



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL

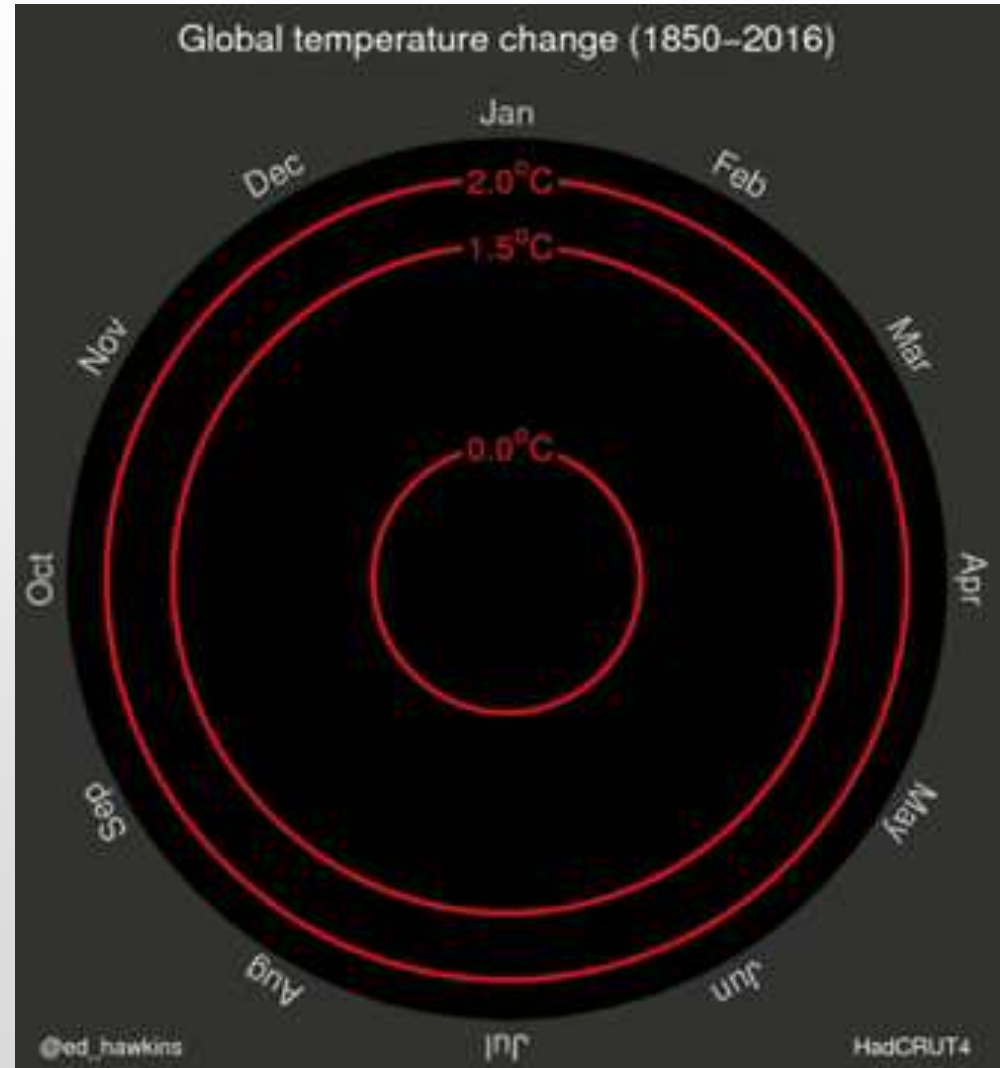
O que muda com o fim das cinzas volantes



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DAS EMPRESAS DE BETÃO PRONTO

João Duarte

- **PARIS 2015**
 - Aumento da temperatura média global até 2050 $\leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- **COMO CONSEGUIR?**
 - Apostar nas fontes de energia renováveis
 - Acabar com a produção de energia a partir de combustíveis fósseis, a começar pelo **CARVÃO**
 - ...



- **CINZAS**

- Resíduo sólido resultante da queima de um combustível, com origem nas impurezas minerais nele contidas.
- Podem conter restos de combustível não queimado (inqueimados)

- **CINZAS VOLANTES**

- Cinzas finas arrastadas pelos gases de combustão
- Capturadas por filtros eletroestáticos

- **ESCÓRIAS (CINZAS DE FUNDO)**

- Cinzas grosseiras que ficam no fundo da câmara de combustão



- **CINZAS**
 - Resíduo sólido resultante da queima de um combustível, com origem nas impurezas minerais nele contidas.
 - Podem conter restos de combustível não queimado (inqueimados)
- **CINZAS VOLANTES**
 - Cinzas finas arrastadas pelos gases de combustão
 - Capturadas por filtros eletroestáticos
- **ESCÓRIAS (CINZAS DE FUNDO)**
 - Cinzas grosseiras que ficam no fundo da câmara de combustão



