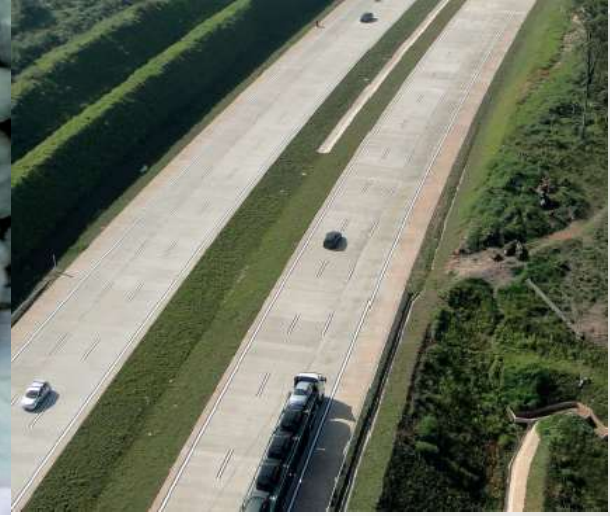
Seminário ABCP

MITIGAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO NA CADEIA DO CONCRETO.

A Contribuição da Indústria Brasileira do Cimento para a Construção Sustentável

Associação Brasileira de Cimento Portland

SNIC



A mitigação das emissões de CO_2 na fabricação do cimento: uso de adições

Arnaldo Forti Battagin

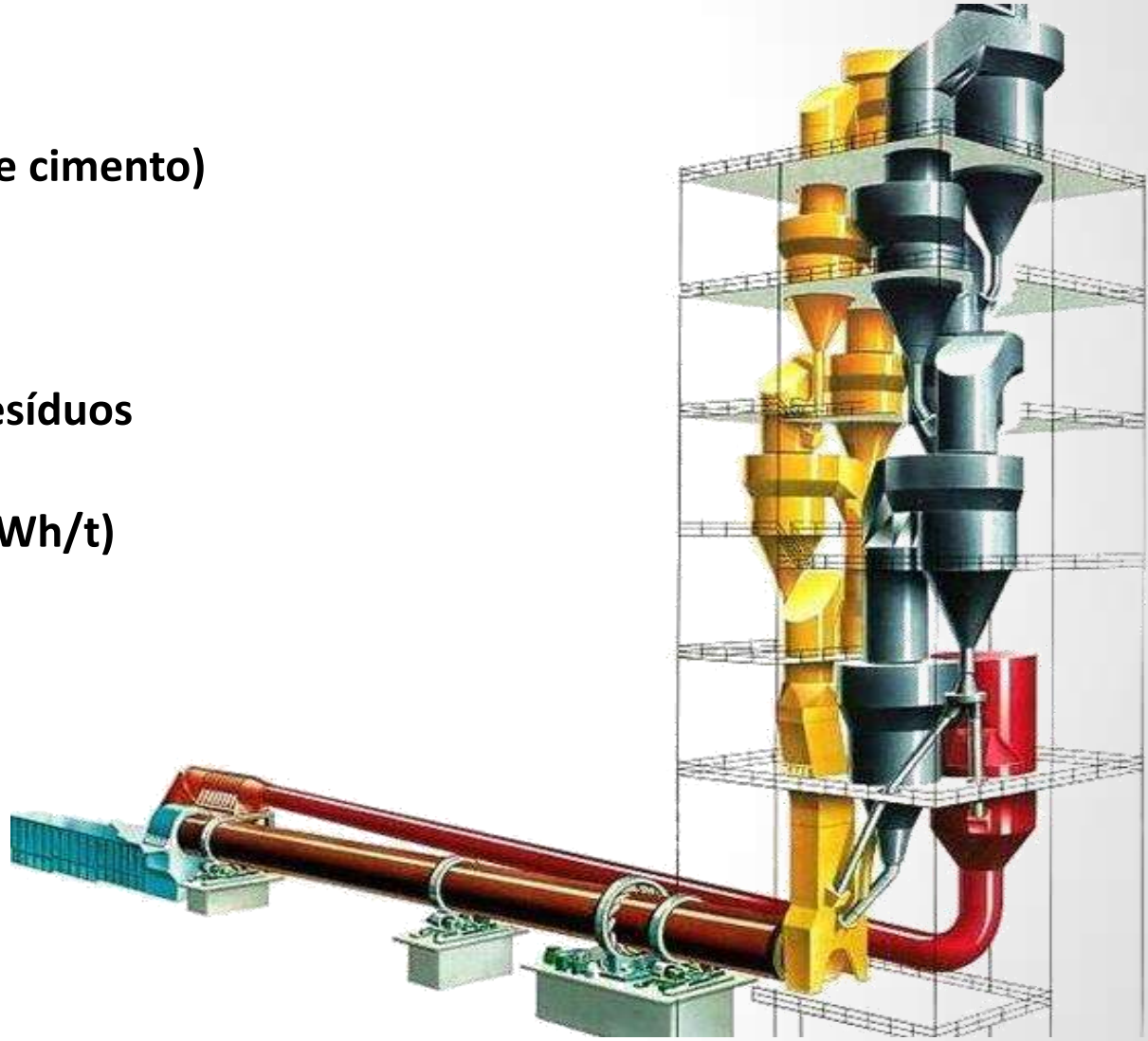
Associação Brasileira de Cimento Portland

Sumário

1. Introdução
2. Os desafios da indústria do cimento
3. Adições - pilar com maior potencial de mitigação de CO_2
4. Considerações finais

