizado dividindo o peso sobre a última camada pelo fator de segurança encontrado, conforme a Equação 2:

$$E = \frac{\text{Peso da última camada (kgf)}}{\text{Fator de segurança}} \quad (2)$$

Para calcular a fórmula de Mckee são utilizadas as variáveis a seguir e representadas pela Equação 3:

E = Resistência da embalagem (kgf);

e = espessura média da caixa(cm);

c = coluna (kgf/cm);

k = constante (5,6);

p = perímetro da caixa (cm).

$$C = \frac{E}{K * \sqrt{e * p}} \quad (3)$$

### 2.5. Testes industriais e Levantamento de custo.

Foram utilizadas 3000 amostras da caixa para serem realizados testes com o produto embalado e a verificação da paletização. No teste foi avaliado o acondicionamento do produto na caixa, utilização das abas de encaixe, arranjo colunar na montagem dos *pallets*, utilização do filme *stretch* e foram coletadas as informações custos das embalagens utilizadas atualmente e da proposta para embalagem do produto neste novo sistema de paletização.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As caixas propostas foram projetadas levando em consideração fatores de segurança de suas colunas para que não se danifiquem e ocasionam perdas e retrabalho no armazenamento. Estes fatores possibilitam a realização do cálculo da resistência e a compressão, a fórmula de Mckee. Para a realização do cálculo foi utilizado os índices respectivos ao item de teste de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2.** Fatores e condições presentes no projeto que atuam sobre a embalagem de papelão ondulado.

FATOR	CONDIÇÃO	ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
Umidade relativa	90%	0,48
Tempo de estocagem	3 meses	0,55
Tipo de manuseio	Normal	0,80
Características do produto	Sustentável	1,30
Tipo de empilhamento	Colunar	1,00

Fonte: Autores, 2021.

Após coletado os índices, os mesmos são multiplicados para encontrarmos o valor do fator de segurança conforme Equação 4:

$$Fator\ segurança = 0,48 * 0,55 * 0,80 * 1,30 * 1,00 = 0,27456 \quad (4)$$

Com fator de segurança podemos encontrar o valor da resistência da embalagem com a Equação 5:

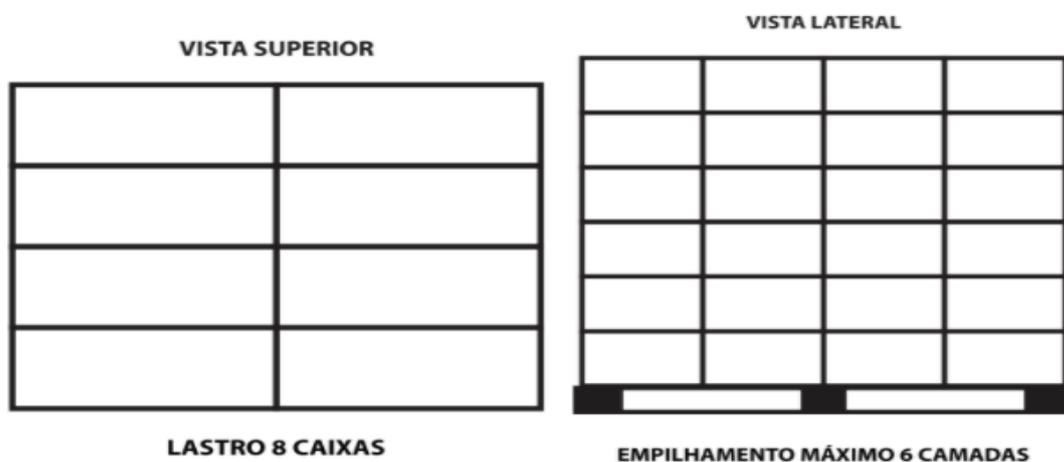
$$E = \frac{100}{0,27456} = 364,2191 \quad (5)$$

E, por fim, chega-se ao valor da resistência da coluna adequada para a caixa com a aplicação dos resultados nos cálculos anteriores, conforme Equação 6:

$$C = \frac{364,2191}{5,6 * \sqrt{0,37} * (494 * 2) + (292 * 2)} = 8,52801 \quad (6)$$

Utilizando a fórmula de McKee chegamos ao resultado de 8,52801. Por arredondamento a coluna da caixa proposta será 9.

