

# **Papelão: Composição, tipos, características, processos de fabricação e aplicações.**

Docentes responsáveis:

Profa. Dra. Cyntia Santos Malaguti de Sousa

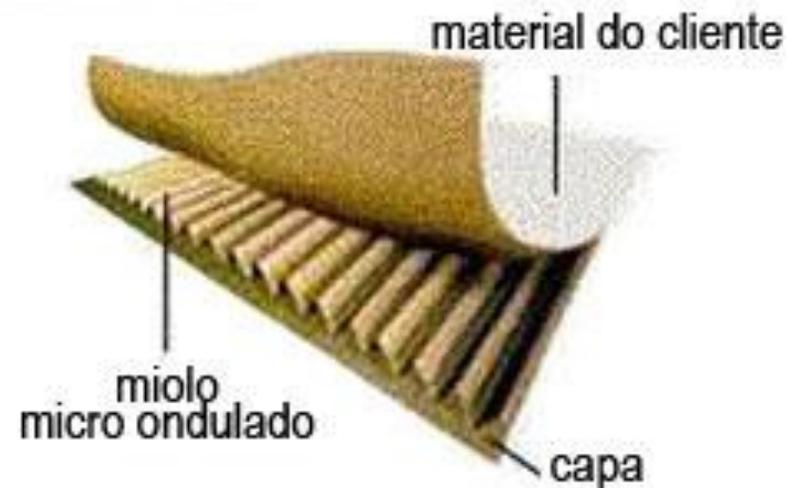
Prof. Dr. Tomás Queiroz Ferreira Barata

## Composição

O papelão ondulado é a estrutura formada por um ou mais **elementos ondulados (miolos)**, fixados a um ou mais **elementos planos (capas)**, por meio de adesivo aplicado no topo das ondas.

Tanto o “miolo” quanto a “capa” são obtidos a partir de **fibras virgens de celulose**, matéria-prima renovável ou de **papel reciclado**. No Brasil, o uso de papel reciclado na produção do papelão ondulado chega a mais de 86% do total produzido.

<https://www.abpo.org.br/papelao-ondulado>



## Composição



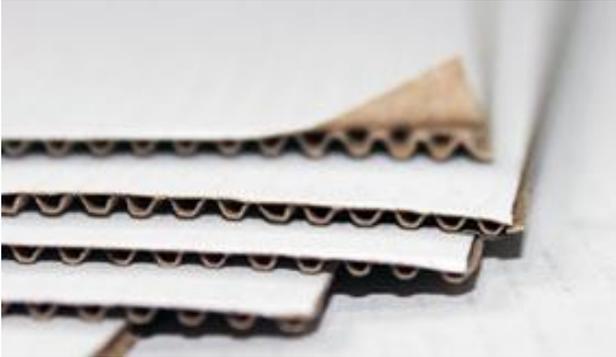
**Papel Miolo** - O papel miolo é usado para ser ondulado, apresenta **resistência** e **bom custo benefício**. Para produção do miolo (o papel ondulado), o papel selecionado passa por um **processo de amaciamento** realizado por **meio de vapor de água**. Em seguida, ele é introduzido em um **par de cilindros dentados**, chamados de corrugadores, onde são formadas as ondas.



### **Papel Capa**

Os papéis capa são usados para embalagens que **exigem maior resistência** e **bom acabamento**. Valorizando a qualidade do produto com melhor proteção e o aspecto para sua embalagem.

## Composição



### **Papel WTL - *White Top Liner*** (Duplo branco size)

Papel WTL tem acabamento branco de **ótima qualidade**. Possui uma excelente **resistência**, muito utilizado em **embalagens alimentícias, medicamentos e cosméticos**



### **Papel Off Sett**

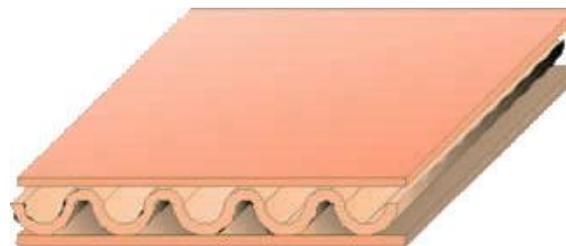
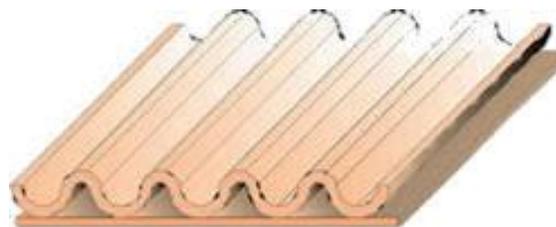
Conhecido também como alta alvura é um **papel 100% branco**, propicia **ótimo acabamento** para embalagens, transmitindo qualidade ao produto.

# Tipos de papelão

De acordo com a terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas - **NBR 5985 (2004)**, os principais tipos de chapas de papelão são:

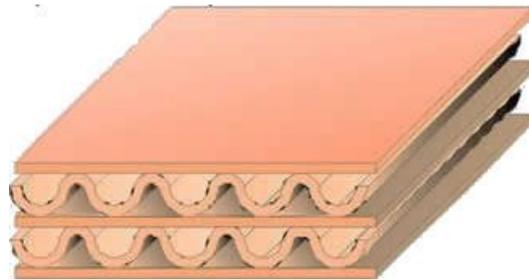
**Papelão ondulado simples** - Um miolo e uma capa (papelão plano), ambos são colados um no outro e formam a chamada **Face Simples**, permite a **curvatura da chapa**.

**Papelão de Parede simples** – tem um miolo e duas Capas (papelão plano), ambos são colados um no outro no mesmo processo da face simples porém agora acrescentando mais uma Capa ficando assim **duas paredes planas e um elemento ondulado no meio**.

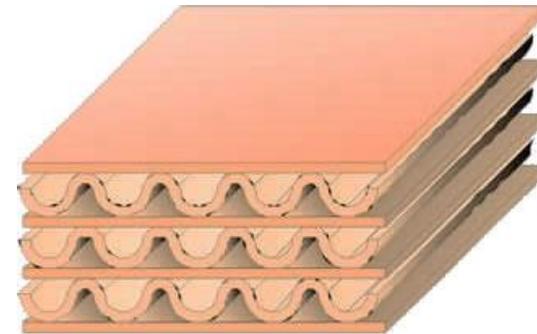
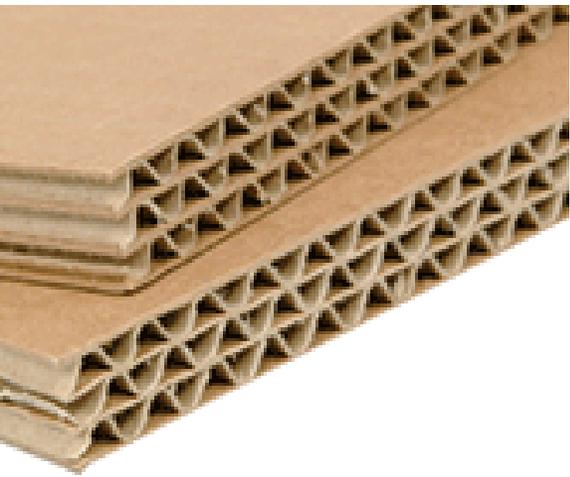


