



ECOEFIÊNCIA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE CIMENTO: Gestão de carbono para a sustentabilidade

Yushiro Kihara
Associação Brasileira de Cimento Portland



Sumário

- **Introdução**
- **Desafios da mitigação de Gases de Efeito Estufa (GEE)**
- **Pilares da sustentabilidade**
 - Eficiência energética
 - Combustíveis e matérias primas alternativas
 - Adições ao cimento
- **Mudanças climáticas e o Cement Technology Roadmap Brazil**
- **Considerações finais**

Cimento e concreto estão presentes no desenvolvimento do País



Estradas



Corredores urbanos



Pontes / Viadutos



Saneamento



Casas populares



Favelas



Edifícios



Hospitais



Shoppings / Hotéis



Escolas



Creches



Estádios



Praças / Centros de Lazer



Ferrovias



Portos



Aeroportos



Barragens



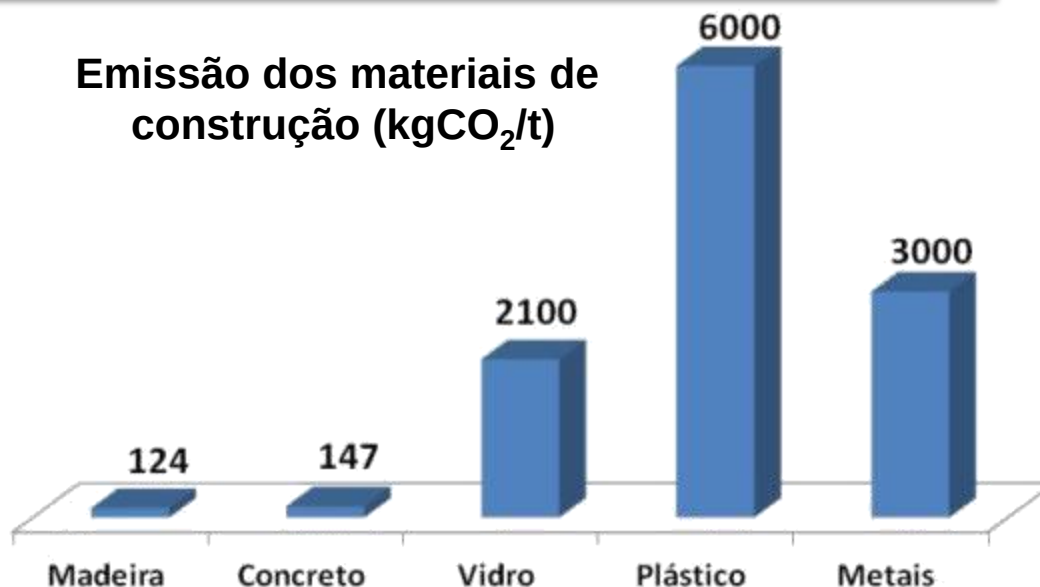
Presídios

Desenvolvimento x impactos ambientais

Não há como reconhecer que essas atividades da cadeia produtiva da construção geram impactos ambientais, mas o concreto se apresenta com uma menor taxa de emissão de kgCO_2/t em relação aos outros materiais.



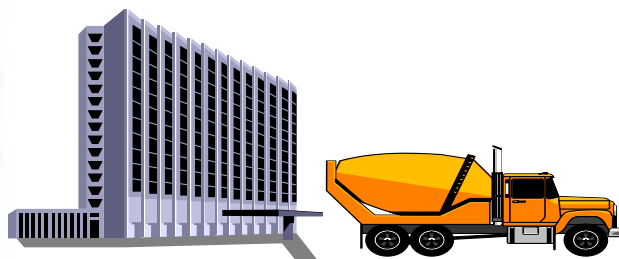
Emissão dos materiais de construção (kgCO_2/t)



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

Versatilidade mundial do concreto

Apesar do concreto apresentar um perfil mais favorável que a maioria dos materiais de construção, ele é consumido em grandes volumes.



**O concreto é o
segundo produto
mais consumido
no mundo!!!**

**Consumo atual estimado
em cerca de 30 bilhões de
toneladas anuais**



O cimento contribui para a versatilidade do concreto



Moldável



Durável



**Jazidas de calcário
para 600 anos**

Jazidas abundantes



1 kg de concreto= R\$0,12

US\$0,05



1Litro = R\$2,00

US\$0,90

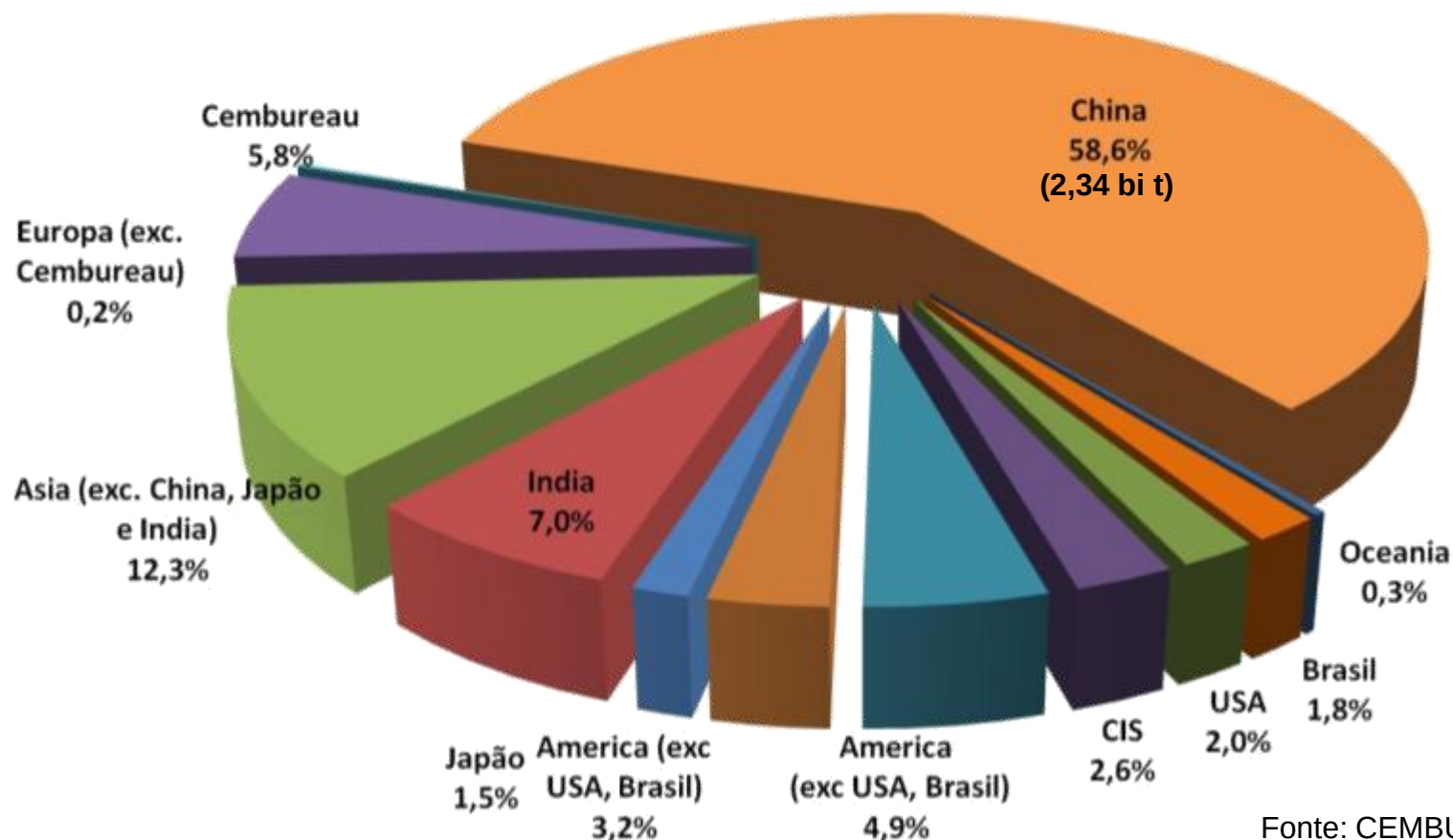
Baixo custo

O cimento contribui para a versatilidade do concreto

**Cimento constitui de
10 a 15%
da massa do concreto**

Panorama mundial da produção de cimento (2013)