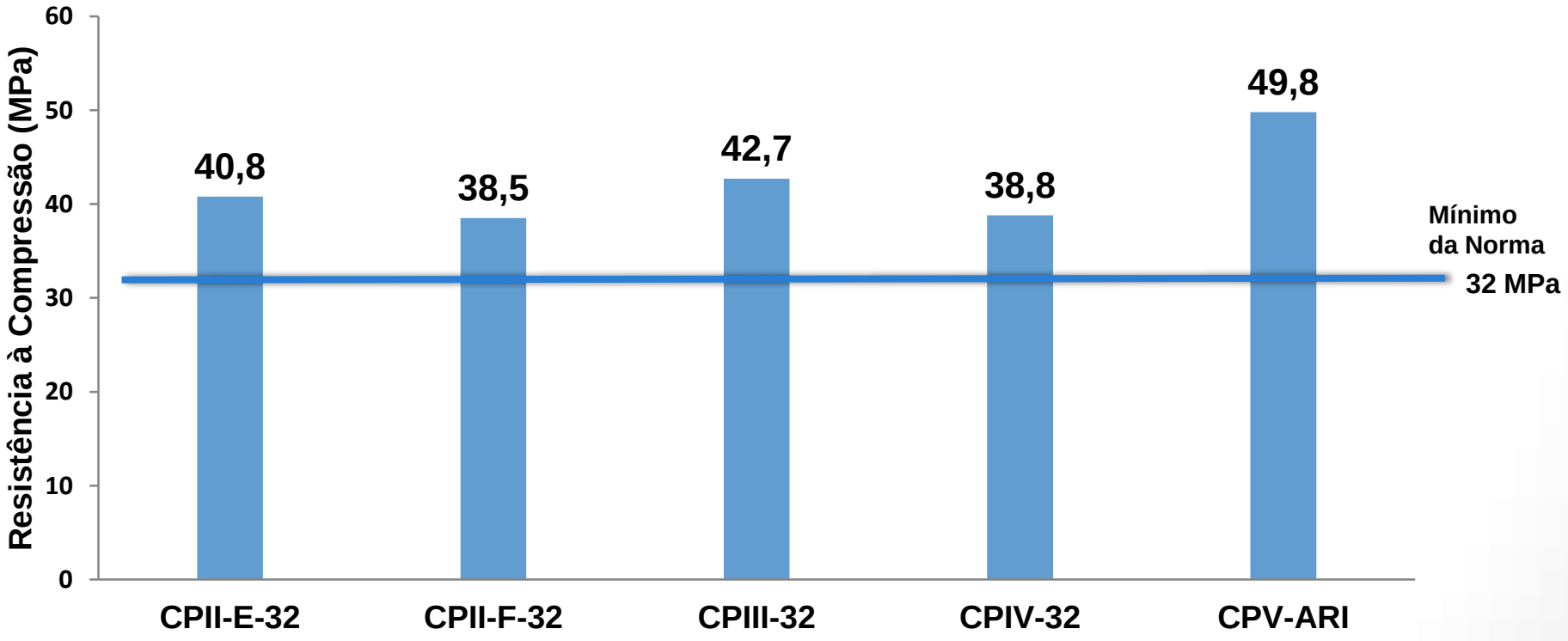
Avanços tecnológicos na fabricação do cimento no Brasil em 90 anos

- Sistema via úmida para sistema via seca (99%)
- Preaquecedores e Precalcinadores (2730 MJ/t de cimento)
- Maçaricos ecológicos
- Queimadores desenvolvidos para pet coque e resíduos
- Moinhos e Separadores de alta eficiência (107 kWh/t)
- Uso de adições
- Apurados controles de qualidade
- Métodos normalizados
- Selos da Qualidade

