

Nº 179351

O papel como alternativa aos plásticos descartáveis

Maria Luiza Otero D’Almeida Lamardo

*Palestra apresentada on-line, na
UFRN, 30.08.2024). 31 slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PROIBIDO REPRODUÇÃO

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
S/A - IPT
Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Cidade Universitária ou
Caixa Postal 0141 | CEP 01064-970
São Paulo | SP | Brasil | CEP 05508-901
Tel 11 3767 4374/4000 | Fax 11 3767-4099

www.ipt.br

O Papel como Alternativa aos Plásticos Descartáveis

Maria Luiza Otero D'Almeida Lamardo
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT
Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas
Palestra em 30.08.2024 na UFRN- RN
(modo remoto)

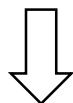
Sumário

- I Sustentabilidade
- II Conhecendo o que é papel
- III Reciclagem do papel
- IV Dados estatísticos
- V Conclusão

I SUSTENTABILIDADE

4/10/1987

**Nações Unidas introduz o
conceito de desenvolvimento
sustentável**



***Report of the World Commission on
Environment and Development: Our
Common Future, From One Earth to
One World***

***An Overview by the World
Commission on Environment and
Development***

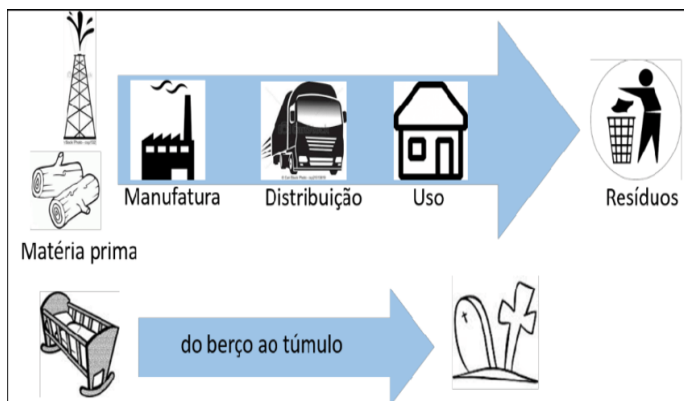
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

➤ A Humanidade deve tornar o desenvolvimento sustentável, para garantir às necessidades do presente e também das gerações futuras.

➤ O desenvolvimento sustentável é um processo dinâmico:

- exploração dos recursos
- a direção dos investimentos
- desenvolvimento tecnológico
- mudanças institucionais

Futuro e
necessidades
presentes.

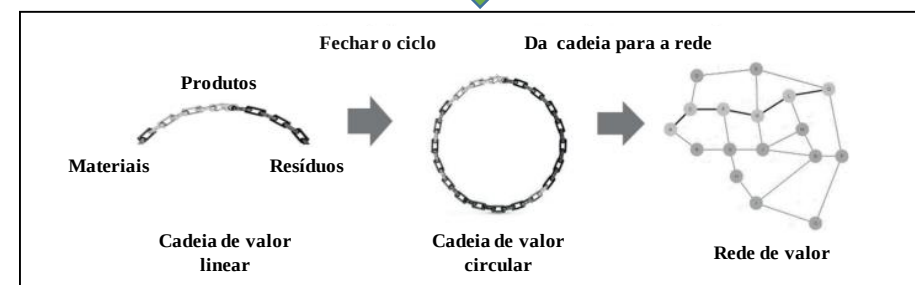


- **Gerenciamento de resíduos**
 - 3Rs (reduzir, reusar, reciclar)
 - 4Rs (reduzir, reusar, reciclar, recuperar)
 - 7Rs (regulamentar, reduzir, reusar, reciclar, recuperar, repensar, renovar)
- **Produção limpa – eco eficiência**
- **Ciclo de vida**

2002

Michael Braungart e William McDonough introduziram a ideia do “berço ao berço”

Braungart, M.; McDonough, W. Cradle to Cradle: Remaking the way we make things. ISBN9781429973847. Edição 2002.



ECONOMIA CIRCULAR

- Preservar o capital natural → controlando estoques finitos e equilibrando fluxos de recursos renováveis.
- Otimizar o rendimento de recursos → circulando produtos, componentes e materiais.
- Estimular a efetividade do sistema → eliminando as externalidades negativas.

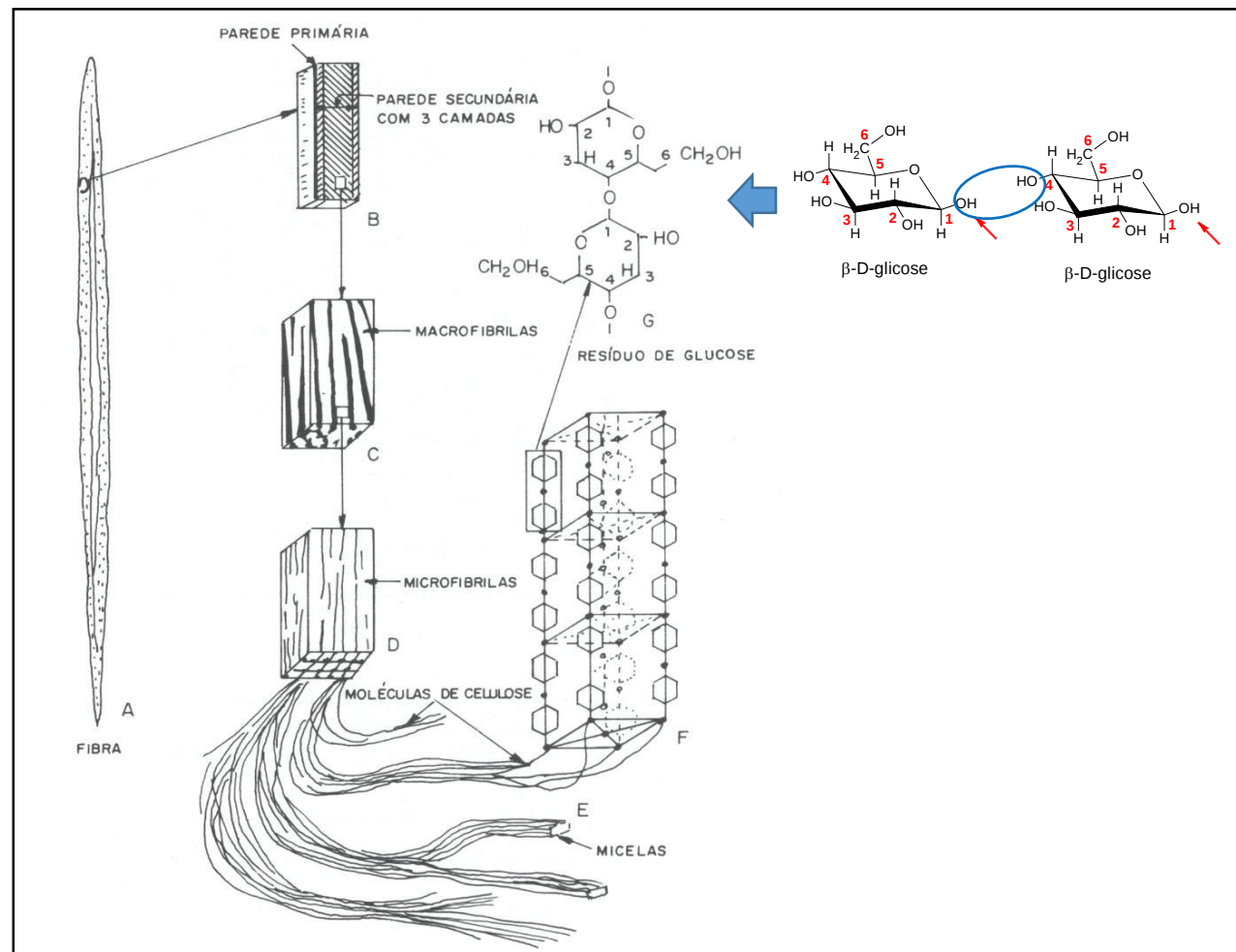
MOVIMENTO PELO USO DE MATERIAIS PRIMAS RENOVÁVEIS E QUE GERAM PRODUTOS RECICLÁVEIS E BIODEGRADÁVEIS



II Conhecendo o que é papel

PAPEL →

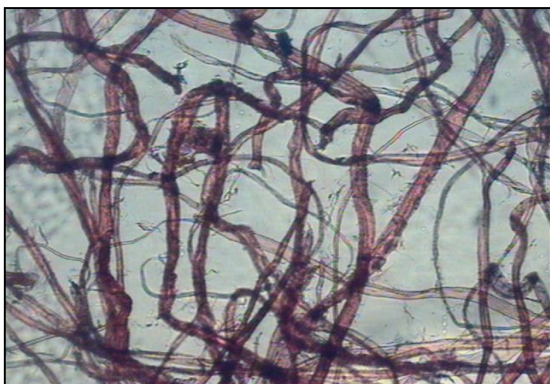
Arranjo aleatório de fibras celulósicas



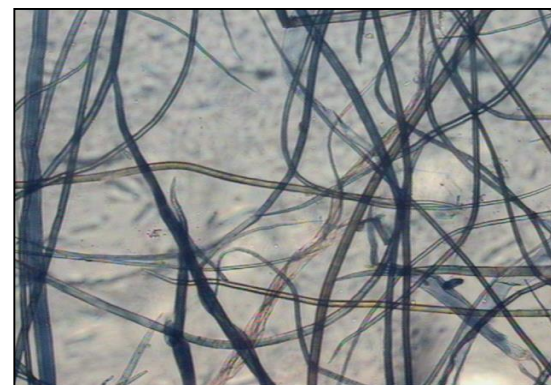
Todas as fibras são iguais?

