

# MITIGAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO NA CADEIA DO CONCRETO.

A Contribuição da  
Indústria Brasileira do  
Cimento para a  
Construção Sustentável



## Protagonismo da Indústria Brasileira do Cimento nas Questões Ambientais

# Roadmap Tecnológico do Cimento

*Gonzalo Visedo*

*Coordenador de Meio Ambiente - SNIC*

# Indústria do Cimento Brasileira

## Visão Geral da Indústria

**24** grupos produtores

**100** fábricas

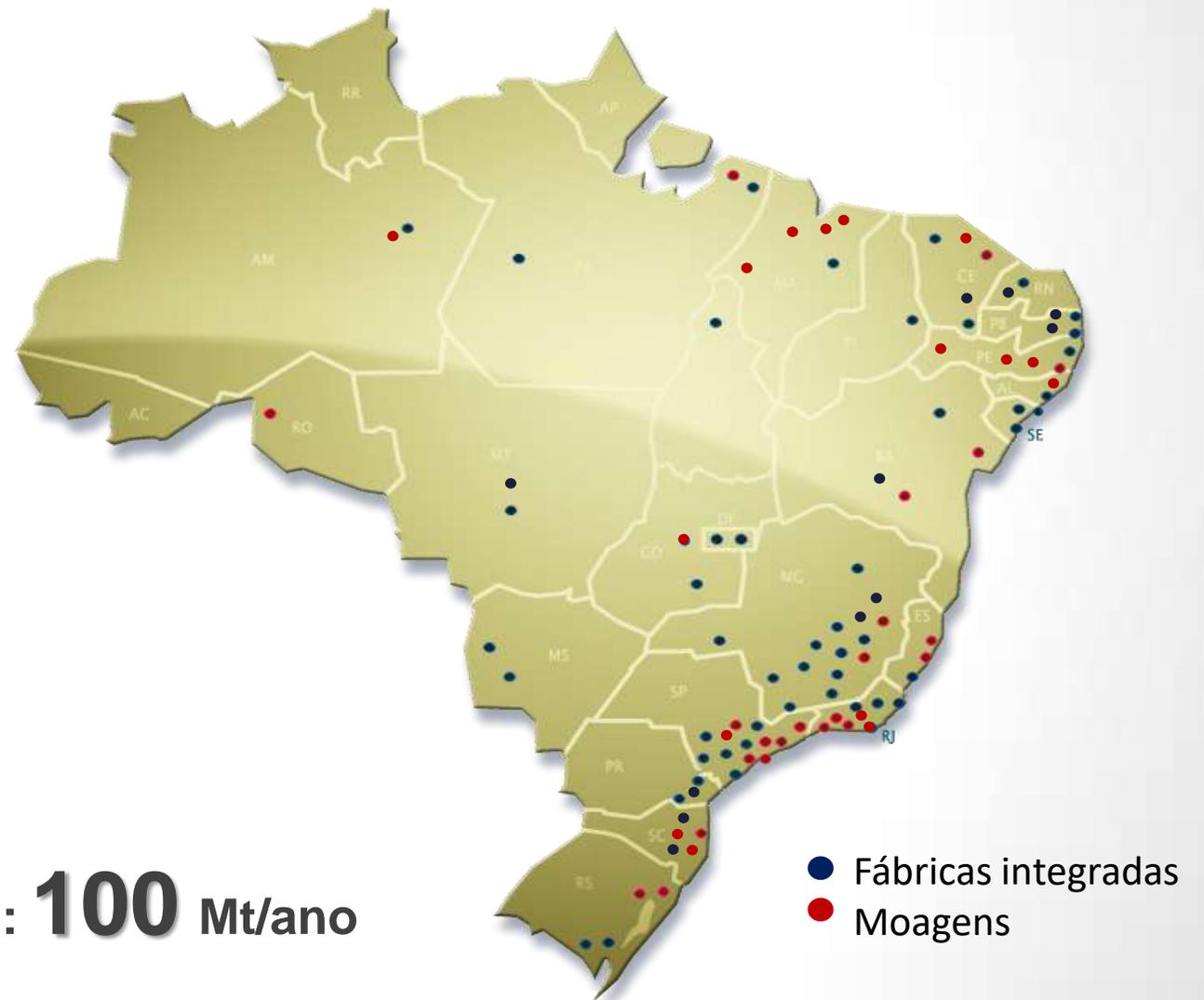
- 62 integradas
- 38 moagens

Produção 2018: **53** Mt

2016: **58** Mt

2014: **71** Mt

Capacidade Instalada (2018): **100** Mt/ano



# INDÚSTRIA DO CIMENTO

---

## Contexto das Mudanças Climáticas

# Mudanças Climáticas

## Emissões da Indústria do Cimento

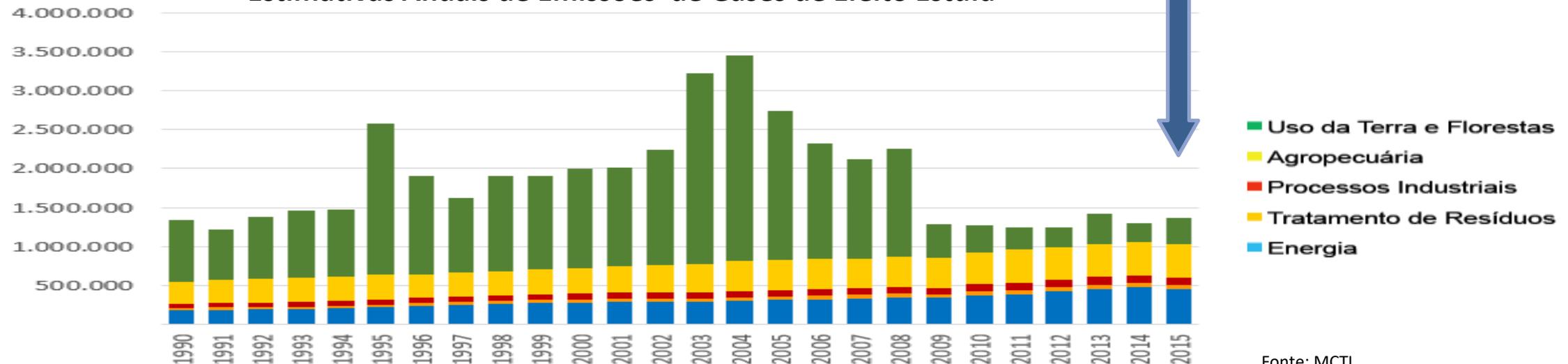
Em escala global, as emissões de CO<sub>2</sub> da indústria do cimento representam cerca de 7% das emissões totais produzidas pelo homem.

No Brasil, em função de ações que vem sendo implementadas há anos, esta participação é quase um terço da média mundial.

