

METALURGIA EXTRATIVA DOS NÃO FERROSOS

PMT 3409

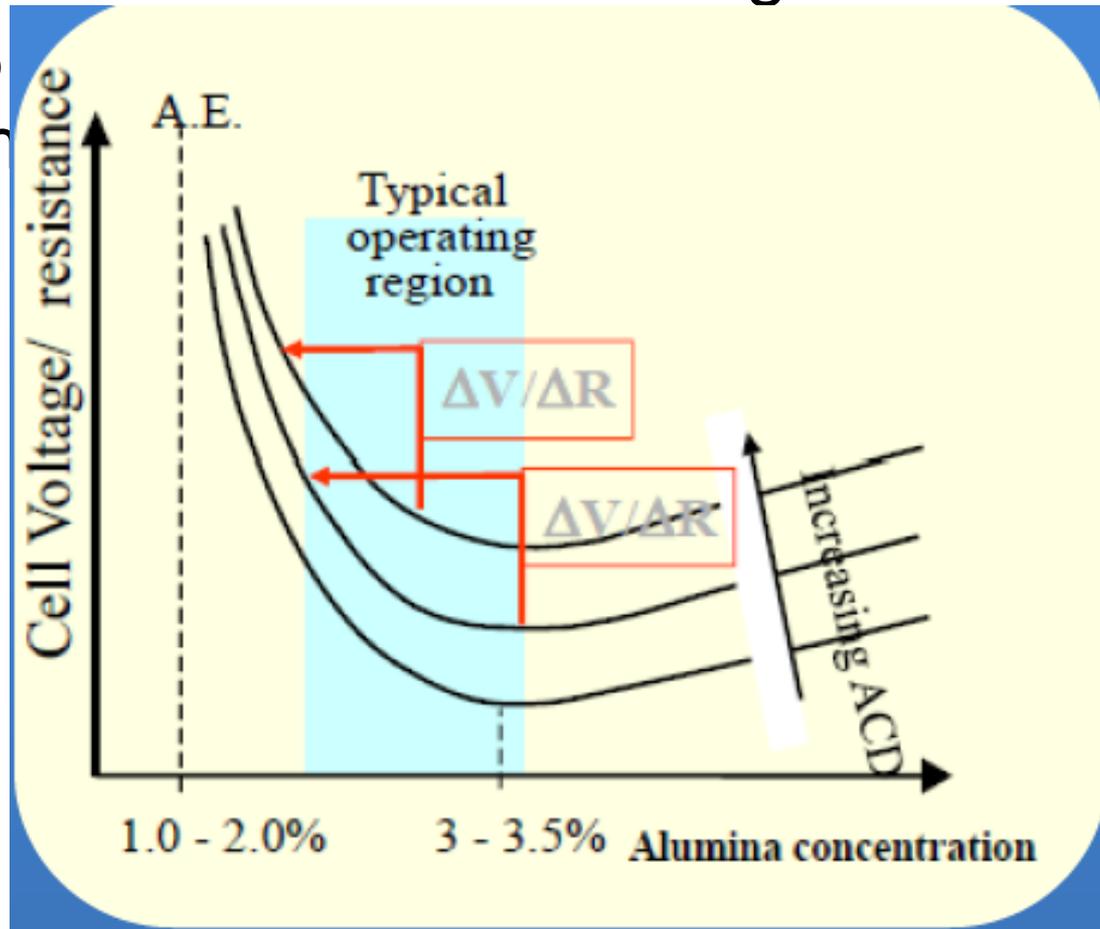
PROCESSO HALL-HEROULT

EFEITO ANÓDICO

- Estabilidade da Corrente
- Balanço de Energia
- Eficiência de Corrente
- Aumenta o consumo de Energia Elétrica
 - Aumento de voltagem por um determinado tempo
- Impacta o Meio – Ambiente:
 - Gases do Efeito Estufa
 - Emissões Fugitivas

PROCESSO HALL-HEROULT

- O Efeito Anódico é um fenômeno que ocorre quando o teor de alumina atinge valores inferiores a 2,0 %
- É um