# Tipos de papelão

De acordo com a terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5985 (2004), os principais tipos de chapas de papelão são:



**Parede dupla** Dois papelões ondulados (miolo) e três Capas (papelão plano), ambos são colados um no outro no mesmo processo da parede simples, porém agora acrescentando mais um papelão ondulado e uma Capa ficando assim **três paredes planas e duas por fora e uma entre elemento ondulado no meio.**



**Parede tripla** Três papelões ondulados (miolo) e quatro Capas (papelão plano), ambos são colados um no outro no mesmo processo da parede dupla, porém agora acrescentando mais um papelão ondulado e uma Capa ficando assim **duas paredes planas por fora e duas intercaladas entre os três elementos ondulados.**



	Perfil	Espessura Média	Quantidade Ondas em 10cm
A	Alta	4,5mm	11 a 13 ondas
B	Baixa	2,6mm	16 a 18 ondas
C	Média	3,7mm	13 a 15 ondas
E	Micro	1,3mm	31 a 38 ondas



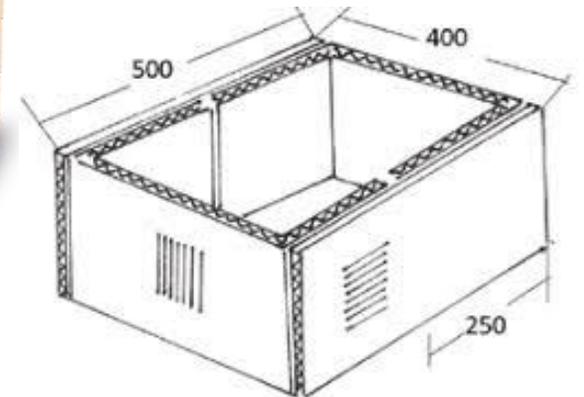
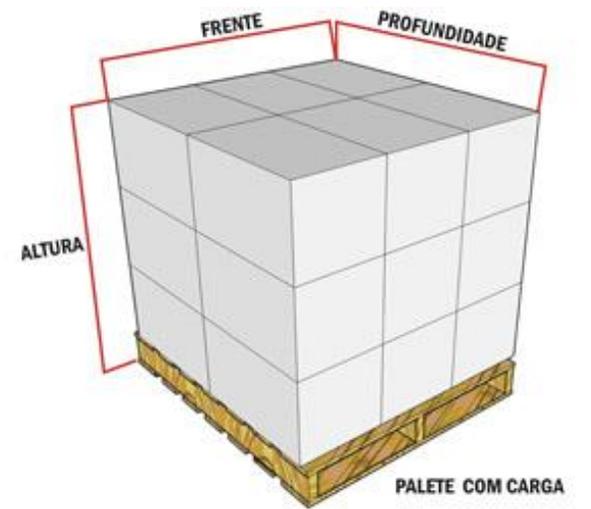
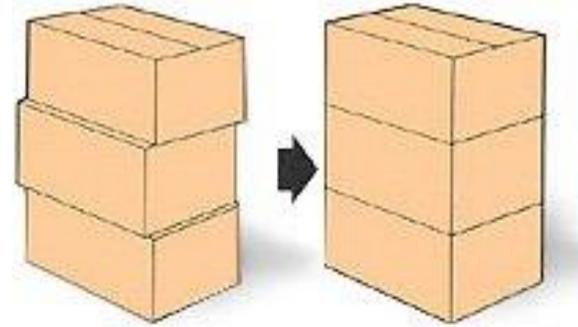
# Tipos de ondas do papelão

A altura da onda determina a espessura da placa de papelão

Onda E (Micro Ondulado)	(1,8 ± 0,4 mm de espessura)	
Onda B (Onda baixa)	(2,8 ± 0,4 mm de espessura)	
Onda C (Onda Alta)	(3,8 ± 0,4 mm de espessura)	
Onda BC (Onda Baixa e Alta)	(6,5 ± 0,5 mm de espessura)	

## Sentido da Ondulação

O sentido da ondulação do papelão caracteriza sua **funcionalidade e rigidez** para o empilhamento. As ondulações devem estar na vertical, pois funcionam como suporte do composto (MOURA E BANZATO, 2010).

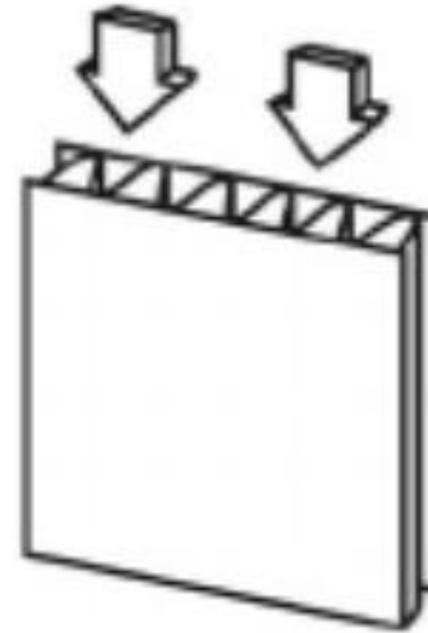


## Resistência do papelão

### SCT – Teste de Compressão de Curto Alcance

#### *Short Span Compression Tester*

Mais conhecido como teste de coluna, esse teste da **chapa do papelão já colado**, é mantido na vertical, sendo esmagado verificar até onde as **paredes dos miolos resistem quanto a impactos**. Esse teste visa estabelecer produtos contra a **deformação e a curvatura**.



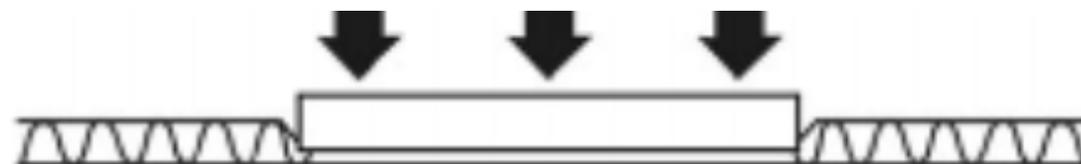
Resistência à compressão  
de coluna (idem)

Fonte: Embrart, 2006

## Resistência do papelão

### Teste de esmagamento

É a resistência ao **esmagamento das ondas** do papelão ondulado, de face simples ou parede simples, quando submetido a um esforço de **compressão aplicado verticalmente às superfícies planas das chapas**.