**Emissão do Cimento no Mundo: 7%**

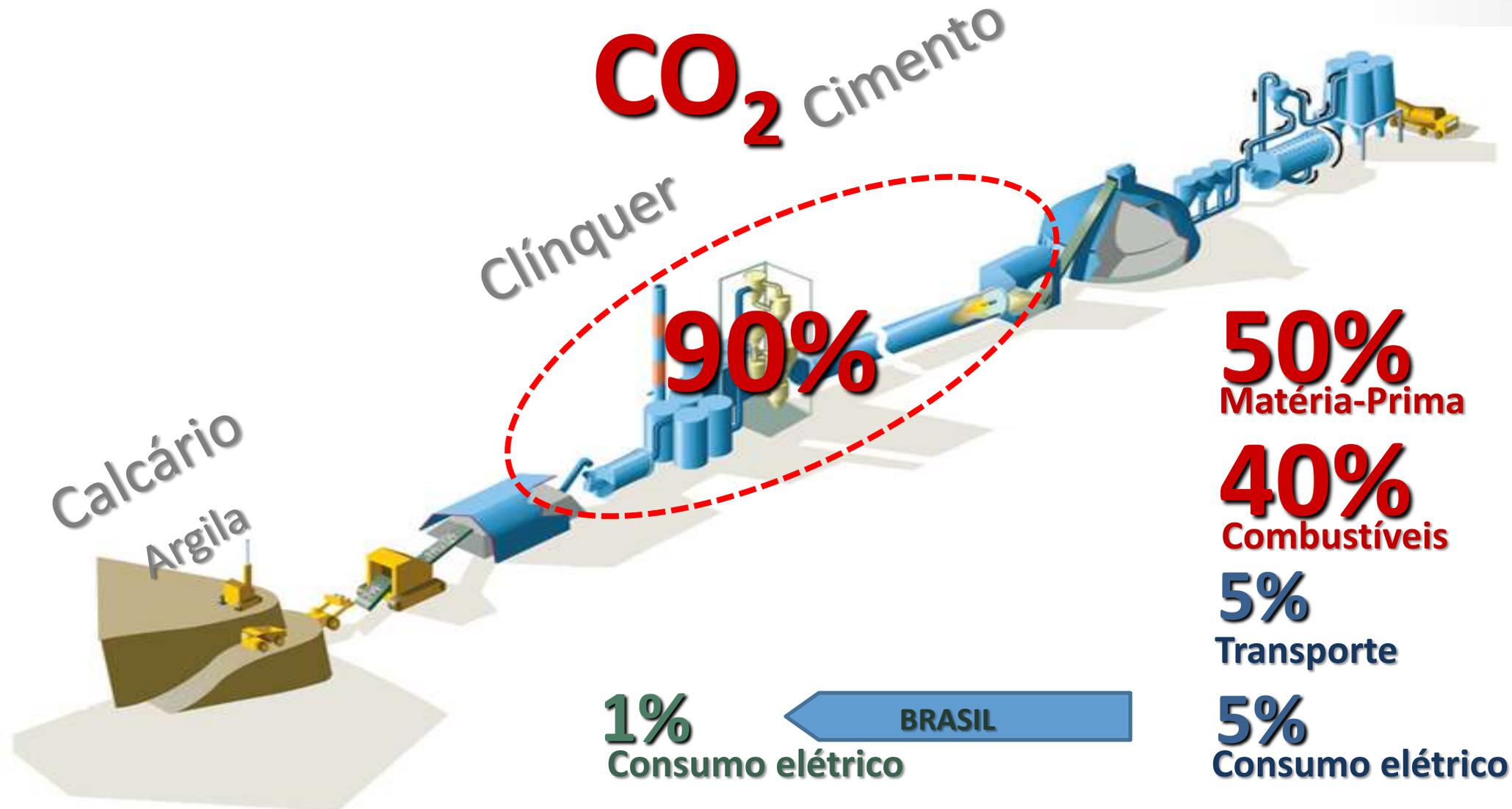
**Emissão do Cimento no Brasil: 2,6%**

Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa



# Mudanças Climáticas

## Emissões da Indústria do Cimento



# *Mudanças Climáticas* Pilares da Sustentabilidade

Quando falamos especificamente em Mudanças Climáticas e redução de Gases de Efeito Estufa, existem 3 principais pilares que respondem pela maior parte da redução das emissões do setor.



# Mudanças Climáticas

## Banco de Dados Internacional



**32** Companhias associadas

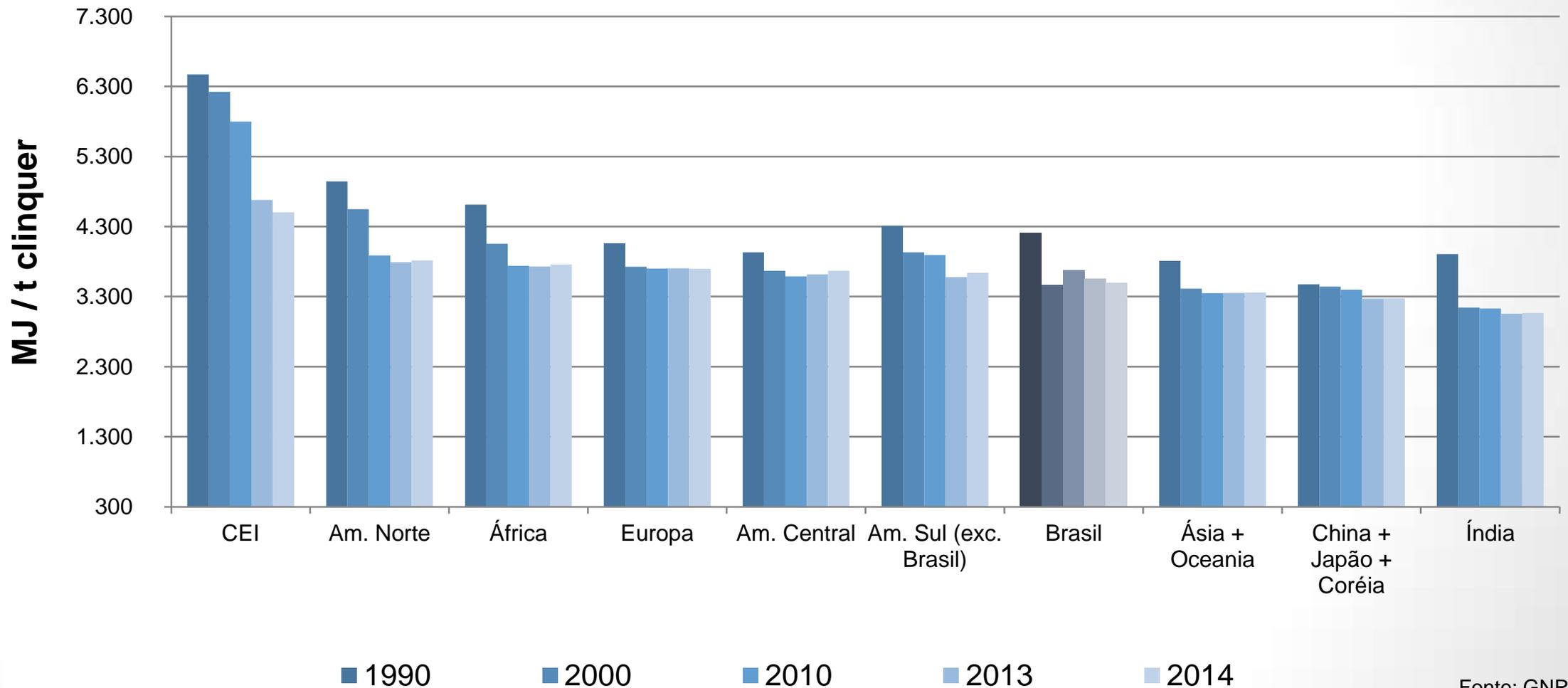
**09** Associações da indústria

- **Maior** banco de dados de emissões no mundo
- Cerca de **1000** unidades industriais no mundo
- **75%** de representatividade no Brasil

