ATIC – Associação Técnica da Indústria de Cimento

ROTEIRO NACIONAL PARA A DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA CIMENTEIRA

ÍNDICE

- **01** - Conteúdos
- **02 -** Introdução
- **03** - A. O Sector em grandes números
- **04** - B. Portugal e a Europa
- **06** - C. Portugal - Caminho percorrido
- **06** - C1. Eficiência de Recursos
- **06** - C1.1. Utilização de combustíveis alternativos
- **07** - C1.2. Substituição de matérias-primas naturais
- **07** - C1.3. Substituição de clínquer
- **07** - C1.4. Novos cimentos ainda não normalizados
- **07** - C1.5. Maior eficiência no transporte do produto
- **07** - C2. Eficiência Energética
- **07** - C2.1. Eficiência Energética em termos de Energia Eléctrica
- **08** - C2.2. Eficiência Energética em termos de Energia Térmica
- **08** - C3. Captação de carbono e seu uso
- **08** - C3.1. Captação de carbono e seu uso
- **08** - C3.2. Captação biológica do carbono
- **09** - C4. Eficiência do produto
- **09** - C4.1. Betão de mais baixa intensidade carbónica
- **09** - C5. Cadeia de valor a jusante
- **09** - C5.1. Edifícios inteligentes e desenvolvimento de infra-estruturas
- **10** - C5.2. Reciclagem do Betão
- **10** - C5.3. Recarbonatação
- **10** - C5.4. Construção Sustentável
- **11** - D. Perspectiva da Evolução da Intensidade Carbónica até 2050

- **13** - E. Medidas potenciadoras da sustentabilidade da indústria cimenteira nacional
- **13** - Eixos de acção
- **14** - E1. Eficiência de Recursos
- **14** - E1.1. Utilização de combustíveis alternativos
- **14** - E1.2. Substituição de matérias-primas naturais
- **14** - E1.3. Substituição de clínquer
- **14** - E1.4. Novos cimentos ainda não normalizados
- **15** - E1.5. Maior eficiência no transporte do produto (assuntos específicos de cada empresa)
- **15** - E2. Eficiência Energética
- **15** - E2.1. Eficiência Energética em termos de Energia Eléctrica
- **15** - E2.2. Eficiência Energética em termos de Energia Térmica
- **15** - E3. Sequestração de carbono e seu uso
- **15** - E3.1. Sequestração de carbono e seu uso
- **16** - E3.2. Sequestração biológica do carbono
- **16** - E4. Eficiência do produto
- **16** - E4.1. Betão de mais baixa intensidade carbónica
- **16** - E5. Cadeia de valor a jusante
- **16** - E5.1. Edifícios inteligentes e desenvolvimento de infra-estruturas
- **16** - E5.2. Reciclagem do Betão
- **16** - E5.3. Recarbonatação
- **16** - E5.4. Construção Sustentável

INTRODUÇÃO

A Indústria Europeia de Cimento definiu uma estratégia, baseada em 5 pilares, para reduzir fortemente a emissão de CO_2, reforçando o papel do betão - a principal aplicação do cimento - como o material preferencial para utilização em construção

Assumindo-se como um agente de sustentabilidade, a Indústria Cimenteira Europeia acaba de definir um conjunto de linhas de acção com vista à redução das emissões de CO_2, distribuídos por 5 pilares: 1. Eficiência de Recursos, 2.Eficiência Energética, 3.Captação, armazenagem e uso do carbono (CCS + CCU), 4.Eficiência do produto e 5.Cadeia de valor a jusante.

Foi publicado pela CEMBUREAU ("*The European Cement Association*") o *Roadmap "The role of Cement in the 2050 Low Carbon Economy*" que se focaliza num conjunto de vias para reduzir as emissões de CO_2 na produção de cimento com o recurso a versões mais evoluídas de tecnologias já conhecidas e, ao mesmo tempo, procura especular sobre o que poderá ser alcançado até 2050.

Apresentam-se, seguidamente, alguns apontamentos dessa publicação que permitem enquadrar a necessidade de elaboração deste "Roadmap" e as vantagens da utilização do betão (produto final de utilização do cimento) como material de construção para responder às exigências da sociedade do futuro.

O aumento global da população, a fixação provável de 75% desta população em grandes centros urbanos e o crescimento económico colocarão uma pressão acrescida sobre os limitados recursos naturais do planeta e implicarão um esforço adicional de redução dos efeitos das alterações climáticas:

- O cimento, como componente-chave do betão, terá um papel muito importante na gestão dos recursos e no desenvolvimento de soluções para:
  - Edifícios inovadores e energeticamente eficientes, que ao longo do seu ciclo de vida permitirão poupanças superiores a 75% no consumo de energia e que constituirão ainda plataformas importantes

para a geração de energia renovável (e.g. geradores eólicos, painéis solares em fachadas e telhados, etc.);

- Minimização de efeitos ambientais e congestionamentos na área dos transportes;
- Construção em altura, por forma a acomodar, até 2050, cerca de 75% dos 9 mil milhões de habitantes do planeta;
- Implementação de projectos de grande escala para captar a energia do vento, marés e sol;
- Construção de infra-estruturas mais resilientes para adaptação às consequências das alterações climáticas;

- Para se atingir os 80% de redução de emissões sugeridos pela CE:
  - São necessárias tecnologias inovadoras e de rotura, que envolvem investimentos significativos em termos de investigação e viabilização financeira da sua implementação (ex.: estima-se que 85% da produção de clínquer terá de ser equipada com tecnologia de Captação e Armazenagem de Carbono (CCS);

A Indústria Cimenteira apresenta uma situação única relativamente às suas emissões: **A descarbonatação (processo através do qual as matérias primas emitem CO_2) representa cerca de 60% das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e a utilização de combustíveis 40%;**

Constitui assim um dos raros sectores em que as emissões de processo (descarbonatação) são significativamente superiores às emissões de combustão.

A. O Sector em grandes números

Na Europa, e também em Portugal, a indústria cimenteira tem um elevado impacto na economia, gerando Emprego, VAB e contribuindo positivamente para o saldo da Balança de Transacções Correntes.

A Indústria Cimenteira		EU28	Portugal	
Produção		**2005-2016**		
Clínquer	kt	1.777.512	74.919	(4,2%)
Cimento	kt	2.361.882	74.524	(3,2%)
Volume de negócios		**2016**		
	Milhões €	-	420	
Exportação		**2005-2016**		
	kt	-	35.938	
	Milhões €	-	1.473	
Combustíveis alternativos		**2005-2016**		
	kt	-	2.390	
Energia - Combustíveis alternativos		**2016**		
Fósseis (TJ)	% Energia Total	29,6%	24,2%	
Biomassa (TJ)	% Energia Total	14,8%	17,8%	
Energia		**2016**		
Consumo de energia térmica	MJ/t clk	3.742	3.638	(97,2%)
Consumo de energia eléctrica	kWh/t cim	118	111	(93,6%)
Total	TJ	-	17.536	
	Barris eq. de petróleo (10^3)	-	2.862	
Emissões CO_2		**2005-2016**		
Totais	kt	-	62.414	
Emissões CO_2 evitadas	kt	-	2.296	
Investimento com impacto na redução de emissões CO_2		**2005-2016**		
Investimentos ambientais e em I&D	Milhões €	-	200	
Valor dos excedentes de licenças de CO2 atribuídas a título gratuito ao preço médio de mercadao em cada ano	Milhões €	-	125	
Investimentos/Excedentes		-	160%	
Número de fornos eficientes		**2016**		
	%	>90%	100%	
Nr. de trabalhadores		**2016**		
Directos e indirectos			5.022	

B. Portugal e a Europa" [1]

Na grande maioria dos indicadores apresentados, Portugal compara-se positivamente com a Europa, em termos de desempenho industrial e ambiental, tendo em conta o atraso com que partiu no que respeita à introdução de Combustíveis Alternativos, uma prática corrente na Europa há décadas, mas ainda muito recente em Portugal

Representa-se abaixo a evolução comparativa de vários indicadores entre a Indústria Cimenteira Nacional e a Indústria Cimenteira Europeia desde o início (2005) do Comércio Europeu das Licenças de Emissão (CELE).