A proposta de caixa para substituir o saco de rafia foi projetada com as medidas internas sendo 494x292x200mm. Com estas medidas será possível armazenar em cada *pallet* 8 caixas por lastro e com empilhamento considerando o limite de carga do *pallet* de 1100 kg conforme Figura 6 abaixo:



**Figura 6.** Paletização Modelo proposto.  
**Fonte:** Autores, 2021.

Utilizando os protótipos aplicando o sistema colunar podemos observar ganhos no armazenamento dos produtos sobre o *pallet* conforme Tabela 3, melhorando o aproveitamento de carga sobre o mesmo, melhoria na utilização dos drives de armazenamento e também possibilitando menos deslocamentos.

**Tabela 2.** Comparativo utilização do *pallet* cenário atual x cenário proposto.

-	Carga sobre o <i>pallet</i>	% de aproveitamento do <i>pallet</i>
Cenário atual	480 kg	43,63%
Cenário proposto	960 kg	87,27%
Diferença (Atual x Proposto)	+480 kg	+43,64%

**Fonte:** Autores, 2021.

Realizou-se o mapeamento dos custos do cenário atual com sacos de rafia conforme Tabela 4 e com a proposta de caixas de papelão ondulado com abas, verificável na Tabela 5. Nas tabelas foram mapeados os componentes envolvidos, custo por kg e a porcentagem do custo que cada componente tem sobre o total.

**Tabela 4.** Custos do cenário atual com sacos de rafia

COMPONENTES	CUSTO POR KG	% CUSTO
Matéria-Prima	1,0522	22,45%
Secundário	0,8498	18,13%
Embalagem	0,2222	4,74%
Mão de obra	0,2401	5,12%
GGF Fixo	0,1017	2,17%
GGF Variável	0,2561	5,46%
AUX Fixo	0,1612	3,44%
AUX Variável	0,1058	2,26%
<b>CUSTO INDUSTRIAL</b>	<b>2,9891</b>	<b>63,78%</b>
<b>DESPESAS</b>		
N.C.G.I.	-0,0029	-0,06%
Total frete	0,3911	8,35%
Desp. logística	0,0823	1,76%

Desp. operador	0,0078	0,17%
Total desp. c/ clientes	0,0125	0,27%
Comissão	0,096	2,05%
Desp. Comercial	0,059	1,26%
Desp. Marketing	0,035	0,75%
Desp. Fin. P.M.V.	0,0246	0,52%
Desp. Filial	0,0097	0,21%
Imp. PIS/COFINS	0,1455	3,10%
Imp. INSS	0,0391	0,83%
Imp. ICMS líquido	0,2941	6,27%
Desp. Adm.	0,1288	2,75%
Desp. Fin. Ext. Venda	0,0298	0,64%
Total despesas	1,3522	28,85%
<b>CUSTO FINAL</b>	<b>4,3412</b>	<b>92,63%</b>

**Fonte:** Autores, 2021.

**Tabela 5.** Custos do cenário proposto com caixas de papelão ondulado.

<b>COMPONENTES</b>	<b>CUSTO P/KG</b>	<b>% CUSTO</b>
Matéria-prima	1,0522	22,45%
Secundário	0,8498	18,13%
Embalagem	0,3424	7,31%
Mão de obra	0,1986	4,24%
GGF fixo	0,1017	2,17%
GGF variável	0,2561	5,46%
Aux. fixo	0,1612	3,44%
Aux. variável	0,1058	2,26%
Custo industrial	3,0677	65,46%
<b>DESPESAS</b>		
N.C.G.I.	-0,0029	-0,06%