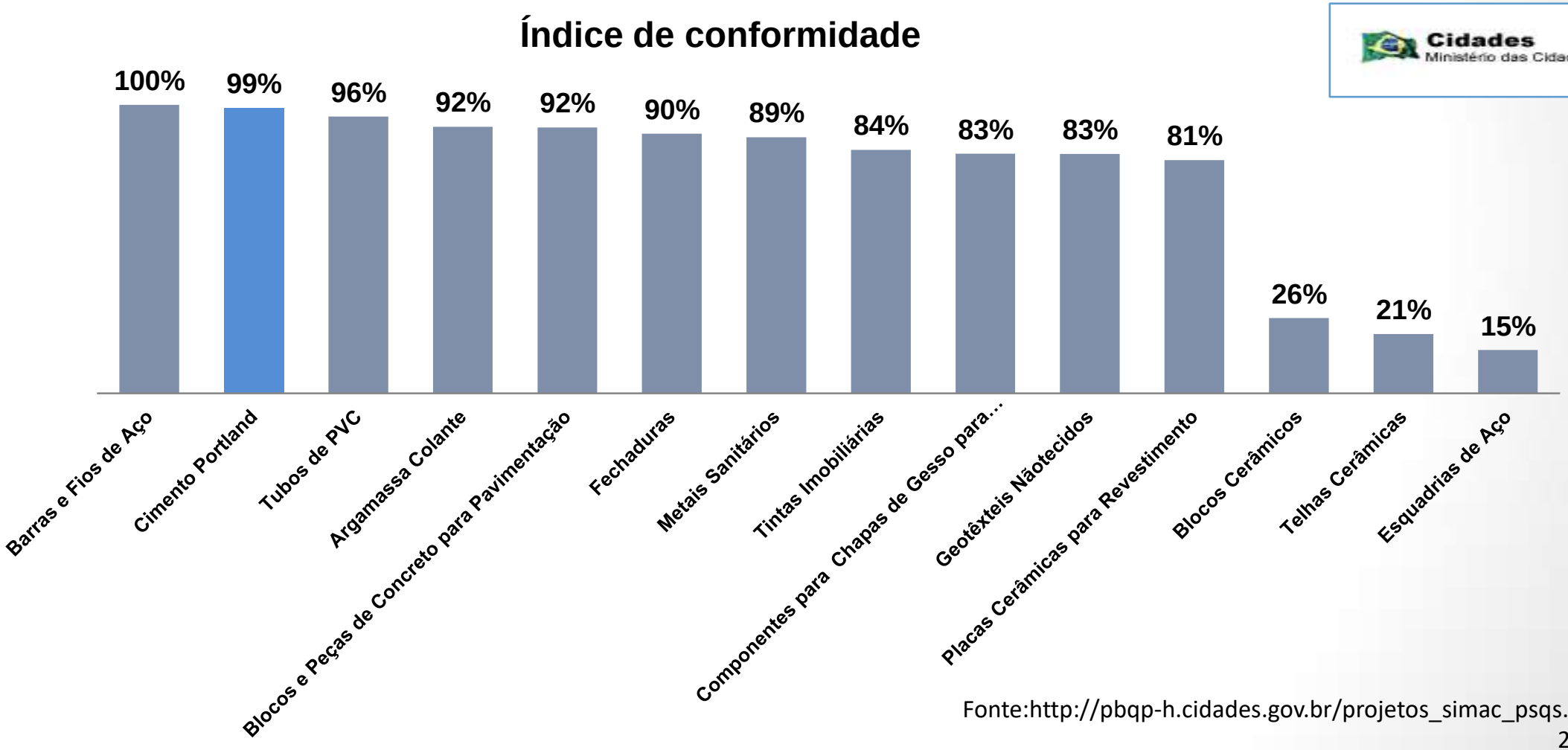


Resultado: alto patamar de qualidade

Os cimentos ultrapassam expressivamente os requisitos das especificações normativas da ABNT



O cimento apresenta um dos maiores índices de conformidade no Programa Setorial da Qualidade do PBQP-H



Fonte:http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_simac_psqs.php 2019

Desafio atual da indústria do cimento

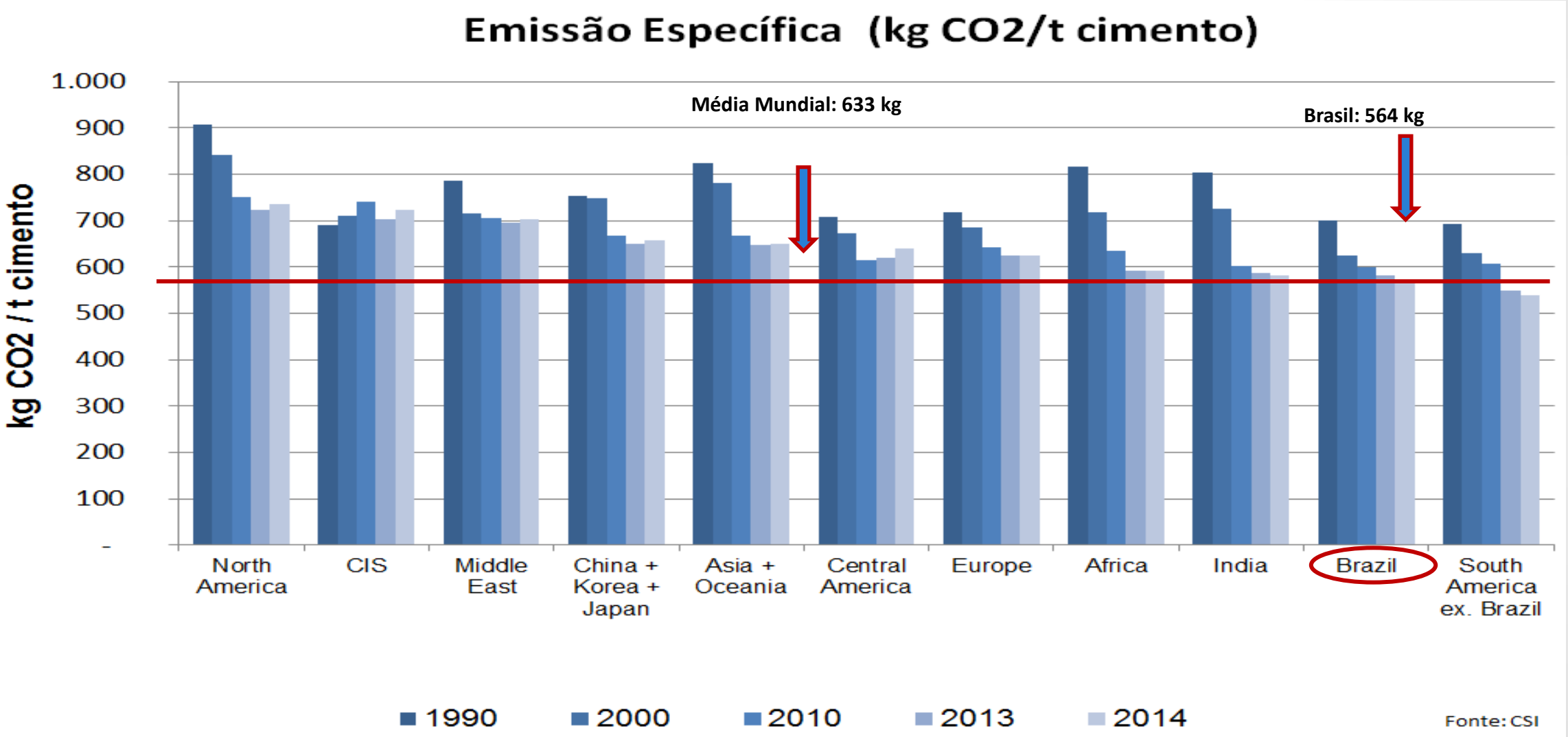
- ~~Desempenho e qualidade do cimento~~
- Diminuição das emissões dos gases de efeito estufa

Desafio complexo

Mudanças climáticas
x
Necessidades de infraestrutura e habitação

A indústria de cimento brasileira vem conduzindo com sucesso

Emissões de CO_2 nas indústrias de cimento de vários países



Apesar do cimento/concreto apresentar um perfil mais favorável que a maioria dos materiais de construção...

cerâmica

vidro

aço

madeira

concreto

Consumo de energia dos materiais de construção

Material de construção	Consumo de energia GJ/t
Alumínio	270
Aço	30
Vidro	20
Cimento	**3,5**
Concreto armado	**2,5**
Madeira	2
Cerâmica	2
Concreto	**1,4**
Agregados	0,25