Gráfico 1

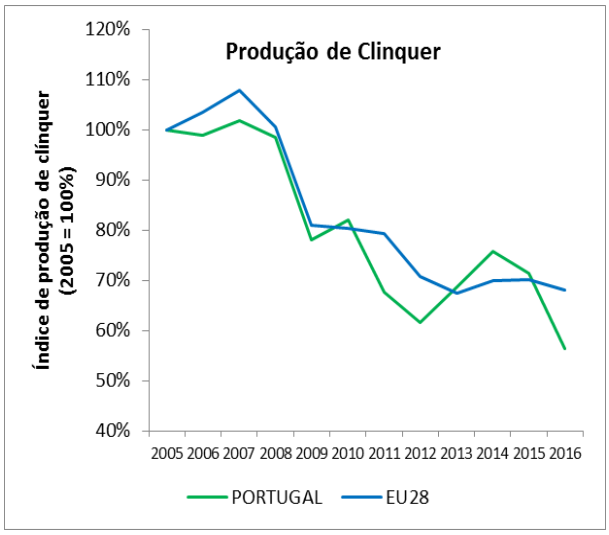
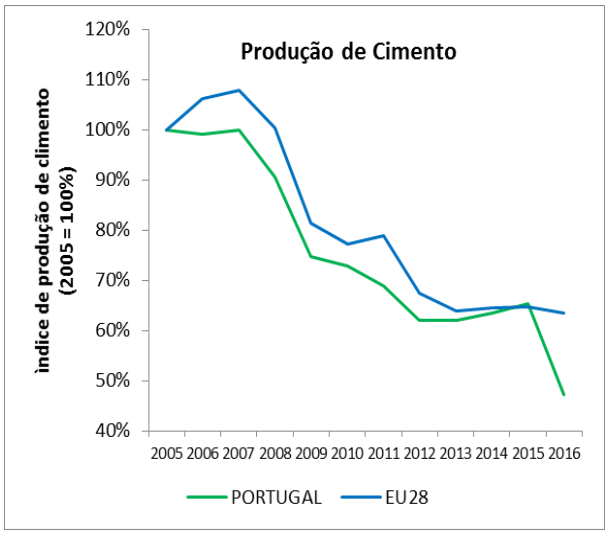


Gráfico 2



A partir de 2007 é notório o efeito da crise na produção de clínquer e de cimento, tendo-se observado alguns sinais de recuperação em 2013 e 2014.

A nível Europeu, também é possivel verificar uma evolução semelhante.

Gráfico 3

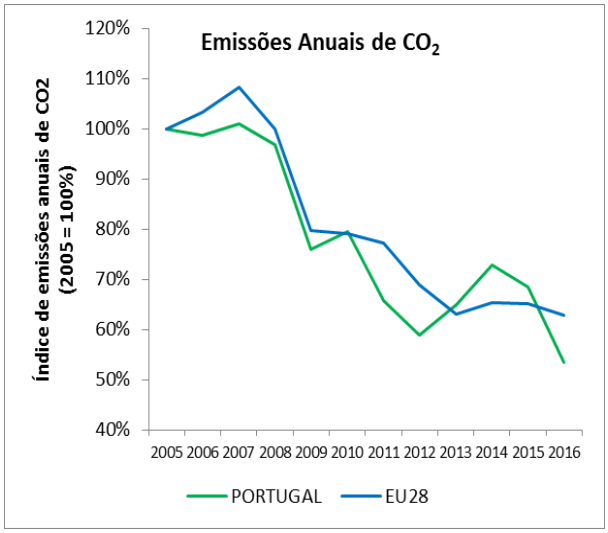
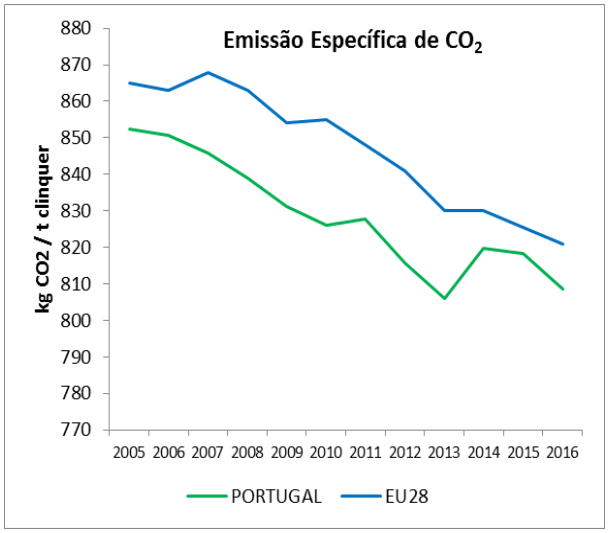


Gráfico 4



A evolução a nível nacional é idêntica à Europeia, embora com valores inferiores aos da Europa.

Ao nível das emissões especificas por tonelada de clinquer, Portugal apresenta também melhor desempenho que a média Europeia.

Neste período, o sector procedeu a significativos investimentos em medidas de redução do impacto ambiental e em I&D (200M€), que ultrapassam substancialmente (em 60%) o valor correspondente ao excedente de licenças gratuitas atribuídas, valorizadas ao preço médio de cada ano.

[1] Fonte: *"Getting the Numbers Right - GNR database"*, Emissões correspondem às *Gross emissions*, Ano base: 2005

Gráfico 5

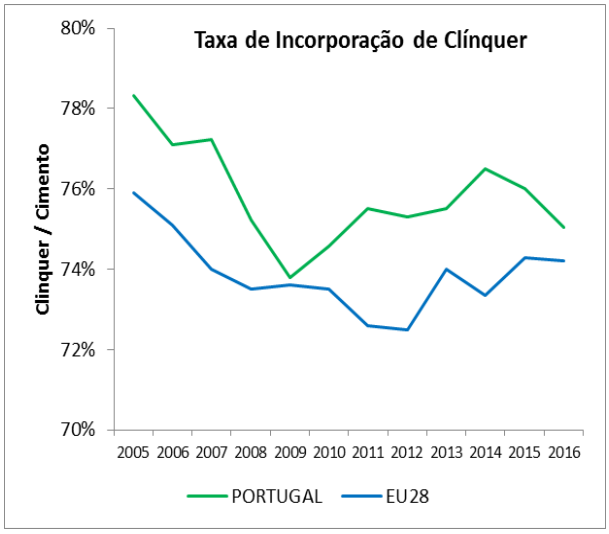
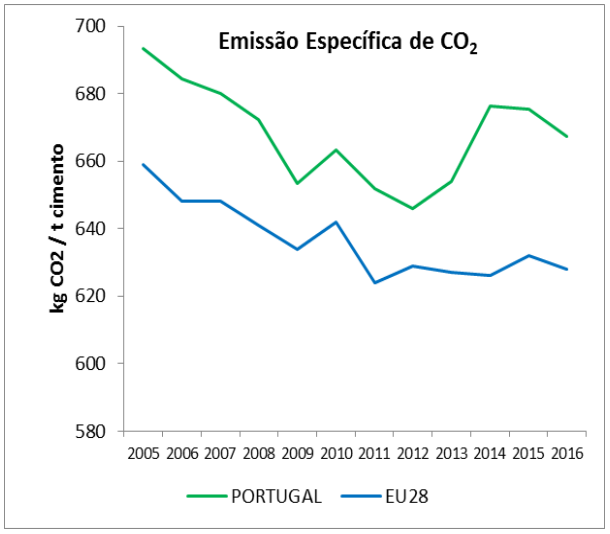


Gráfico 6



Neste gráfico, consideram-se equivalentes cimento e produtos cimentícios

O menor desempenho nacional na taxa de incorporação de clínquer tem a ver com a necessidade de exportação (que obriga à produção de cimentos com teor de clinquer mais elevado) e a menor disponibilidade de aditivos que o substituam.