Diferem em comprimento (mm), em largura (μm) e em espessura da parede (μm)

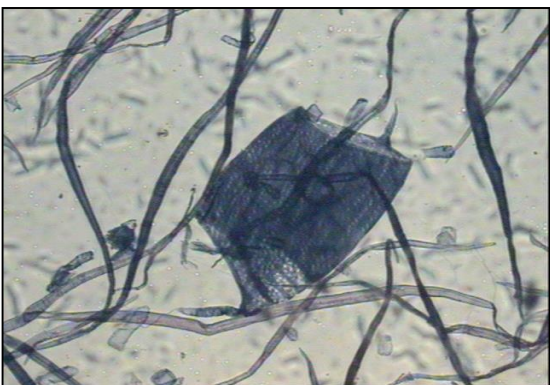
ALGODÃO, 100X



BAMBU, 100X



EUCALIPTO, 100X



PINUS, 100X



Qual é a fonte principal de fibras celulósicas?

Árvores

Folhosas (Eucalipto)



Coníferas (Pinus)



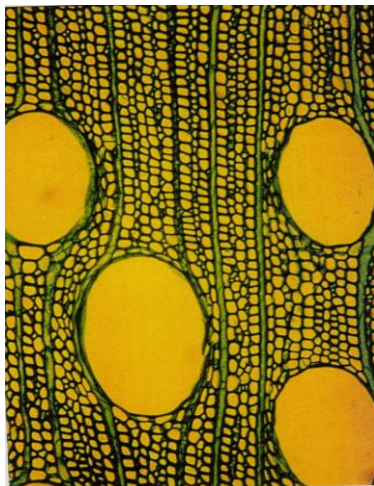
Apenas os troncos são usados



Cortes do tronco de uma árvore



Longitudinal

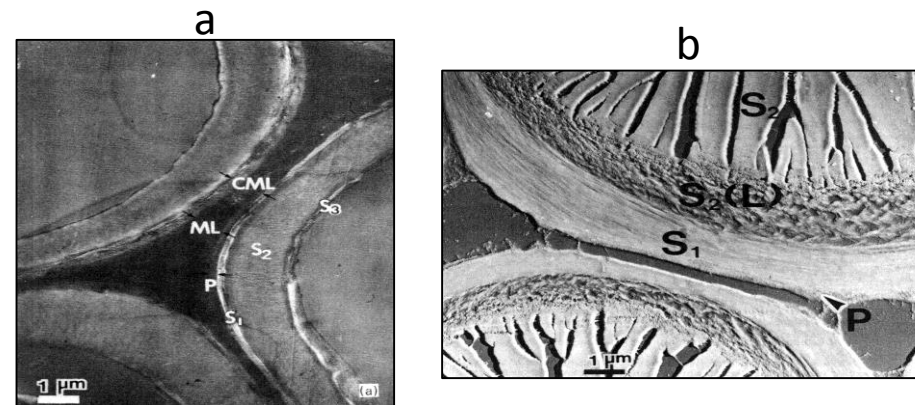


Transversal

Constituintes
principais do
tronco das
árvores



Celulose
Hemiceluloses
Lignina

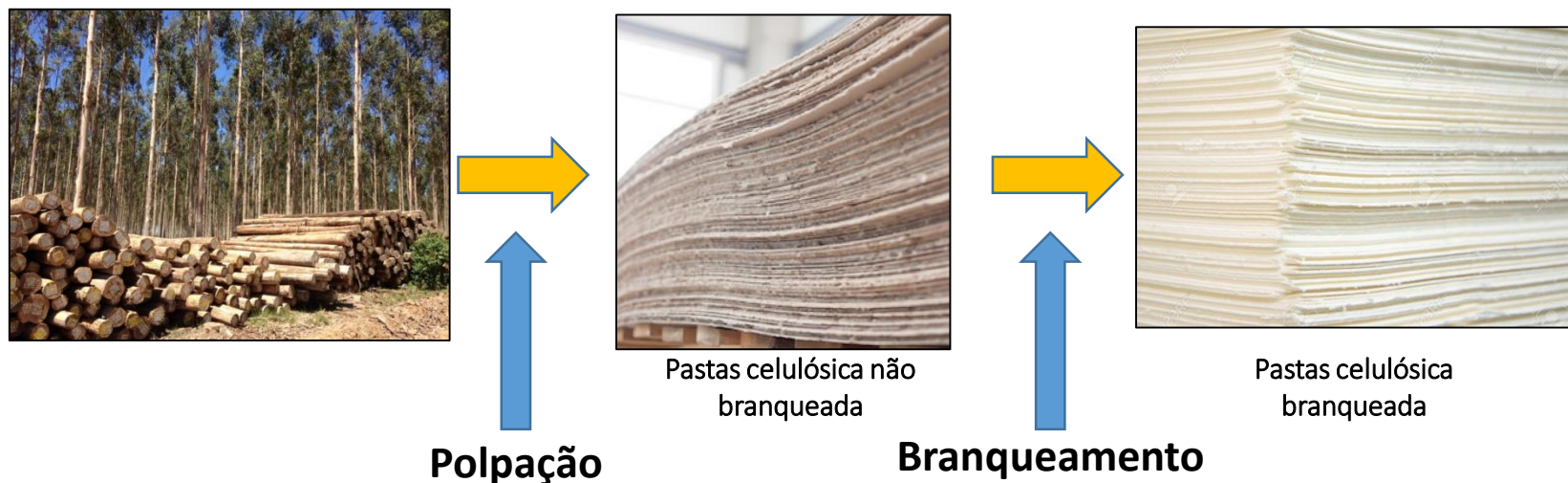


Micrografia de transmissão eletrônica da seção transversal da *Larix laricina* como tal(a) e após retirada da lignina(b)

Composição típica

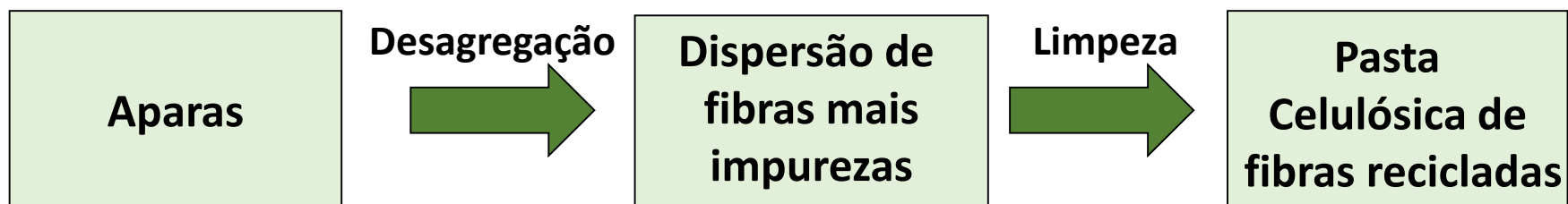
Constituinte	Madeira de folhosas, % sobre a massa seca	Madeira de coníferas, % sobre a massa seca
Celulose	40-50	45-50
Hemicelulose	25-30	30-35
Lignina	18-25	25-35

COMO SÃO RETIRADAS AS FIBRAS DA MADEIRA?



- ✓ **MECÂNICO** – moagem de troncos em pedra mó na presença de água ou moagem de cavacos em discos refinadores também na presença de água – **Pasta celulósica de alto rendimento (rendimento acima de 85%)**
- ✓ **QUÍMICO** – cavacos são cozidos com reagentes químicos a uma temperatura de ~170°C em reatores pressurizados chamados digestores – **Pasta celulósica química (rendimento ~50%)**
- ✓ **SEMI-QUÍMICO** – combinação do processo químico e mecânico – **Pasta celulósica semiquímica (rendimento de ~ 60 a 85%)**

COMO É OBTIDA A PASTA CELULÓSICA A PARTIR DAS APARAS?



FIBRAS VIRGENS VERSUS FIBRAS RECICLADAS

Repetidas reciclagens de uma fibra celulósica causam mudanças em suas características:

- redução do comprimento médio;
- menor flexibilidade e capacidade de hidratação; e
- diminuição da capacidade de estabelecer ligações.