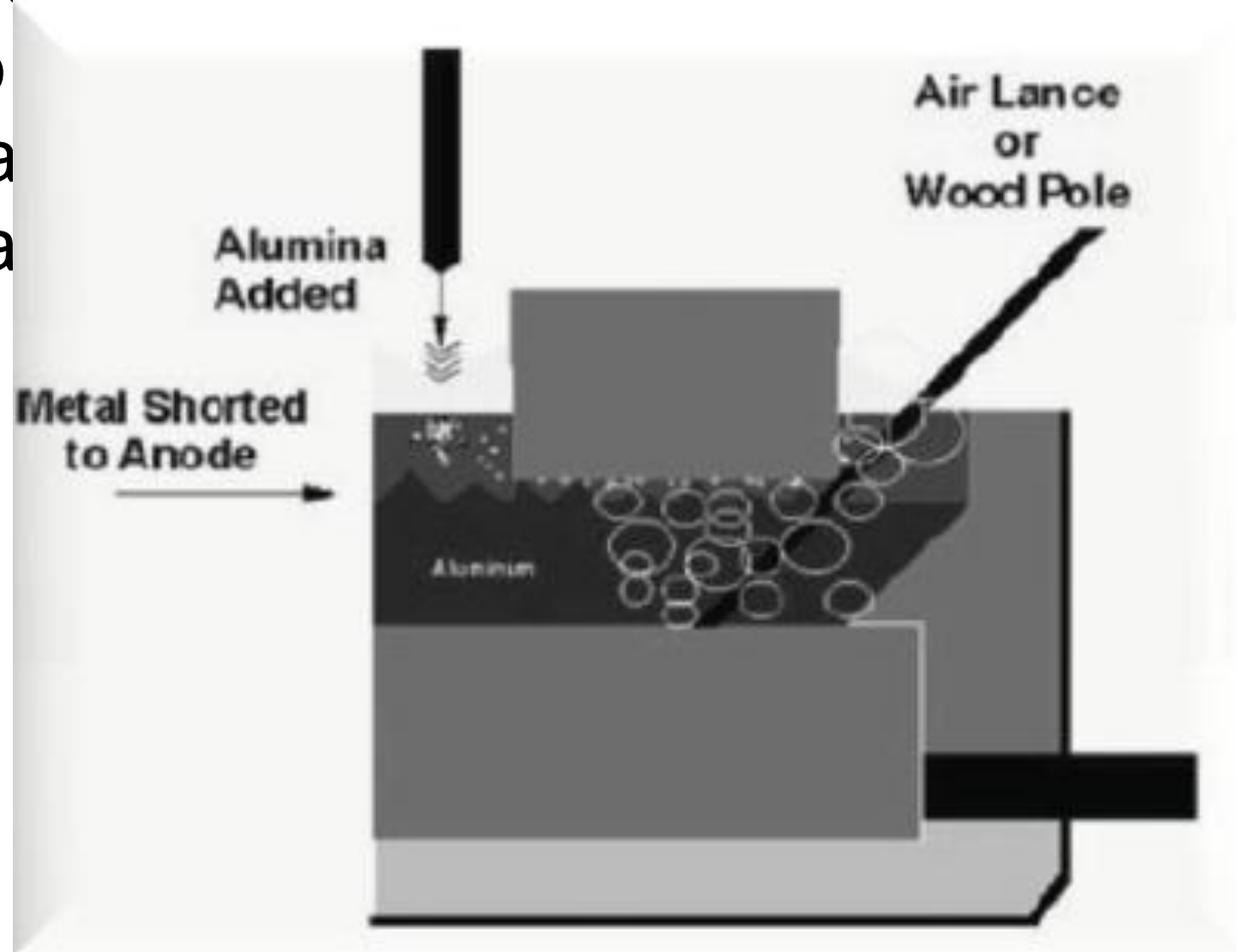
PROCESSO HALL-HEROULT

- O aumento da voltagem na ausência de Al_2O_3 provoca a eletrólise do AlF_3 com a formação de PFC's (compostos perfluorcarbonos)
- Gases gerados tem alta resistência elétrica e cobrem parte da superfície do anodo aumentando a voltagem