Apesar de as emissões referentes ao clinquer nos serem favoráveis, o facto de se produzirem cimentos com maior incorporação de clinquer, origina uma emissão especifica mais elevada nos cimentícios.

Gráfico 7

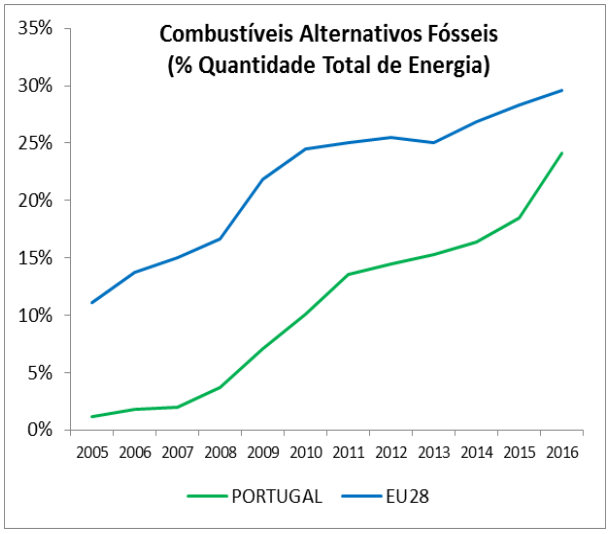
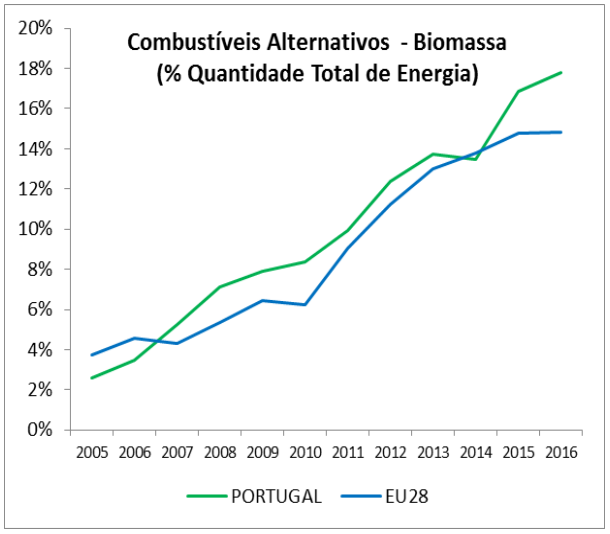


Gráfico 8



Apesar de, por razões de ordem politica, o consumo de Combustíveis Alternativos ter começado mais tarde e nos ser vedada a utilização de combustíveis alternativos de elevado poder calorifico, a manter-se a tendência actual, Portugal apresentará a curto prazo valores mais próximos dos europeus.

Em alguns casos, como o apresentado referente à biomassa, os valores obtidos são muito semelhantes aos europeus. Neste aspecto, apesar dos constrangimentos relativos à utilização de biomassa pelo nosso sector, o desempenho nacional tem sido muito positivo.

A redução das emissões específicas de CO_2 decorreram essencialmente da utilização de combustíveis alternativos, que permitiram valorizar mais de dois milhões e quatrocentos mil toneladas de resíduos em alternativa à sua deposição em aterro.

Gráfico 9

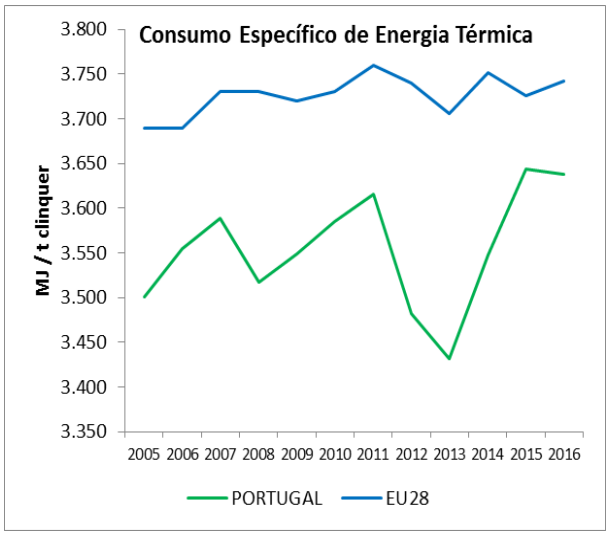
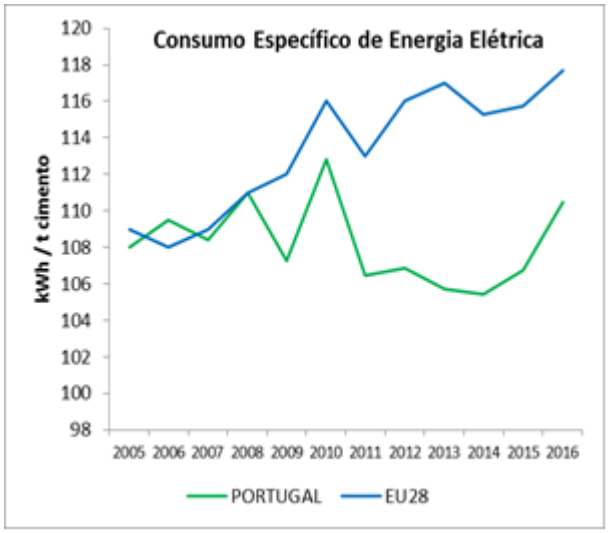


Gráfico 10



Em termos de consumo específico de Energia Térmica, a Indústria Cimenteira Nacional apresenta melhor desempenho que a média europeia. Este desempenho poderia ser melhorado se fosse possível utilizar combustíveis alternativos de elevado poder calorifico, o que não acontece presentemente devido à opção politica nacional pelo tratamento destes resíduos exclusivamente nos CIRVER (Centros integrados de recuperação, valorização e eliminação de resíduos perigosos). Refira-se a este propósito, a importância para o sector, do co-processamento de resíduos, em detrimento da sua deposição em aterro.

Por outro lado, o Sector encontra-se ainda num período de aprendizagem (só há cerca de 14 anos se iniciou a valorização térmica deste tipo de combustíveis), o que perspectiva melhores desempenhos futuros.

A flutuação que se observa no gráfico 10 tem a ver com a variação do mix mercado interno/exportação. De qualquer modo, o consumo específico nacional de Energia Elétrica é inferior ao europeu.

C. Portugal - Caminho percorrido

Nos últimos anos, a indústria cimenteira portuguesa tem vindo a investir fortemente para reduzir as suas emissões de carbono, aumentando a eficiência térmica e eléctrica, aumentando o co-processamento de combustíveis alternativos, utilizando matérias-primas secundárias e ensaiando inovadoras tecnologias de captação de carbono e de produção de clínquer/cimento de baixa intensidade carbónica.