- **Produção estimada de cimento mundial 2013**
 - **4 bilhões de toneladas**



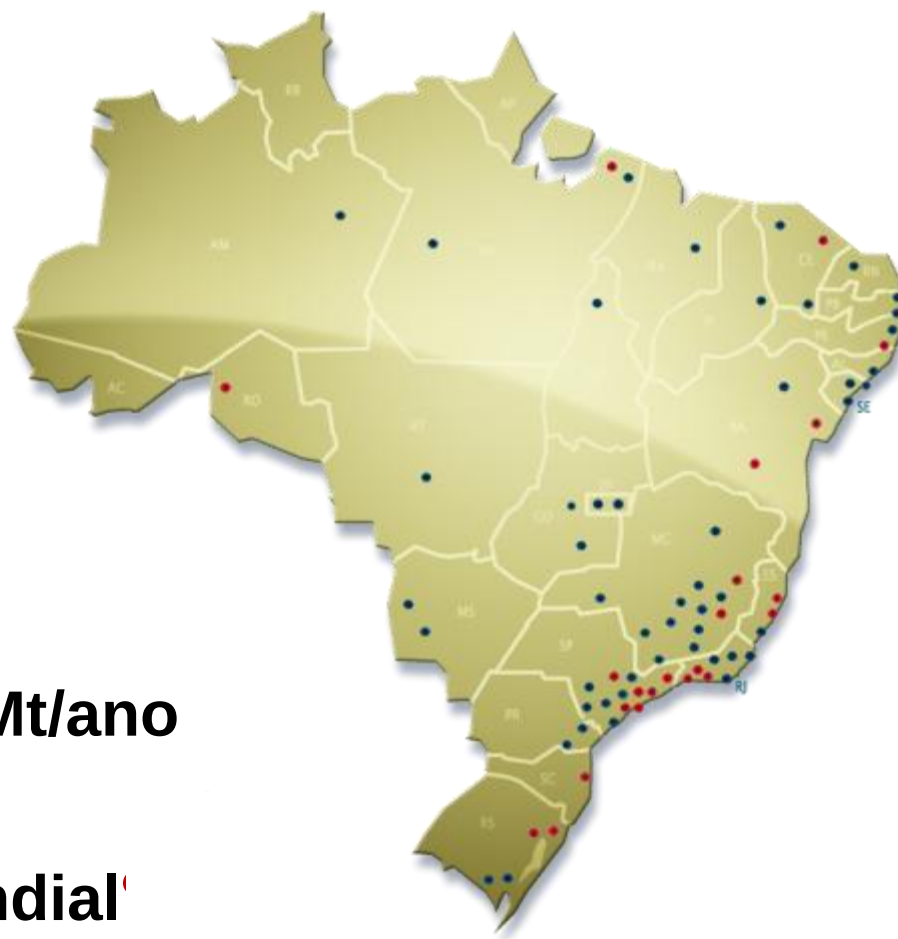
Fonte: CEMBUREAU, 2014

Produção de cimento no Brasil

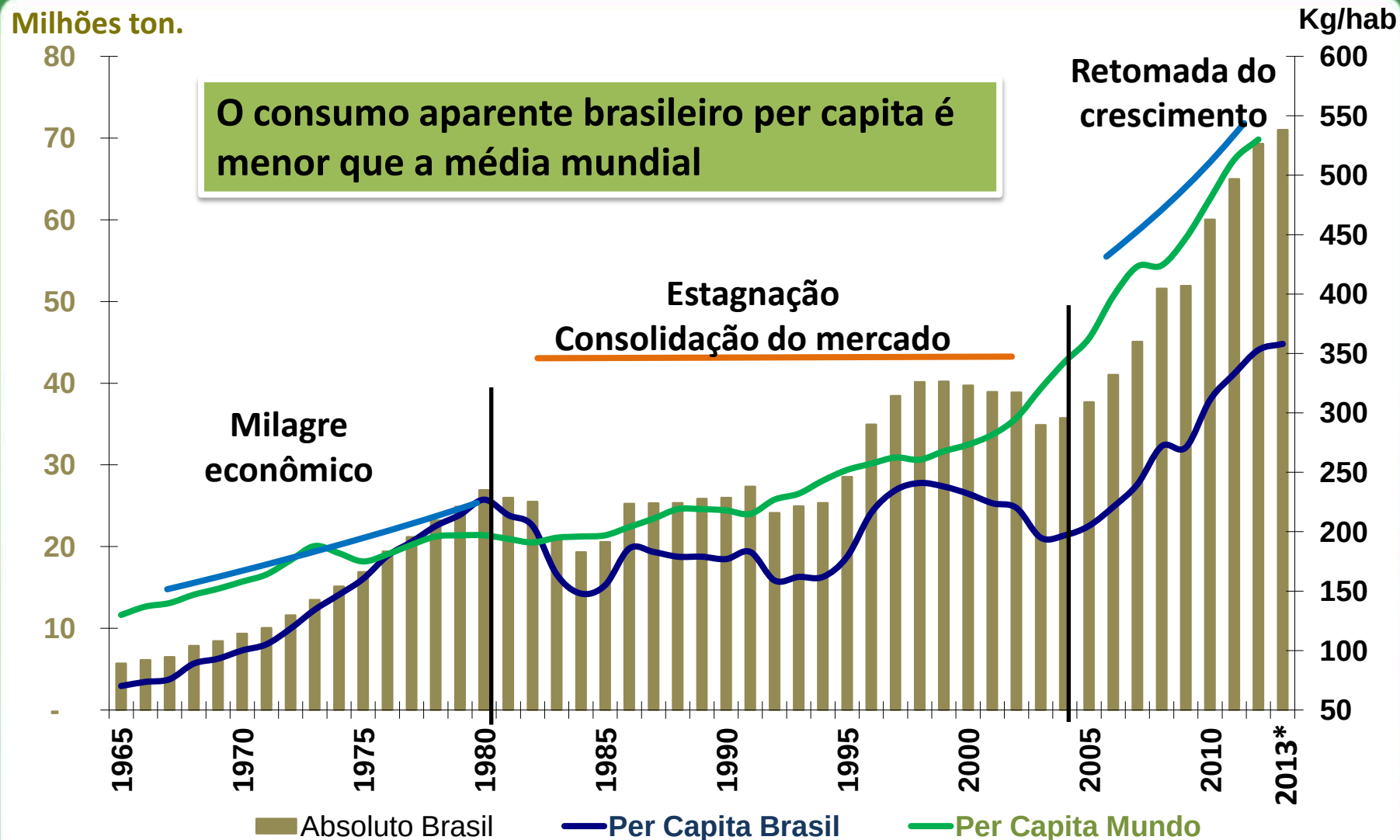
Produção estimada 2013

70 milhões toneladas

- 17 grupos industriais
- 87 unidades produtoras
- Capacidade nominal: 86 Mt/ano
- 4º maior consumidor mundial