Reações Eletroquímicas (início)	Potencial (V)
$2 \text{AlF}_3 + 2 \text{C} \Rightarrow 2 \text{Al} + \text{C}_2\text{F}_6$	2.607
$4 \text{AlF}_3 + 3 \text{C} \Rightarrow 4 \text{Al} + 3 \text{CF}_4$	2.389
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{AlF}_3 + 3 \text{C} \Rightarrow 4 \text{Al} + 3 \text{COF}_2$	1.831
$2 \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \Rightarrow 4 \text{Al} + 3 \text{CO}_2$	1.272

PROCESSO HALL-HEROULT

- A extinção do Efeito Anódico pode ser feita de várias maneiras ou combinações:
 - Introdução
 - Sopros de ar
 - Movimentação



PROCESSO HALL-HEROULT

❖ O Protocolo de Kyoto cobre 6 tipos de gases:

- ✓ CO_2 – Dióxido de carbono
- ✓ CH_4 – Metano
- ✓ N_2O – Óxido Nitroso
- ✓ HFCs – Hidrofluorcarbonetos
- ✓ PFC's – Perfluorcarbonetos
- ✓ SF_6 – Hexafluoreto de enxofre

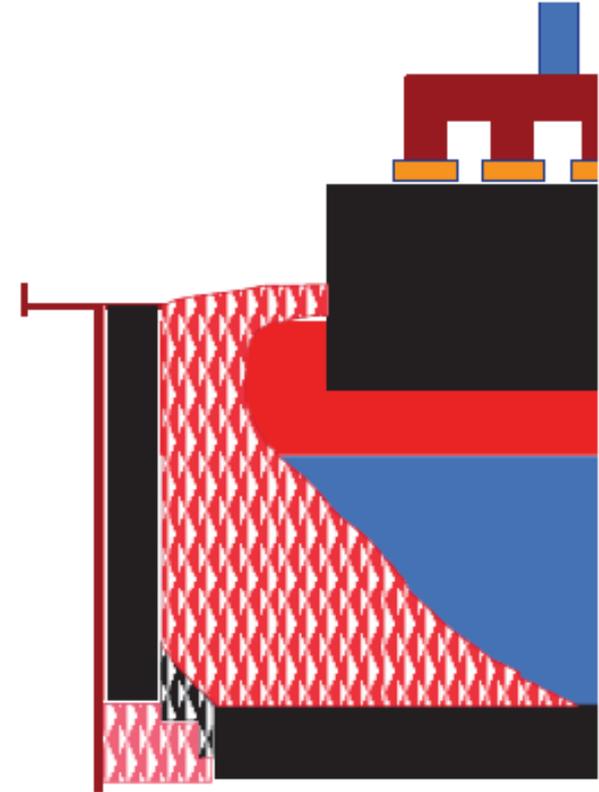
❖ Outros gases :

- ✓ Compostos orgânicos
- ✓ NO_x – Óxido de nitrogênio
- ✓ CO – Monóxido de carbono

Gas Warming Potential

Gás	GWP
CO_2	1
CH_4	21
N_2O	310
CF_4	6500
C_2F_6	9200

PROCESSO HALL-HEROULT



Função do Lombo :

- Composição :
 - AlF_3 : 0 a 3 %
 - CaF_2 : 0 a 1 %
 - Criolita : > 96 %
- Proteção lateral da parede interna do forno
- Previne vazamentos pela vedação das juntas
- Evita grandes variações de temperatura

PROCESSO HALL-HEROULT

Insumos para a produção de alumínio primário (ano-base 2003)

Alumina	1919 kg/t Al
Energia elétrica	15,0 MWhcc/t Al
Criolita	8,0 kg/t
Fluoreto de alumínio	19,7 kg/t
Coque de petróleo	0,384 kg/kg Al
Piche	0,117 kg/kg Al
Óleo combustível	44,2 kg/t