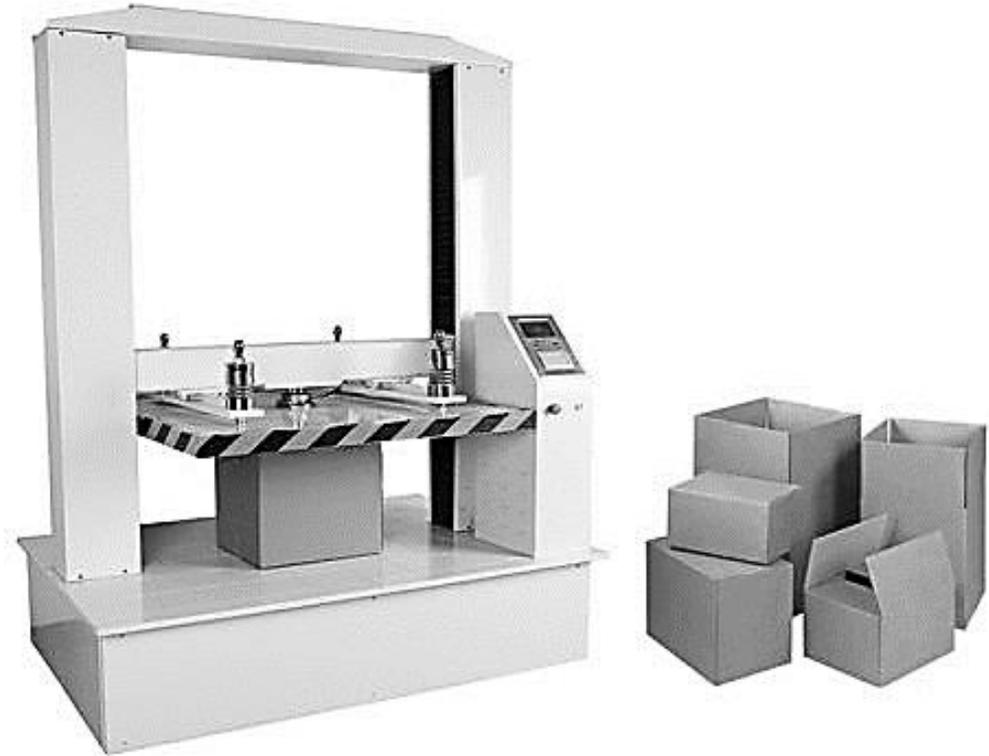
- Resistência ao esmagamento

Fonte: Embrart, 2006

# Resistência do papelão

## Resistência a Compressão de Embalagem:

Esse é o teste da caixa como um todo. Testa a **coluna e a qualidade do papel**. Visa quantificar a sua resistência quanto à **empilhagem e ao volume** (produto embalado).



Ensaio	Método	Princípio
Gramatura (g/m <sup>2</sup> )	ISO 536	A gramatura afeta todas as propriedades óticas e mecânicas do papelão. A massa por unidade de área do papel é determinada em ambiente com temperatura de (23 ± 1)°C e (50 ± 2)% de umidade relativa do ar.
Espessura (mm)	NBR 6738	A distância entre as duas faces do papelão ondulado é medida em micrometro de peso morto provido de duas superfícies de pressão circulares e planas e paralelas, entre as quais é colocado o corpo de prova.
Absorção de água Cobb (g/m)	ISO 535	Mede-se a quantidade de água absorvida por um corpo de prova de papelão, por unidade de área.
Estouro/ Arrebetamento Mullen (kPa/cm <sup>2</sup> )	ISO 2759	Mede-se a pressão necessária para romper uma amostra de papelão, ao exercer uma força que comprime um diafragma de borracha contra a amostra fixada firmemente.
Resistência ao esmagamento (kN/m)	NBR 3035	Mede-se a resistência de um papelão ao esmagamento de onda em um corpo de prova pré-dimensionado.
Resistencia à compressão de coluna Crush (kN/m)	NBR 6737	É considerada a melhor referência para qualificar a chapa de papelão ondulado. Determina o desempenho do papelão ao empilhamento.

Ensaio mais utilizados para o papelão ondulado.

# Perda de Resistência do Papelão Ondulado.

**EM RELAÇÃO AO TEMPO** – É bem significativa. Há uma maior perda no **primeiro mês**, quando pode perder **cerca de 40% de sua resistência**,.

**EM RELAÇÃO À UMIDADE** – **A 60%** de Umidade Relativa perde cerca de 10% de sua resistência, a **80%** de UR perde cerca de **32%**. A condição normalizada para os ensaios é 50% UR e 23 °C de temperatura. Nesta condição normalizada a caixa apresenta 100% de sua resistência. O Ensaio é feito, normalmente, com a caixa vazia.

**QUANTO AO MANUSEIO** – O manuseio pode ser por processos **paletizados** ou movimento **caixa por caixa**. Por paletes, em condições consideradas normais, pode haver perdas da ordem de **10%**. Caso contrário (várias cargas e descargas ou transporte não paletizado) pode chegar a **40%**.





**Processos de fabricação do papelão ondulado**

# Tipos de papel para a produção do papelão ondulado

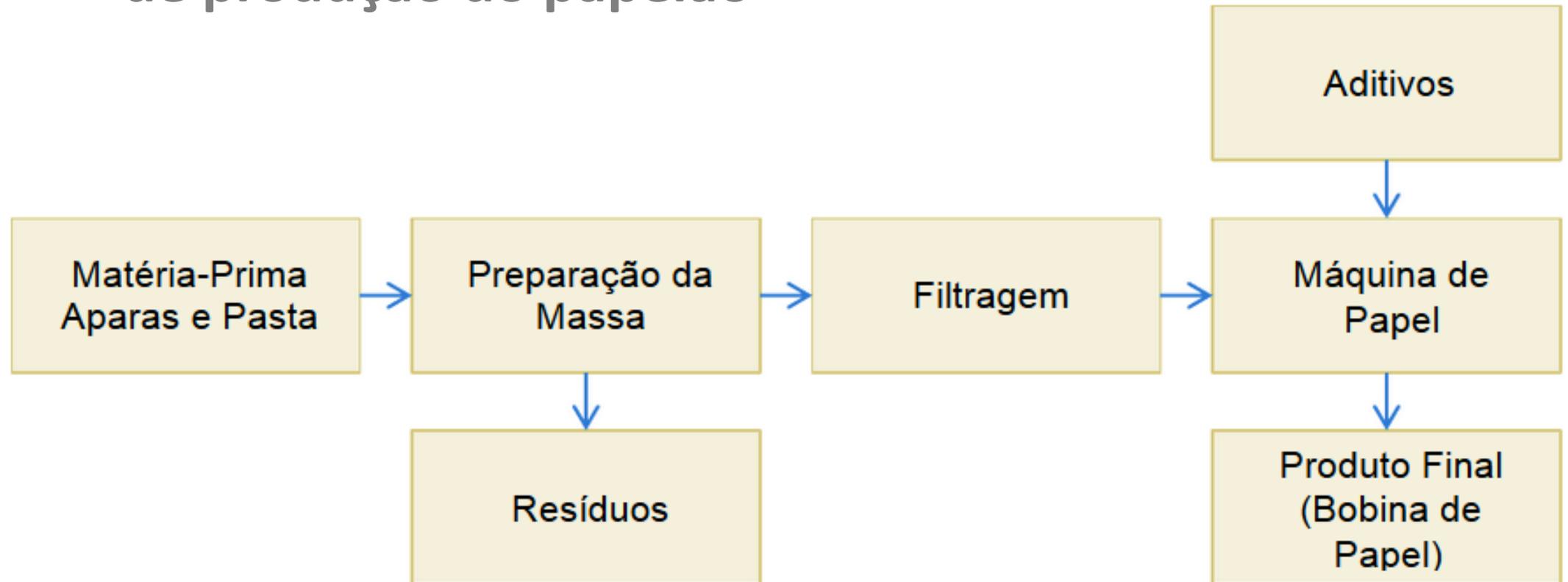
**Papel *Kraft-liner***, é produzido com grande participação de fibras virgens e, portanto, apresenta alta resistência mecânica

**Papel *Test-liner*** possui propriedades mecânicas inferiores, pois utiliza **matérias-primas recicladas em alta proporção**. A coloração desse tipo de papel varia do **marrom escuro ao amarelo claro**

**Papel miolo/ reciclado** é fabricado com **matéria-prima 100% reciclada**, e possui uma cor marrom claro, devido à mistura de fibras que foram branqueadas. A boa qualidade pode ser comprovada pela utilização de aparas de sacos multifoliados ou próprio papelão ondulado.