Usos principais da pasta celulósica

FABRICAÇÃO DE PAPEL



- Papel para imprimir e escrever
- Papel para embalagens
- Papel para fins sanitários
- Papeis especiais

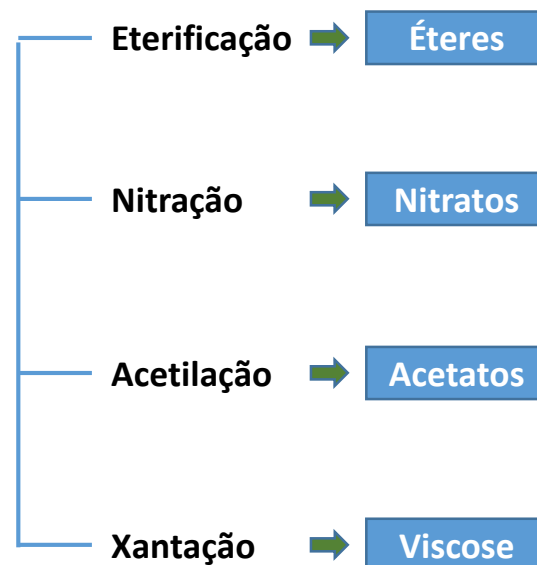
FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS



- Polpa moldada (exemplo caixa para ovos)

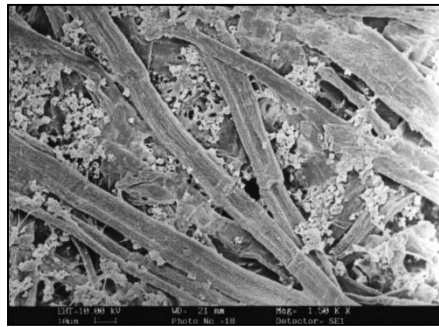
FABRICAÇÃO DE DERIVADOS DE CELULOSE

pasta celulósica química
para dissolução



O papel não é feito apenas de fibras celulósicas leva outros componentes de acordo com sua finalidade

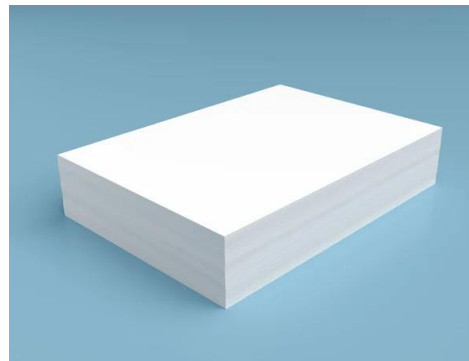
Papel para imprimir e escrever → finalidade principal é receber textos e/ou imagens impressas ou escritas



Fotomicrografia da superfície de um papel não revestido
tendo carbonato de cálcio como carga mineral



Fotomicrografia da superfície de um papel revestido
com pigmento mineral



Exemplos de produtos de papel para imprimir e escrever

Papel para embalagem → finalidade principal é acondicionar, proteger e facilitar o transporte de produtos



TIPOS PRINCIPAIS

- ✓ Sacos
- ✓ Caixas de papelão ondulado ou de papelcartão
- ✓ Envelopes
- ✓ Rolos de papel

CATEGORIAS

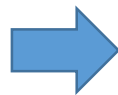
Primárias → têm contato direto com a mercadoria.

Secundárias → proteger a embalagem primária e assegurar integridade do produto durante o transporte e o manuseio.

Terciárias → comportar uma quantidade maior de mercadorias para manuseio e transporte.

Diversos formatos e destinos

Papel para fins sanitários → finalidade principal é absorver e reter líquidos e/ou resíduos.

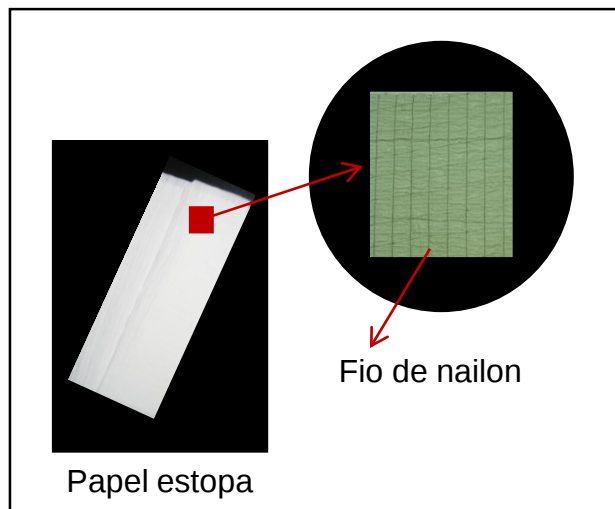


- ✓ **Papel higiênico → folha simples, folha dupla, folha tripla**
- ✓ **Toalha de papel**
- ✓ **Lenço de papel**
- ✓ **Guardanapo de papel**
- ✓ **Lençol hospitalar**

Várias finalidades e formatos

Papel para fins especiais → finalidades diversas

Alguns exemplos:



Papel para fórmica



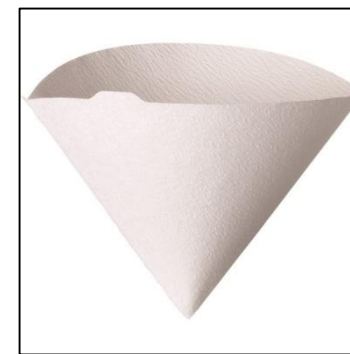
Papel para cigarro



Papel moeda



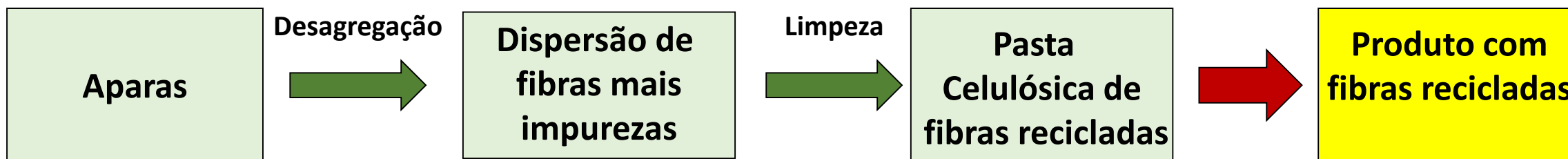
Papel lixa



Filtro de papel

III Reciclagem

Reciclagem é um processo industrial



A) A reciclagem exige aparas condizentes com o produto que será fabricado

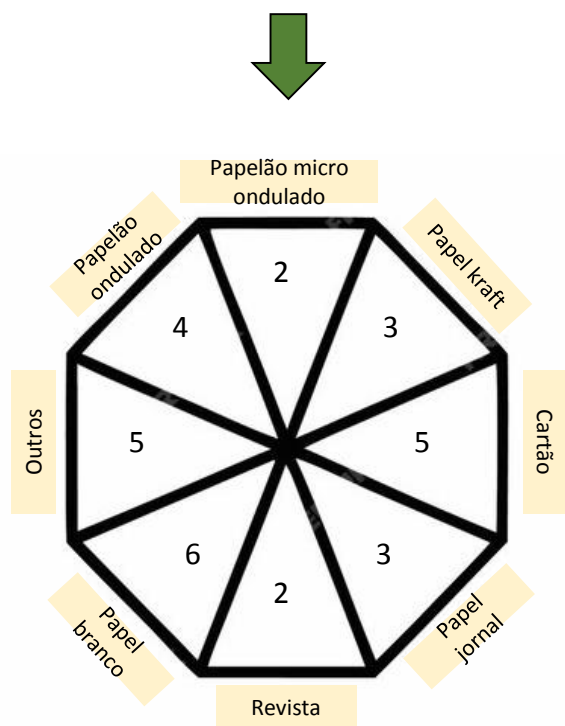


➤ ABNT NBR 15483 – Aparas de papel e papelão ondulado - Classificação

8 classificações



30 categorias ↩



Limite de teor de umidade: teor de água presente nas aparas
Limite de teor de impureza: todo material que compromete o processo de fabricação do papel e pode ser retirado antes do processo de fabricação.
Limite de material proibitivo: todo material que compromete a qualidade do papel produzido e não é possível de ser retirado antes do processo de fabricação

Material	Descrição	Especificação
Aparas de papelão ondulado I	Aparas de produtos de papelão ondulado de fibra virgem ou reciclada marrom e sem outros papéis que não sejam papelão ondulado. É permitida a presença de fita adesiva, hot melt, grampo e etiquetas provenientes da própria embalagem.	Teor máximo de umidade: 15% Teor máximo de impurezas: 3% Teor máximo de materiais proibitivos: 0%

Material	Descrição	Especificação
Aparas de papel branco II	Aparas de papéis brancos, usados em escritório, manuscritos, impressos, cadernos usados sem capas, sem cola, formulários contínuos, impressos, papéis autocopiativos, sem carbono, com até 10% de papel revestido, sem papel resistente a umidade e sem adesivos insolúveis.	Teor máximo de umidade: 10% Teor máximo de impurezas: 3% Teor máximo de materiais proibitivos: 0%

B) A reciclagem envolve vários atores

Catadores, cooperativa de catadores, pontos de entrega voluntário (PEV), coleta seletiva municipal, centros de triagem, entre outros