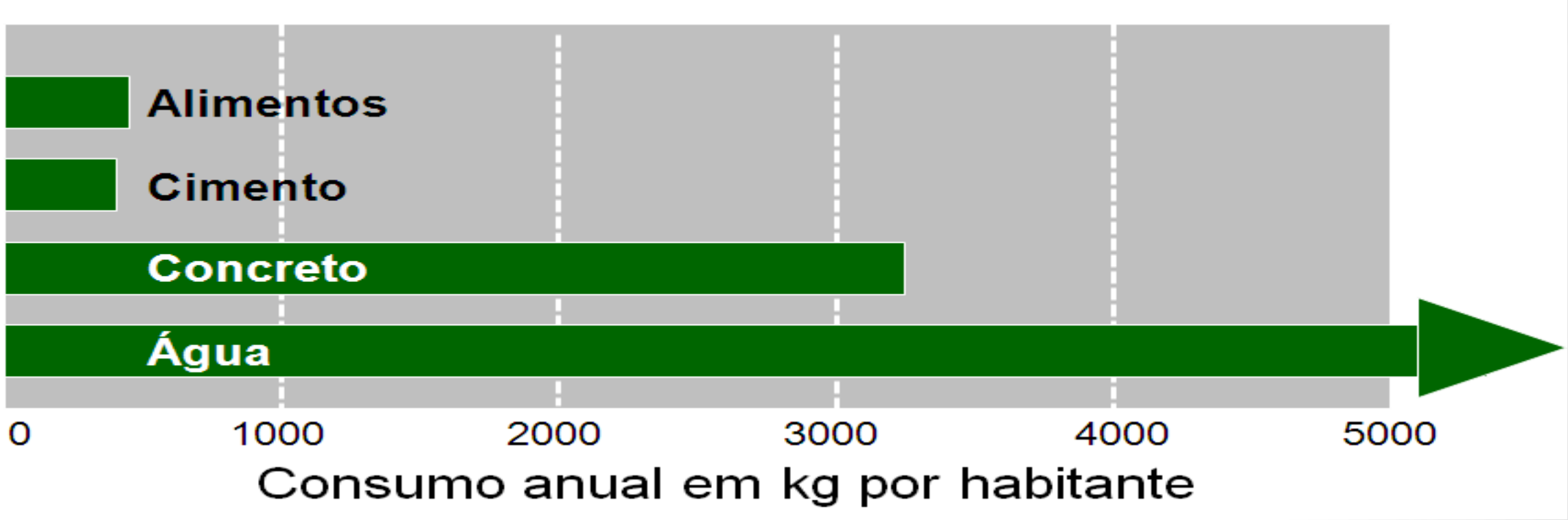
Fonte: PENTTALA,ACI Materials Journal, set-out 1997,adaptado

Emissão dos materiais de construção

Material de Construção	CO_2, kg/t	CO, kg/t	SO_2, kg/t	NO_X, kg/t	THC, kg/t	particulado, kg/t
Madeira	124	1,2	–	–	0,1	0,5
Concreto	**147**	**—**	**0,2**	**0,6**	**—**	**0,1**
Cimento	**633**	–	**1,0**	**2,9**	–	–
Vidro	2100	–	2,7	9,3	–	1,6
Plástico	6000	–	5,0	5,0	–	1,0
Metais	3000	–	3,0	5,0	–	0,5

Fonte: PENTTALA,ACI Materials Journal, set-out 1997,adaptado

O consumo de concreto pela humanidade é expressivo . . .



Fonte: Agopyan & John, 2011

Versatilidade do Concreto

- **Moldável**

Museu Oscar Niemeyer, PR 2002

Masp,SP1968

Versatilidade do Concreto

- **Excelente resistência e durabilidade**

Panteão,século II DC

Coliseu,72 DC

Versatilidade do Concreto

- **Matérias-primas abundantes**

Distribuição de calcário no Brasil

Jazidas para 600 anos

Versatilidade do Concreto

- **Baixo custo**

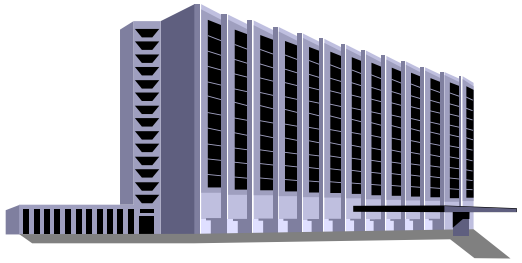
Cimento e concreto andam juntos...

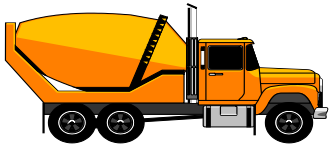
Consumo mundial em 2018	
Cimento	4.100 milhões de toneladas
Concreto	32.700 milhões de toneladas

Consumo brasileiro em 2018	
Cimento	52 milhões de toneladas
Concreto	400 milhões de toneladas