Evolução do consumo aparente de cimento no Brasil



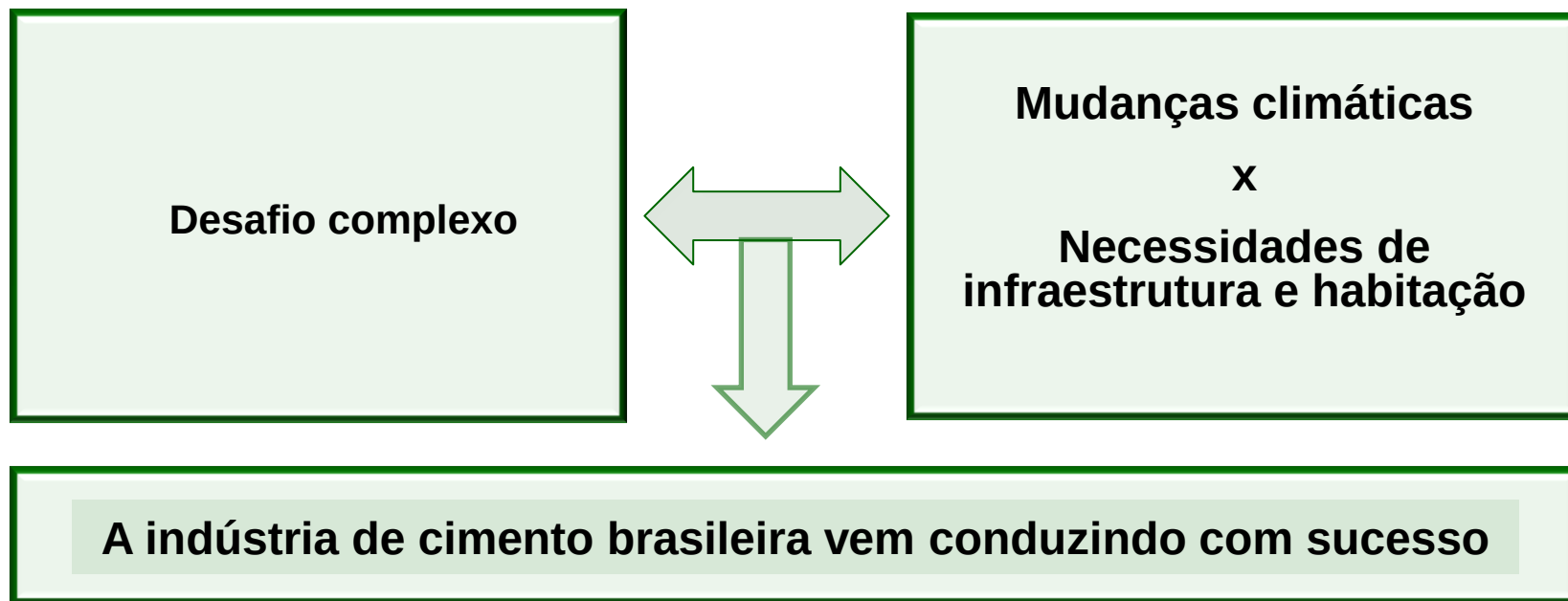
Fonte: SNIC, 2014

(*) Dados estimados

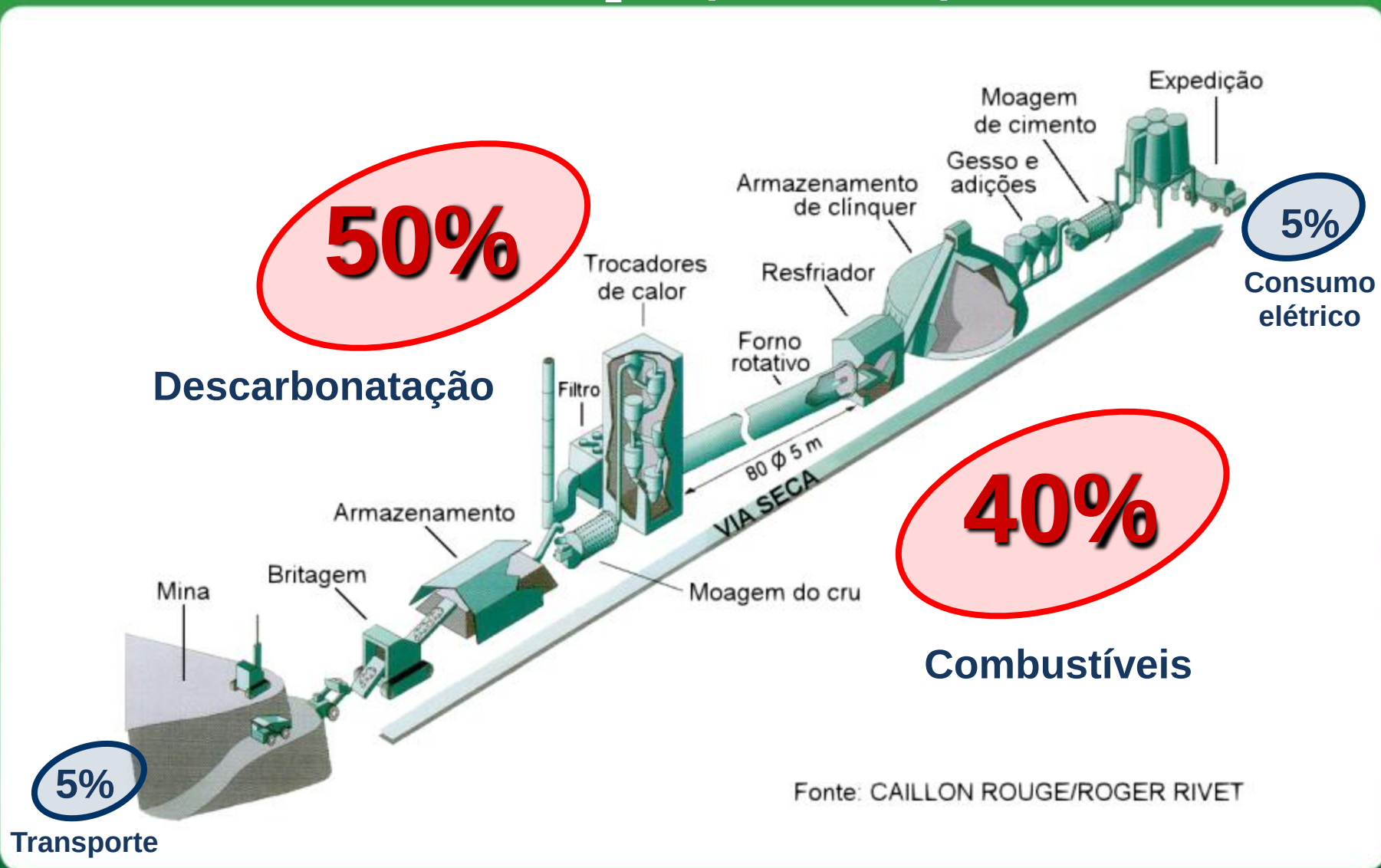
Portanto, por meio do seu parque industrial e da sua qualidade, o cimento vem participando do desenvolvimento nacional

Desafio atual da indústria do cimento

- ~~Desafio complexo~~
- ~~Planejamento~~
- Diminuição das emissões dos gases de efeito estufa



Desafio: Emissão de CO₂ no processo produtivo



Pilares da sustentabilidade da indústria de cimento no Brasil

A sustentabilidade da indústria de cimento é fundamentada em **3 pilares** que contribuem substancialmente para a redução de Gases do Efeito Estufa (GEE) e uma Produção mais Limpa

Eficiência Energética

Combustíveis e Matérias Primas Alternativas

Adições ao Cimento

Pilares da sustentabilidade da indústria de cimento no Brasil

A sustentabilidade da indústria de cimento é fundamentada em **3 pilares** que contribuem substancialmente para a redução de Gases do Efeito Estufa (GEE) e uma Produção mais Limpa

Eficiência Energética

Combustíveis e Matérias Primas Alternativas

Adições ao Cimento

1º Pilar da sustentabilidade: Eficiência energética

MODERNIZAÇÃO DA INDÚSTRIA: CICLO DE COMBUSTÍVEIS

1º Ciclo – Óleo combustível (antes de 1980)

Década de 70: 44% do setor utilizava o processo de via úmida no forno de cimento

2º Ciclo – Protocolo do Carvão: mineral/vegetal (1980-1990)

Conversão do processo de via úmida em via seca nos fornos
Implantação de pré-aquecedores e pré calcinadores

3º Ciclo – Transição de combustíveis (1990-2000)

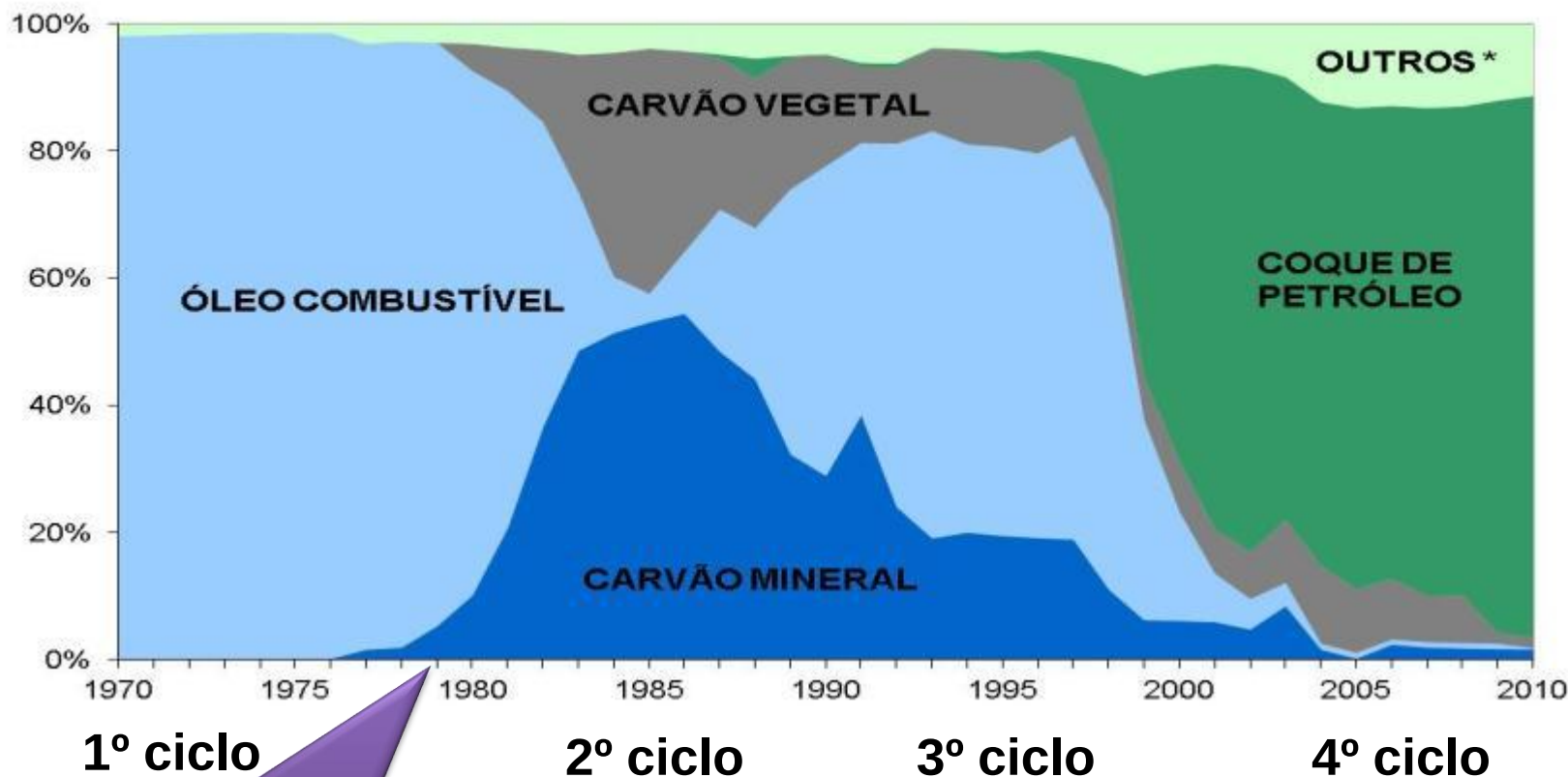
Substituição do carvão vegetal/mineral pelo óleo combustível
Via seca, pré aquecedores e pré calcinadores > 99% do parque industrial