Aparistas



**Compram e vendem
as aparas**

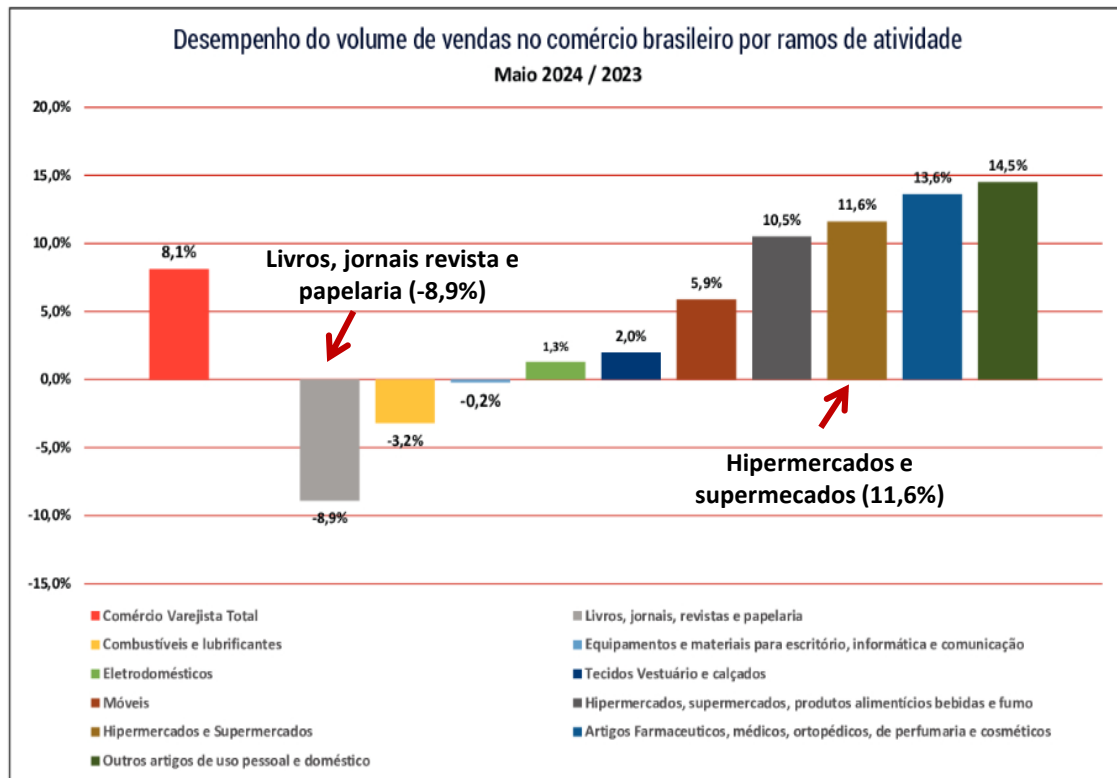


**Fabricante de
papel**

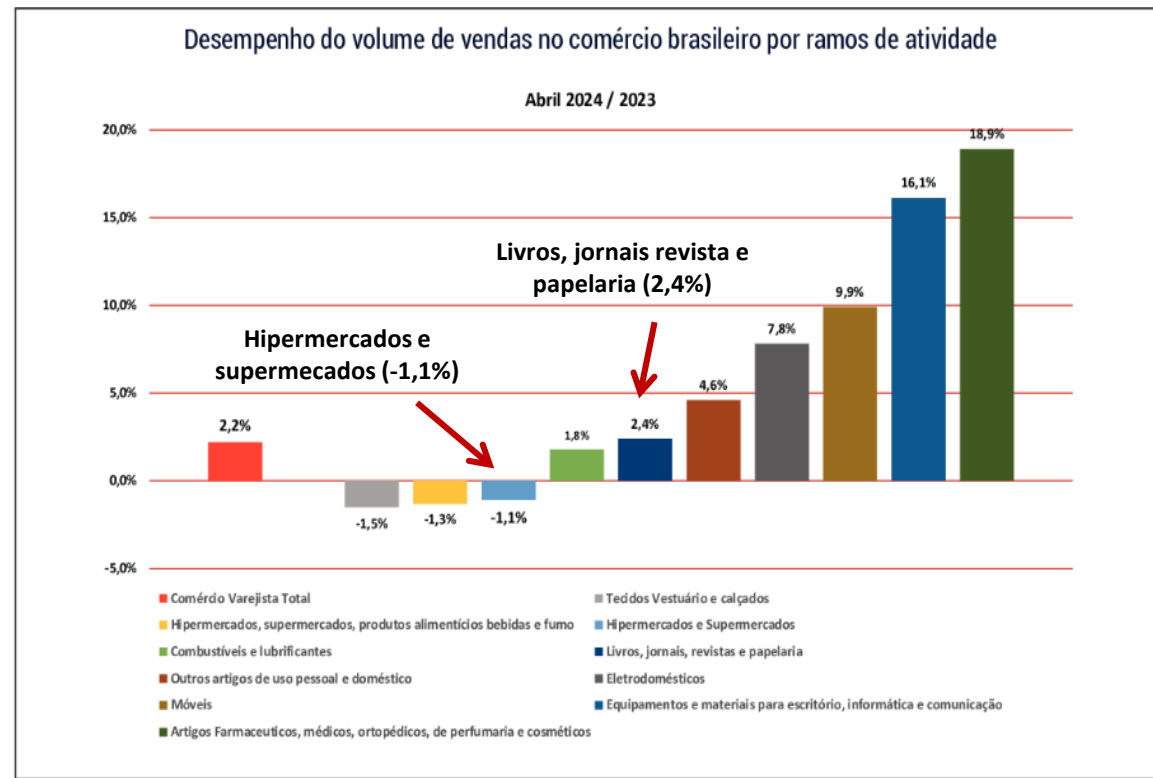


**Fabricam papel
com fibras procedentes
das aparas**

C) Disponibilidade de aparas depende de flutuações e movimentações do mercado

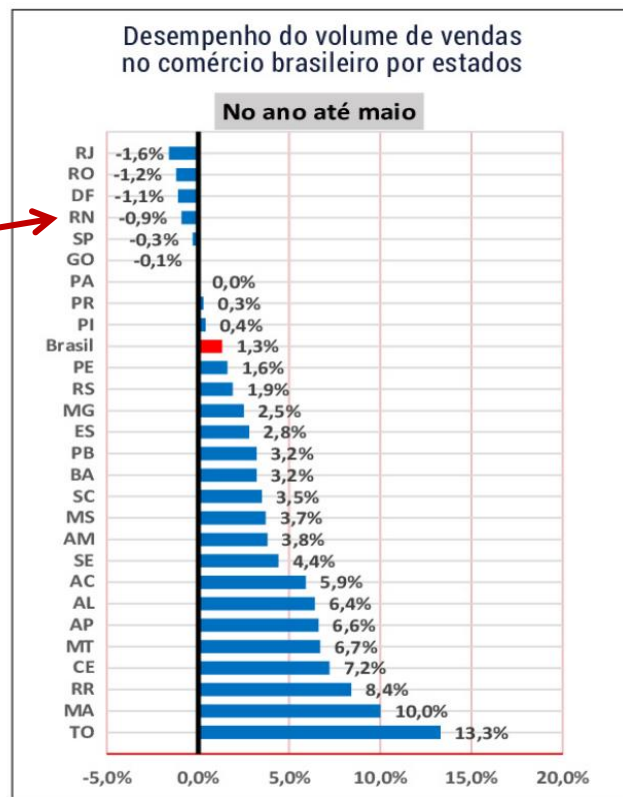


<https://www.opapeldigital.org.br/pub/papel/?numero=130&edicao=12226#page/27>



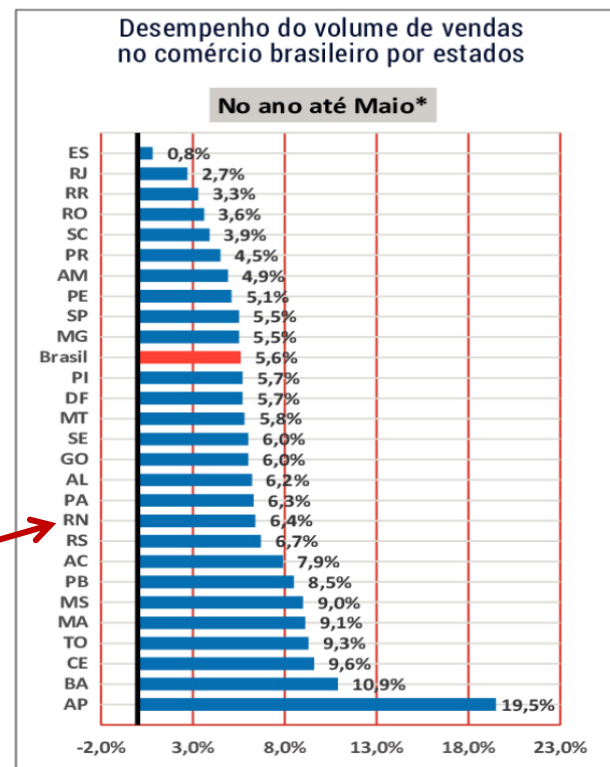
<https://www.opapeldigital.org.br/pub/papel/?numero=129&edicao=12209#page/22>

2023



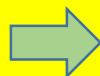
<https://www.opapeldigital.org.br/pub/papel/?numero=118&edicao=12040#page/17>

2024



<https://www.opapeldigital.org.br/pub/papel/?numero=130&edicao=12226#page/26>

Leis, regulamentos, portarias governamentais podem afetar a disponibilidade de aparas.