A indústria cimenteira nacional tem levado a cabo projectos e investimentos conducentes à redução das emissões de CO_2 nas diversas Linhas de Acção incluídas nos 5 pilares enunciados no "Roadmap" publicado pela CEMBUREAU e acima referidos:

1. Eficiência de Recursos

1.1 Utilização de combustíveis alternativos

A aposta na valorização energética de resíduos traduziu-se em investimentos superiores a 50 M€, levados a cabo pela Indústria Cimenteira, em:

- Equipamentos de descarga, armazenagem e alimentação de combustíveis alternativos aos fornos;
- By-pass em diversos fornos com vista a permitir taxas de valorização mais elevadas de combustíveis alternativos;
- Sistemas de tratamento destinados à separação da parte valorizável dos Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR) nas instalações dos Operadores de Gestão de Resíduos.

Estes projectos, focalizados na sustentabilidade e na diversificação das fontes de energia do sector, são um contributo decisivo para o aproveitamento dos recursos endógenos, para a política nacional de segurança energética e para a estratégia nacional de gestão de resíduos. A utilização de biomassa é um

factor determinante na descarbonização da economia, mas o seu acesso por parte do sector cimenteiro tem estado algo limitado, por razões de política de apoio ao seu consumo por outros sectores, nomeadamente o de produção de energia eléctrica.

1.2 Substituição de matérias-primas naturais

- Estudo e ensaio de diversos subprodutos provenientes de outros sectores industriais (e.g., cinzas de cinzeiro das centrais termoeléctricas, escórias, cinzas de biomassa, lamas de papeleiras, etc.) para reciclagem como matérias-primas alternativas na indústria cimenteira.

1.3 Substituição de clínquer

- Estudos e ensaios destinados à maximização da utilização do calcário nos diferentes tipos de cimento de acordo com a norma europeia EN 197-1, de que resultou o lançamento de novos tipos de cimento compostos com menor intensidade carbónica.

1.4 Novos cimentos ainda não normalizados

- Realização de estudos de I&D em colaboração com universidades e institutos de investigação para o desenvolvimento de novos tipos de cimento com uma menor pegada de carbono. Estas iniciativas deram origem, em 2013, entre outros importantes resultados, a dois pedidos recentes de registo de patente internacional por parte do sector.

1.5 Maior eficiência no transporte do produto

- Esforço no sentido de maximizar a utilização das formas económica e ambientalmente mais eficientes de transporte e robustas de embalagem. Realce-se o aumento do peso do transporte marítimo, mais vocacionado para a exportação.

Modo de Transporte		2005	2016
Mais Eficiente	Via Marítima	19%	40%
⇩	Via Ferroviária	46%	15%
Menos Eficiente	Via Rodoviária	35%	45%

2. Eficiência Energética

2.1 Eficiência Energética em termos de Energia Eléctrica

- Em décadas anteriores houve uma grande redução do consumo de energia eléctrica, com a:
  - Adopção de separadores dinâmicos de última geração nos circuitos fechados dos moinhos de cimento;
  - Montagem de moinhos verticais nas matérias-primas;
  - Instalação de controlos de arranque suave e de variadores de velocidade nos equipamentos de maior potência instalada;
  - Substituição dos transportadores pneumáticos por transportadores mecanizados;
- A partir de 2005, o incremento da utilização de Combustíveis Alternativos permitiu reduzir ligeiramente o consumo da energia eléctrica devido à redução da energia necessária à moagem pulverulenta do coque de petróleo embora este seja neutralizado, em parte, pelo aumento do consumo de energia necessário aos sistemas de alimentação destes aos fornos e aumento de consumo dos ventiladores de tiragem provocado pelo incremento do volume de gases de exaustão dos fornos;
- Existe, contudo, uma possibilidade adicional e importante para a redução da factura energética das instalações por via do aproveitamento do calor residual dos gases quentes de processo, na torre de pré-aquecimento e nos arrefecedores de clínquer, na produção de parte da energia eléctrica necessária para autoconsumo; só que este tipo de investimento, que poderia ter um papel importante na competitividade da indústria ainda não apresenta níveis de “payback” aceitáveis.
- Por outro lado, se a descentralização da produção de energia eléctrica, a partir de fontes renováveis, incluir a iniciativa industrial, poderá ter um papel muito importante no futuro. Por exemplo, as grandes unidades industriais dispõem, em geral, de grandes áreas adjacentes (e.g., no nosso caso pedreiras ou áreas de protecção) que poderiam ser utilizadas para a produção de energia eléctrica renovável (solar fotovoltaico e eólica) e o licenciamento destas soluções e das respectivas ligações à rede eléctrica nacional deverão ser incentivados e facilitados através de quadros regulatórios apropriados.

2.2 Eficiência Energética em termos de Energia Térmica

- Ao longo das últimas três décadas, o sector procedeu gradualmente à modificação do processo de fabrico:
  - Transformação de fornos de via húmida para via seca, com redução de cerca de 50% do consumo de combustíveis;
  - Instalação de pré-calcinadores e optimização dos queimadores nos fornos, torres de pré-aquecimento e arrefecedores de clínquer;
  - Utilização de mineralizadores nas matérias-primas (redução da temperatura de clinquerização);
  - Instalação de sistemas de supervisão e condução automática de fornos (melhoria da fiabilidade de operação e estabilidade do processo) que conduziram ao aumento da eficiência energética;
- No futuro, face ao previsível aumento do consumo de combustíveis alternativos e à interdição, em Portugal, da valorização nos fornos cimenteiros de óleos usados e solventes (combustíveis com maior poder calorífico), ao contrário do que acontece noutros países europeus, encontra-se disponível uma gama limitada de combustíveis alternativos, com um poder calorífico mais baixo. Para o mesmo balanço energético, a necessidade de adicionar uma maior quantidade dos mesmos conduz à introdução no sistema dos fornos de maiores quantidades de ar frio, penalizando a eficiência térmica; a contrapartida, no entanto, é largamente compensadora como veremos adiante.

3. Captação de carbono e seu uso

3.1 Captação de carbono e seu uso

- A tecnologia CCS/CCU é considerada pela EU como uma tecnologia BAT para a redução substancial das emissões de CO_2 do sector. É um dado assumido, por inúmeros especialistas internacionais, de que o CCS/CCU, independentemente das acuais dificuldades, é necessário para compensar as emissões dos sectores com maiores dificuldades de redução, em especial, do cimenteiro cujas emissões de processo representam mais de 60% do total das emissões, e que poderá começar a ser implementado a partir de 2030 e adoptado em larga escala a partir de 2040;

- Ainda em fase intermédia de investigação e desenvolvimento, esta tecnologia tem apresentado resultados animadores revelando que pode ser possível capturar até 90% das emissões de CO_2 e podem ser criadas condições para a criação de novos segmentos de negócio como a utilização de CO_2 capturado como matéria prima para outras indústrias. No entanto, a captura de carbono poderá aumentar os custos de produção em 25 a 100% e exigirá sempre investimentos avultados, para além do consumo adicional de electricidade. O CCS/CCU implicará ainda o investimento numa infra-estrutura de transporte de CO_2 bem como em locais de armazenamento adequados;
- As duas empresas nacionais do sector estão representadas no comité de pilotagem de um projecto de I&D de grande envergadura, lançado em 2006 pela ECRA *("European Cement Research Academy")*, instituição da qual são membros mais de 40 produtores europeus de cimento, destinado a testar, com o apoio de fabricantes de equipamentos, a viabilidade técnico-económica da aplicação das tecnologias de captação do CO_2 em fábricas de cimento e que se encontra já na quarta fase das seis originalmente previstas. É bastante provável, segundo especialistas e o sector nacional está a seguir directamente através do projecto na ECRA, que surja a partir de: i) 2025, primeira instalação comercial de post-combustion; ii) 2030, primeira instalação industrial de oxyfuel-combustion; iii) 2030, combustíveis sintéticos produzidos pela conversão de CO_2 possam accionar navios e aviões; iv) 2035, CCUS e H_2 possam ter já uma aplicação em grande escala na economia europeia (2030 CCUS Post-combustion; 2035 CCUS Oxyfuel-combustion); v) 2050, remoção de CO_2 directamente da atmosfera;

3.2 Captação biológica do carbono

- Iniciado, em 2008, um projecto de captação de CO_2 através da produção de microalgas (Prémio Nacional de Inovação Ambiental de 2009 e um dos 10 finalistas do "EEP Awards" ("*European Environmental Press")* no mesmo ano) com vista à sua utilização em diferentes sectores (e.g., farmacêutico, agro-alimentar e cosmético);
- Face aos resultados da exploração de um protótipo, foi decidido construir uma instalação de 10.000 m^2, já em funcionamento e com inauguração oficial para breve e que é, neste momento, a maior instalação de foto-bio-reactores a nível mundial.