4º Ciclo – Coque de Petróleo (2000-atual)

Substituição do óleo combustível pelo coque de petróleo
Crescimento gradativo do uso de combustível alternativo e coprocessamento

1º Pilar da sustentabilidade: Eficiência energética

Uso de combustíveis na indústria do cimento - Brasil



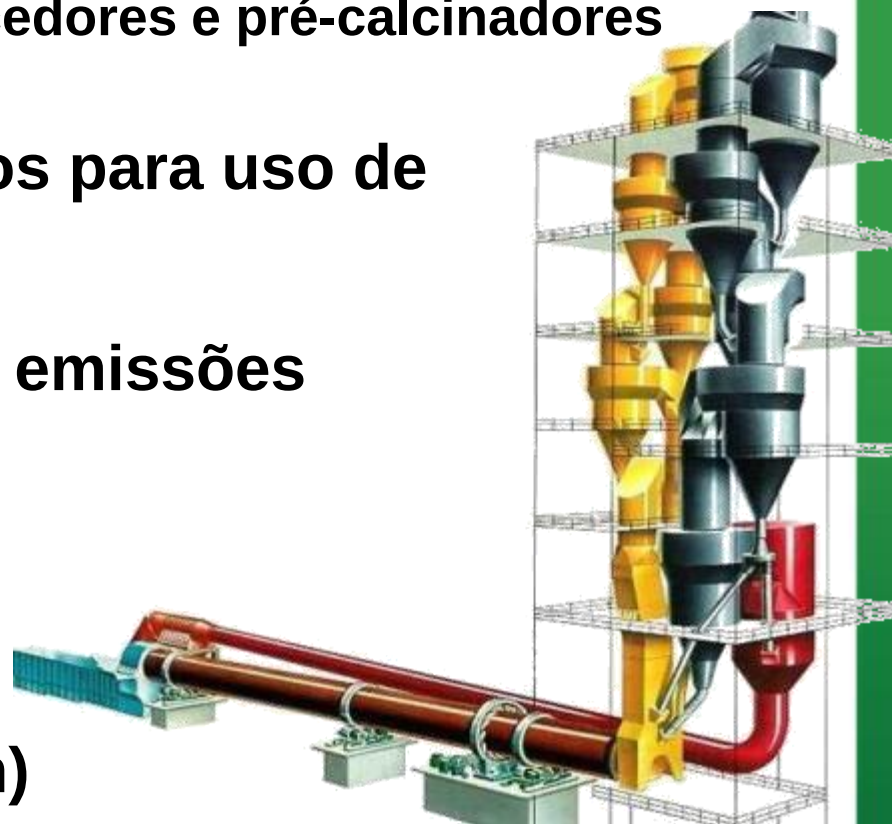
1º ciclo
Protocolo do carvão (1979)
Redução do consumo de óleo
combustível

* Biomassa, resíduos, outros

Fonte: BEN, 2011

1º Pilar da sustentabilidade: Eficiência energética

- **Indústria moderna**
 - 99% via seca, com pré-aquecedores e pré-calcinadores
- **Queimadores desenvolvidos para uso de combustíveis e resíduos**
- **Monitoramento on-line das emissões**
- **Filtros de alta eficiência (eletrostático e de manga)**
- **Moinhos com separadores de alta eficiência (107 kW/h)**



1º Pilar da sustentabilidade: Eficiência energética

Processo	Consumo de combustível (GJ/t clínquer)
Forno vertical	~5,0
Processo via úmida	5,9 – 6,7
Processo via seca	4,6
Pré-aquecedores com ciclone de 1 estágio	4,2
Pré-aquecedores com ciclones de 2 estágios	3,8
Pré-aquecedores com ciclones de 4 estágios	3,3
Pré-aquecedores + pré-calcinadores com ciclones de 4 estágios	3,1
Pré-aquecedores + pré-calcinadores com ciclones de 5 estágios	3,0 – 3,1
Pré-aquecedores + pré-calcinadores com ciclones de 6 estágios	2,9

1º Pilar da sustentabilidade: Eficiência energética

Processo	Consumo de combustível (GJ/t clínquer)
Forno vertical	~5,0
Processo via úmida	5,9 – 6,7
Processo via seca	4,6
Pré-aquecedores com ciclone de 1 estágio	4,2
Pré-aquecedores com ciclones de 2 estágios	3,8
Pré-aquecedores com ciclones de 4 estágios	3,3
Pré-aquecedores + pré-calcinadores com ciclones de 4 estágios	3,1
Pré-aquecedores + pré-calcinadores com ciclones de 5 estágios	3,0 – 3,1
Pré-aquecedores + pré-calcinadores com ciclones de 6 estágios	2,9

Pilares da sustentabilidade da indústria de cimento

A sustentabilidade da indústria de cimento é fundamentada em **3 pilares** que contribuem substancialmente para a redução de Gases do Efeito Estufa (GEE) e uma Produção mais Limpa

Eficiência Energética

Combustíveis e Matérias Primas Alternativas

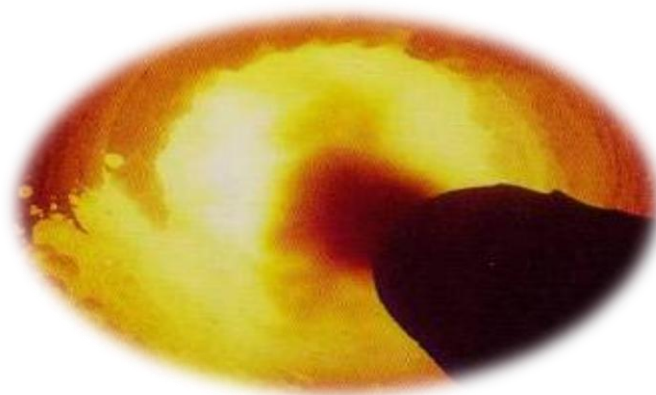
Adições ao Cimento

2º Pilar da sustentabilidade: Combust / matérias primas alternativas

■ Conceito de coprocessamento:

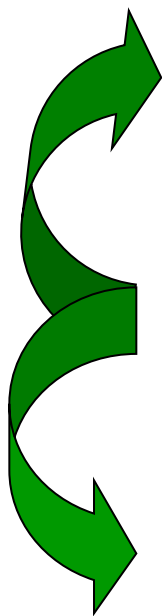
- Tecnologia de destinação final de resíduos em fornos de cimento que não gera novos resíduos e contribui para a preservação de recursos naturais.