# Fluxo simplificado do processo de produção do papelão



# 1. Preparação da massa

O processo inicia, com a **matéria-prima sendo colocada em uma esteira** e transportada até o equipamento denominado **Hidrapulper**.

**Preparação da massa**



Em seguida é acrescida de água efetuando-se a **desagregação**, isto é, a **matéria-prima é transformada em pequenos pedaços de papel**, formando uma suspensão fibrosa chamada de **massa**.

**Formação da folha de papel**



## 2. Filtragem e depuração da massa

A filtragem e depuração consiste na remoção de impurezas menores da massa tais como: **areia, plástico, palitos, isopor e pastilhas de papel.** Após a depuração a massa segue para os engrossadores, onde é extraída a água, conferindo à suspensão fibrosa consistência em torno de 5%, posteriormente a massa é estocada nas torres de massa.



Massa com impurezas no Hidrapulper.

<http://www.recicoleta.com.br>

### 3. Máquina de papel

Na seção de prensagem, onde se utiliza **energia mecânica no desaguamento**, a folha passa entre dois rolos de aço, sendo a água deslocada para um ou dois feltros.

Usualmente **três ou quatro nips de prensagem** são empregados. Quando a folha deixa a seção de prensagem, apresenta um teor de **sólidos de 40 a 45%**.

Massa no início da prensagem



Prensagem



## 4. Máquina de papel

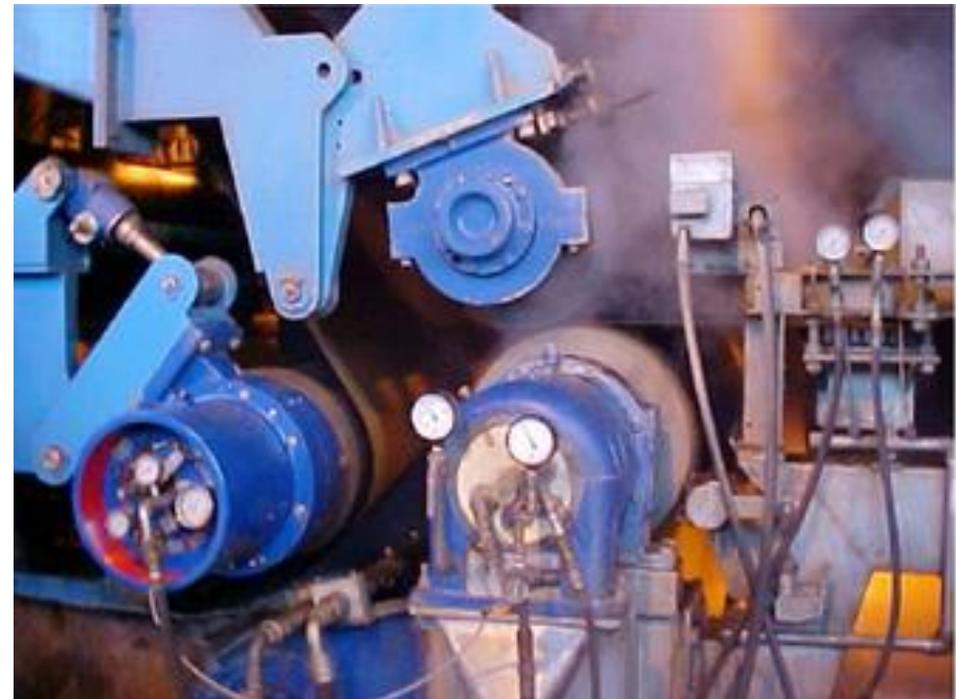
Na **seção de secagem**, onde se utiliza **energia térmica para o desaguamento**, a folha passa sobre cilindros de ferro rotatórios, **aquecidos com vapor**, e a maior parte da água remanescente é evaporada.

**Cilindros de secagem**



Ao sair desta seção, o **teor de sólidos do papel aumenta para cerca de 90 a 95%**. O produto passa por uma série de cilindros de secagem aquecidos, onde atinge **umidade da ordem de 8%**.

**Secagem a vapor**



## 5. Máquina de papel

O cartão em formação passa por uma seção de **calandragem**, para obter **gramatura e superfície uniforme**, finalmente o produto sofre as operações de **acabamento, rebobinamento e a embalagem**.

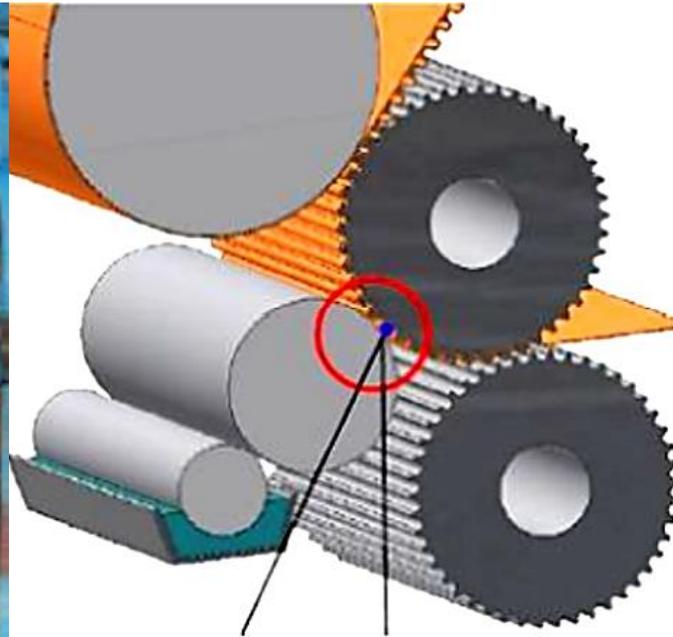
Sistema de controle de gramatura e umidade



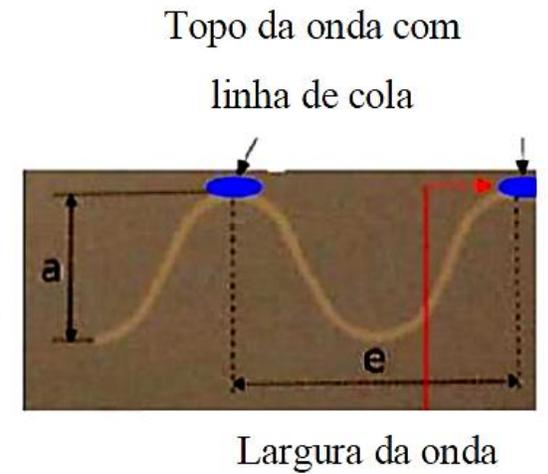
Seção de acabamento e rebobinagem



## 6. Máquina onduladeira



Altura da onda



Fonte, JAREK, (2014)

## 6. Máquina onduladeira



Sistemas de equipamentos onduladeiras, operados por sistemas computadorizados



## Reciclagem do papelão

# Reciclagem do papelão

É um material **100% reciclável**,  
A cadeia da reciclagem movimenta  
a economia e é fundamental para a  
**geração de emprego e renda** para  
milhares de famílias.