4. Eficiência do produto

4.1 Betão de mais baixa intensidade carbónica

- O sector está actualmente a levar a cabo projectos de I&D com o objectivo de produzir betão eco eficiente, reduzindo ao máximo a quantidade de cimento e de água necessários à produção de cada m^3 de betão, aumentando a sua durabilidade e mantendo a respectiva resistência;
- Simultaneamente, como referido, o sector está a investigar e a desenvolver a produção de cimentos com menor pegada em carbono.
- A utilização de argilas calcinadas em substituição do clínquer pode constituir uma das alavancas para a redução de emissões no sector cimenteiro, mas esse processo não é elástico, nem é possível modificar o portfólio de cimento de qualquer maneira porque depende do mercado e da disponibilidade de matérias-primas nas quantidades e qualidades adequadas. Portugal e a Europa, ao contrário de regiões geográficas como a América-do-Sul, África e Ásia, não dispõem destas matérias-primas com idêntica abundância.

5. Cadeia de valor a jusante

- Existem diversas razões para a utilização generalizada do betão em todo o mundo (a nível global, é o segundo material mais utilizado, logo a seguir à água):
  - É resistente e durável, versátil e é produzido de forma energeticamente eficiente;
  - Tem produção e utilização local, minimizando emissões decorrentes de transporte;
  - Apresenta baixas emissões de CO_2 comparativamente a outros materiais;
  - Apresenta reduzida manutenção e é economicamente acessível;
  - Tem excelente inércia térmica e é resistente ao fogo;
  - Graças ao efeito albedo, reflecte luz e absorve reduzida quantidade de calor, minorando as necessidades de arrefecimento dos edifícios.

5.1 Edifícios inteligentes e desenvolvimento de infra-estruturas

O sector nacional, no âmbito da CEMBUREAU, ECP ("European Concrete Platform"), WBCSD/CSI ("Cement Sustainability Initiative") e CEN TC350 ("*Sustainability of construction works* ") tem participado em estudos versando os seguintes aspectos:

- Os edifícios com estruturas em betão, quando não demolidos para a construção de novos edifícios com características totalmente diferentes do original, permitem, dada a sua durabilidade, em vez da sua completa "demolição", a sua "desconstrução", com o reaproveitamento integral das estruturas em betão na sua forma original e a eliminação de todos os outros elementos envolventes internos e externos, procedendo, desta forma, à modernização dos seus interiores e fachadas dotando-os de novas características arquitectónicas orientadas para as necessidades actuais e para a racionalização do consumo de energia;
- Este tipo de abordagem permite:
  - A sua adaptação flexível ao longo da vida útil;
  - O aproveitamento da inércia térmica do betão;
  - A transformação em "edifícios inteligentes";

  reduzindo o impacte ambiental inerente à extracção de novas matérias-primas virgens e à deposição em aterro de parte importante dos resíduos de demolição, sendo uma solução muito interessante do ponto de vista de análise de ciclo de vida;
- Um edifício moderno em betão concebido de forma a explorar a inércia térmica e a reciclagem deste material em fim de vida pode ver a sua pegada energética reduzida em cerca de 2/3. Os edifícios futuros terão cada vez mais, na sua fase de concepção, este tipo de funcionalidades em consideração;
- Existem soluções que permitem construir edifícios com menos 60% de consumo de energia e de emissões de CO_2 ao longo do ciclo de vida, comparativamente a edifícios construídos há 20 anos. Enquanto os edifícios tradicionais consomem 200kWh/m2/ano, a tecnologia associada ao betão

actualmente disponível permite que venham a ser construídos edifícios com consumos na ordem dos 50 kWh/m^2/ano.

5.2 Reciclagem do Betão

- É fundamental, pensar no aproveitamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) e demais tipos de resíduos (recursos / matérias-primas) numa perspectiva de economia circular para Portugal. As estatísticas oficiais referentes aos resíduos de construção e demolição (RCD) gerados em Portugal são, contudo, ainda algo incipientes e os valores que vêm muitas vezes à luz do dia são, com toda a certeza, bastante inferiores aos reais, o que exigirá um maior rigor na forma como é feita a sua contabilização. Existe uma grande quantidade de RCD que continua a escapar às malhas do processo de contabilização nas estatísticas nacionais.
- Para além da sua utilização no local das obras, como adições e operações de aterro / nivelamento, em estradas e infra-estruturas, no fabrico de tijolos, podem, também, ser utilizados, em percentagens controladas, no fabrico de cimento e de betão.
- A indústria cimenteira nacional pode, portanto, contribuir de uma forma relevante para o aumento da valorização dos RCD, e, dessa forma, para a meta portuguesa de valorização de 70% de RCD, ao incorporar este fluxo de resíduos em substituição de matérias-primas virgens, de clínquer e, também, substituindo uma parte dos agregados naturais utilizados na indústria do betão por agregados artificiais.
- O sector tem em curso projectos de I&D destinados a desenvolver tecnologias de reciclagem de resíduos de construção e demolição para a produção de ligantes hidráulicos a utilizar em aplicações particulares;
- No passado, foi também testado com sucesso o aproveitamento de uma parte deste tipo de resíduos como matéria-prima descarbonatada para a produção de clínquer e como agregados artificiais a incorporar na produção de betão de novos edifícios e estruturas em obra.

5.3 Recarbonatação

- O sector cimenteiro nacional, através da CEMBUREAU, tem efectuado diversos estudos que comprovam o efeito importante de sequestração do CO_2 da atmosfera por parte das estruturas e infra-estruturas existentes em betão durante (e após) a respectiva vida útil de serviço;
- Assim, o sector tem promovido a construção de obras em betão à vista, o mesmo é dizer, em betão não pintado, nomeadamente na construção em betão fabricado a partir de cimento branco;
- A produção de agregados artificiais a partir de resíduos de construção e demolição, que poderá ser incentivada pelo incremento das taxas de deposição em aterro, constitui uma forma de potenciar este mesmo efeito;
- Um estudo recente levado a cabo por uma universidade sueca [(1)] dá conta de que, segundo o modelo desenvolvido para o caso sueco, as infra-estruturas em betão construídas até hoje absorvem cerca de 17% do CO_2 emitido anualmente pelo sector, ou seja, cerca de 125 kg de CO_2 por tonelada de cimento produzida.
- A industria de cimento nacional adjudicou recentemente um estudo que visa estimar o CO_2 que é absorvido pelo cimento via carbonatação do betão e que recorre à metodologia desenvolvida pela CEMBUREAU e publicada pelo IVL Swedish Environmental Research Institute. No futuro, poder-se-á colocar a hipótese de incluir esta estimativa em metodologias de cálculo das emissões pelas entidades competentes.

NB: [(1)] "Calculating CO_2 uptake for existing concrete structures during and after service-life", Lund University, Faculty of Engineering, Building and Environmental Technology.