Queimar e destruir resíduos, aproveitando energia e economizando matérias primas



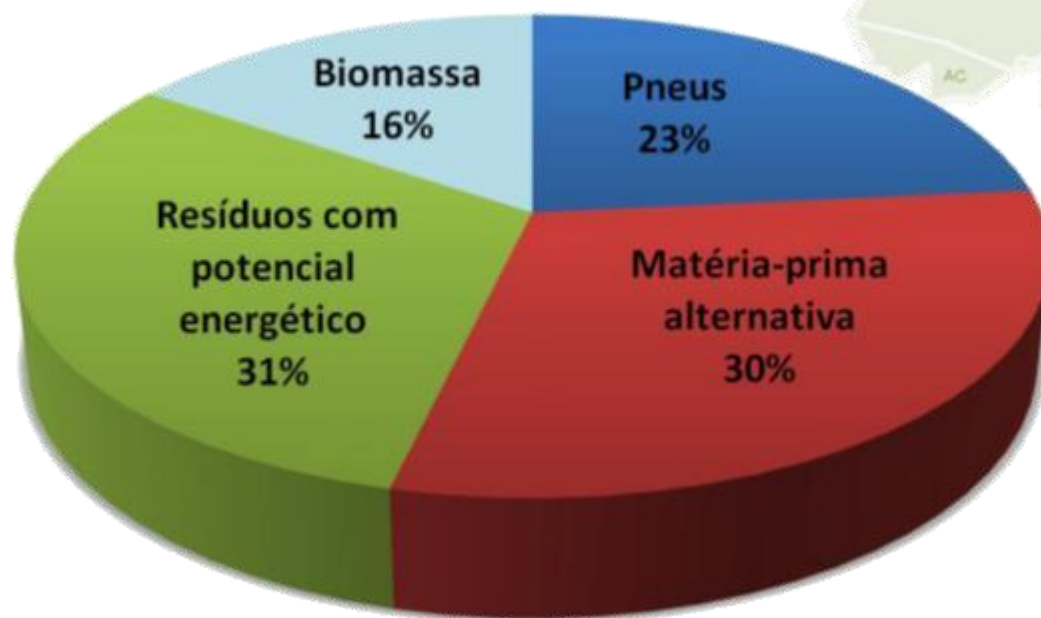
Produzir clínquer de qualidade

Operação
combinada

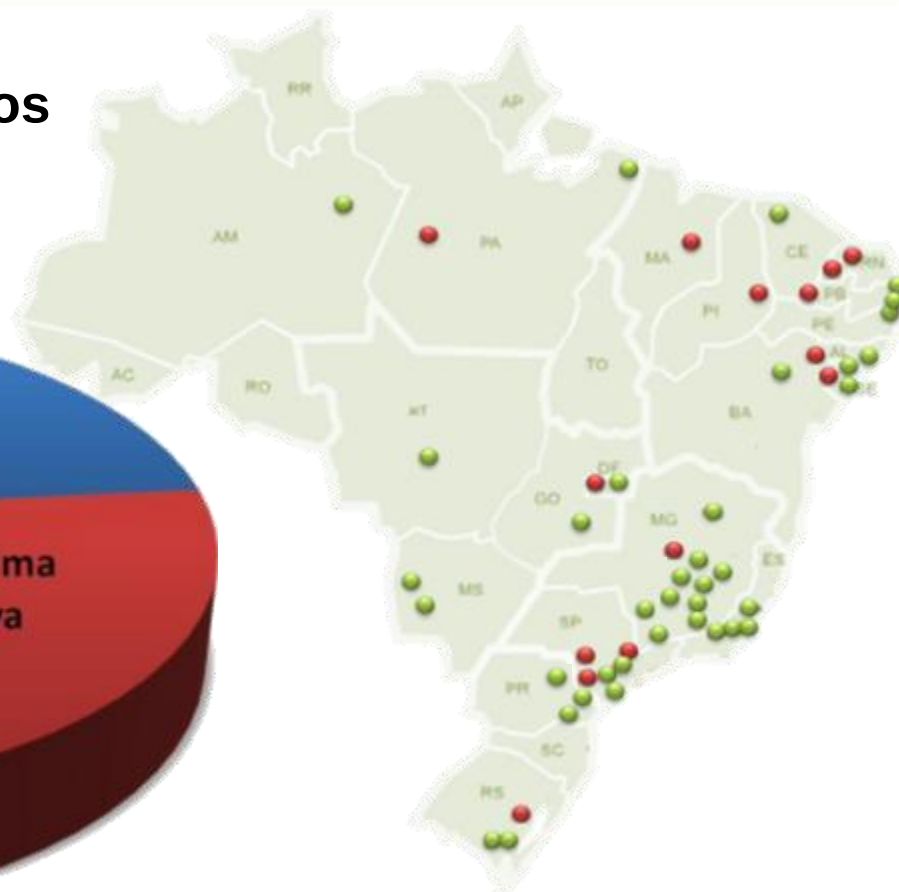


2º Pilar da sustentabilidade: Combust / matérias primas alternativas

Perfil dos resíduos coprocessados ano base 2013 (t)



**Resíduos coprocessados em 2013
1,2 milhão de toneladas**

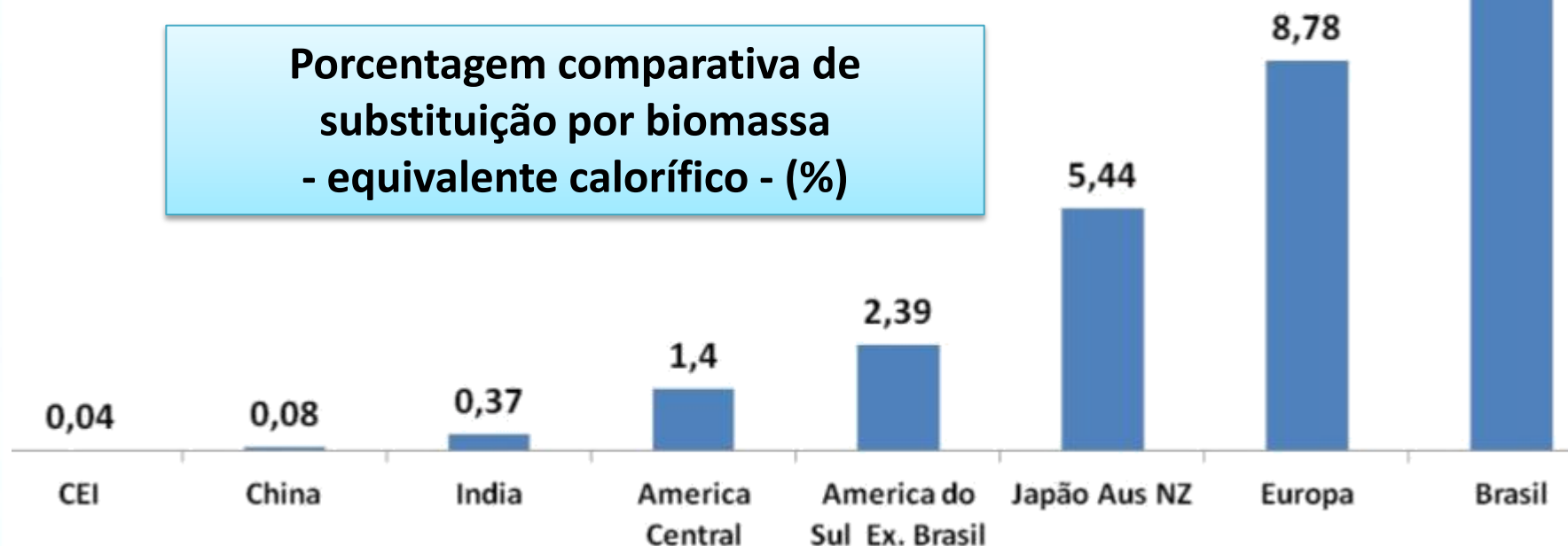


51 plantas integradas

37 plantas licenciadas

2º Pilar da sustentabilidade: Combust / matérias primas alternativas

- Estatística mundial realizada com mais de 900 fábricas de cimento apontam a indústria de cimento brasileira como sendo *benchmark* na utilização da biomassa como combustível alternativo