Os **aparistas** são as empresas que  
recebem aparas recicláveis de  
cooperativas e dos catadores.

<http://www.aparasmacedo.com.br>



<https://www.cbsaparasdepapel.com.br/reciclagem-papelao>

Qual a porcentagem de  
reciclagem do papelão no  
Brasil?

Segundo dados da Associação  
Nacional dos Aparistas de Papel,  
o índice de reciclagem do papel  
é de **63,4%**

# Diagrama do fluxo de processo de comercialização de aparas





## Reciclagem

A reciclagem do papel é tão importante quanto sua fabricação. O processo de reciclagem depende do **tipo de aparas** a ser processada e do **tipo de papel a ser fabricado**, seguindo de modo geral as seguintes etapas:

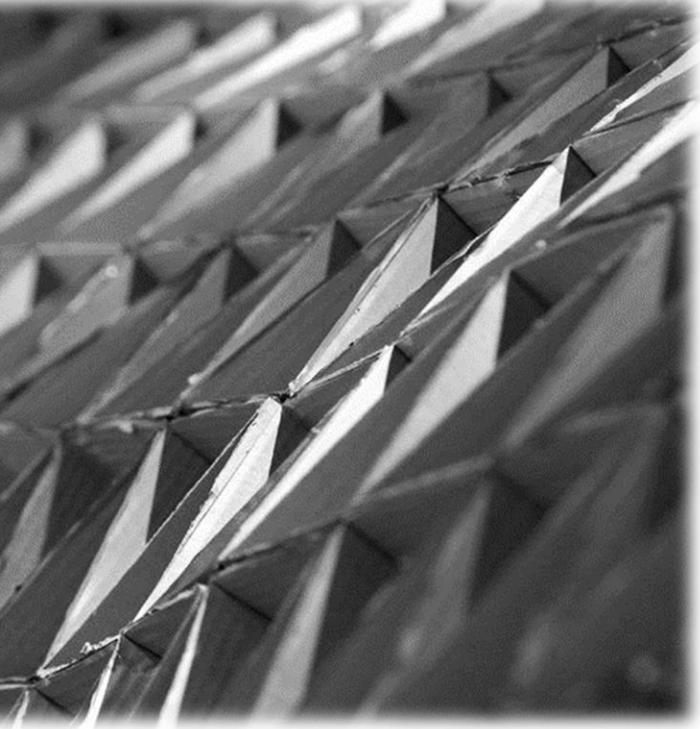
- 1.Desagregação das aparas.
- 2.Limpeza e depuração da pasta obtida.
- 3.Destintamento e branqueamento (apenas para alguns tipos de papeis).
- 4.Refinação da pasta.
- 5.Adição ou não de fibras virgens.
- 6.Adição de produtos químicos.

.

## Materiais recicláveis e não recicláveis

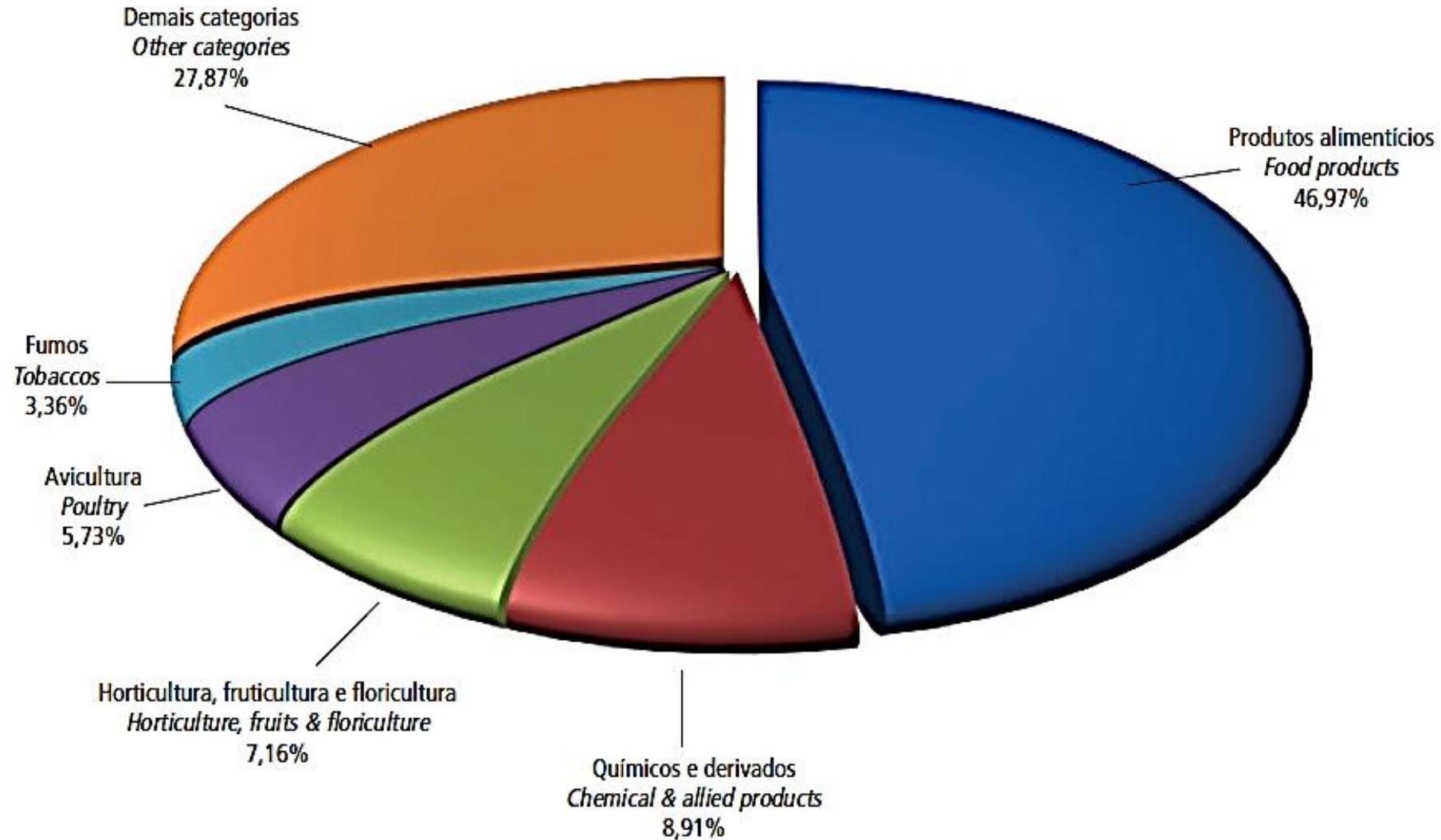
<b>PODE RECICLAR</b>	<b>NÃO PODE RECICLAR</b>
Caixas de papelão Jornal Revistas Impressos em geral Fotocópias Rascunhos Envelopes Papéis timbrados Cartões Papel de fax	Papéis sanitários Papéis plastificados Papéis metalizados Papéis parafinados Copos descartáveis de papel Papel carbono Fotografias Fitas adesivas Etiquetas adesivas Papel vegetal

Fonte: Instituto GEA - Ética e Meio Ambiente



## Aplicações do papelão e o Design

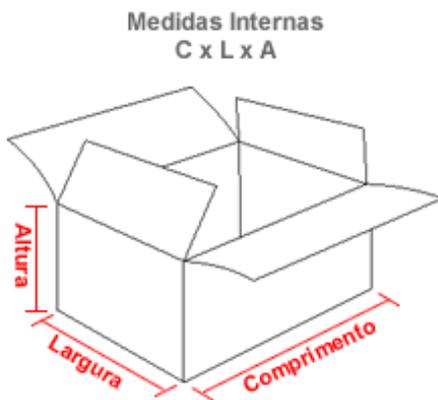
# Destinação setorial das expedições de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado no Brasil.