166 milhões de m^3 de concreto

57.000 prédios
20 andares
400m^2

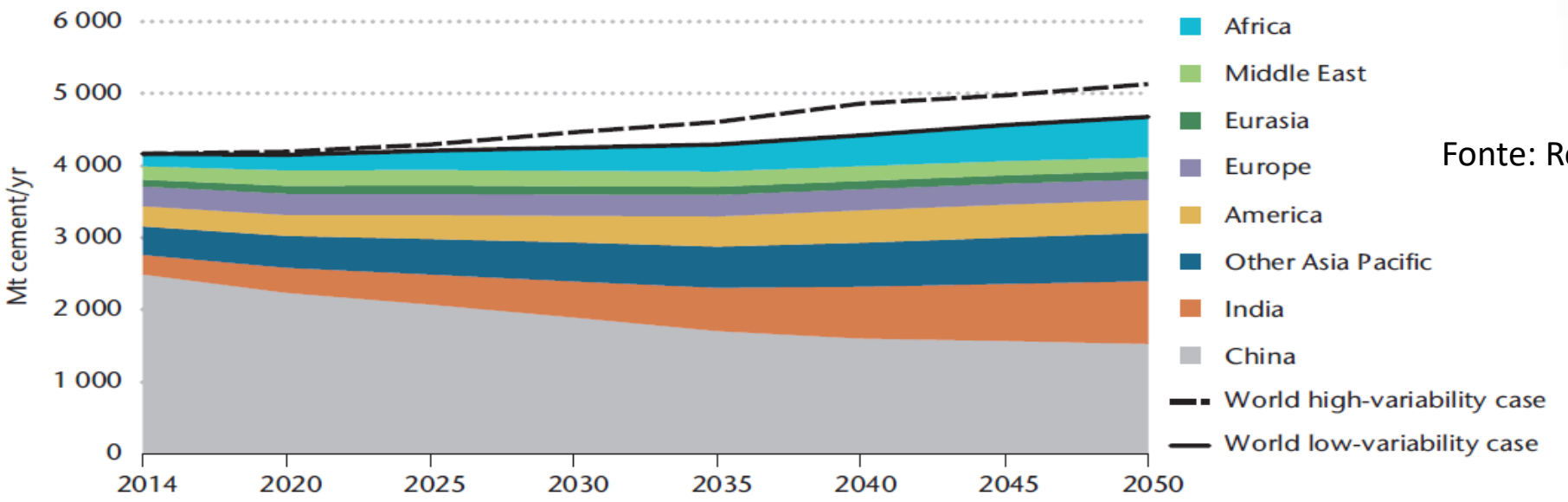




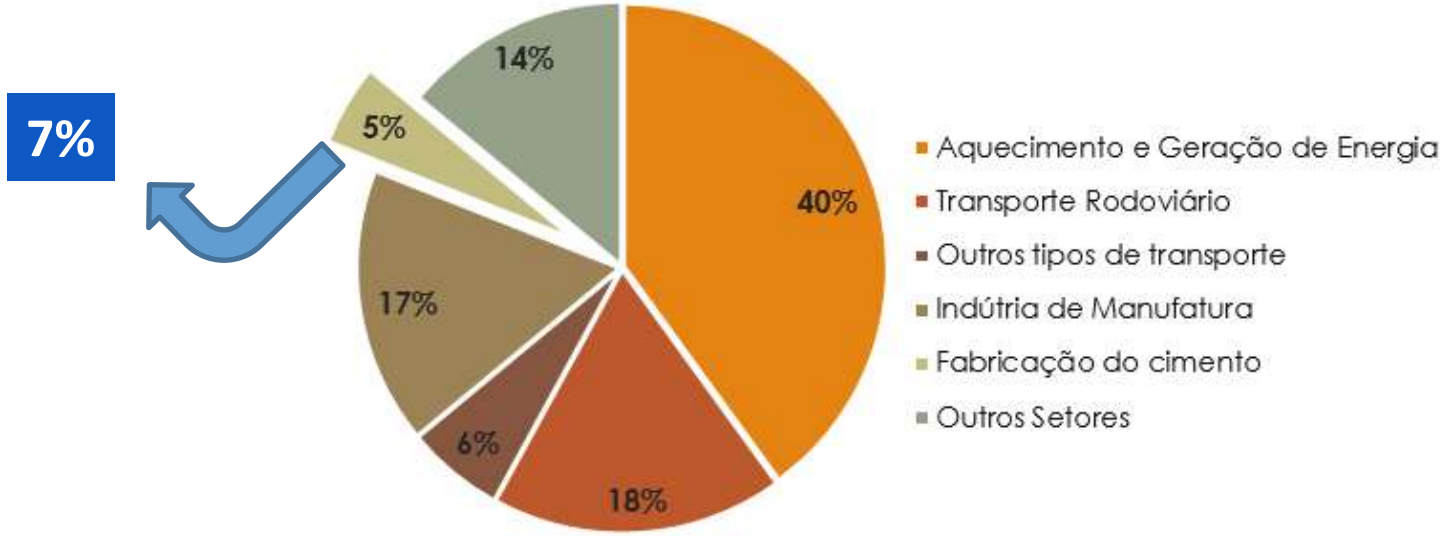
33.200.000
caminhões
betoneiras de 5 m^3