5.4 Construção Sustentável

- As estruturas e infra-estruturas em betão apresentam uma enorme resiliência e podem durar séculos com custos relativamente reduzidos de manutenção ou reparação e, no final da sua vida útil, os materiais de demolição podem ser reciclados (e.g. agregados artificiais);

- Os edifícios são responsáveis por aproximadamente 35% do total de emissões de gases com efeito de estufa (GEE) na UE, o que torna o consumo energético dos edifícios num dos maiores desafios ambientais da actualidade;
- A inércia térmica torna os edifícios em betão muito eficientes e, uma vez que entre 88 a 98% do total de emissões, durante o ciclo de vida dos edifícios, estão relacionadas com a fase de utilização, o potencial de poupança proporcionado pelo betão (5 a 15%) compensa totalmente as emissões resultantes da produção de cimento (4 a 5%);
- Acresce que o betão facilita a instalação de sistemas de arrefecimento eficientes, melhora a estanquicidade ao ar e permite uma melhor instalação de sistemas de ventilação. Combinando o supracitado, o potencial de inércia térmica do betão pode ser maximizado, proporcionando uma vantagem competitiva significativa comparativamente a outros materiais;
- Ao longo da sua vida útil, o betão absorve lentamente o CO_2 do ar (sequestração de carbono), como referido no ponto 5.3;
- Devido à sua cor, possui uma elevada reflectância, i.e., os raios solares incidentes sobre a sua superfície são reflectidos e menos calor é absorvido, resultando em temperaturas locais mais baixas e num reduzido efeito de "manchas urbanas" de calor, como comprovam inúmeras aplicações em Portugal;
- Além disso, trata-se de um produto versátil, económico, de reduzida manutenção, com uma grande resistência ao fogo, produzido e fornecido localmente, que virá a ter um papel estratégico determinante nas políticas de adaptação às alterações climáticas em Portugal, país particularmente vulnerável às suas consequências;
- De salientar ainda a promoção de estudos e ensaios de utilização de adições alternativas renováveis (por ex. a cortiça), como substituto de adições naturais não renováveis (por ex. britas e/ou areais), com benefícios adicionais em termos ambientais, como o efeito de isolamento térmico e acústico;
- O sector nacional, através da sua participação na ATIC, CEMBUREAU e WBCSD/CSI, tem organizado diversas iniciativas sobre a Construção Sustentável e tem colaborado na elaboração de PCR ("*Product*

Category Rules”)/EPD (“*Environment Product Declaration*”) para cimento e betão, destinados a serem utilizados para avaliar os edifícios, estruturas e infra-estruturas enquanto unidades funcionais.

- O sector dos transportes é responsável por 20% do total de emissões de GEE na Europa, e também nesta área o betão pode contribuir para menores emissões de CO_2. Os pavimentos em betão podem reduzir o consumo de combustível de veículos pesados até 6%, através de uma menor resistência ao rolamento, entre a estrada e o veículo. A reduzida necessidade de manutenção e consequente menor congestionamento do tráfego, podem permitir ainda obter reduções adicionais;
- Adicionalmente, o betão apresenta um maior coeficiente de reflexão comparativamente ao asfalto, devido à sua cor mais clara. Tal permite reduzir as necessidades de iluminação pública, bem como as consequências das ilhas de calor nas áreas construídas;
- Os custos totais do ciclo de vida do betão são inferiores aos do asfalto, tornando-se as estruturas em betão mais vantajosas a partir do 7º ano de construção, para um ciclo de vida de mais de 30 anos.

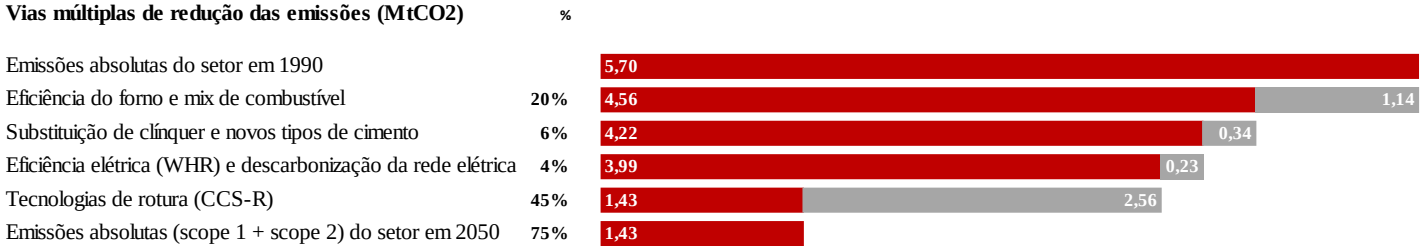
D. Perspectiva da Evolução da Intensidade Carbónica até 2050

Continuarão a ser efectuados investimentos em tecnologias e processos de gestão que visem continuar o caminho traçado nas últimas décadas, intensificando o uso de combustíveis alternativos de várias fileiras e optimizando o seu co-processamento.

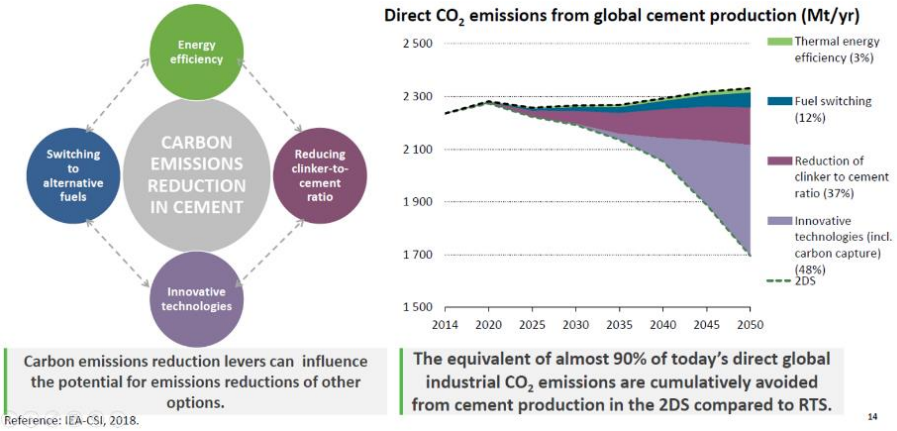
O "Roadmap" da União Europeia para uma Economia de Baixo Carbono aponta para a necessidade de alcançar até 2050 reduções da ordem dos 80 a 95% nas emissões de CO_2 relativamente a 1990. A ambição particular da indústria cimenteira nacional no âmbito deste documento é de alcançar uma redução de 75% e, nesse sentido, foi feita uma primeira estimativa do potencial de algumas das vias para a redução das emissões de CO_2 até 2050.

- O aumento da eficiência dos fornos cimenteiros, aliado a uma selecção criteriosa de combustíveis alternativos, permitirá uma redução de 20% das emissões de CO_2 em 2050, relativamente a 1990;
- A substituição de clínquer e o desenvolvimento de novos tipos de cimento terão um contributo adicional de cerca de 6% na redução mencionada;
- Estima-se que a melhoria da eficiência do consumo de energia eléctrica, a produção própria parcial da mesma a partir da recuperação do calor residual dos gases de processo e a descarbonização da energia fornecida pela rede eléctrica nacional contribuam adicionalmente para uma redução da ordem dos 4%;
- Verificadas as condições de viabilidade técnica e económica da utilização de tecnologias de "Captura, Utilização e Armazenagem de Carbono" (CCS/CCU) e a possibilidade da sua aplicação a 70% da produção de clínquer nos fornos nacionais, prevê-se uma redução adicional da ordem dos 45%;