## Tabela de medidas caixas de correios / eCommerce (papelão simples ou duplo)

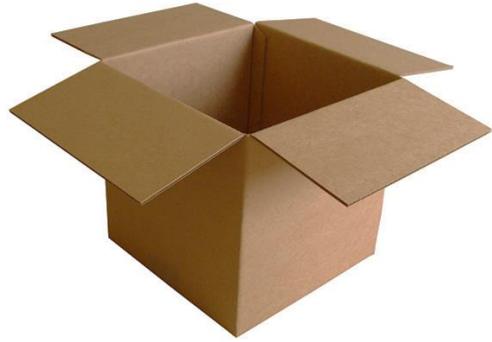
Descrição	Modelo	Tamanho
Correio 01	Maleta	180 x 135 x 90 mm
Correio 02	Maleta	270 x 180 x 90 mm
Correio 03	Maleta	270 x 225 x 135 mm
Correio 04	Maleta	360 x 270 x 180 mm
Correio 05	Maleta	540 x 360 x 270 mm
Correio 06	Maleta	270 x 270 x 360 mm
Correio 07	Maleta	360 x 280 x 400 mm



## Tabela de medidas caixa padrão

Papelão simples ou duplo

Descrição	Modelo	Tamanho
ePack 01	Maleta	370 x 280 x 300 mm
ePack 02	Maleta	420 x 410 x 300 mm
ePack 03	Maleta	550 x 430 x 650 mm
ePack 04	Maleta	600 x 300 x 420 mm



tipo Normal



tipo Gaveta



tipo Telescópico



tipo Maleta

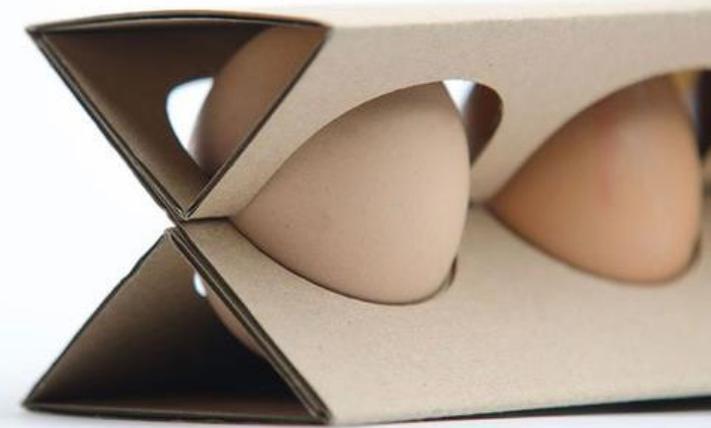
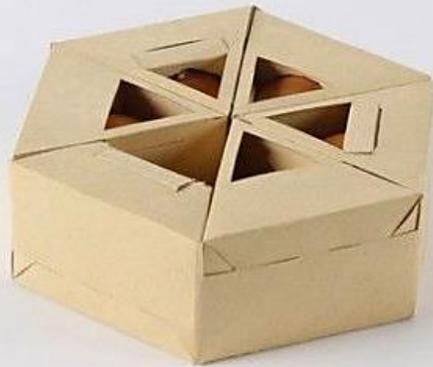


tipo rígido

## Tipos de caixas de papelão

- Caixas tipo Normal
- Caixas tipo Telescópico
- Caixas tipo Maleta
- Caixas tipo Gaveta
- Caixas tipo rígido
- Caixas tipo Pré-montado / Fundo Automático
- Caixas Supervinco

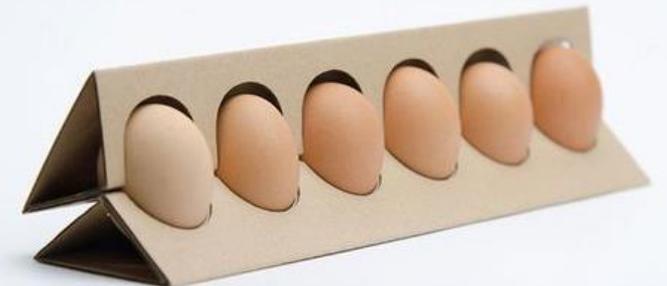
## Design de embalagens de papelão



<https://tidypin.com/bright-apartments-styled-with-mid-century-modernism/?q=253257179034191727>

<https://www.behance.net/gallery/22659909/Egg-Packaging>

<https://br.pinterest.com/pin/364650901082294201/>



Design de mobiliário de papelão

## DAVID GRASS

Designer holandês, formado em design de produto pela Academia de Artes Gerrit Rietveld (Amsterdã), desenvolve peças a partir de **materiais recicláveis**, dentre eles o papelão, utilizando uma técnica bastante interessante de **módulos que se encaixam formando uma trama** que facilita a **montagem e desmontagem** da peça.



## DAVID GRASS

O conceito é que qualquer pessoa pode fazer a montagem dos mobiliários sem a **necessidade de usar ferramentas**. O designer também divide seu conhecimento **ensinando as pessoas** a desenvolverem suas próprias peças.



Cardboard Lounge

Design de mobiliário de papelão

**DAVID GRASS**

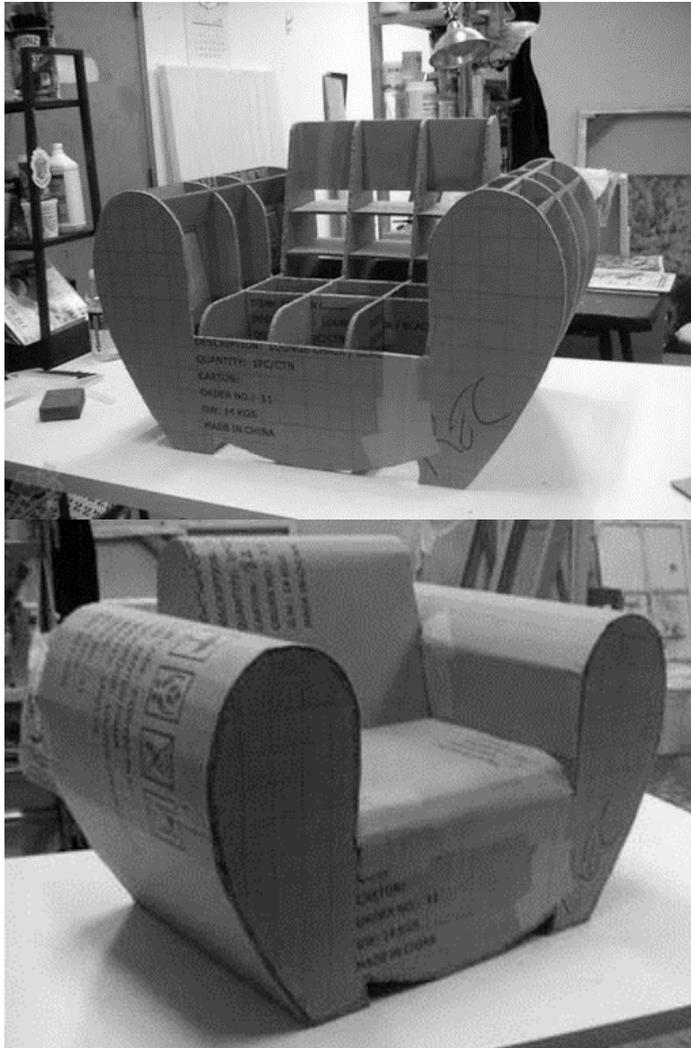


## Designer | Henry Pilcher



Design de mobiliário

Designer | Eric Guiomar



## Designer | Eric Guiomar



Design demobilário

## Peter Raacke

O arquiteto criou uma cadeira leve, prática, versátil, totalmente fabricada em papelão ondulado. Parte integrante da série experimental Sitze für Besitzlose.