Previsão de produção de cimento no Brasil em 2040 é 126 milhões de toneladas

Matriz mundial de emissões de CO_2 e a produção de cimento



Fonte: RoadMap Global,2018

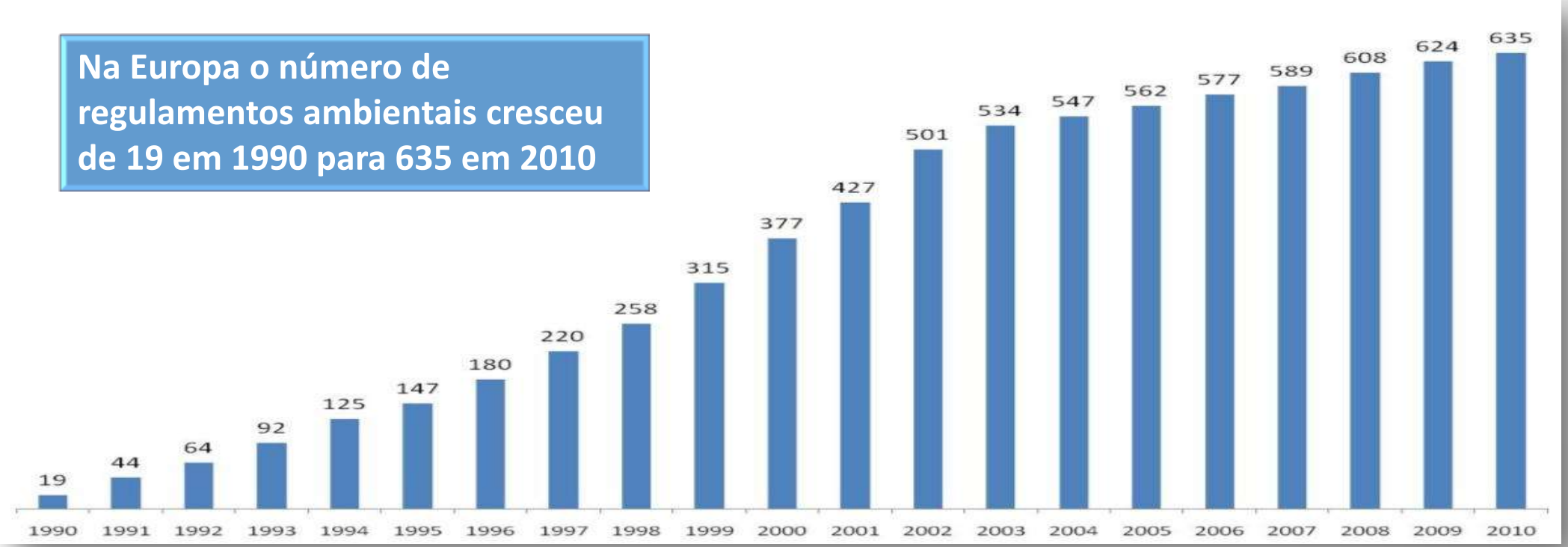


Fonte: https://blogreciclos.wordpress.com/2016/05/16/cimentos-mais-sustentaveis/

17

Grande desafio da indústria mundial do cimento : Mitigação das emissões

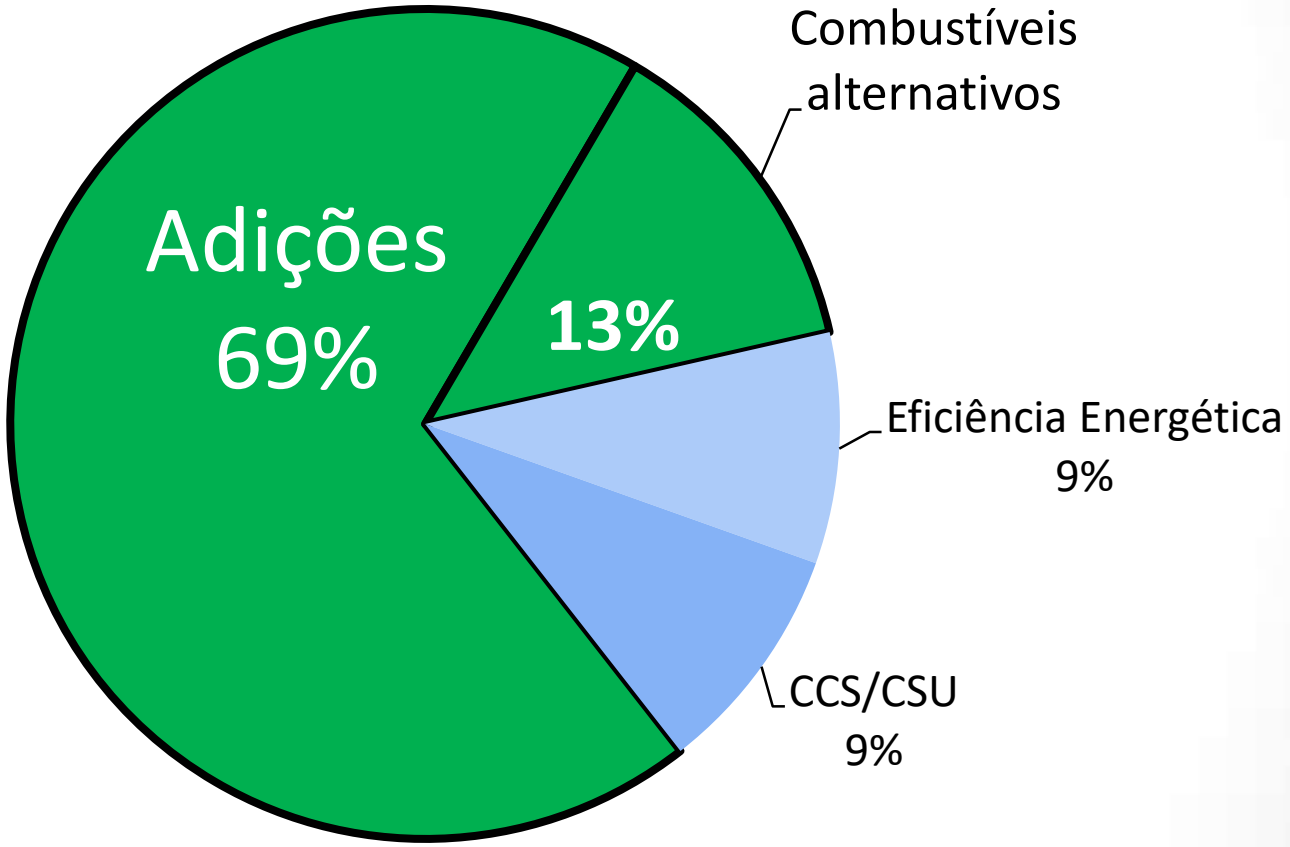
A indústria de cimento somente terá um futuro sustentável se a taxa de inovações tornar-se maior que a taxa de restrições.



Fonte: Chandelle, 2011

Cement Technology Roadmap - Brasil

Impacto dos indicadores no Potencial de Redução de CO_2 (2050)



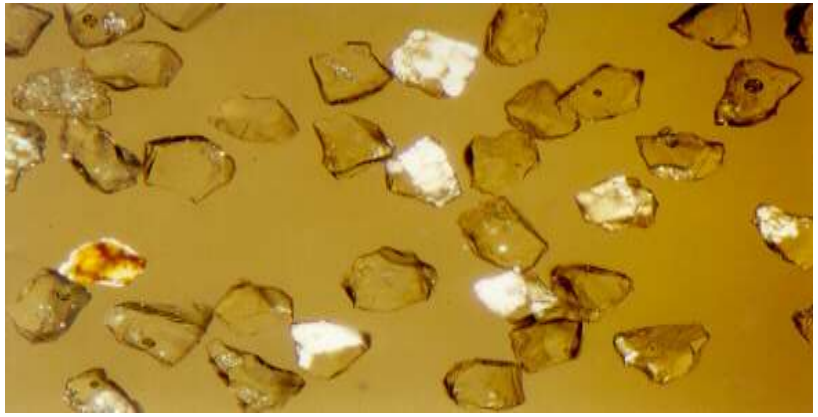
Cimentos com adições não é novidade!