# Indústria do Cimento Brasileira

## Eficiência Energética

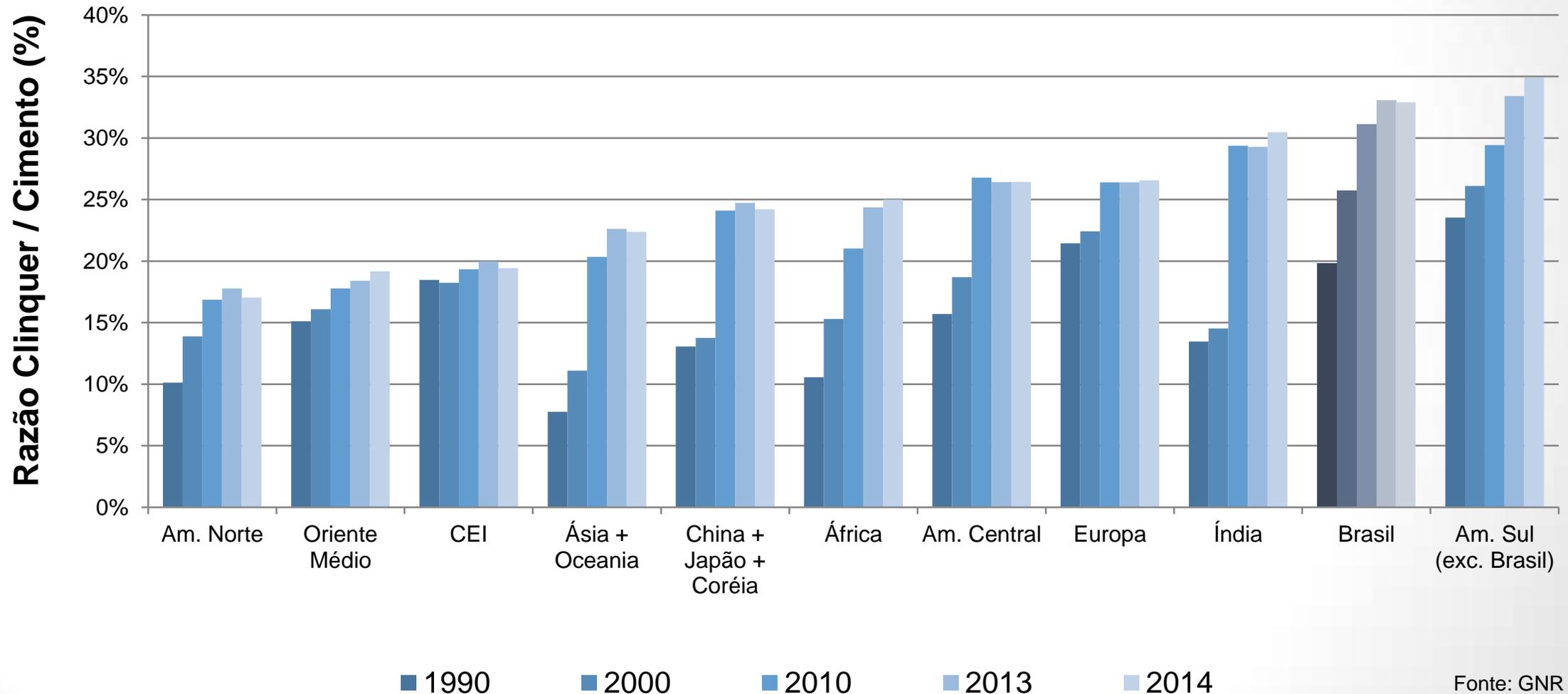
### Consumo Térmico



# Indústria do Cimento Brasileira

## Adições ao Cimento

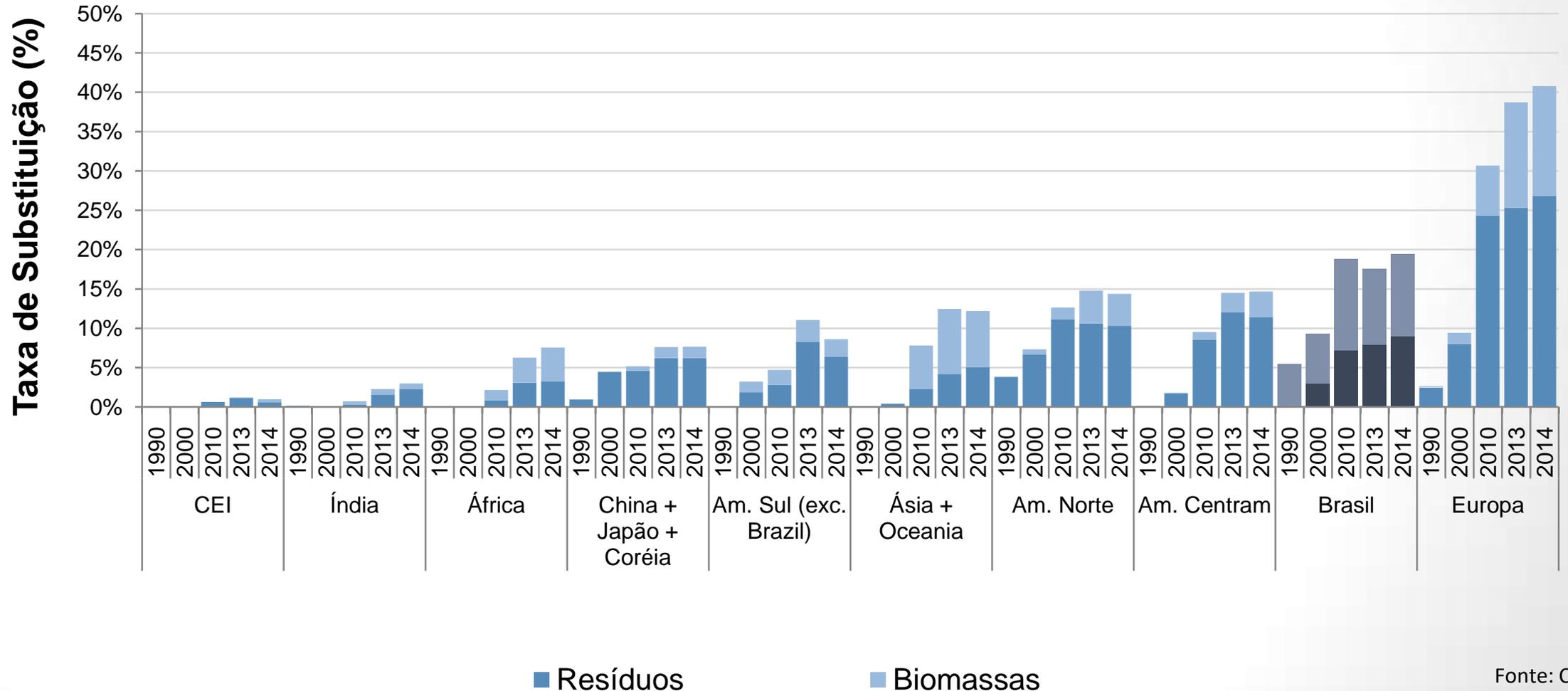
### Adições ao Cimento



# Indústria do Cimento Brasileira

## Combustíveis Alternativos

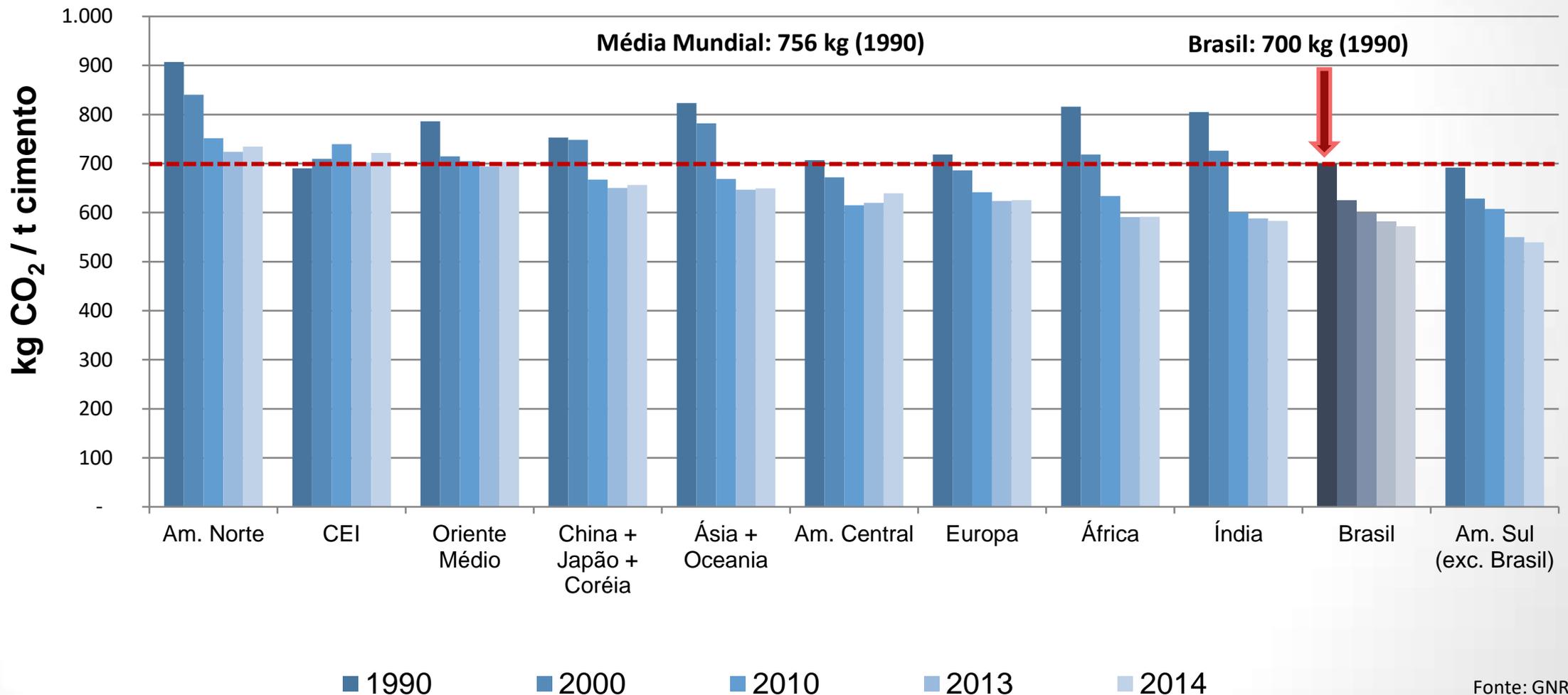
### Combustíveis Alternativos



# Indústria do Cimento Brasileira

## Emissões de CO<sub>2</sub>

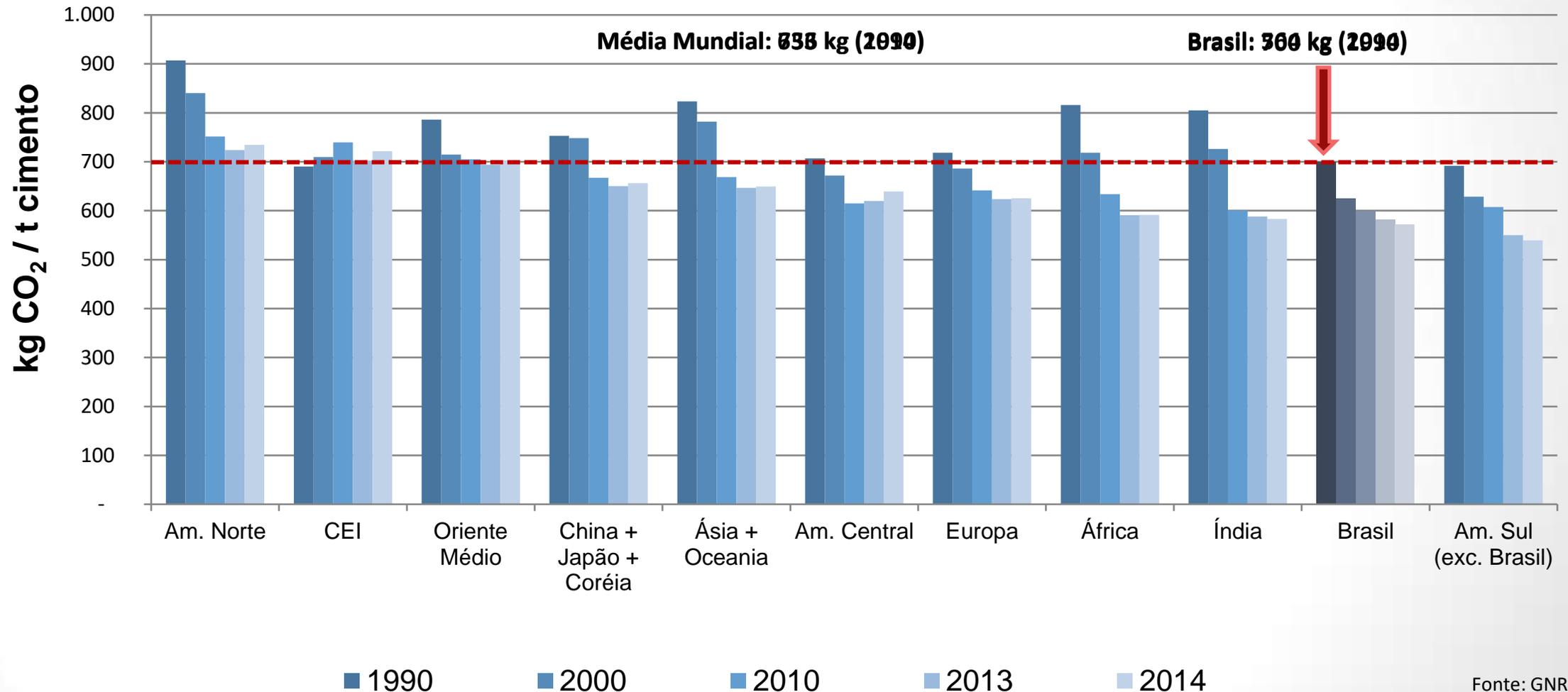
### Emissão Específica de CO<sub>2</sub>