2º Pilar da sustentabilidade: Combust / matérias primas alternativas

**Pneus coprocessados
2013: 58 milhões**



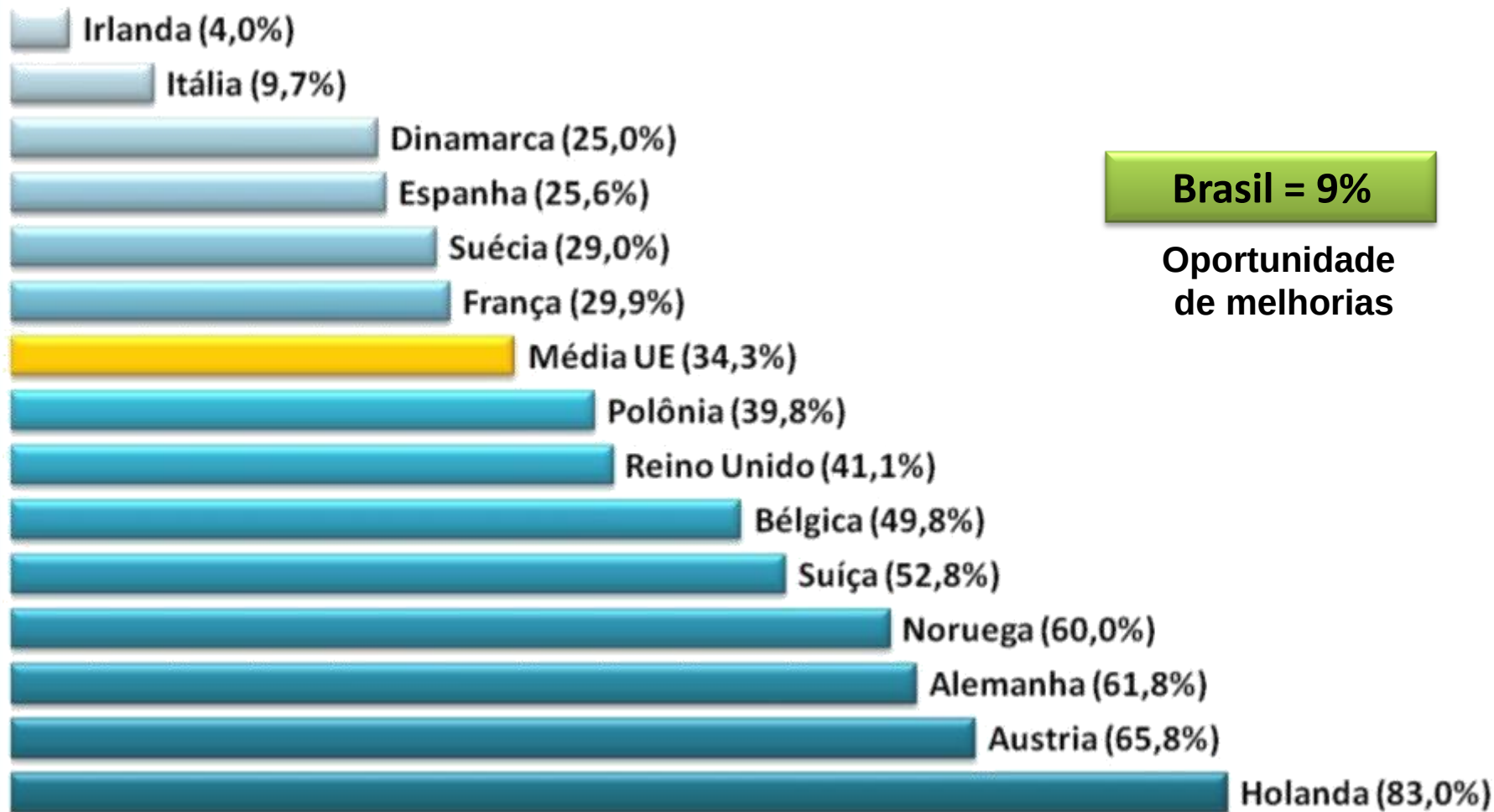
1,2 vezes

58 milhões de pneus equivalem a 46.000 Km

Enfileirados os pneus podem cobrir uma distância de mais de uma volta ao redor da Terra

2º Pilar da sustentabilidade: Combust / matérias primas alternativas

Substituição de combustíveis fósseis por alternativos – Europa (%)



Pilares da sustentabilidade da indústria de cimento no Brasil

A sustentabilidade da indústria de cimento é fundamentada em **3 pilares** que contribuem substancialmente para a redução de Gases do Efeito Estufa (GEE) e uma Produção mais Limpa

Eficiência Energética

Combustíveis e Matérias Primas Alternativas

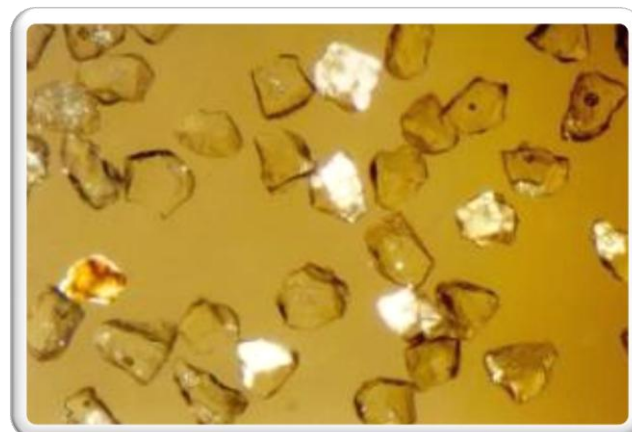
Adições ao Cimento

3º Pilar da sustentabilidade: Adições ao cimento

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



Cinzas volantes (Fly ash)

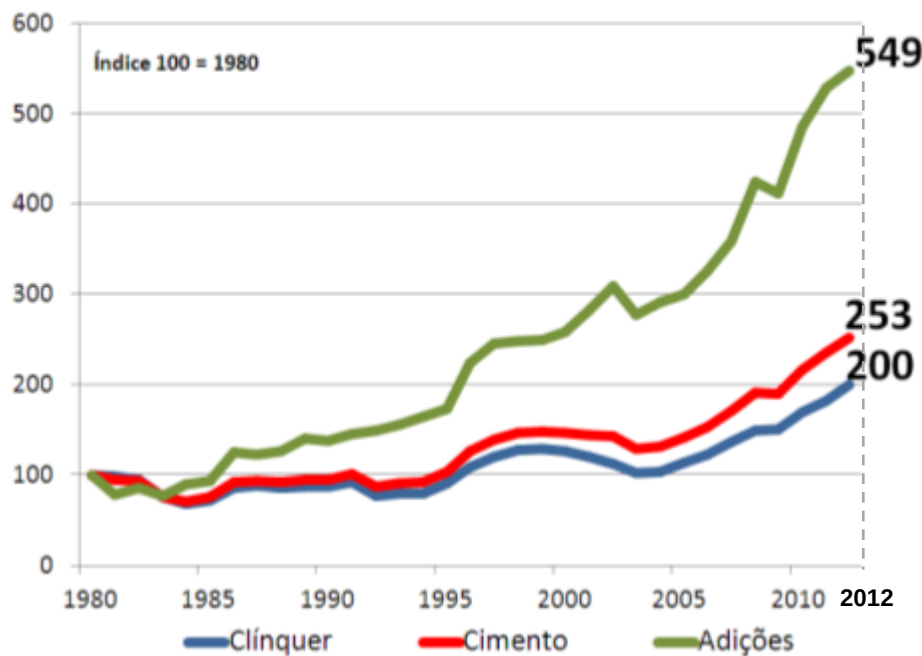


Escória granulada de alto forno

3º Pilar da sustentabilidade: Adições ao cimento

O uso de escórias de alto forno, cinzas volantes e fíler calcário nos vários tipos de cimentos, produzidos de acordo com as normas da ABNT, é uma das principais alternativas para reduzir as emissões.

Expansão das Adições no Brasil
(1980-2012)



➤ Cimento Portland Comum (desde 1926)

➤ CP I-S ⇒ 1 - 5% adições

➤ Cimento de Alto-Forno (desde 1952)

➤ CP III ⇒ 35 - 70% escória

➤ Cimento Pozolanico (desde 1969)

➤ CP IV ⇒ 15 - 50% pozolana

➤ Cimento Composto (desde 1991)

➤ CP II-E ⇒ 6 - 34% escória

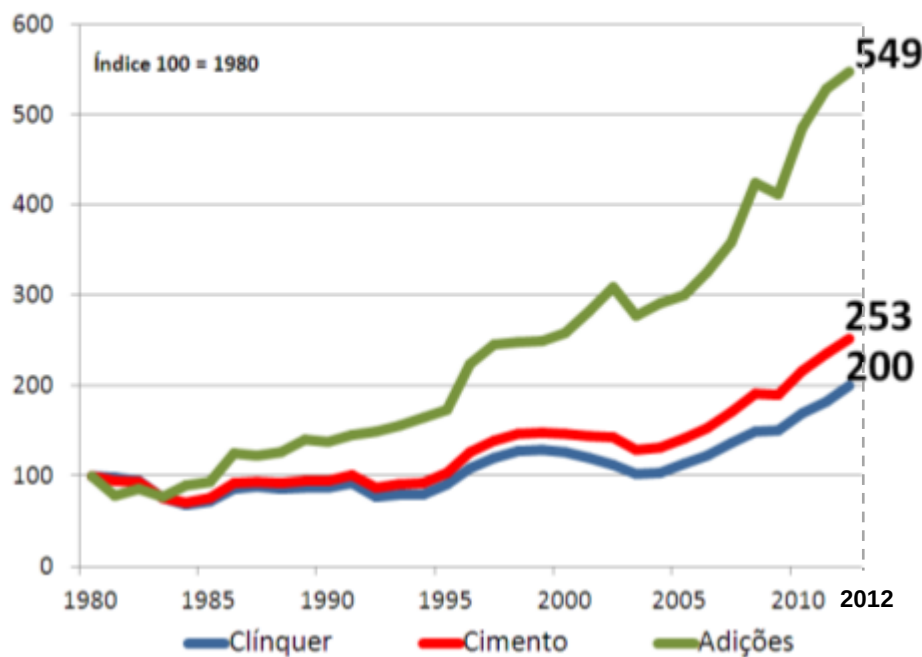
➤ CP II-Z ⇒ 6 - 14% pozolana

➤ CP II-F ⇒ 6 - 10% calcário

3º Pilar da sustentabilidade: Adições ao cimento

O uso de escórias de alto forno, cinzas volantes e fíler calcário nos vários tipos de cimentos, produzidos de acordo com as normas da ABNT, é uma das principais alternativas para reduzir as emissões.