- **No Brasil, os cimentos Portland comum são produzidos desde 1926 e os cimentos com adições começaram a ser produzidos a partir de 1952**
  - Cimento portland comum (desde 1926)
    - ✓ CP I-S ⇒ 1 - 5% adições
  - Cimento com escória (desde 1952)
    - ✓ CP III ⇒ 35 - 75% escória
  - Cimento Portland pozolânico (desde 1969)
    - ✓ CP IV ⇒ 15 - 50% pozolanas
  - Cimento composto (desde 1991)
    - ✓ CP II-E ⇒ 6 - 34% escória
    - ✓ CP II-Z ⇒ 11 - 14% pozolanas
    - ✓ CP II-F ⇒ 11- 25% Fíler calcário

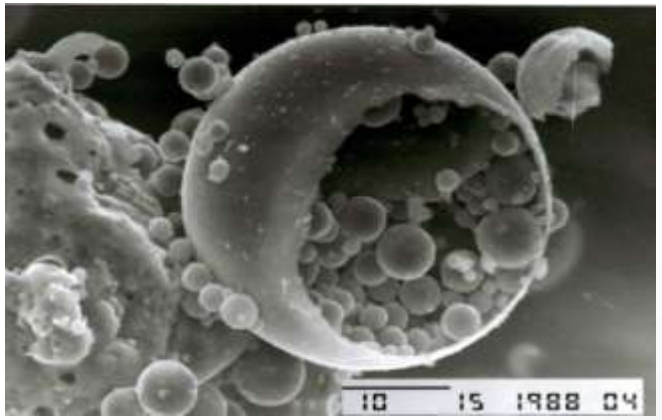
Vantagens dos cimentos com adições

- **Preservação de jazidas**
- **Economia de combustíveis**
- **Aproveitamento de resíduos industriais**
- **Melhoria da durabilidade**
- **Diminuição das emissões específicas**

Cinza de casca de arroz



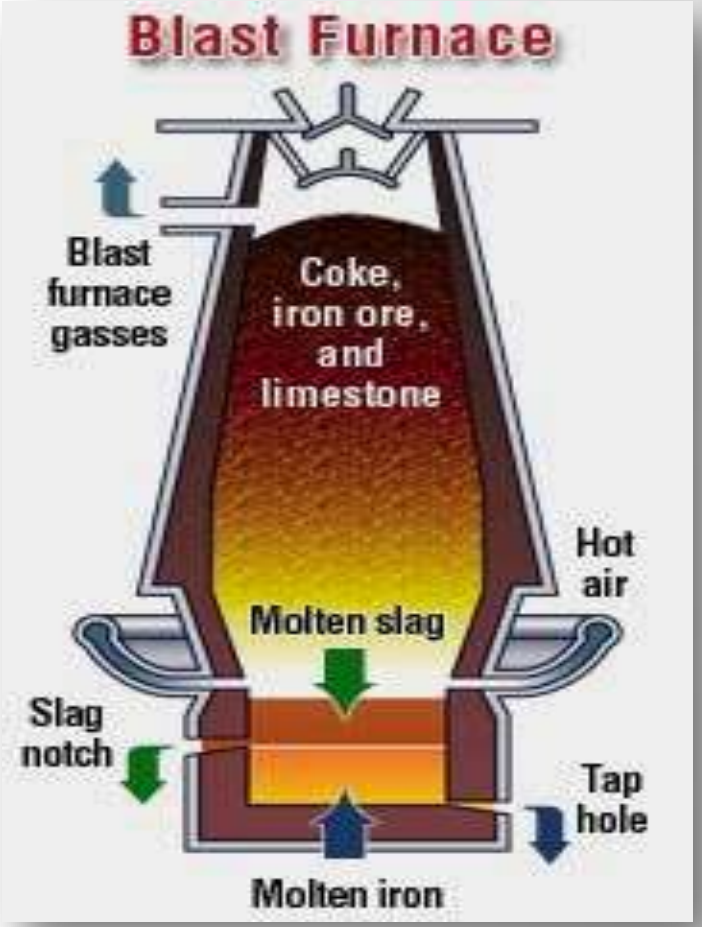
Escória



Cinza volante

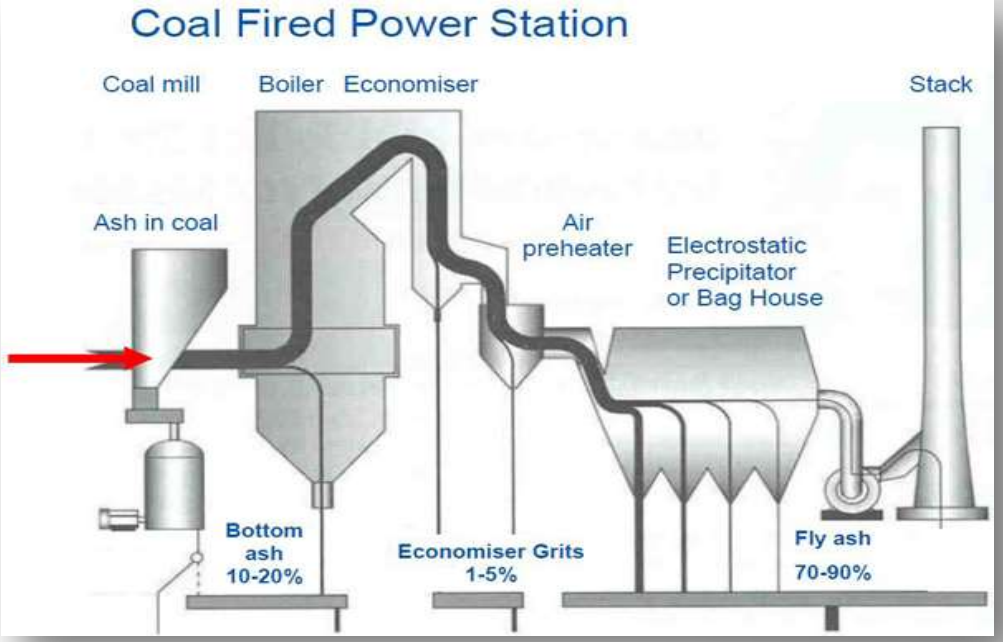
Escória granulada de alto-forno

- Distribuição restrita à Região Sudeste
- Excelente desempenho
- Não há barreira normativa (75%)
- Aceitação pelo consumidor
- Reduzido potencial de crescimento de utilização ou até redução devido a menor geração específica