## Frank Gehry

Entre 1969 e 1972 ele desenvolveu a série de poltronas **Easy Edges**, feitas em papelão ondulado, utilizando a **colagem de volumes predeterminados unidos em laminas**, para criar a forma desejada. (LAGO, 2009).



Design de mobiliário  
**Frank Gehry**



## Design de objetos



"A Cat Thing" é uma série de produtos especialmente pensados para **felinos e seus donos**.



Fotos: Designboom"

## Design de luminárias



As luminárias 'Not a lamp' e 'Not a Box'

Design de interiores

Arquiteto Nuru Karim



Café ganha móveis sob medida,  
paredes e luminárias de papelão  
(Foto: Mrigank Sharma/Divulgação)

Design de interiores  
Arquiteto Nuru Karim

O projeto uniu folhas do papel ondulado cortadas em diferentes ângulos e curvaturas, em uma disciplina geométrica que criou padrões e texturas intrincados, que auxilia na absorção sonora, sem perder em nada na estética



Design de interiores

# Liam Hopkings

Pupa – Bloomberg

O designer inglês do estúdio [Lazerian](https://lazerian.com), criou um pequeno pavilhão feito com papelão e madeira de pallets reutilizados. A estrutura foi inspirada na forma de alguns habitats naturais.

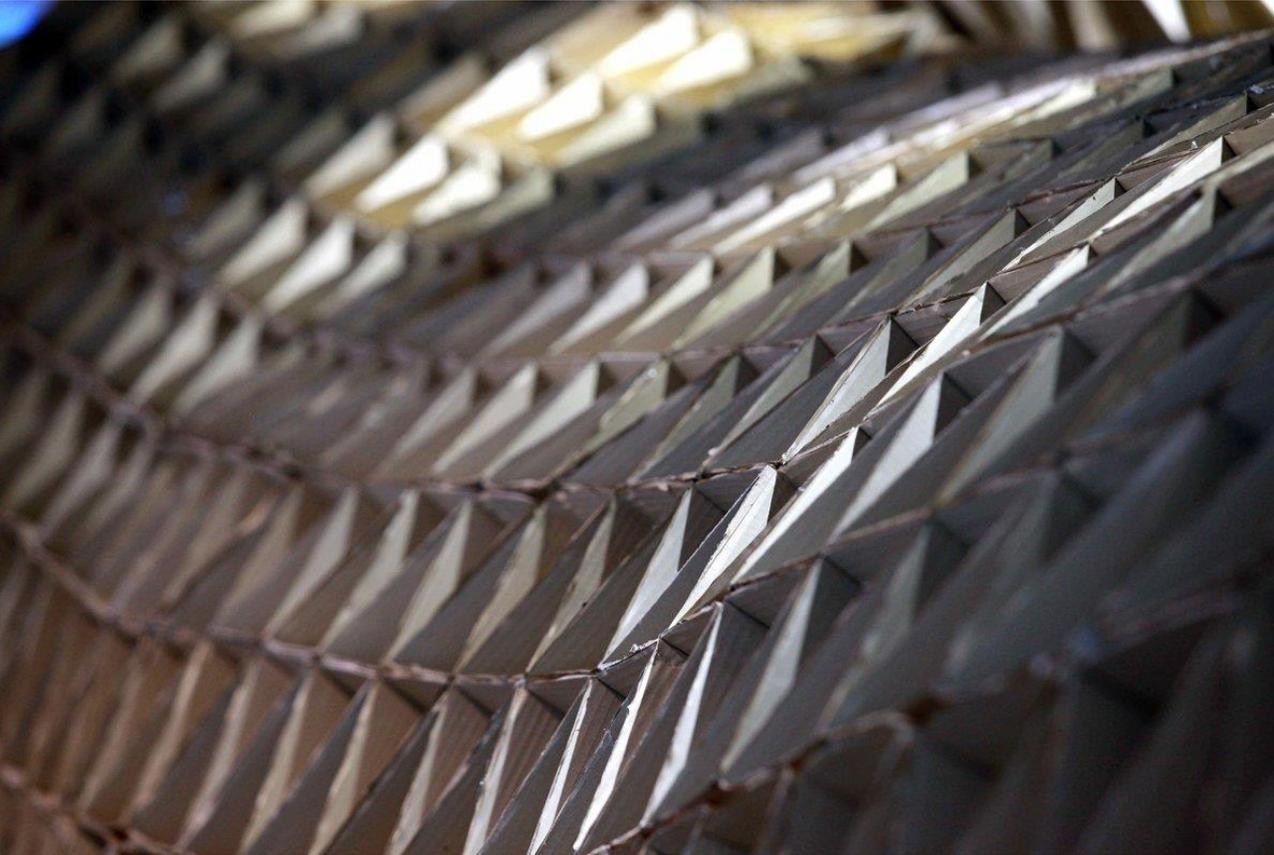


<https://lazerian.com/blogs/projects/18256179-pupa-bloomberg>

Design de interiores

# Liam Hopkins

Pupa – Bloomberg

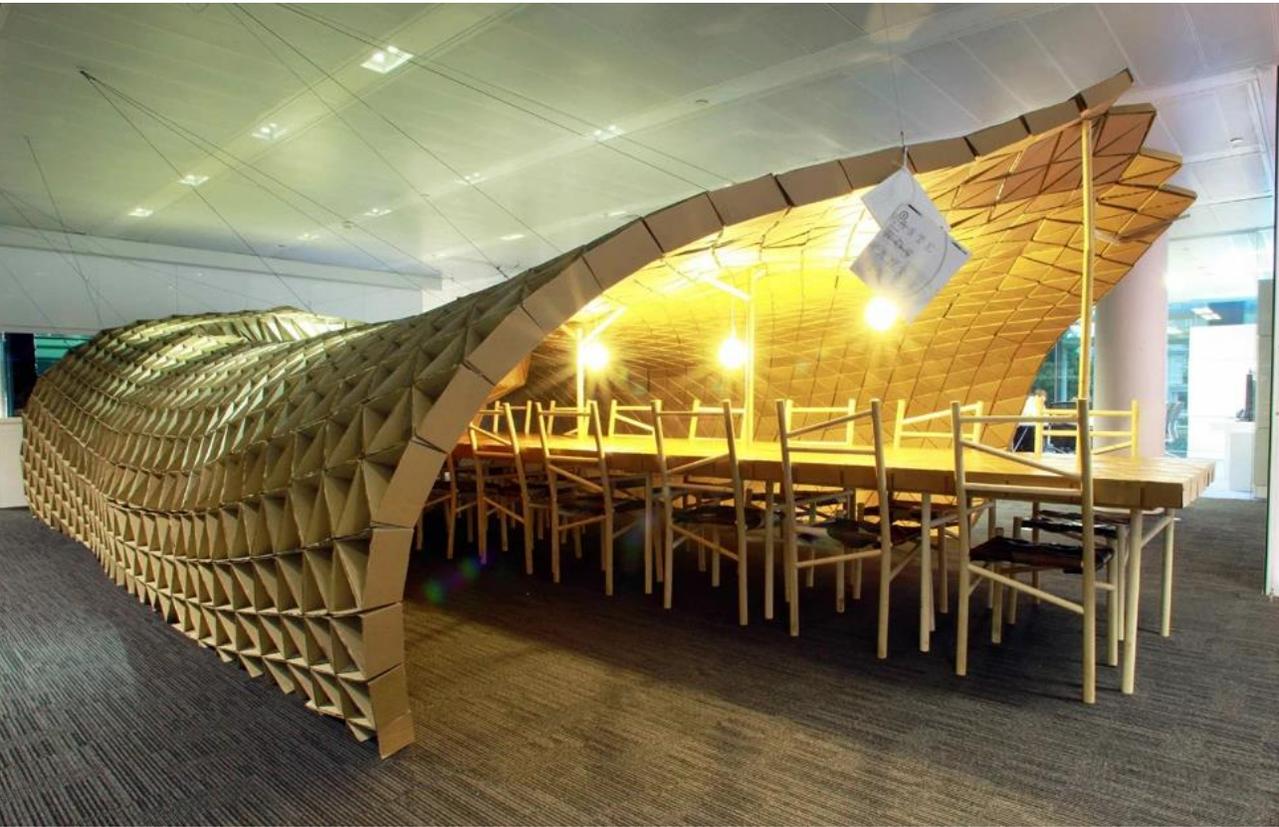


<https://lazerian.com/blogs/projects/18256179-pupa-bloomberg>