Total frete	0,3911	8,35%
Desp. logística	0,0411	0,88%
Desp. operador	0,0078	0,17%
Total desp. C/clientes	0,0125	0,27%
Comissão	0,096	2,05%
Desp. Comercial	0,059	1,26%
Desp. Marketing	0,035	0,75%
Desp. Fin. P.M.V.	0,0246	0,52%
Desp. Filial	0,0097	0,21%
Imp. PIS/COFINS	0,1455	3,10%
Imp. INSS	0,0391	0,83%
Imp. ICMS líquido	0,2941	6,27%
Desp. Adm.	0,1288	2,75%
Desp. Fin. Ext. Venda	0,0298	0,64%
Total despesas	1,3522	28,85%
<b>CUSTO FINAL</b>	4,3788	93,43%

**Fonte:** Autores, 2021.

As caixas de papelão ondulado possuem um aumento de custo de R\$0,037 por unidade, com uma estimativa mensal de 30 ton/mês, teríamos um aumento anual de R\$13.536,00 (R\$1128,00/mês) o que encarece a armazenagem dos produtos.

Entretanto, nos testes realizados podemos observar melhora de seu arranjo, movimentação e armazenamento. Os valores de cada componente, e as despesas para comercialização dos produtos foram levantados junto ao setor de custos da empresa onde o estudo foi realizado.

Foram solicitadas 3000 unidades de caixas de papelão ondulado com abas de encaixe para serem utilizadas nos testes de paletização colunar. Diante destes, verificou-se que por conta do peso da caixa ser elevado, dificulta o encaixe das abas, principalmente nas últimas camadas e foi acrescentada uma chapa de papelão na qual é reaproveitada e vem direto dos fornecedores de embalagem para a proteção dos mesmos, estas foram colocadas acima da terceira camada para melhorar a estabilidade.

A caixa foi utilizada normalmente utilizando o empilhamento colunar. Conforme Figura 7, pode-se notar que o arranjo do físico do *pallet* ficou estável mesmo com pouca utilização de filme *stretch*,

além da redução de movimentos no deslocamento dos *pallets* o armazenamento foi bem-sucedido sem necessidade de alteração nos drives de armazenamento. Foi feito o acompanhamento até a entrega ao cliente final, no qual não houve reclamações.



**Figura 7.** Paletização colunar com caixas de papelão ondulado com abas  
**Fonte:** Autores, 2021.

#### 4. CONCLUSÃO

A substituição de sacos de rafia e arranjo cruzado por caixas de papelão ondulado com abas com arranjo colunar, mostrou ser uma ótima alternativa para armazenagem e transporte adequando-se aos sistemas *Drive-In* e o *Drive-Through* praticados pela empresa, A qual poderá ser aplicado para outros produtos. Mesmo com um aumento de R\$0,0376 do custo da embalagem, houve um ganho no aproveitamento do *pallet* de 43,64%, facilitando o deslocamento e economizando movimentos.

No teste da aba de encaixe, mostrou-se mais bem utilizada na base da carga e na contribuição para as caixas não deslizarem, ela também pode ser uma ótima alternativa para produtos mais leves, possibilitando ainda mais estabilidade.

#### 5. REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. Disponível em:<https://online.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788560031>

467/cfi/1!/4/4@0.00:47.8. Acesso em: 24 out. 2020.

DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais**: princípios, conceitos e gestão. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522481712/cfi/3!/4/4@0.00:0.00>. Acesso em: 14 mar. 2021.

KLABIN (Brasil). Embalagem de Papelão Ondulado. **Guia Prático de Papelão Ondulado**. Itajaí, 2012.

LONGA INDUSTRIAL (São Paulo). **Drive-in e Drive-thru: o que é, vantagens e quando utilizar!** 2017. Disponível em: <https://www.longa.com.br/armazenagem/drive-in-e-drive-thru/>. Acesso em: 24 out. 2020.

MAZURKY (São Paulo). Caixas de Papelão Ondulado. **Caixa de papelão para frutas**. 2017. Disponível em: <https://www.mazurky.com.br/caixas-de-papelao/caixa-de-papelao-para-frutas/>. Acesso em: 24 out. 2020.

SANTOS, A. F. dos, et al. **PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO**. Porto Alegre: Sagah, 2020. 174 p. Disponível em: <https://online.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556900735/cfi/173!/4/2@100:0.00>. Acesso em: 02 nov. 2020.