Pozolana – cinzas volantes

- Distribuição restrita à Região Sul
- Excelente desempenho
- Não há barreira normativa (50%)
- Aceitação pelo consumidor
- Não há potencial de crescimento da oferta devido às restrições do uso do carvão



Pozolana – argila calcinada

- Distribuição irrestrita
- Excelente desempenho
- Potencial de aumento de uso
- Necessidade de investimentos em fornos
- Mitigação específica menor em relação às demais

- Prospecção novas de jazidas
- Caracterização dos materiais
- Estudos de otimização de calcinação
- Estudos de otimização/ compatibilidade clínquer e desempenho do cimento
- Divulgação ao consumidor

Fíler calcário

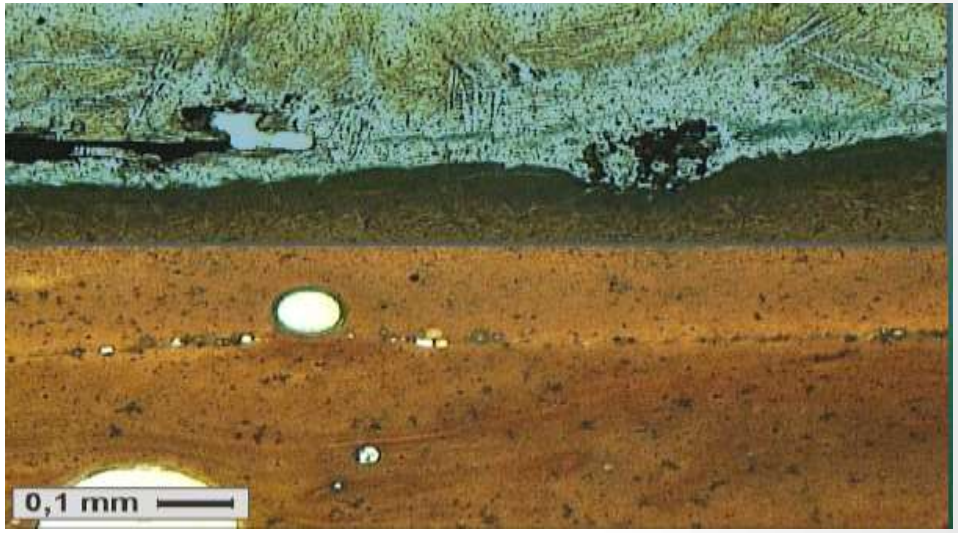
- Distribuição irrestrita
- Grande potencial de crescimento de utilização
- Menor desempenho que as adições clássicas (efeito fíler)
- Limitação normativa no Brasil (máximo de 10% → 25%)
  - Normas argentinas (até 25%)
  - Normas europeias (até 35%)
  - Normas americanas e canadenses (até 15%)
- Grande sinergia com argilas calcinadas

- Prospecção de jazidas
- Caracterização dos materiais
- Estudos de otimização / compatibilidade clínquer
- Revisão da norma
- Divulgação ao consumidor

Outras adições

- Escórias de cobre, manganês, níquel, fósforo, cinza de bagaço de cana, cinza de casca de arroz, resíduo de bauxita
- Distribuição regional.
- Solução específica para algumas plantas.
- Não é alternativa de mitigação de CO_2 numa maior amplitude.

Escória de cobre



Escória de manganês

Considerações finais

- Fíler calcário e argilas calcinadas são as adições que maior potencial apresentam para melhorar ainda mais os fatores de emissão específica de CO_2 por tonelada de cimento na indústria brasileira

Modelagem desenvolvida com resultados já praticados no exterior:

- **Cimentos são técnica e economicamente viáveis.**
- **Cimentos apresentam comportamento de bom desempenho ao longo do tempo.**
- **Aceitação na indústria da construção.**

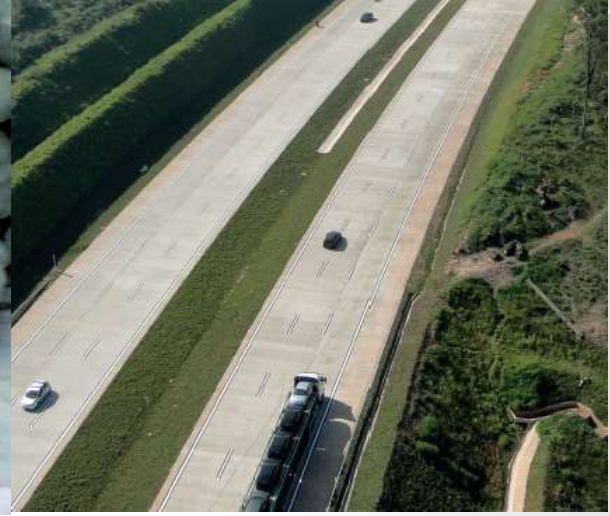
Seminário ABCP

MITIGAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO NA CADEIA DO CONCRETO.

A Contribuição da Indústria Brasileira do Cimento para a Construção Sustentável

Associação Brasileira de Cimento Portland

SNIC



Obrigado!

Arnaldo Battagin

Tel 11- 3760 5332

arnaldo.battagin@abcp.org.br