RDC 885 da ANVISA de 10/07/2024 → projeto piloto para dispensa da bula de papel em embalagens de determinados remédios. Acesso será por QR code nas embalagens.

https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6691799/RDC_885_2024_.pdf/3a0d760c-2497-4df6-be9f-f2e645fe8b31

Variação no preço das aparas é comum

<https://www.opapeldigital.org.br/pub/papel/?numero=130&edicao=12226#page/21>

Preços médios da tonelada de aparas posto em São Paulo (R\$ por tonelada)

Produto		Maio de 2024	Junho de 2024	Julho de 2024
Aparas brancas	1ª	1.850	2.150	2.150
	2ª	1.050	1.300	1.300
	3ª	675	925	925
Aparas marrons (ondulado)	1ª	693	868	918
	2ª	590	780	790
	3ª	375	650	650
Jornal		1.000	1.100	1.200
Cartolina	1ª	840	950	790
	2ª	700	700	700

Fonte: Grupo Economia Florestal – Cepea/ESALQ/USP.

Importações brasileiras de aparas marrons

Meses (descontínuos)	Valor em US\$	Quantidade (em kg)	Preço médio (US\$ t)
Jan/2024	533.891	2.587.732	206,32
Fev/2024	356.601	1.872.478	190,44
Mar/2024	259.800	1.613.872	160,98
Abr/2024	472.782	2.317.793	203,98
Maio/2024	497.270	2.174.206	228,71
Jun/2024	463.419	2.321.571	199,61

Fonte: Sistema Comexstat.

Aparas versus pasta celulósica virgem

<https://www.opapeldigital.org.br/pub/papel/?numero=130&edicao=12226#page/21>

Preço da tonelada de pasta celulósica branqueada de fibra curta (tipo seca) posta em São Paulo, equivaleria a aparas brancas de primeira

Mês	Preço médio, em dólar americano (R\$, onde EUA /USF = 5,46 Real/BRL em 16.08.2024)
Maio/24	1300,98 (7103,35)
Jun/24	1389,63 (7587,38)
Jul/24	1439,55 (7859,94)

D) Nem todo papel pode ser reciclado



Copos para café → manufacturados com fibras celulósicas, mas podem ter aditivos destinados a manter o conteúdo do copo quente e evitar que ele perca sua rigidez.



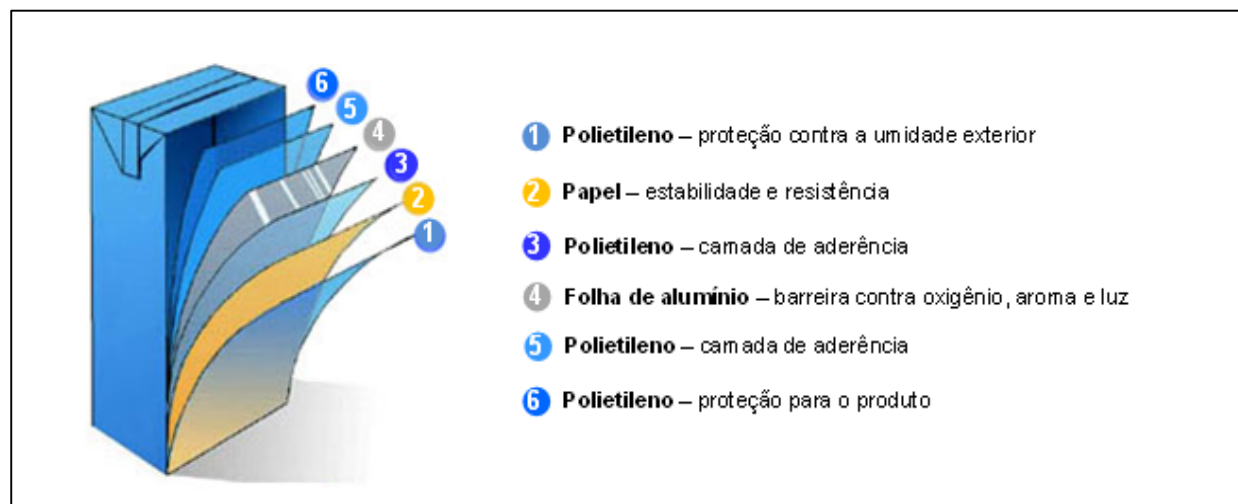
Papel parafinado → barreira contra umidade e oleosidade.

- É necessário conhecer o que pode ou não ser reciclado, para um descarte adequado.
- É importante não misturar o papel com outros materiais, principalmente se molhados ou sujos.
- É necessários que haja no local (cidade) possibilidade de receber materiais separados para reciclagem.

Processos de reciclagem podem ser desenvolvidos para materiais específicos



Volume suficiente e disponibilidade contínua

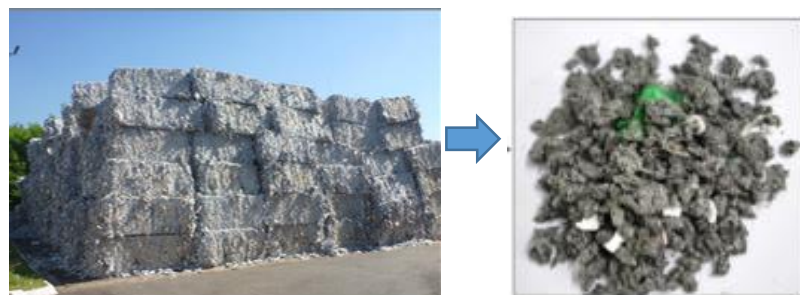


Componentes da embalagem longa vida (Fonte: Tetra Pak, 2014)

1) Fábrica de bobina de papel reciclado

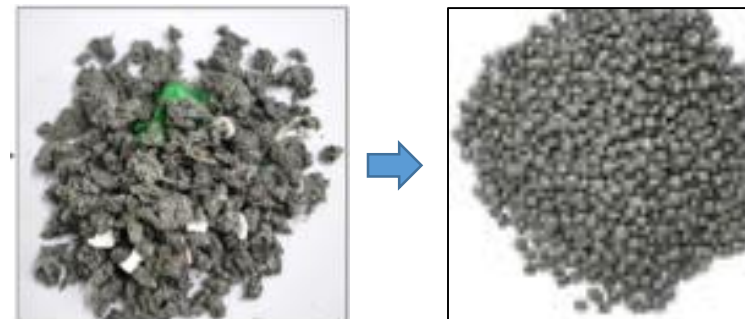


2) Empresa de aglomerado



As aparas de plástico e alumínio passam por um processo de limpeza para formação do aglomerado composto de plástico (~ 80 %) e de alumínio (~20%).

3) Empresa de peletização



4) Empresa que transforma os peletes em chapas coloridas usadas em capas de cadernos e agendas por ela fabricados.



E) Há espaço para aplicações inovadoras usando pasta celulósica de aparas



<https://www.packaginginsights.com/news/frugalpacs-paperboard-wine-bottle-finds-favor-with-italian-vineyard.html>

Garrafa para vinho

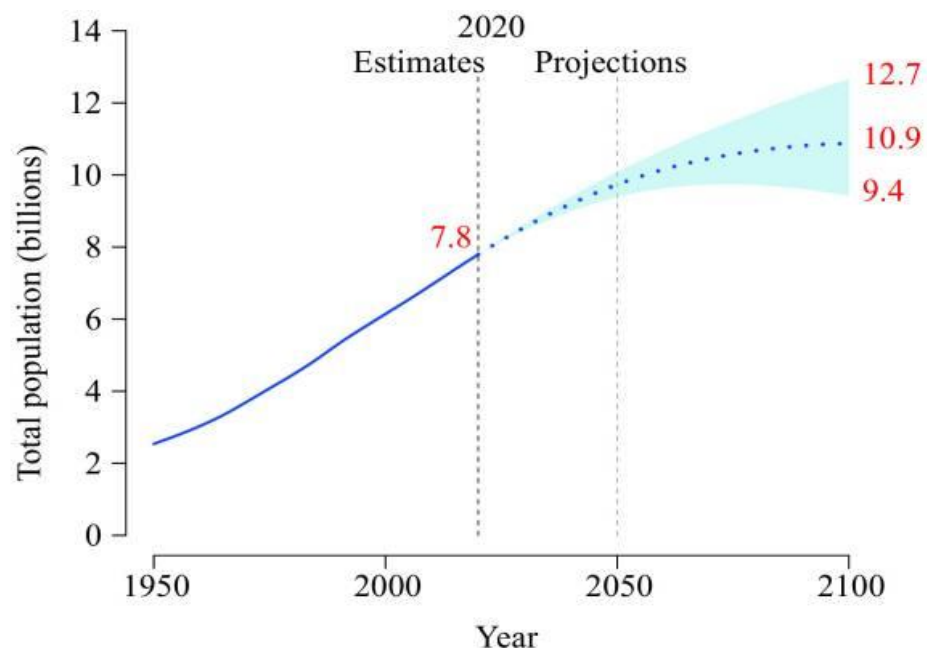
- 94% de papelão reciclado e um revestimento de qualidade alimentar.
- 5 vezes mais leve do que uma garrafa de vidro.
- Pegada de carbono* 84% menor do que a garrafa de vidro.
- 77% menos plástico do que a garrafa de plástico.