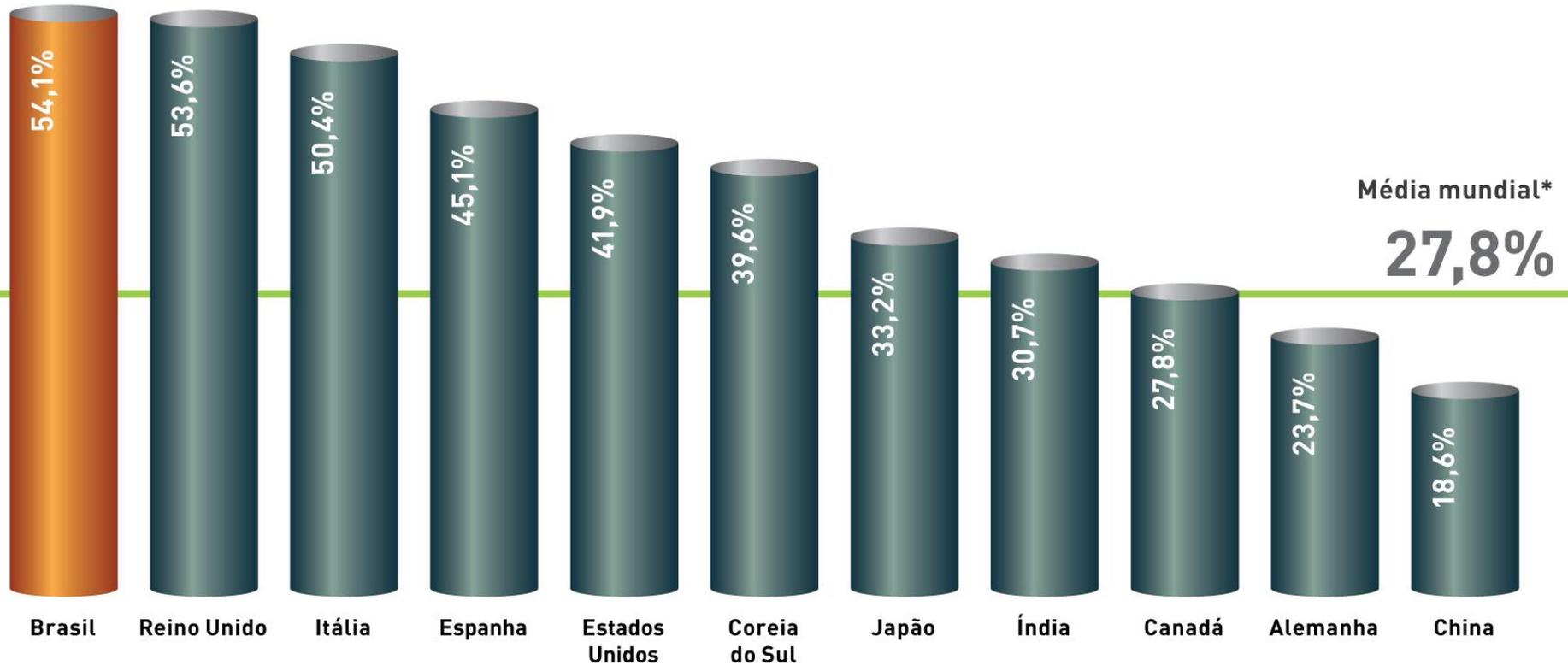
<https://www.youtube.com/watch?v=eGdXxFjqFsg>

<https://www.youtube.com/watch?v=NW1k4wNEq14>

RECICLAGEM DO AL

- Quase todos os metais são reciclados
- A reciclagem do Al é importante pois:
 - É um metal de uso intensivo
 - Sua produção primária utiliza enormes quantidade de energia
- Gasto de energia na reciclagem: ~5% do Al primário
- Libera somente 5% de gases de efeito estufa
- Fontes:
 - Sucatas variadas: latas, perfis, peças, etc
 - Borras de processo
- Limitações: composição química; quase todo Al reciclado é utilizado diluído em Al primário