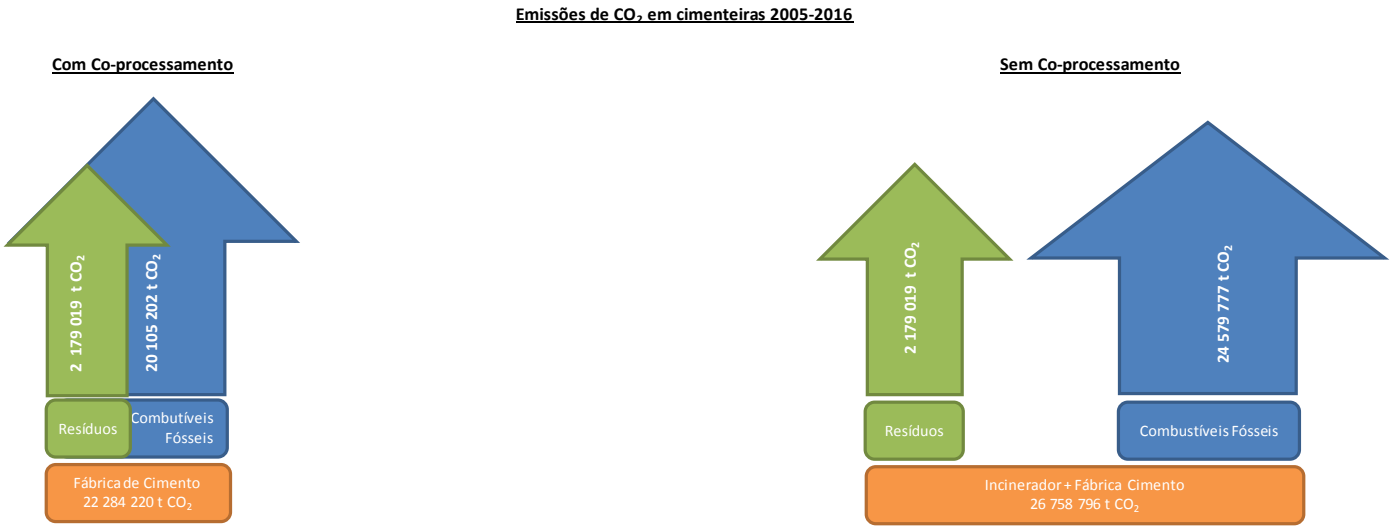
A concretização da aplicação das tecnologias atrás mencionadas conduzirá a uma redução global de emissões de CO_2 de 75% em 2050 face a 1990.



Por sua vez, o Roadmap do CSI apresenta as seguintes estratégias para a redução das emissões de CO_2:



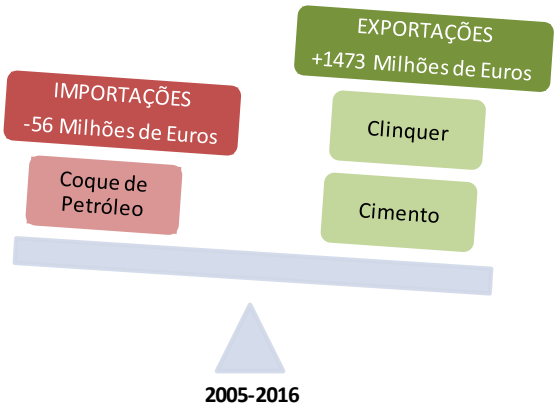
No período de 2005-2016, o sector cimenteiro nacional, recorrendo à utilização de Combustíveis Alternativos, reduziu as suas emissões de CO_2, obtendo simultaneamente uma poupança de combustível fóssil importado (em quantidade e em valor) e valorizou uma quantidade significativa de resíduos através de co-processamento:



Neste período, o co-processamento de cerca de 2.4 milhões de toneladas de resíduos evitou a emissão de aproximadamente 2.3 milhões de toneladas de CO_2 e permitiu reduzir a importação de coque de petróleo em 770 mil toneladas (56 milhões de euros).

A estratégia da maximização da utilização de combustíveis alternativos, traduz-se também num acréscimo da componente nacional do Valor Acrescentado Bruto do sector cimenteiro, já significativamente elevado e que se estima em cerca de 82%.

Na realidade, a indústria cimenteira nacional tem contribuído, dentro das suas possibilidades, para o equilíbrio da balança comercial no período em análise.



Emissões de CO2 evitadas

2,295,557 t

Consumo de resíduos

2,390,056 t

E. Medidas potenciadoras da sustentabilidade da indústria cimenteira nacional

A sustentabilidade da indústria cimenteira portuguesa passa não só pelas medidas aplicadas pelas empresas, como também pelas políticas públicas e regulações de mercado que forem sendo introduzidas no futuro próximo. Enquadrar investimentos nos Programas de Investimento Nacional e Europeu, promover a construção sustentável e executar projectos estruturantes de fomento da exportação são alguns dos caminhos apontados.

- A sustentabilidade económica na Indústria Cimenteira nacional passa pela redução das seguintes componentes, com idêntico peso no custo variável do cimento:
  - Componente térmica (aumento da eficiência energética e uso de resíduos como combustíveis alternativos);
  - Componente eléctrica (aumento da eficiência energética e produção própria de energia eléctrica para autoconsumo a partir do aproveitamento de calor de gases residuais de processo);

- Componente operacional (aumento da eficiência na utilização dos RH e dos processos de Gestão, actualização tecnológica das instalações produtivas, redução dos custos energéticos, redução dos custos de transportes, redução dos custos de exportação, por alteração de taxas portuárias e acessibilidades);

de modo a permitir, através do aumento da exportação, a manutenção das fábricas actuais e respectivos impactos positivos, directos e indirectos, nas economias locais/regionais no que se refere a :

- Emprego;
- Impostos;
- Actividades indirectas.

Eixos de acção

No âmbito das linhas de acção referidas no ponto B, indicamos algumas medidas políticas que reputamos importantes, bem como exemplos de medidas concretas de possível implementação a curto/médio prazo, em consonância com os princípios da Economia Circular:

1. Eficiência de Recursos

1.1 Utilização de combustíveis alternativos

- A TGR é uma medida parafiscal que deverá incentivar a aplicação do princípio da hierarquia na gestão de resíduos e diferenciar as várias opções de gestão, de forma a valorizar as eficiências e impactes ambientais de cada uma delas. Adicionalmente, deverá evitar a deposição em aterro de resíduos com valor energético e/ou mineral, contribuir para reduzir as emissões de CO_2 e, simultaneamente, atingir as metas do país em termos de reciclagem e deposição em aterro;
- Deste modo, achamos que os valores aprovados na Lei nº 82-D/2014, de 31 de Dezembro, não reflectem adequadamente as externalidades da deposição em aterro, nem diferenciam, em termos de TGR, as diferentes opções de valorização em função da sua eficiência e impacte ambiental;
- Assegurar igualdade de condições para a utilização de biomassa eliminando subsídios que favoreçam umas indústrias em relação às outras;

- De acordo com o Guia para a Interpretação da Directiva Quadro dos Resíduos, de 2012, o co-processamento é definido como um processo produtivo em que "*…os resíduos são utilizados numa operação que combina duas operações simultâneas de valorização de resíduos. O conteúdo energético do resíduo é valorizado como energia térmica, substituindo assim combustíveis, enquanto a fracção mineral dos resíduos pode ser integrada (e assim reciclada) na matriz do produto ou material produzido*". Este duplo papel de valorização energética e material do co-processamento de resíduos em fornos de cimenteiras deverá ser reconhecido;
- Fomentar a I&D em domínios como:
  - recuperação dos resíduos de fracções com potencial mineral e calorífico para co-processamento;
  - levantamento de resíduos e subprodutos das indústrias a nível nacional e criação de bolsas de resíduos;
- Criar condições para fomentar um verdadeiro mercado de resíduos.