# Indústria do Cimento Brasileira

## Emissões de CO<sub>2</sub>

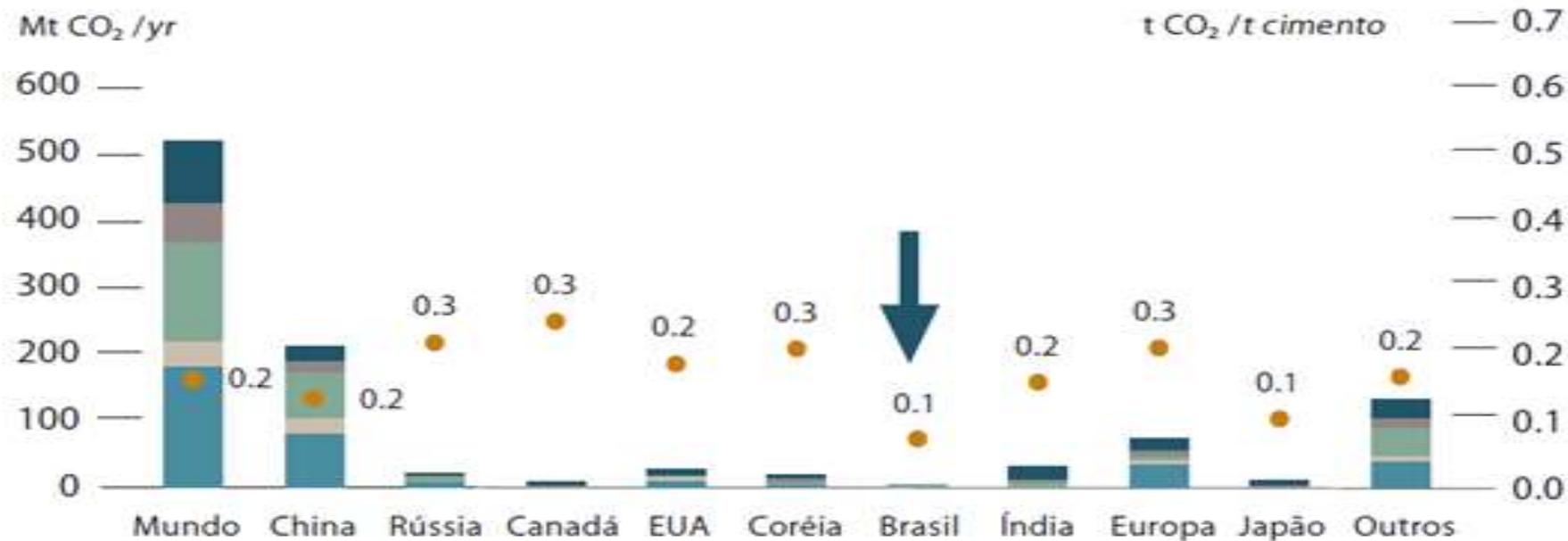
### Emissão Específica de CO<sub>2</sub>



# Indústria do Cimento Brasileira

## Potencial de Redução de CO<sub>2</sub>

Estudo elaborado pela IEA, analisando o potencial de redução de emissões de CO<sub>2</sub> na indústria do cimento, identificou o Brasil como tendo o menor potencial de redução, baseado nas melhores práticas e tecnologias existentes, em virtude do grau de excelência já alcançado.



Fonte: IEA- International Energy Agency, 2009

# Indústria do Cimento Brasileira

## Grande Desafio do Setor

O Brasil, como país em desenvolvimento, tem um importante programa de infraestrutura a ser construído, e o cimento é a base para moradias, hospitais, escolas, portos, aeroportos, estradas, rodovias, hidrelétricas, entre muitos outros.

O desafio é produzir o cimento necessário para o seu desenvolvimento, buscando ao mesmo tempo soluções para reduzir ainda mais as suas emissões de CO<sub>2</sub>.



# ROADMAP TECNOLÓGICO

---

**O que é um Roadmap Tecnológico?**

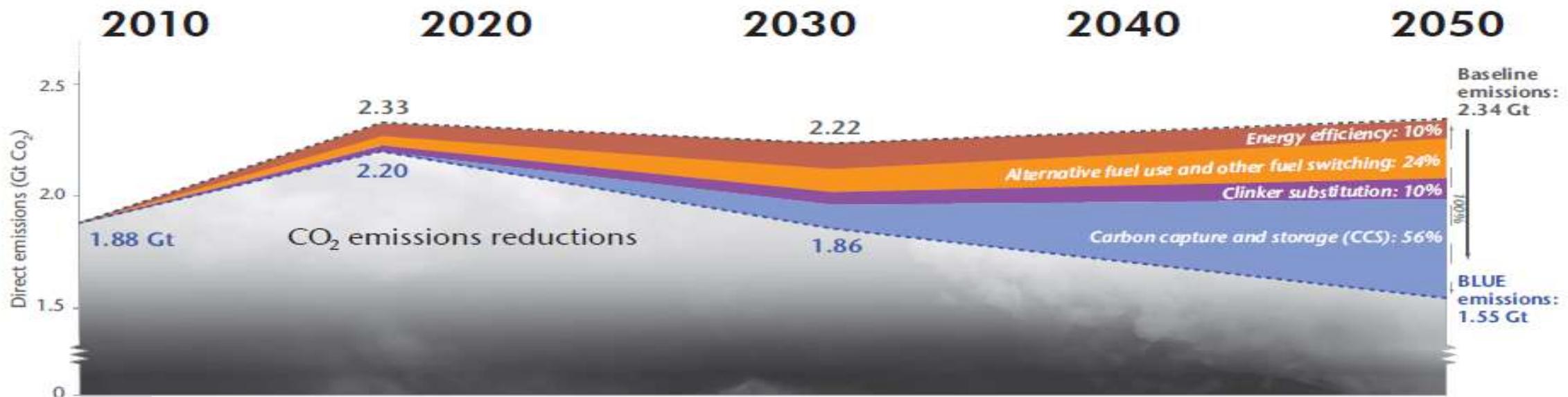


# Technology Roadmaps

## Cement Technology Roadmap

Estudo prospectivo das alternativas do setor para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, em um horizonte de médio/longo prazo (2050)

Identifica ações prioritárias da indústria, governo, instituições de fomento, sociedade civil, entre outros, capazes de acelerar a transição rumo a uma economia de baixo carbono.



All of these technologies need to be applied together if the BLUE scenario targets are to be achieved – no one option alone can yield the necessary emissions reductions