Expansão das Adições no Brasil
(1980-2012)



➤ Cimento Portland Comum (desde 1926)

➤ CP I-S ⇒ 1 - 5% adições

➤ Cimento Portland Comum (desde 1952)

CO₂ não emitido (2012):

Aproximadamente
19 Mt

➤ Cimento Portland Comum (desde 1969)

➤ CP II-E ⇒ 6 - 34% escória

➤ CP II-Z ⇒ 6 - 14% pozolana

➤ CP II-F ⇒ 6 - 10% calcário

➤ Cimento Composto (desde 1991)

➤ CP II-E ⇒ 6 - 34% escória

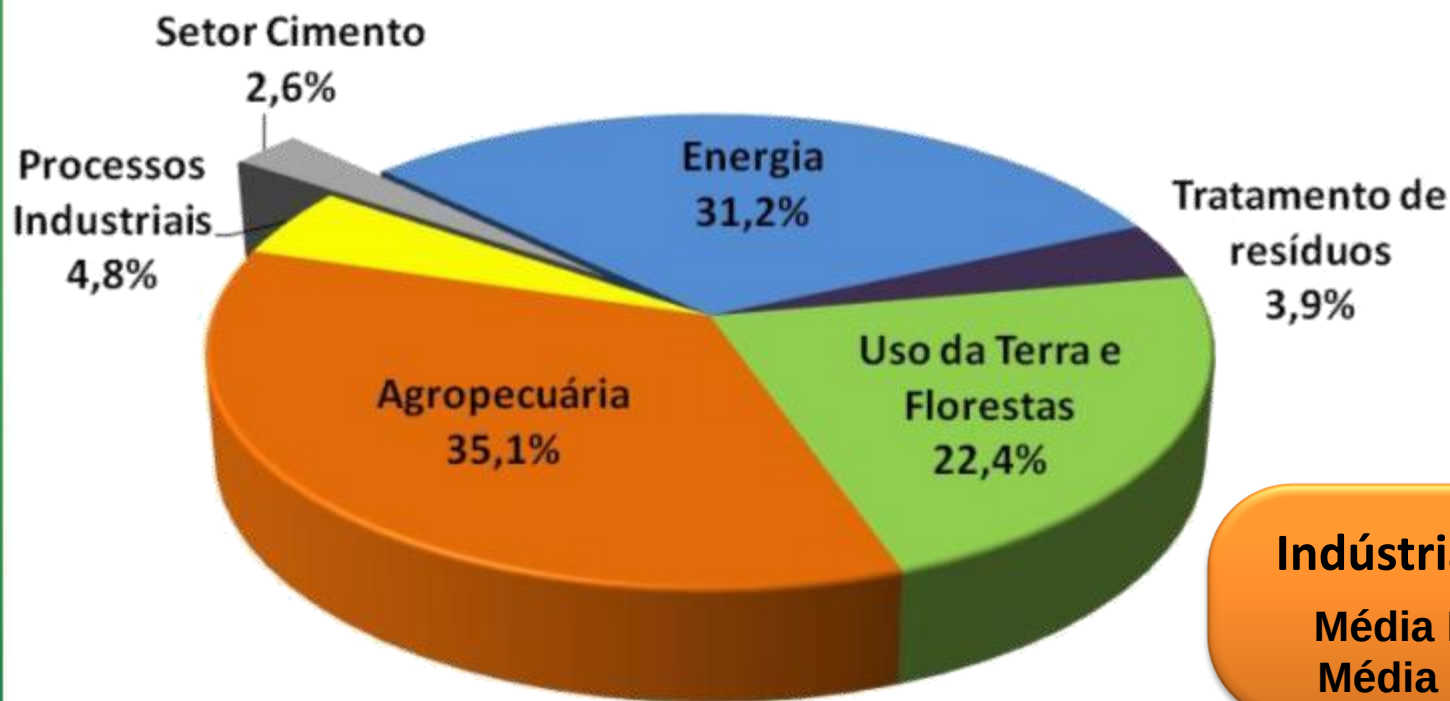
➤ CP II-Z ⇒ 6 - 14% pozolana

➤ CP II-F ⇒ 6 - 10% calcário

Resultados das ações da indústria de cimento na mitigação dos GEE

2º Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa (GEE)