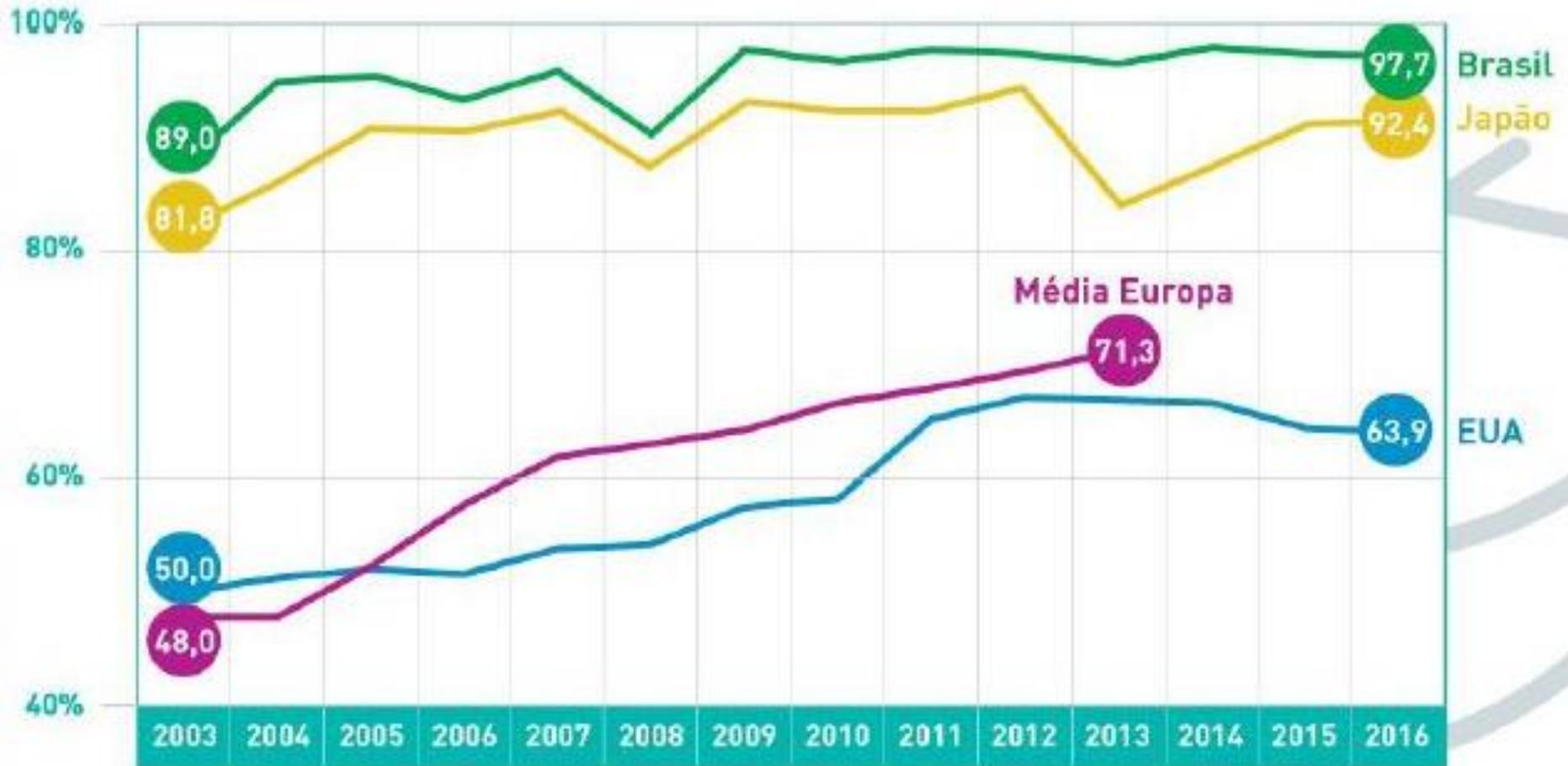
RECICLAGEM DO AL



Fonte: The Aluminum Association, cálculo ABAL

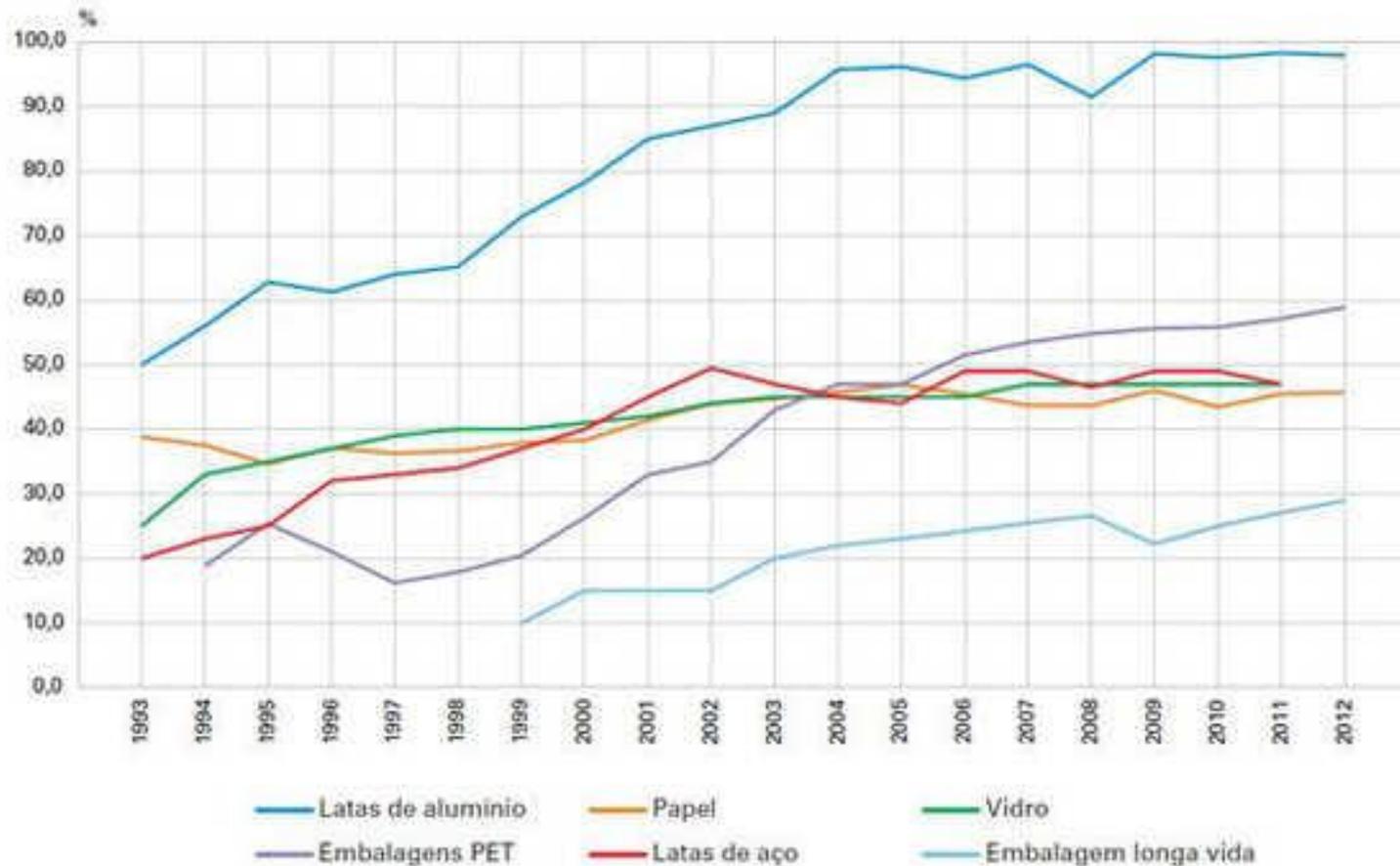
2017

RECICLAGEM DO AL



RECICLAGEM DO AL

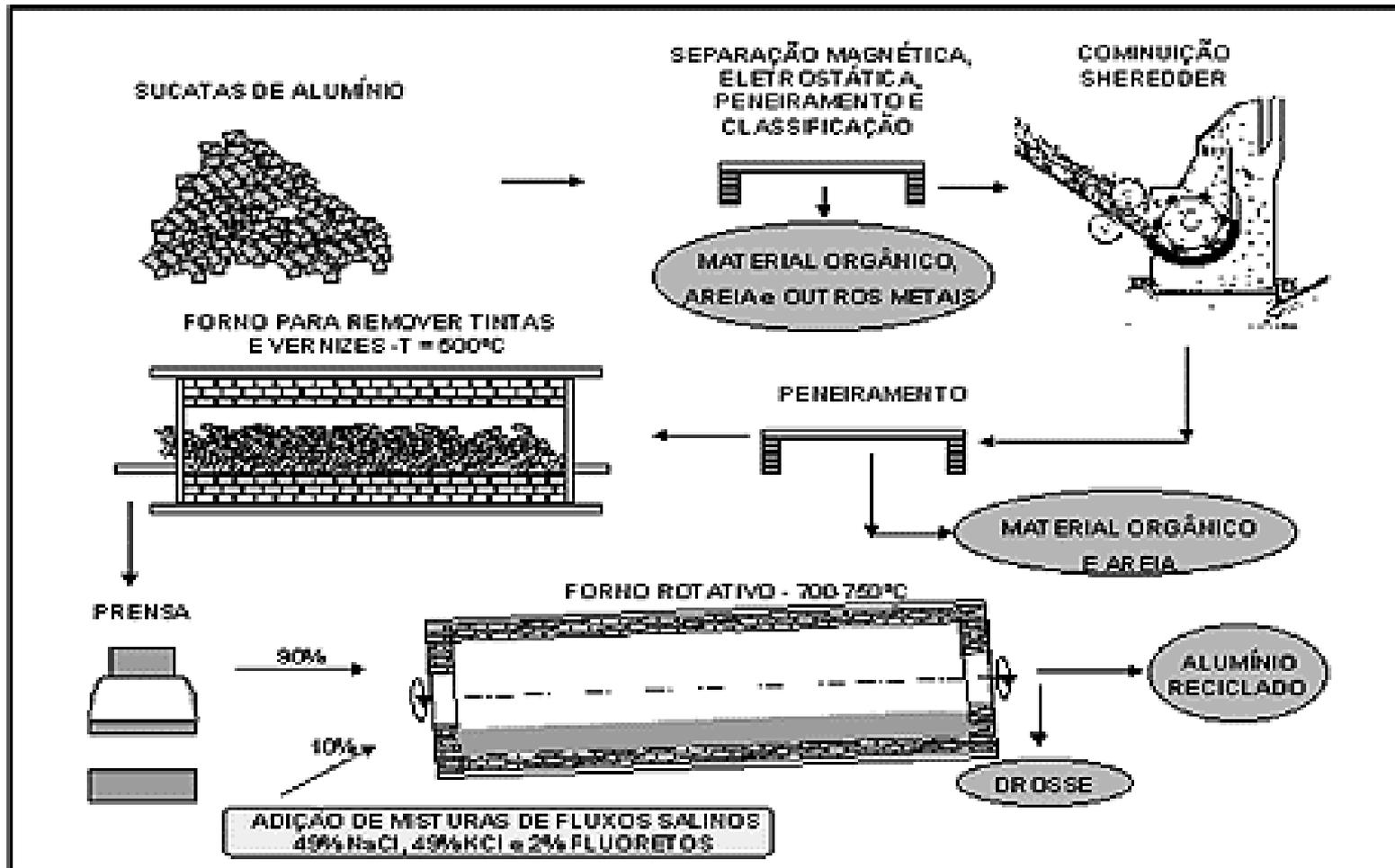
Gráfico 136 - Proporção de material reciclado em atividades industriais selecionadas - Brasil - 1993-2012



Fontes: 1. Associação Brasileira do Alumínio - ABAL. 2. Associação Brasileira de Celulose e Papel - BRACELPA. 3. Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro - ABVIDRO. 4. Associação Brasileira da Indústria do PET - ABIPET. 5. Associação Brasileira de Embalagem de Aço - ABEAÇO. 6. Associação Brasileira da Indústria de Leite Longa Vida - ABLV. 7. Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE.

RECICLAGEM DO AL

Fluxograma básico



RECICLAGEM DO AL

Tipos de borra

borra	Tipo de	% de Al	% de Óxidos	% de sais
	Borra branca	25 - 80	20 - 85	0 - 1
	Borra preta	7 - 50	30 - 50	30 - 50
	Borra salina	3 - 10	20 - 60	20 - 80

A adição de cloretos e fluoretos serve para fluidificar a borra liberando o Al preso

RECICLAGEM DO AL

Forno rotativo basculante



- 1-10 rpm
- 30° a -10°