# ROADMAP TECNOLÓGICO

---

**Indústria Brasileira do Cimento**

# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

## Parceiros

Coordenação Geral



Coordenação Técnica

Prof. José Goldemberg

Parceiros



Participantes\*



\* Mais de 80% da Produção Nacional

# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

## Processo de Construção



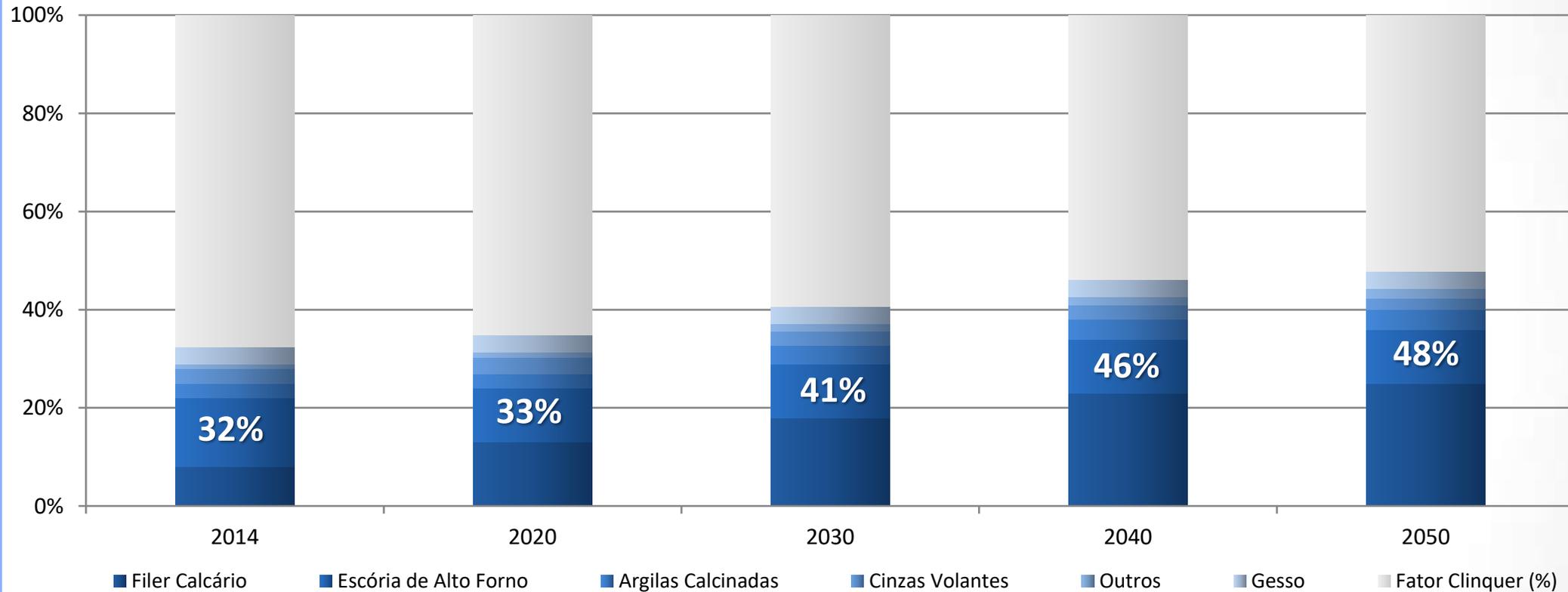
# ROADMAP TECNOLÓGICO

---

## Principais Resultados

# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

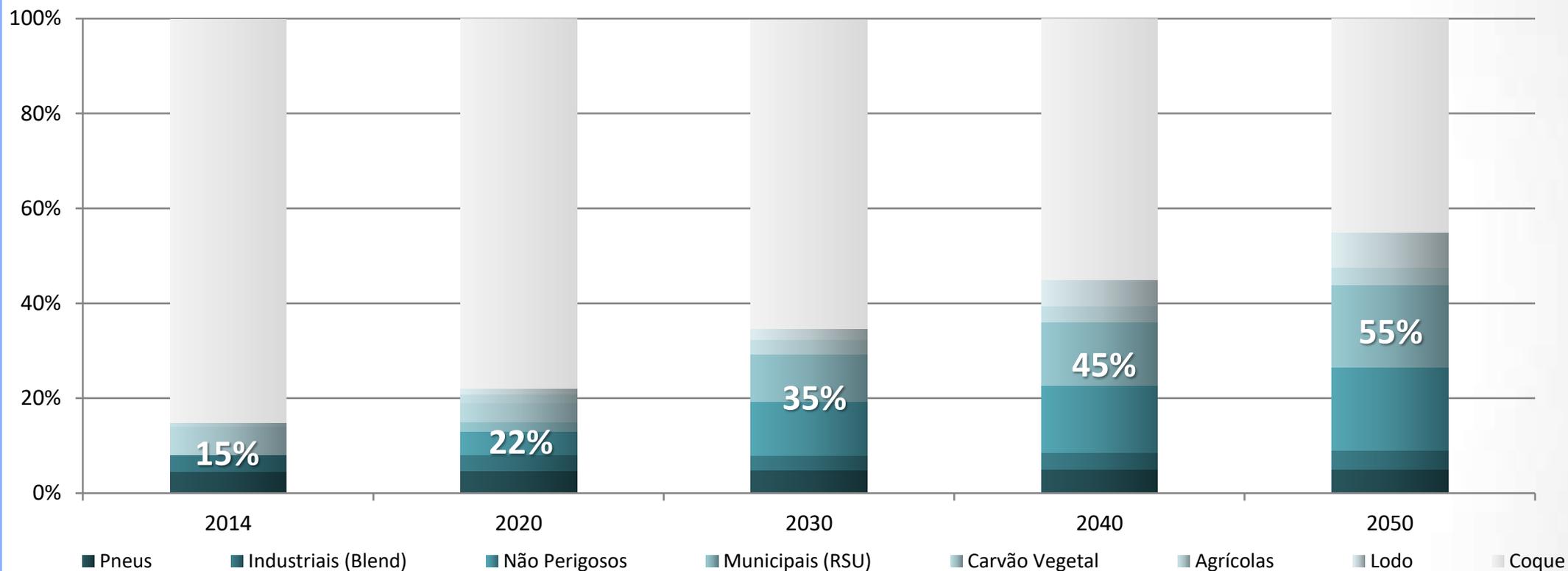
## Adições e Substitutos de Clínquer



- **Maior utilização de subprodutos minerais e de outras atividade**
  - Ex.: filer calcário, escórias siderúrgicas e cinzas volantes de termelétricas.
  - Diferentes tipos de cimento, conferindo propriedades e usos específicos.

# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

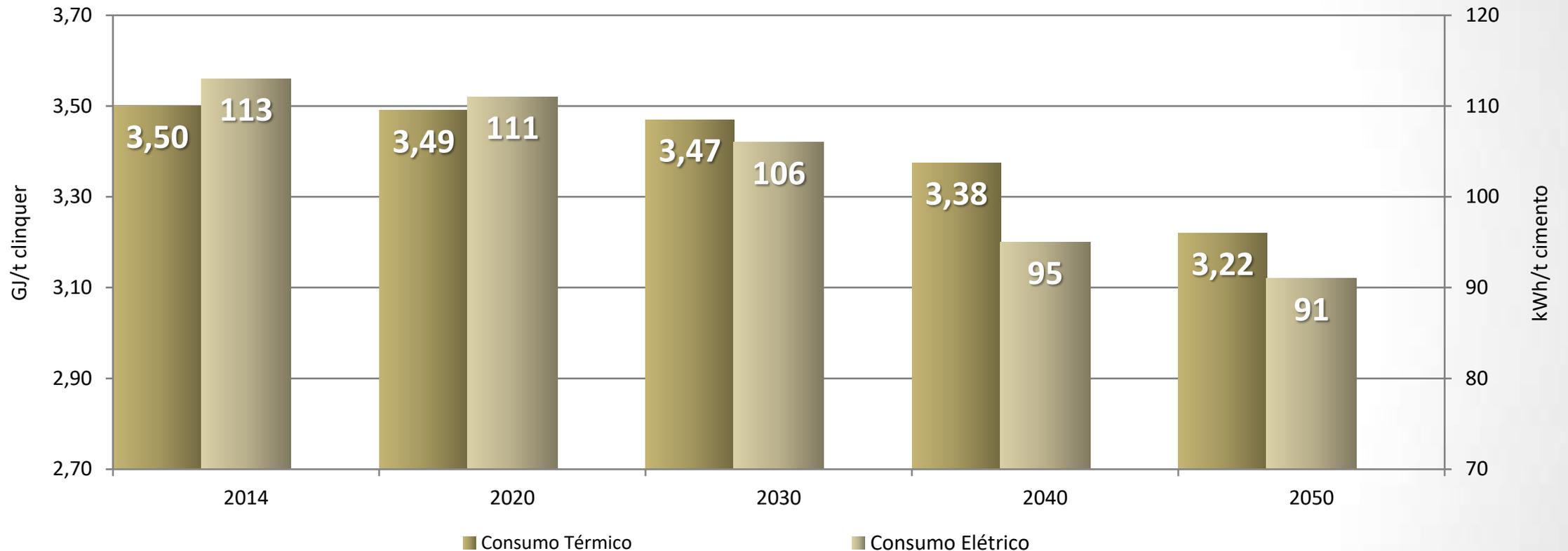
## Combustíveis Alternativos



- **Aumento do Coprocessamento de Resíduos de 8% (2014) para 44% (2050)**
  - Principalmente resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos industriais não perigosos
- **Aumento do uso de Biomassas de 7% (2014) para 11% (2050)**
  - Ex.: palha de arroz, casca de babaçu, caroços de açaí, etc.

# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

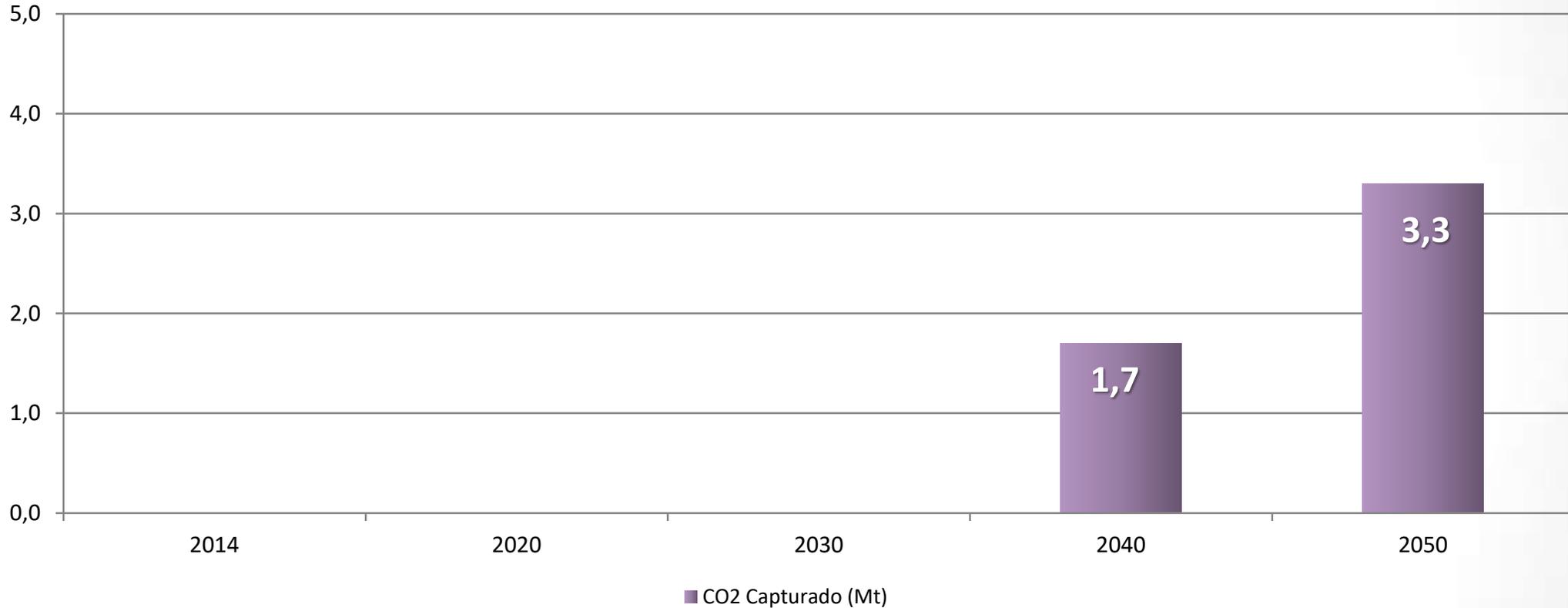
## Eficiência Energética



- **Parque industrial moderno e eficiente**
  - Preaquecedores que reaproveitam os gases quentes; Moinhos e resfriadores de alta eficiência.
  - 35% da capacidade instalada com menos de 15 anos
- **Redução mais significativa no consumo térmico e elétrico a partir de 2030**
  - Entrada em operação de novas unidades com as melhores tecnologias disponíveis

# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

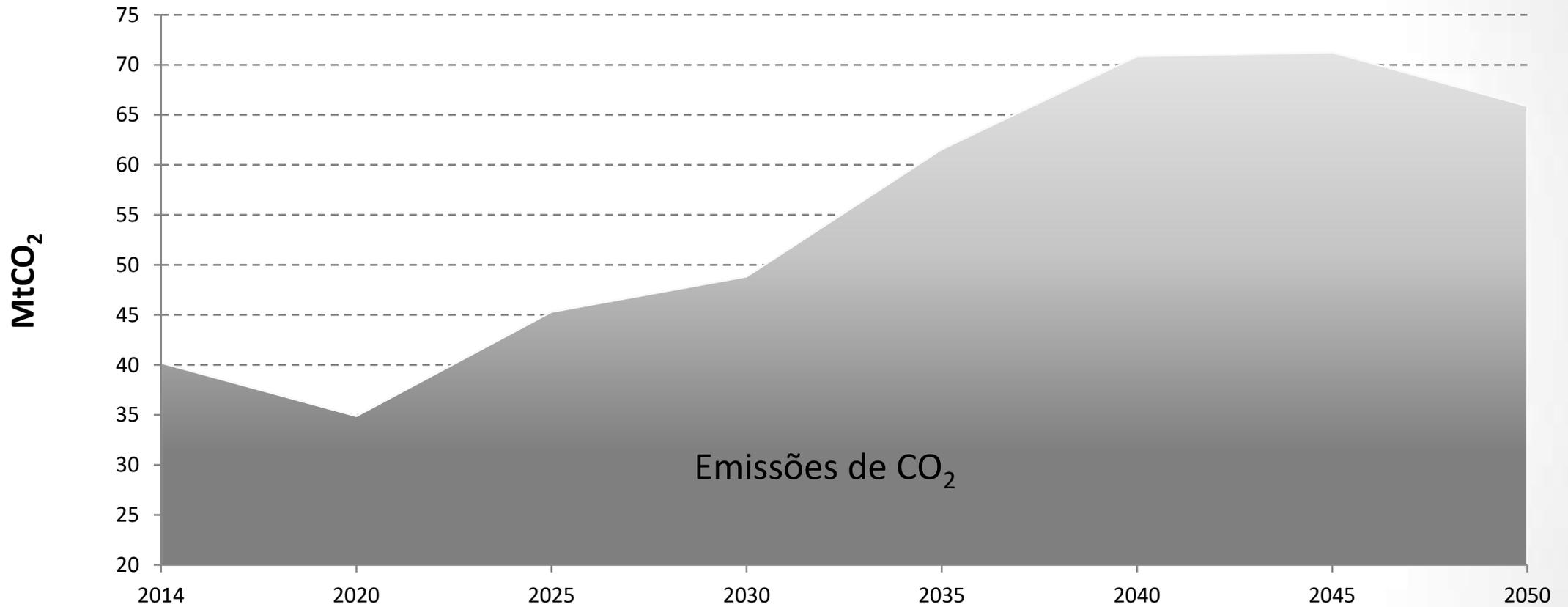
## Tecnologias Inovadoras (CCUS)



- **Consolidação e saturação técnica das outras alternativas de redução**
- **Busca de outras tecnologias inovadoras e disruptivas**
- **Viabilização de captura, uso ou estocagem de carbono a partir de 2040**
  - Necessidade de investimento em P&D, desde já, para tornar viáveis estas tecnologias no futuro

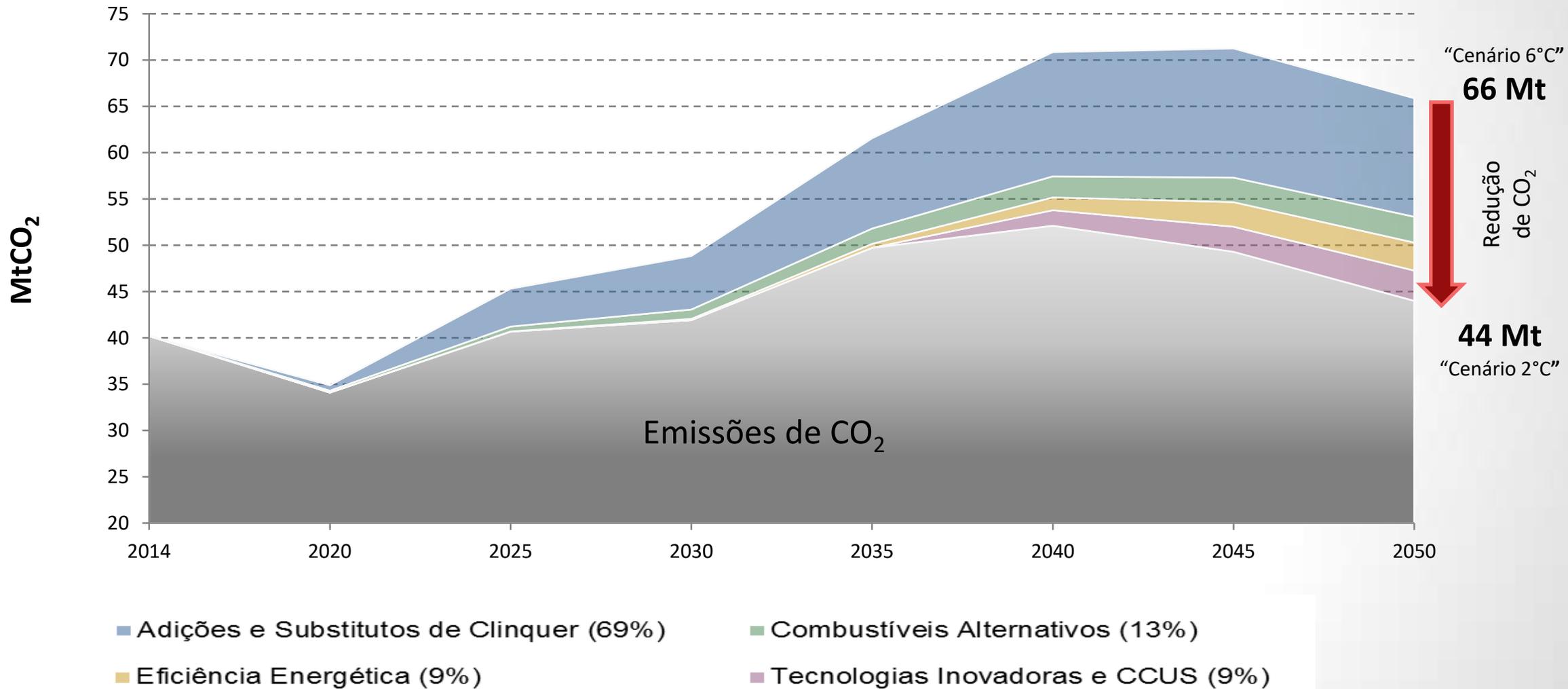
# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