Participação dos Setores - 2010

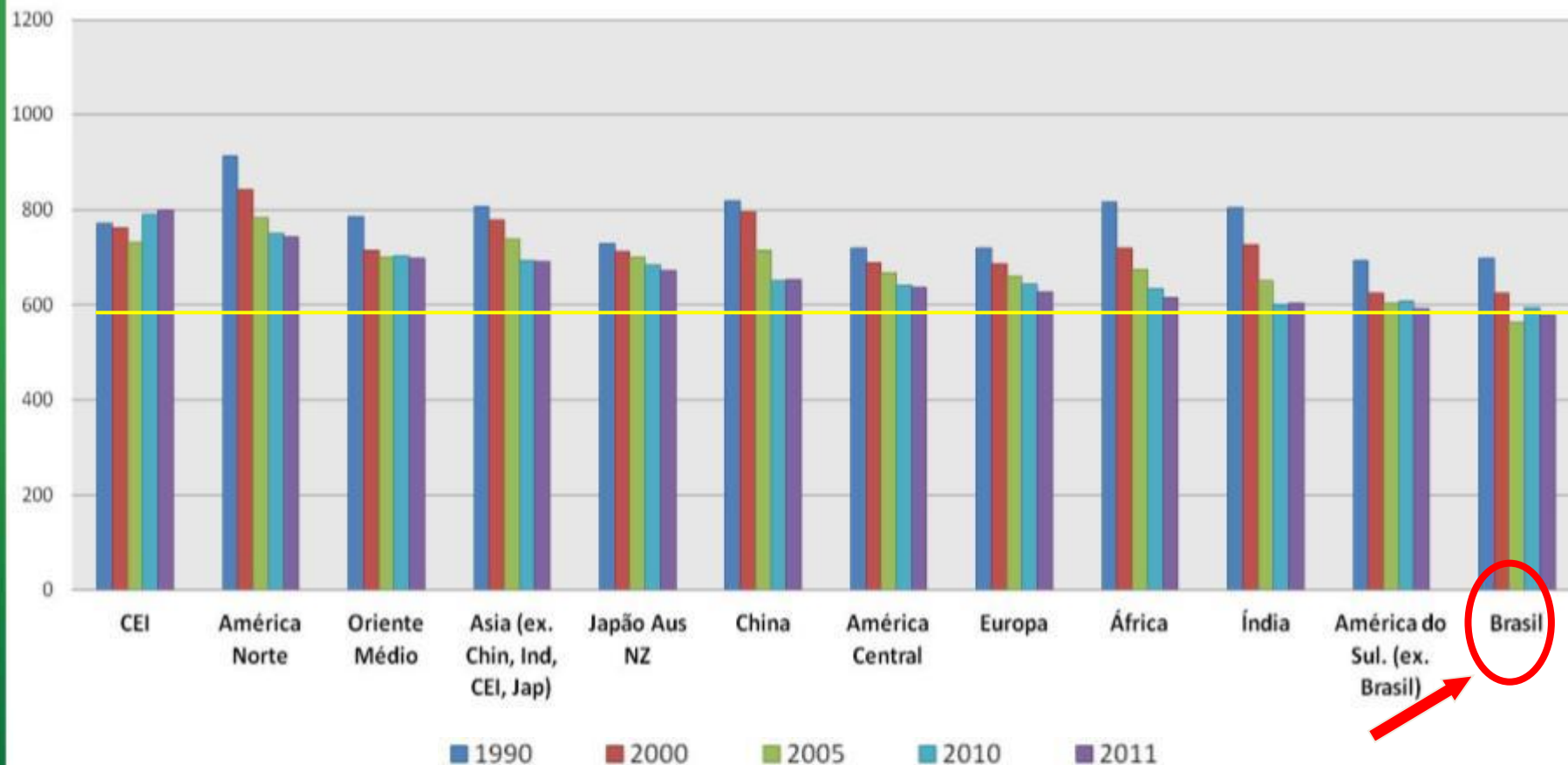


Brasil (2010): 1,2 Bi t de CO₂

Cimento : 32,4 milhões de t de CO₂

Emissões de CO₂ do cimento (CSI) - Período 1990- 2011

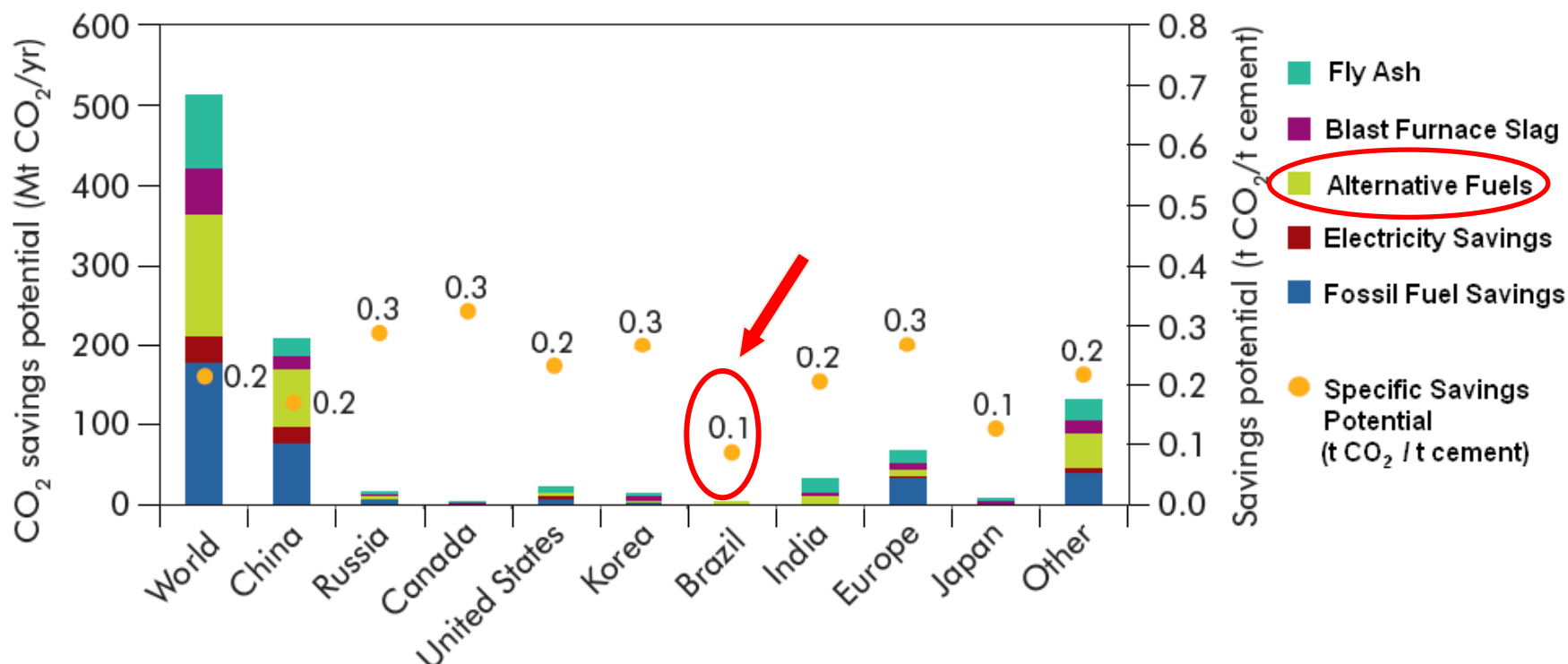
■ Emissões de CO₂, por tonelada de cimento (kg/t)



Fonte: CSI (todos os participantes do GNR)

Potencial de redução de CO₂ (2006) segundo IEA

Potencial de Redução de CO₂



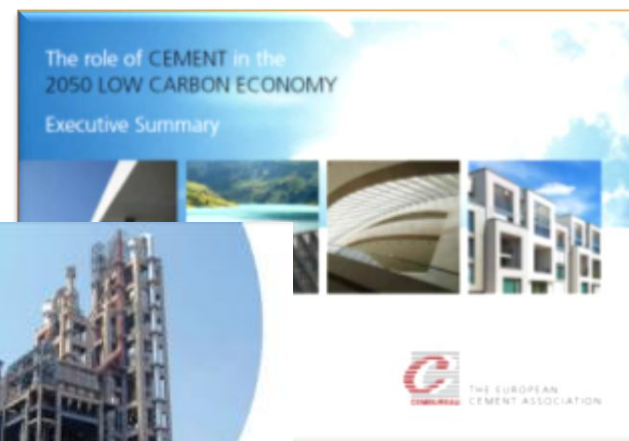
Source: IEA – International Energy Agency/2009

O Brasil tem o menor potencial redução de emissão de CO₂ em comparação com outros países produtores de cimento, com base nas melhores tecnologias disponíveis (BAT)

Mudanças Climáticas e o Cement Technology Roadmap Brazil

Cement Technology Roadmap Brazil

- Mapear e indicar os potenciais avanços tecnológicos e de processo a longo prazo (2050), capazes de reduzir emissões de carbono, considerando:
 - Eficiência energética
 - Combustíveis alternativos
 - Adições clínquer
 - Captura de carbono (CCS)



Cembureau/2013



Índia/2013

Global/2009

Cement Technology Roadmap Brazil

Brasil – Um país continental

O Brasil, por sua extensão territorial e características de ocupação, apresenta diferenças regionais que interferem no processo produtivo e, conseqüentemente, nas emissões de CO₂



Cement Technology Roadmap Brazil

Brasil – Disponibilidade regional

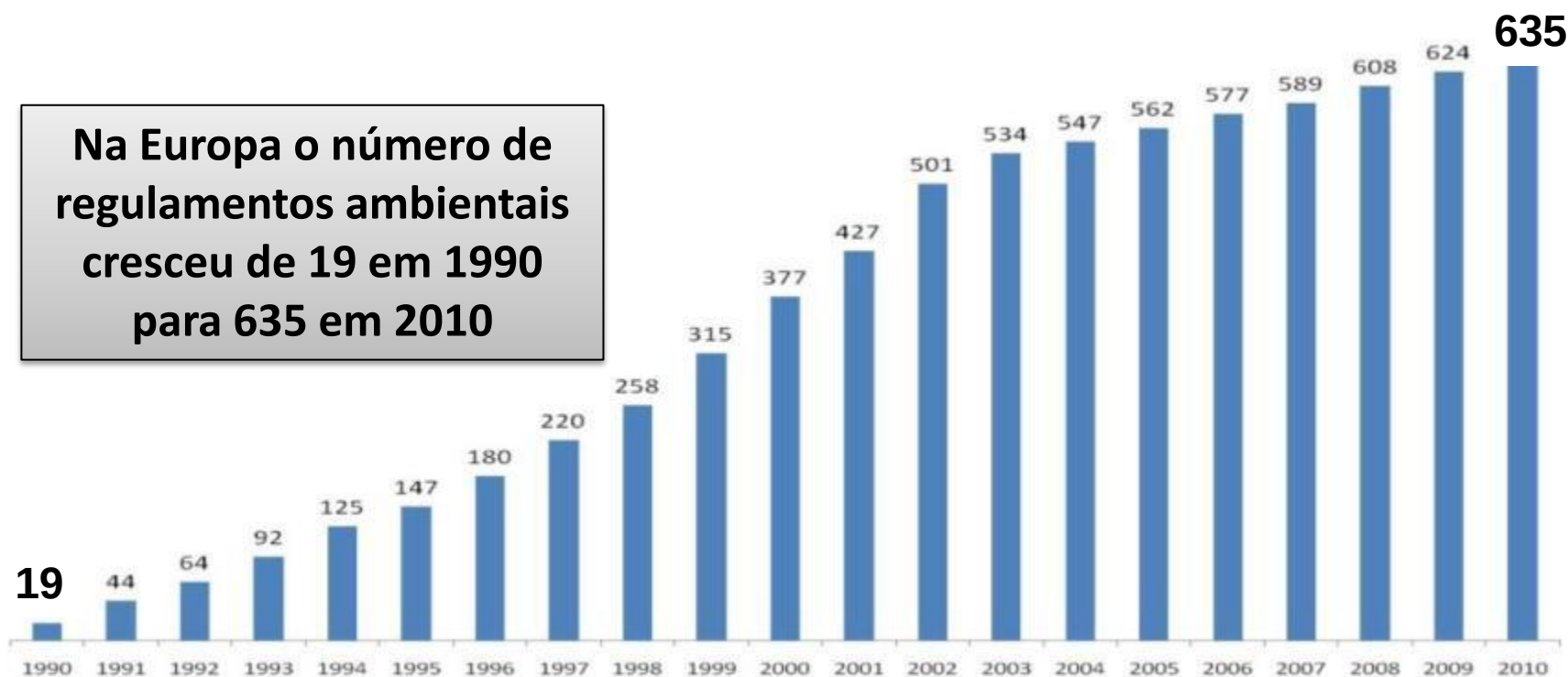
	SUL	SUDESTE	CENTRO- OESTE	NORTE/ NORDESTE
Cinzas Volantes	●			
Escória de alto-forno		●		
Pozolanas naturais				●
Pozolanas artificiais	●	●	●	●
Fíler calcário	●	●	●	●
Resíduos coprocessamento	●	●	●	●



Cement Technology Roadmap Brazil

Inovação na indústria x Restrições ambientais

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



Conclusões

- **Desafios da indústria brasileira de cimento para mitigação de GEE**
 - Aumentar o uso de combustíveis alternativos (biomassa, resíduos industriais e urbanos)
 - Pesquisar novas fontes alternativas de adições ativas aos cimentos
 - Estar aberta às inovações tecnológicas

Conclusões

O grande desafio:

**Garantir a sustentabilidade da produção
de cimento com qualidade dentro de
uma economia de baixo carbono**

A photograph of an industrial facility, possibly a refinery or chemical plant, silhouetted against a bright sunset. The sun is low on the horizon, creating a strong lens flare effect. The facility includes several tall distillation columns, storage tanks, and a network of pipes and ladders. The foreground shows the roof of a building.

OBIGADO!