*métrica que mede a quantidade de gases de efeito estufa (GEE) emitidos

<https://www.cantinagoccia.com/test>

F) Pode haver um excesso de aparas para reciclagem.

➤ População e a geração de aparas de papel



Major Trends in Population Growth Around the World - [Danan Gu, Kirill Andreev, Matthew E. Dupre](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8393076/)
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8393076/>
 United Nations – Department of Economics and Social Affairs
<https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Line/900>

Nos últimos 40 anos o consumo de papel aumentou 400% globalmente

Ozola, Z.U.; Vesere, R.; Kalnins, S.N.; Blumberg, D. *Paper waste recycling, circular economy aspects*. Environment and Climate Technology, 2019, no.3, pp260-273; doi:10.2478-2019-0094

No mundo

55% da população vive em áreas urbanas e a previsão para 2050 é de 70%.

<https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>

No Brasil

Ano	População Rural	População Urbana	% da população rural	% da população urbana
1960	38.767.423	31.303.034	55,3%	44,7%
1970	41.037.586	52.097.260	44,1%	55,9%
1980	38.573.725	80.437.327	32,4%	67,6%
1990	36.110.443	108.714.709	24,9%	75,1%
2000	31.845.211	137.953.959	18,8%	81,2%
2010	29.830.007	160.925.792	15,6%	84,4%

Fonte: IBGE Censo Agropecuário (2010).

A migração do campo para os centros urbanos no Brasil: da desterritorialização no meio rural ao caos nas grandes cidades
 Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 4, n. 5, Edição Especial, p. 2254-2272, ago. 2018. ISSN 2525-8761

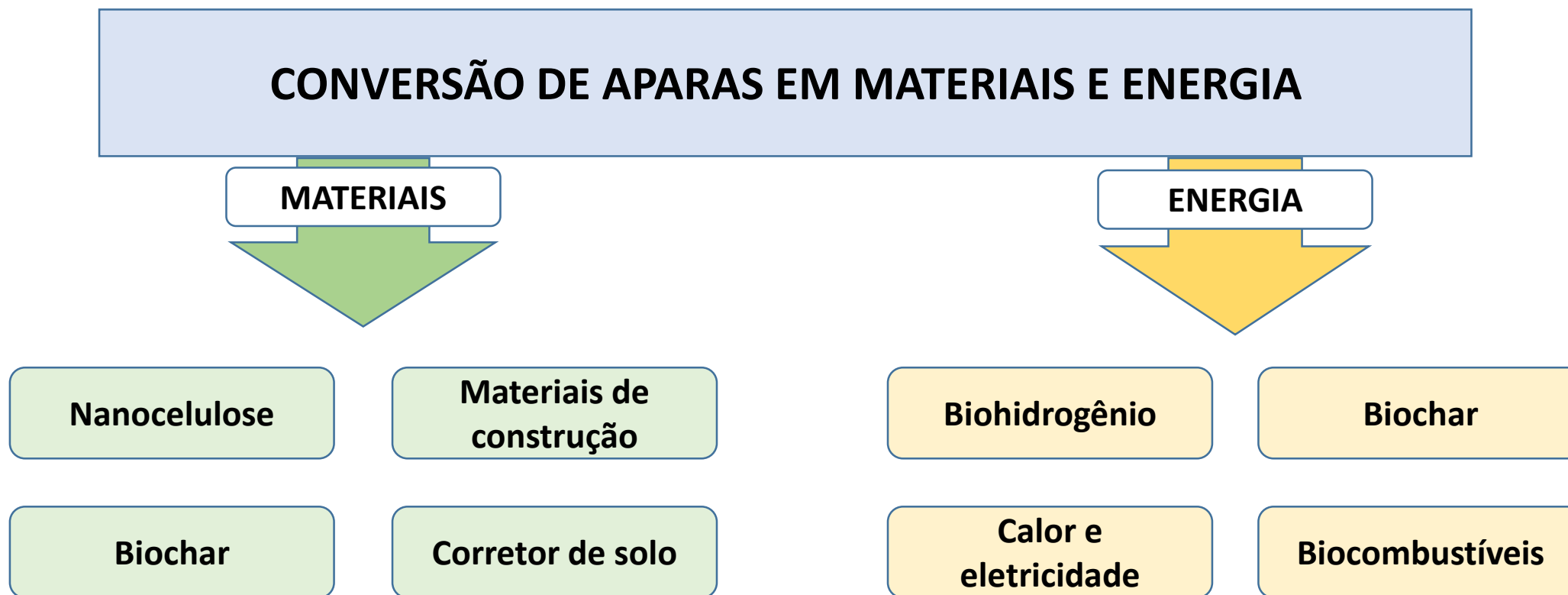
2027 – projetado 8 trilhões de vendas globais do varejo por e-commerce