## Potencial de Redução de CO<sub>2</sub>



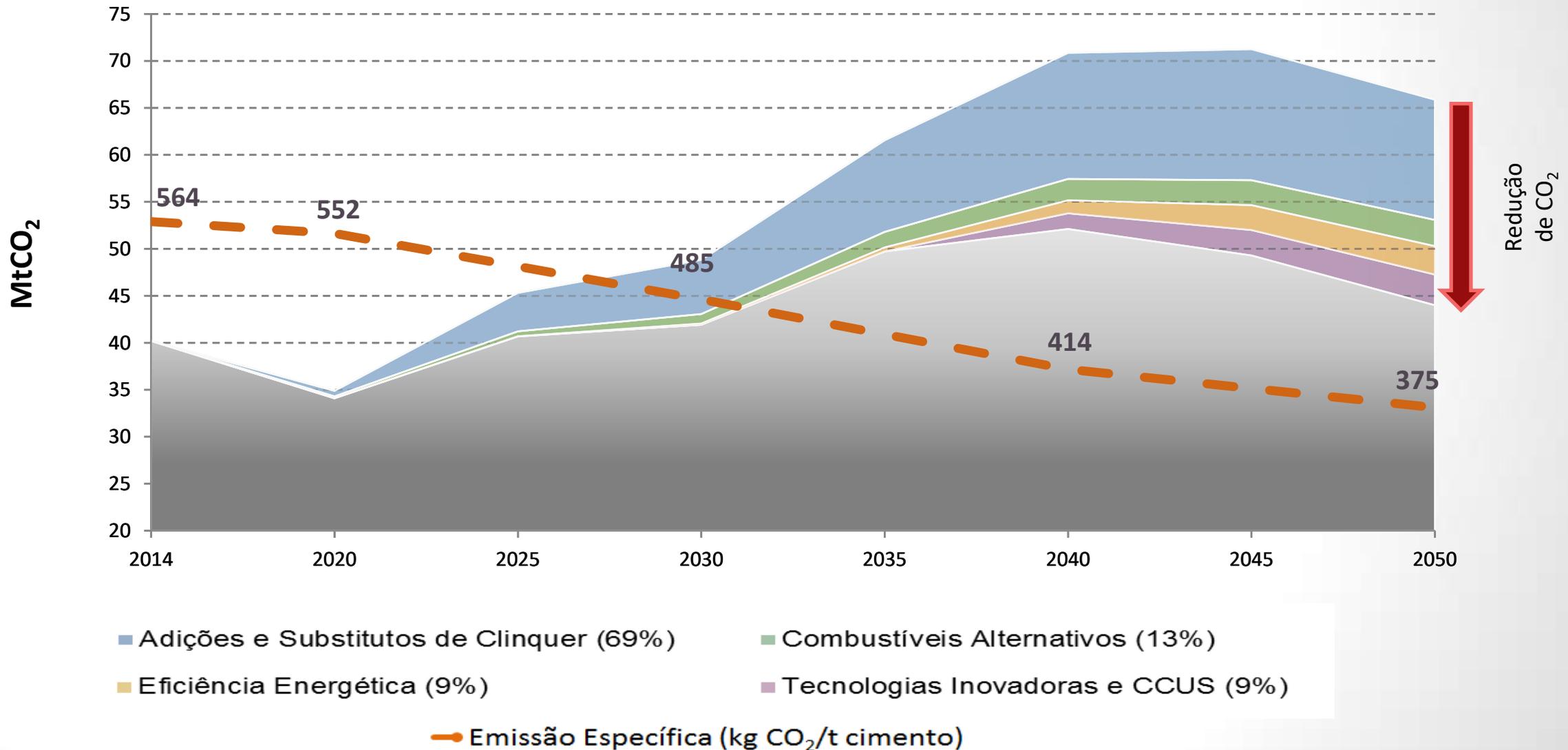
# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

## Potencial de Redução de CO<sub>2</sub>



# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

## Potencial de Redução de CO<sub>2</sub>



# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

## Envolvimentos dos Stakeholders

Que tipos de **políticas públicas** são necessárias?

Que tipos de **instrumentos de fomento** são necessários?



### RECOMENDAÇÕES

Este Roadmap apresenta uma série de medidas e soluções técnicas capazes de acelerar a transição da indústria brasileira do cimento rumo a uma economia de baixo carbono e de menor impacto para as mudanças climáticas.

Alcançar os níveis de redução de emissões de carbono necessários para atender aos cenários climáticos apresentados nesse Roadmap exige, entretanto, a transposição de uma série de barreiras e gargalos que hoje impedem ou dificultam o avanço de muitas das alternativas técnicas aqui propostas. Isto requer, muito além do próprio engajamento da indústria, um esforço conjunto em vários níveis de ação, que vão desde governos municipais, estaduais e nacionais, órgãos legisladores, entidades normativas, agências de fomento e desenvolvimento, instituições de pesquisa nacionais e internacionais, entre tantos outros.

As principais recomendações para alcançar estes objetivos estão sumarizadas a seguir.

#### 1. Aumentar o uso de adições e substitutos de clínquer

Para que o volume de adições aumente, reduzindo o fator clínquer dos níveis atuais (ao redor de 67%) para 59% em 2030 e para 52% em 2050, são necessárias algumas medidas que serão, majoritariamente, conduzidas pela indústria, mas que para serem implementadas com sucesso necessitarão do apoio do governo brasileiro, institutos de pesquisa e academia, além do adequado entendimento por parte dos consumidores.

- Promover o desenvolvimento e aceitação de novas normas de cimento. A principal ação nesse sentido é atualizar as normas brasileiras de modo a permitir a incorporação de maiores teores de adições, seguindo padrões já utilizados internacionalmente, principalmente com relação ao filler calcário, hoje limitado a 10%.
- Promover e incentivar a divulgação de boas práticas e ações de P&D, a fim de proporcionar um melhor entendimento acerca das oportunidades em relação às adições. Atualmente há restrições técnicas ou de qualidade para a utilização de potenciais materiais cimentícios que poderiam ser resolvidas com pesquisas, por exemplo. Há a necessidade premente de desenvolver estudos independentes de impacto ambiental sobre o uso de materiais cimentícios no cimento para mostrar o maior potencial de redução de emissões de carbono, através de Análise do Ciclo de Vida (ACV).
- Desenvolver campanhas e eventos de treinamento e conscientização para os atores da cadeia do cimento. Por exemplo, para aumentar a conscientização e a confiança dos consumidores em cimentos compostos e promover sua aceitação no mercado, para capacitar organismos de normalização e institutos de acreditação, para trocar experiências sobre a redução do teor de clínquer no cimento e os impactos ambientais e econômicos.

#### 2. Incentivar e facilitar o uso de combustíveis alternativos

O uso de combustíveis alternativos pela indústria do cimento tem ganhado relevância no Brasil nos últimos anos, representando hoje cerca de 15% de sua matriz energética. Existe, contudo, um grande potencial a ser explorado, principalmente se comparado a países desenvolvidos, com destaque aos da União Europeia (UE). Lá, o percentual de utilização de combustíveis alternativos chega, em média, a 41%. Em países como Holanda e Áustria, no entanto, esse índice já alcança mais de 75%.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída há sete anos pela Lei 12.305/10 e cuja principal meta era eliminar até 2014 os aterros irregulares (os chamados "lixões"), só conseguiu extingui-los em 40% dos municípios brasileiros. Ainda existem mais de 2.000 deles espalhados no país, recebendo por ano cerca de 30 Mt de lixo<sup>31</sup>. Mesmo alguns aterros sanitários implantados transformaram-se em lixões devido à falta de controle e fiscalização e ao alto custo de manutenção. Enquanto isso, o volume gerado de lixo no Brasil tende a crescer em maior velocidade que a população<sup>32</sup>.

A atuação do governo brasileiro teve seu foco na disposição final, ou seja, disposição ordenada de rejeitos em aterros, movimento contrário ao que estão fazendo diversos países desenvolvidos, que é o de priorizar a hierarquia da gestão de resíduos<sup>33</sup>: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, a disposição.

Apesar de existirem duas resoluções CONAMA específicas sobre coprocessamento (264/1999 e 316/2002) e algumas leis estaduais (SP, MG, PR e RS) que, inclusive, dispensam de licenciamento resíduos como madeira, agrícolas e de construção e demolição, ainda há espaço para melhorar o arcabouço legislativo que regula ou impacta essa tecnologia. A mudança do enfoque do coprocessamento como atividade potencialmente poluidora

para atividade de destinação de resíduos é necessária para a implementação da PNRS por incentivo<sup>34</sup>. Para isso ocorrer, será necessário um esforço conjunto e institucionalizado de cimento no sentido de elaborar um plano de comunicação que engaje todos os atores interessados, desde os geradores, passando por municípios onde as fábricas de cimento estão instaladas, até os ministérios correlatos.