Design de interiores

# Liam Hopkings

Pupa – Bloomberg



<https://lazerian.com/blogs/projects/18256179-pupa-bloomberg>

Design de sistemas construtivos

# Professora e pesquisadora Gerusa Salado

Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), da USP.



## Domingos Tótora

Nascido e criado em Maria da Fé, cidade mineira na serra da Mantiqueira. Estudou em São Paulo e de volta à sua cidade elege o papelão como matéria prima para seu trabalho, que transita entre a arte e o design.



<http://www.andreavelame.com.br/arte-e-design/domingos-totora-o-incrivel-design-com-papelao/0>

## Domingos Tótorá

À partir da reciclagem do papelão, o artista cria objetos e esculturas onde a beleza é inseparável da função. O designer concede status de arte a peças simples do cotidiano

<http://www.andreavelame.com.br/arte-e-design/domingos-totora-o-incrivel-design-com-papelao/>



# Domingos Tótora

Poltrona casca

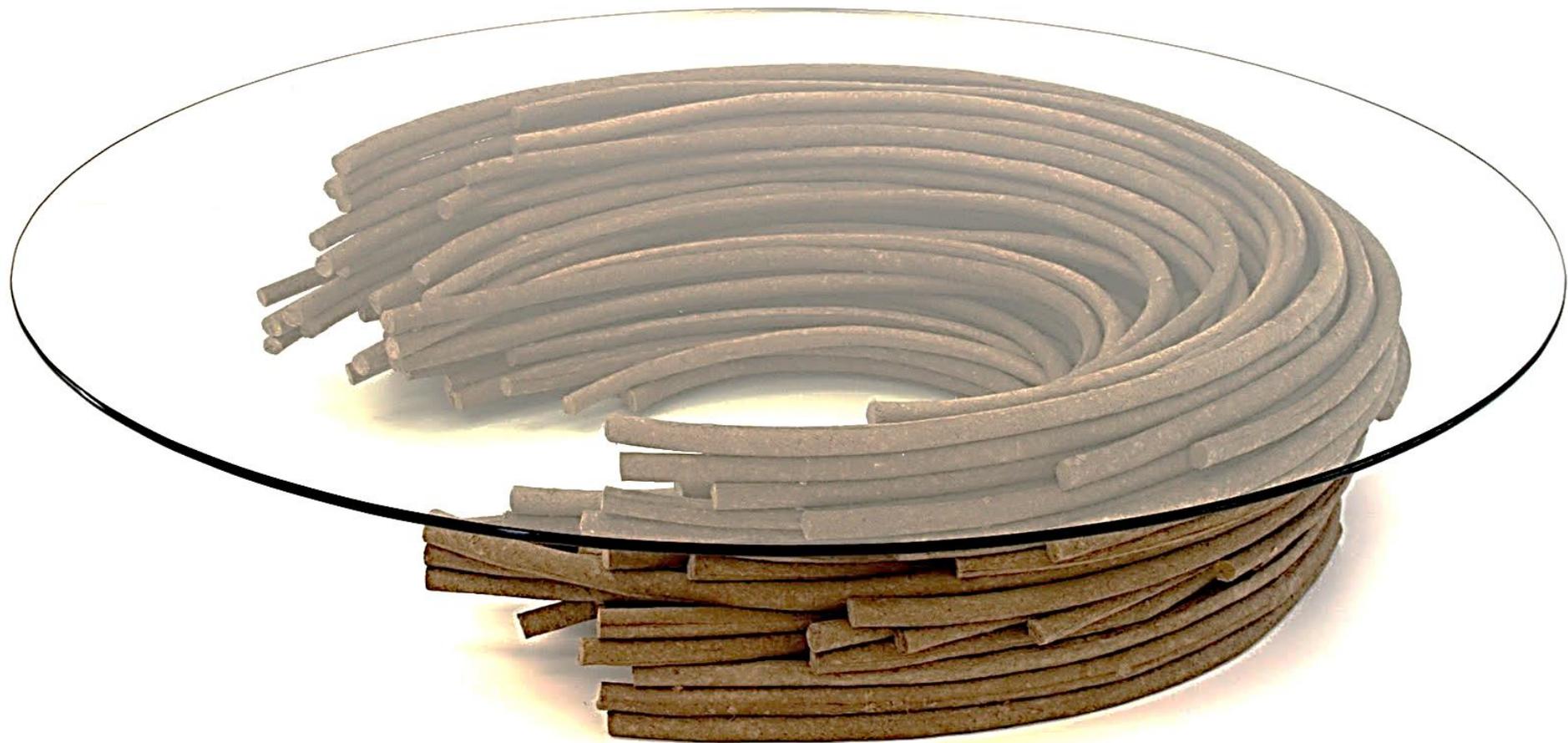


<https://www.domingostotora.com.br/>

## Domingos Tótorá



# Domingos Tótorra



# Domingos Tótora



<https://www.domingostotora.com.br/>

**Domingos Tótora**  
Banco solo





# Obrigado

Prof. Dr. Tomás Queiroz Ferreira Barata [barata@usp.br](mailto:barata@usp.br)

**Universidade de São Paulo (USP)**

**Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU)**

**Departamento de Tecnologia da Arquitetura (AUT)**