<https://brandfolder.com/s/698jw8jqnx2hxgxpjisczp7>

➤ Maior conscientização da população sobre descarte de materiais



➤ Outras aplicações para aparas de papel

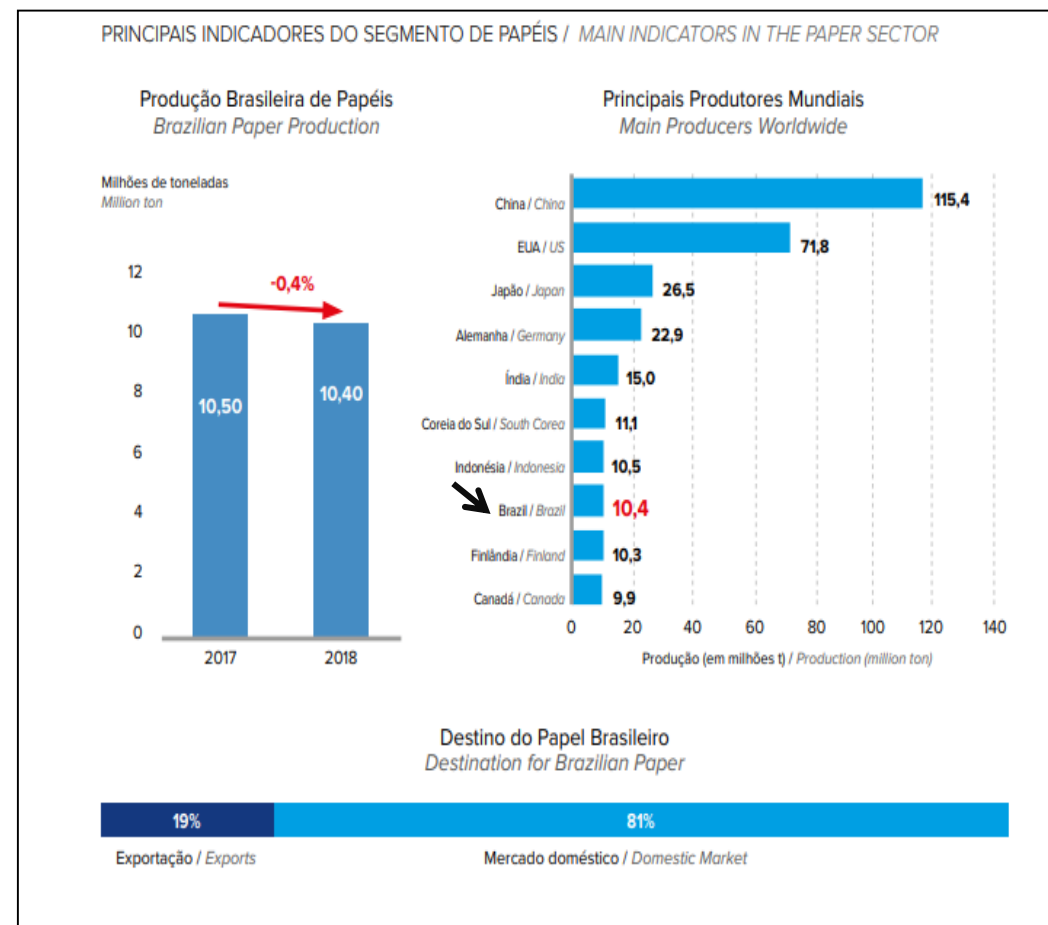
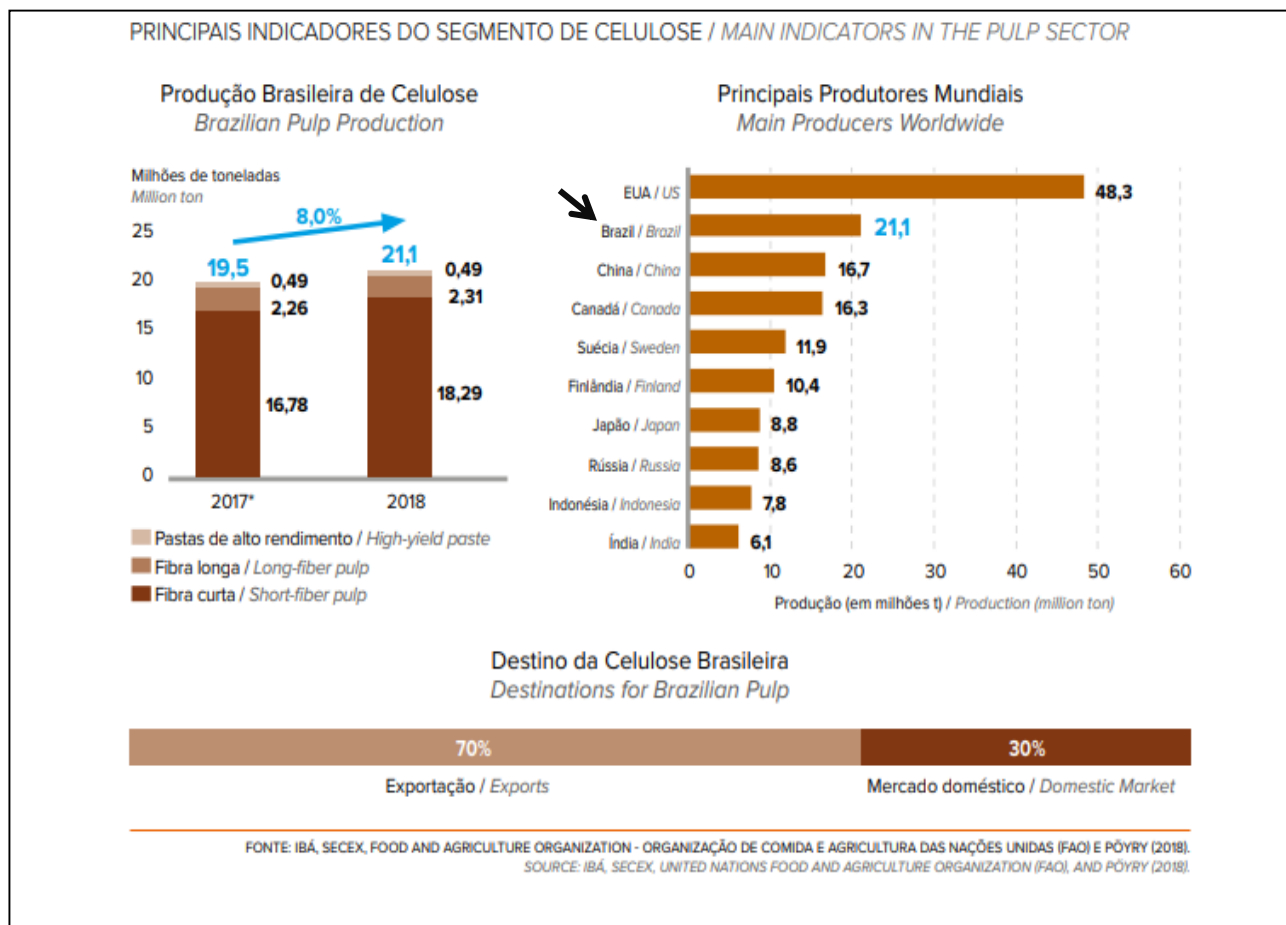


Abushammala,H; Masood,M.A.; Ghulam, S.T.; Mao,L. *On the Conversion of Paper Waste and Rejects into High-Value Materials and Energy*. Sustainability 2023, 15, 6915. <https://doi.org/10.3390/su15086915>

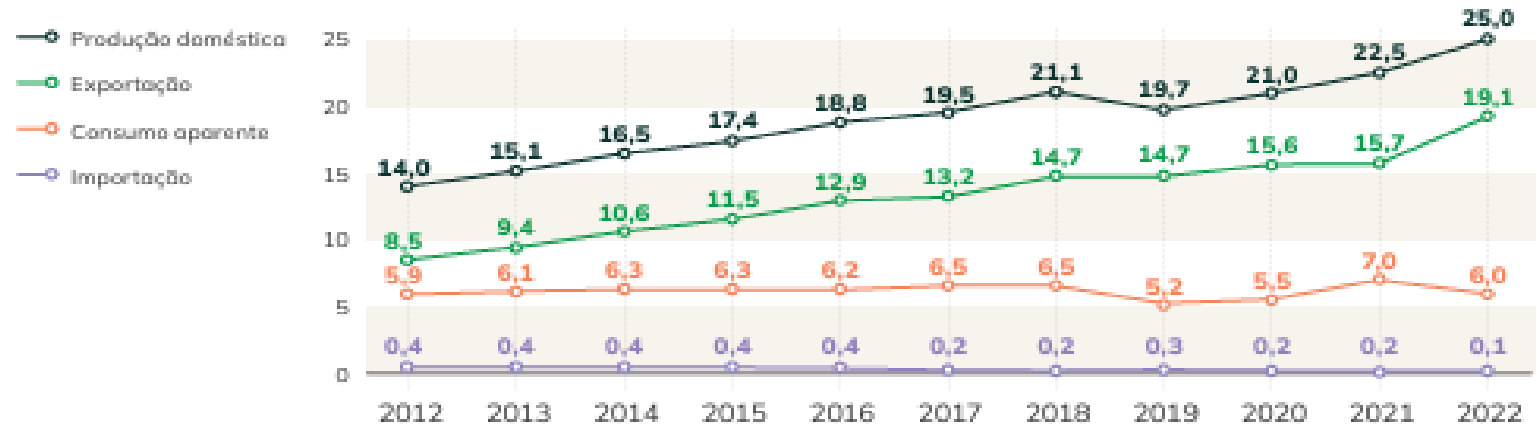
Ozola, Z.U.; Vesere,R.; Kalnins,S.N.;Blumberga,D. *Paper waste recycling, circular economy aspects*. Environment and Climate Technology, 2019, no.3,pp260-273; doi;10.2478-2019-0094

IV ALGUNS DADOS ESTATÍSTICOS

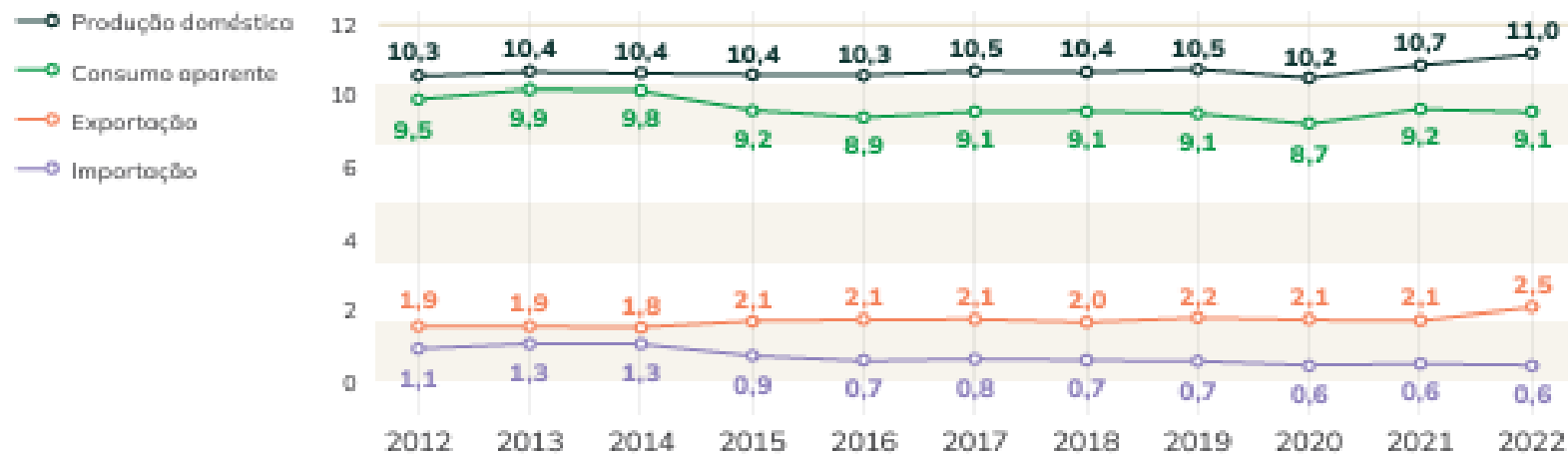
O Brasil está entre os maiores produtores de pasta celulósica e de papel



Dados de 2019 - <https://iba.org/eng/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>



Produção e consumo de celulose em milhões de toneladas (2012 – 2022)



Produção e consumo de papel em milhões de toneladas (2012-2022)

O Brasil é um grande reciclador de aparas de papel

66,9 % → índice de reciclagem geral para o papel (2019)

85% → índice de reciclagem somente para papéis de embalagem (2022)

39,1% → índice de reciclagem de embalagens longa-vida (2021).