O Roadmap avalia o potencial técnico de a indústria do cimento no Brasil substituir cerca de seus combustíveis fósseis por combustíveis renováveis em 2030 e 55% em 2050. Para alcançar essa ordem, contudo, as seguintes recomendações principais devem ser implementadas: i) criar a legislação existente de forma a pensar ou simplificar o licenciamento de usinas provenientes de resíduos agrícolas e de resíduos industriais; ii) incentivar (e não limitar) a geração energética e o uso de combustíveis abertos (não fósseis); iii) estabelecer processos padronizados que devem ser seguidos pelos atores da cadeia de modo a garantir processos adequados para documentar, monitorar e rastrear de forma confiável os resíduos, inclusive a emissão de Certificado de Destrução Térmica, que só deve ser aceito se concebido pela cimenteira, conforme estabelecido na Resolução CONAMA 316/2002, Art.28, N.º iv) monitorar e reduzir os custos associados ao processo de licenciamento.

Legislações específicas sobre coprocessamento de Combustível Derivado de Resíduos Urbanos (CDRU) nos outros estados brasileiros, exemplo do que foi feito em São Paulo com a Resolução SMA N.º 38, de 31/05/17. Isso na medida mais urgente diante da situação de licenciamento com as empresas de limpeza, enfrentada pela grande maioria das cimenteiras (23 e o Distrito Federal) e dos municípios brasileiros e que já ultrapassa o valor de 10 bilhões de reais, segundo o Relatório de Transparência do Governo Federal.

Além disso, promover outras formas de destinação de resíduos, promovendo condições isonômicas de destinação entre elas. Como a ênfase da Política Nacional de Resíduos Sólidos foi a extinção dos lixões e a interpretação dada foi que isso implicava construir aterros, esta tem sido a alter-

nação mais adotada pelos municípios, em vez de investir nas etapas anteriores da hierarquia de resíduos. Enquanto países como o Reino Unido implementaram uma sobretaxa de aproximadamente €90/t para resíduos depositados em aterro<sup>35</sup>, e cidades como São Francisco têm meta de zerar os resíduos enviados para aterro até 2020<sup>36</sup>, a tendência que se avista no Brasil é reduzir o custo de destinação de resíduos para aterros.

- Promover a construção de uma política energética que acelere a transição de uma economia baseada em combustíveis fósseis para uma economia de baixo carbono. Incentivo à adoção de biocombustíveis e combustíveis menos intensivos em carbono por meio de programas e políticas de estado como o RenovaBio, do Ministério das Minas e Energia (MME).
- Incentivar o desenvolvimento e a utilização de novos combustíveis alternativos, em especial biomassa. Isto é possível de várias maneiras, como, por exemplo, através da cooperação com instituições de ensino e institutos de pesquisa, do desenvolvimento da agricultura familiar para a produção de biomassa, de incentivos financeiros ao uso de biomassa como combustível etc.

#### 3. Promover a adoção das melhores tecnologias disponíveis em eficiência energética para plantas novas e retrofit

Visto que a energia usada na produção de cimento é majoritariamente térmica e que a matriz elétrica brasileira é em sua maior parte hidrelétrica, as medidas de eficiência energética mais impactantes para a redução da intensidade carbônica a serem adotadas pela indústria nos próximos anos devem ser as de eficiência térmica.

O fato de a indústria brasileira do cimento ter feito vultosos investimentos em novas fábricas e novas linhas nos últimos anos ajudou a reduzir o consumo energético da indústria, fazendo com que se encontre atualmente bem próxima ao benchmark. Com isso, novo salto tecnológico e redução energética mais significativa provavelmente só voltará a acontecer a partir de 2030, com a renovação de unidades que até lá se tornarão obsoletas. No horizonte de curto prazo, investimentos em retrofit e ações mais pontuais e específicas terão papel preponderante na redução do consumo energético.

<sup>31</sup> ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014. São Paulo: In.º, 2017.

<sup>32</sup> Consulta às publicações "Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil" de 2013 a 2015.

<sup>33</sup> A Diretiva 2017/1999 obrigou os países membros da União Europeia a reduzir a 35% a destinação de Resíduos Sólidos Urbanos destinados para aterros até 2016.



# Roadmap Tecnológico do Cimento - Brasil

## Envolvimentos dos Stakeholders

PLANO DE AÇÃO DO ROADMAP		PLANO DE AÇÃO DO ROADMAP	
Stakeholder	Ação	Stakeholder	Ação
Ministério do Meio Ambiente	Desburocratizar e reduzir os custos associados ao processamento.	Associação Brasileira de Normas Técnicas	Promover o desenvolvimento de novas normas de cimento e revisão de normas existentes, de modo a permitir maior uso de adições em cimentos.
	Dispensar ou simplificar o licenciamento de biomassa por resíduos industriais.		Agências de Desenvolvimento e Fomento
	Estabelecer procedimentos padronizados a serem seguidos para documentar, monitorar e garantir, de forma confiável, a rastreabilidade dos resíduos.	Apoiar e financiar programas de pesquisa, desenvolvimento, demonstração e escalonamento para direcionar o conhecimento e aplicação nos diferentes aspectos do desenvolvimento de tecnologias inovadoras de mitigação de emissões, como CCUS.	
	Incentivar (e não limitar) via legislação a recuperação energética (não fósseis) em substituição aos fósseis.	Indústria do Cimento	
	Incentivar outras formas de destinação de resíduos, além das térmicas, com o objetivo de reduzir a geração própria da indústria com outros consumidores e a geração de resíduos.		Divulgar boas práticas de segurança e saúde ocupacional na atividade de coprocessamento.
Sobretaxar os Resíduos Sólidos Urbanos dispostos em aterros.	Oferecer incentivos fiscais e financeiros para o uso de biomassa para produção de cimento, geração de eletricidade e produção de energia.	Associações de Indústria	Desenvolver treinamento e capacitação para os atores da cadeia do cimento, possibilitando a troca de experiências sobre a redução do teor de clínquer no cimento e seus impactos ambientais e econômicos.
Ministério de Minas e Energia	Incentivar a adoção de políticas públicas que resultem em menor desperdício, como, por exemplo, resposta à demanda, produção própria da indústria com outros consumidores e geração própria da indústria com outros consumidores e geração própria da indústria com outros consumidores.		Compartilhar melhores práticas em nível nacional e internacional aplicáveis à indústria para a promoção da eficiência energética e redução de emissões de CO <sub>2</sub> na indústria do cimento.
	Incentivar a adoção de políticas públicas que resultem em menor desperdício, como, por exemplo, resposta à demanda, produção própria da indústria com outros consumidores e geração própria da indústria com outros consumidores.		Elaborar, em parceria com instituições de pesquisa, Guia de Referência sobre as Melhores Tecnologias Disponíveis (BAT) para produção de cimento aplicáveis ao Brasil.
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações	Apoiar P&D do uso de diferentes tipos de combustíveis alternativos de emissões, e compartilhar amplamente a expertise.	Universidades e Instituições de Pesquisa	Estabelecer convênios com instituições de pesquisa para alavancar a eficiência energética na indústria, além de capacitar recursos humanos.
	Promover P&D em tecnologias emergentes e disruptivas e de cooperação e parcerias com instituições de pesquisa e desenvolvimento.		Reforçar cooperação nacional e internacional, através de parceria com o governo brasileiro, para reunir dados confiáveis de energia e emissões em nível industrial.
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	Integrar a indústria de cimento no Plano de Resíduos da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.	Associações de Indústria	Elaborar programa de comunicação sobre a atividade de coprocessamento que engaje todos os grupos de interesse (geradores de resíduos, municípios, ONGs, ministérios correlatos etc.).
	Promover a agricultura familiar para a produção de biomassa.		Realizar Avaliação do Ciclo de Vida dos combustíveis alternativos para determinar sua intensidade de carbono.
Ministério do Desenvolvimento Regional	Incentivar a evolução da agenda de saneamento no Brasil, com o objetivo de reduzir a geração de resíduos e de lodos de ETE.	Universidades e Instituições de Pesquisa	Promover e incentivar P&D de potenciais adições e novos cimentos.
	Promover, através do Comitê Técnico da Indústria de Cimento, a cooperação e parcerias com instituições de pesquisa e desenvolvimento.		
Ministério da Economia	Promover, através do Comitê Técnico da Indústria de Cimento, a adoção das medidas propostas neste Roadmap.		
	Desenvolver o coprocessamento nas regiões do país onde há disponibilidade de resíduos.		
Governos Estaduais e Municipais	Proporcionar o treinamento e capacitação das autoridades e funcionários públicos responsáveis pelas licenças, controle e fiscalização.		
	Criar legislações específicas sobre coprocessamento de Resíduos Sólidos Urbanos (CDR) nos outros estados brasileiros, a exemplo do que já existe no Rio de Janeiro.		

# MITIGAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO NA CADEIA DO CONCRETO.

A Contribuição da Indústria Brasileira de Cimento para a Construção Sustentável



# Obrigado

*Download do Roadmap*

[www.snic.org.br](http://www.snic.org.br)

[www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br)