1.2 Substituição de matérias-primas naturais

- Projectar e implementar políticas que premeiem a I&D e a utilização de matérias-primas alternativas, em substituição das naturais, nomeadamente, recursos locais e materiais mais disponíveis, bem como de resíduos de obtenção mais favorável, tendo em conta a avaliação do ciclo de vida global;
- No entanto, o fabrico do cimento implica, em maior ou menor medida, o recurso a matérias-primas naturais, devendo o licenciamento de eventuais novas pedreiras ter em linha de conta, ao contrário de outros casos, a grande abundância dos minerais presentes na composição do cimento, bem como a contribuição muito positiva que, hoje em dia, a correcta exploração de uma pedreira permite, em termos da preservação e até desenvolvimento da biodiversidade local.

1.3 Substituição de clínquer

- Embora os cimentos compostos com menor incorporação de clínquer apresentem vantagens ambientais e características favoráveis do produto, é importante a adopção de abordagens de análise de ciclo de vida global nos Contratos Públicos, de forma a incluírem, para além dos aspectos ambientais, os aspectos de natureza social e económica;
- Dever-se-á facilitar o acesso a políticas de reciclagem de matérias-primas, resíduos de melhor qualidade e subprodutos.

1.4 novos cimentos ainda não normalizados

- Apoiar e proporcionar acesso a fundos para I&D, permitindo desenvolver cimentos e betões inovadores, com potencial para responder aos requisitos de uma produção e construção sustentável e eficiente em recursos.

1.5 Maior eficiência no transporte do produto (assuntos específicos de cada empresa)

- A indústria cimenteira tem procurado soluções no sentido da redução das emissões por tonelada de matérias-primas, de combustíveis e/ou de produto acabado, mas neste âmbito algumas medidas podem ser tomadas de imediato, ou a curto/médio prazo, das quais salientamos:
  - Autorizar o transporte de CDR/Lamas de ETAR desidratadas ou secas, em camiões com carga bruta de 60t (DL nº 133/2010) para as USSL / Fábricas;
  - Autorizar o transporte de cimento/clínquer para exportação em camiões com carga bruta até 60 t (DL nº 133/2010, Anexo VIII);
  - Incentivar o desenvolvimento de facilidades portuárias e sistemas intermodais, no âmbito do apoio à exportação;

- Apoiar um plano conjunto de várias indústrias entre Alhandra e Vila Franca de Xira, com vista à dragagem do Tejo naquela zona, permitindo a navegabilidade de navios de maior calado para a exportação de clínquer e cimento;
- Instalação de um ramal ferroviário (4 a 5 Km) até ao terminal da Termitrena - Porto de Setúbal;
- Electrificação da Linha do Oeste.

2. Eficiência Energética

2.1 Eficiência Energética em termos de Energia Eléctrica

- Promover o acesso a fundos para I&D visando estimular tecnologias inovadoras e de rotura, p.ex. moagens mais eficientes;
- É importante assegurar o acesso de todas as indústrias Europeias à energia eléctrica a preços justos e acessíveis (incluindo taxas e fees), ou seja, um mercado liberalizado de energia e não só Ibérico;
- É fundamental a revisão das "Orientações relativas a determinadas medidas de auxílio estatal no âmbito do regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa após 2012" da CE e consequente Compensação financeira do aumento dos custos indirectos de CO_2 por parte da industria cimenteira.

2.2 Eficiência Energética em termos de Energia Térmica

- Promover o acesso a fundos para I&D visando estimular tecnologias inovadoras e de rotura, o que contribuirá para a criação de empregos altamente qualificados e uma maior base de conhecimento tecnológico;
- O acesso a fundos (no âmbito do Portugal 2020) para a secagem de CDR (fracção resto de TMB/TM) e de lamas de ETAR, nas instalações respectivas, permitirá a disponibilização de resíduos de melhor qualidade, o que, em consequência, possibilitará a maximização da capacidade de co-processamento

nos fornos de cimento, cumprindo os objectivos da economia circular de uma utilização mais eficiente destes recursos;

- Promover o acesso a fundos (no âmbito do Portugal 2020) para a gaseificação de resíduos na indústria cimenteira, como forma de aumentar a eficiência térmica da operação de co-processamento;
- Estimular a utilização custo-efectiva da recuperação de calor residual de processo na produção de energia eléctrica para autoconsumo e exploração total do potencial desta tecnologia em Portugal - W.H.R. ("Waste Heat Recovery") - Recuperação de calor excedentário (sem subsídio à exploração) através do recurso efectivo aos fundos disponibilizados no âmbito do Portugal 2020.

3. Sequestração de Carbono e seu uso

3.1 Sequestração de Carbono e seu uso

- A Captura de Carbono é actualmente a única tecnologia para reduzir radicalmente as emissões de CO_2 na indústria cimenteira. Contudo, para ser possível a sua implementação no médio prazo, serão necessárias políticas de apoio a vários níveis, incluindo:
  - Apoio e financiamento da I&D em todos os aspectos relacionados com o CCS/CCU;
  - Financiar nova investigação para desenvolver alternativas para a utilização das emissões de carbono capturadas, no caso do CCS/CCU;
  - Identificação e desenvolvimento de locais de armazenamento e soluções de transporte, como sejam redes de gasodutos dedicadas, no caso do CCS;
  - Promoção de campanhas de informação e diálogo com todos os "stakeholders" com vista à aceitação pública no caso do CCS;

3.2 Sequestração biológica do carbono

- A tecnologia de produção de microalgas pode constituir uma solução para a captura de CO_2, bem como para a produção de combustíveis de biomassa.

4. Eficiência do Produto

4.1 Betão de mais baixa intensidade carbónica

- Promover a I&D relativamente a novas tecnologias para testar mais rapidamente a durabilidade das novas misturas de betão;
- Alterar os procedimentos dos Contractos Públicos de modo a que contemplem o ciclo global de vida do carbono.

5. Cadeia de valor a jusante

5.1 Edifícios inteligentes e desenvolvimento de infra-estruturas

- Elaborar normas sobre inércia térmica dos diferentes tipos de materiais usados na construção;
- Incentivar a selecção de materiais para construção de novas estruturas, com base em cálculos de consumo de energia ao longo do ciclo de vida completo dos edifícios;

5.2 Reciclagem do betão

- Promover o acesso a fundos para I&D destinados a desenvolver tecnologias de reciclagem de resíduos de construção e demolição para a produção de ligantes hidráulicos destinados a aplicações particulares.

5.3 Recarbonatação

- Promover o acesso a fundos para I&D destinados a desenvolver e testar modelos que permitam calcular a quantidade de CO_2 sequestrado através da recarbonatação das estruturas já construídas e dos resíduos de demolição, permitindo deste modo uma medida mais rigorosa do balanço as emissões de CO_2 da indústria cimenteira, ao longo do ciclo de vida global da utilização do betão.

5.4 Construção Sustentável

- Incentivar os investimentos no sector da construção, o qual gera crescimento e emprego, sendo essencial para a recuperação económica da Europa;
- Desenvolver soluções que exijam a participação de todos os intervenientes na cadeia da indústria de construção (e.g. desenhar esquemas de financiamento que incentivem os proprietários individuais a melhorar a eficiência energética das respectivas residências através da renovação ou reconstrução);
- Basear as políticas de construção no desempenho dos edifícios e considerar os impactos durante todo o ciclo de vida dos mesmos. Este processo pode ser liderado pelas regras da contratação pública;
- Estabelecer um novo quadro legal que garanta a segurança estrutural e sísmica do edificado reabilitado;
- Considerar a reconstrução em vez da renovação, sempre que aplicável;
- Políticas, tais como planeamento urbano e contratação pública, devem ter uma perspectiva de longo prazo no sentido de encorajar a adopção das soluções mais sustentáveis;

Tendo em linha de conta as diversas medidas potencialmente elegíveis no âmbito do Portugal 2020, chama-se a atenção para a necessidade de avaliar um possível ajustamento da integração de algumas regiões nas NUTs (“Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos”).