23,4 % de todo plástico produzido no Brasil foi reciclado em 2022

47,8% das latas de aço produzidas no Brasil foram recicladas em 2023

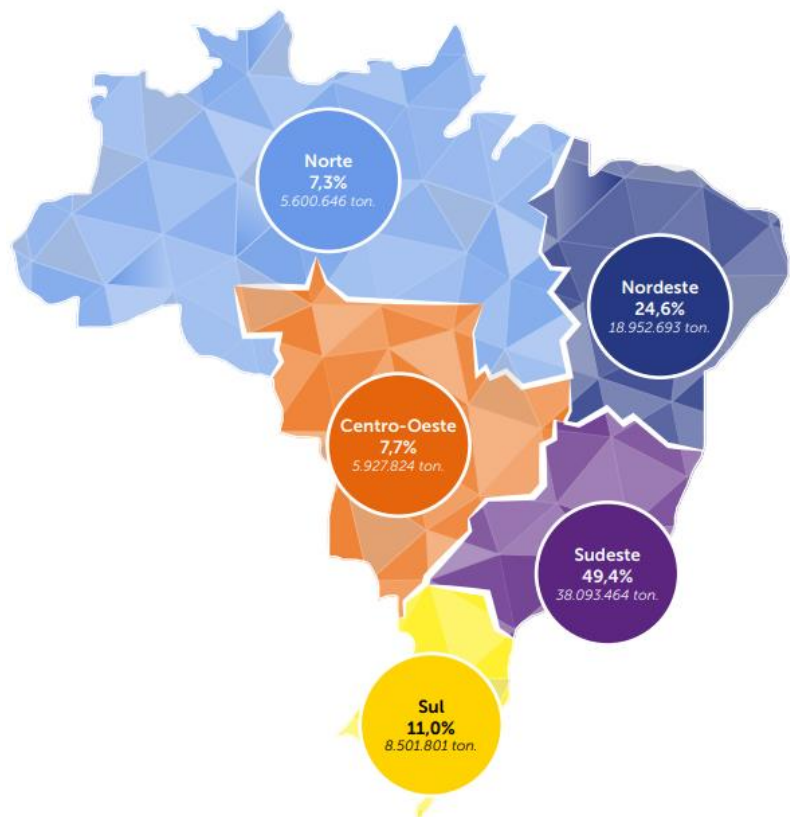
100% das latas de alumínio produzidas no Brasil foram recicladas em 2023

25,8% foi o índice de reciclagem do vidro no ano de 2022

<https://cempre.org.br/taxas-de-reciclagm>

O Brasil gera muito lixo urbano

80 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos gerados em 2022 → 211 mil toneladas/dia.
76 milhões coletadas → cobertura de coleta de 93%



**Lei N°12.305,
de 2.08.2010**

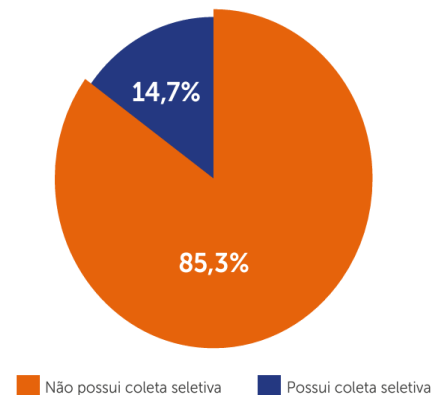
**Institui a Política
Nacional de Resíduos
Sólidos**

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

**Decreto
N°10936 de
12.01.2022**

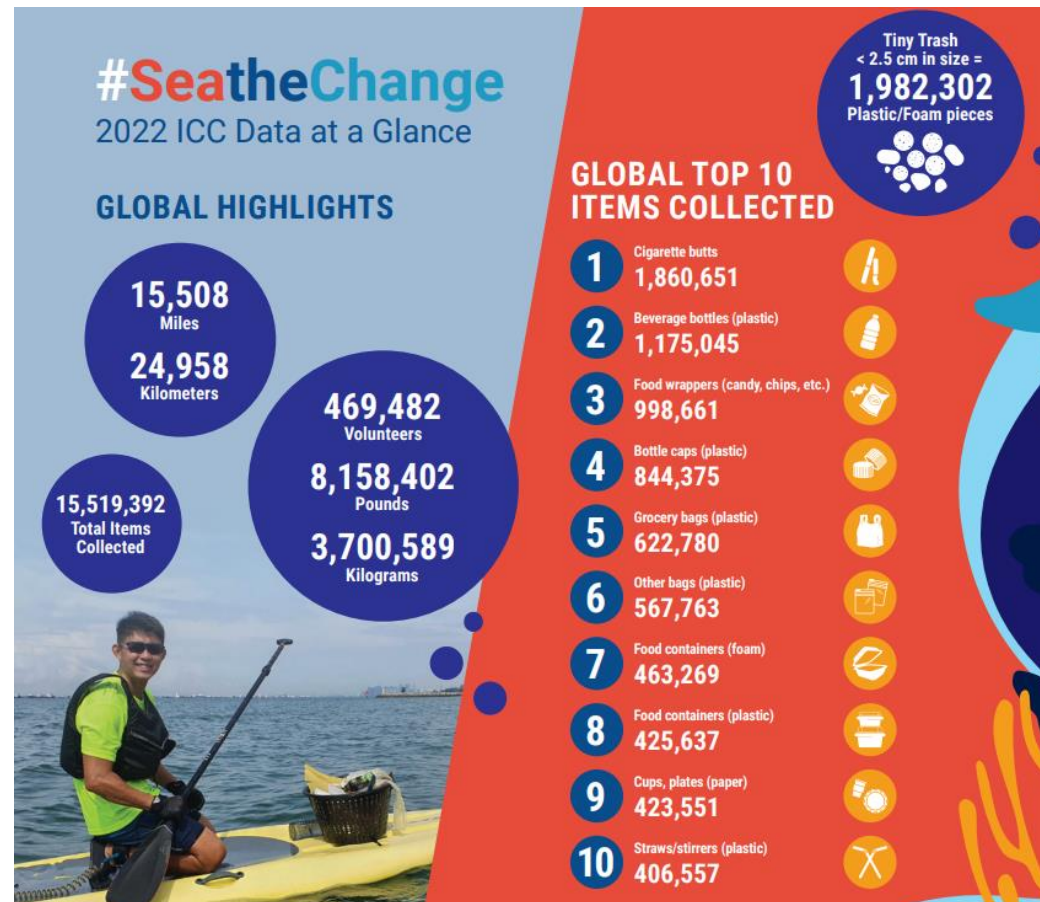
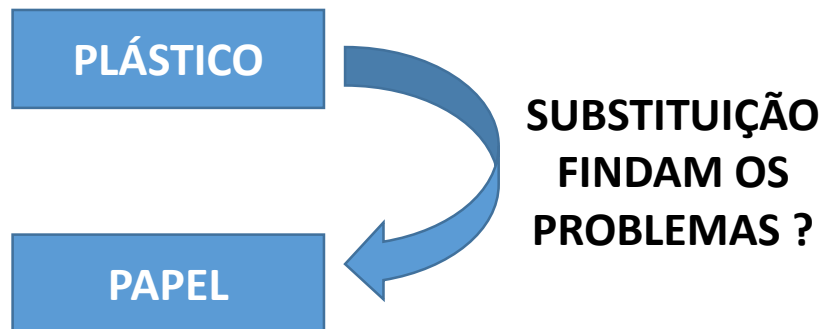
**Regulamenta a Lei n°
12.305 de 2.08.2010**

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm



ABREMA – Panorama dos Resíduos Sólidos 2023

https://www.abesdf.com/files/ugd/d1b226_589ea11fa1ec44bd894683af0fcfa27c.pdf



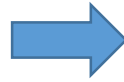
No Brasil

Número de voluntários	Total em kg	Total de km	Total de itens coletados	Garrafas plásticas	Embalagens de alimentos	Sacolas plásticas	Bituca de cigarros	Canudinhos
996	4252	29,6	9288	1931	908	718	702	582

FONTE:Conservancy's International Coastal Cleanup – Report 2023. Disponível em:
https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2021/09/Annual-Report_FINAL_Digital.pdf

V CONCLUSÃO

**Tendência para
produtos a base de
fibras celulósicas**

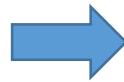


+ sustentáveis

+ competitivos

+ impactantes

**Tendência para os
processos de
fabricação**



Redução de matéria prima

Redução do uso de água

Redução do uso de energia /uso de energia verde

Diminuição da emissão de gases efeito estufa



Envolve pesquisa, desenvolvimento e inovação

Envolve investimento em tecnologia

Envolve investimento em infraestrutura

Envolve visão holística

Envolve gestão integrada

Envolve formação de consórcios

Envolve busca por soluções locais

OBRIGADA PELA ATENÇÃO!

www.ipt.br
malu@ipt.br