- **FIM DO CARVÃO NAS TERMOELÉTRICAS**

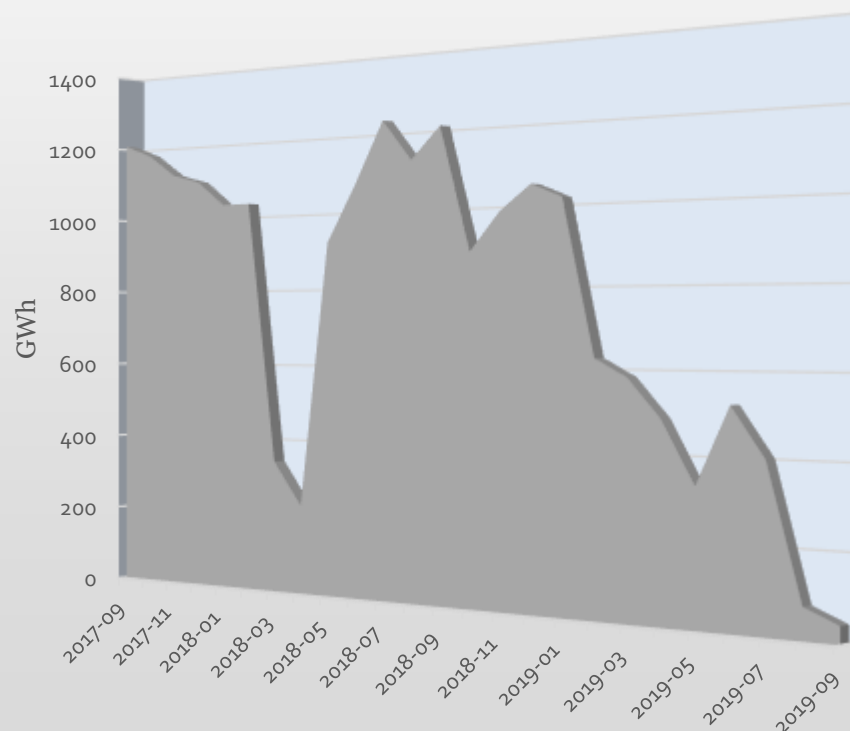
Encerramento das centrais termoelétricas

- Pego 2021
- Sines 2023

- **EFEITOS JÁ SE SENTEM**

- 19 dias consecutivos sem energia a partir do carvão
- Sines → 33 dias inativa
- Consumo de carvão caiu 23% (dados de agosto)

Produção de energia a partir do carvão



- **AÇÃO DO DIÓXIDO DE CARBONO**

- Carbonatação da camada superficial do betão
- Quando atinge as armaduras induz a sua corrosão
- Afeta todas as estruturas de betão armado

XC1

XC2

XC3

XC4

- **AÇÃO DOS CLORETOS DE ORIGEM MARÍTIMA**

- Contacto da estrutura de betão armado com cloretos
- Penetração dos cloretos no betão
- Quando atingem as armaduras, os cloretos induzem a sua corrosão
- Afeta todas as estruturas em contacto com a água do mar (XS2 ou XS3) e na orla costeira (XS1)

XS1

XS2

XS3

• AÇÃO DOS CLORETOS DE OUTRAS ORIGENS

- Contacto da estrutura de betão armado com cloretos
- Penetração dos cloretos no betão
- Quando atingem as armaduras, os cloretos induzem a sua corrosão
- Afeta todas as estruturas em contacto com a água contendo cloretos (pe: sais descongelantes)

XD1

XD2

XD3

• AÇÃO DO GELO DEGELO

- Quando o betão está húmido e exposto a ciclos de gelo-degelo com ou sem sais descongelantes
- Desagregação do betão a partir da superfície
- Afeta todas as estruturas de betão, armado ou não

XF1

XF2

XF3

XF4

- **ATAQUE QUÍMICO**

- Quando o betão está em contacto com produtos químicos agressivos (pe.: sulfatos; ambientes ácidos)
- Dissolução do betão a partir da superfície
- Afeta todas as estruturas de betão, armado ou não

XA1

XA2

XA3

CLASSES DE EXPOSIÇÃO		COM CINZAS VOLANTES		SEM CINZAS VOLANTES	
		Mín. dosagem de cimento	Mín. classe resistência	Mín. dosagem de cimento	Mín. classe resistência
ATAQUE PELOS CLORETOS	XS1 XD1	320 kg/m ³	C30/37	360 kg/m ³	C40/50
	XS2 XD2				
	XS3 XD3	340 kg/m ³	C35/45	380 kg/m ³	C50/60
ATAQUE PELOS CLORETOS	XA1	320 kg/m ³	C30/37	340 kg/m ³	C35/45
	XA2	340 kg/m ³	C35/45	360 kg/m ³	C40/50
	XA3	360 kg/m ³		380 kg/m ³	



- **EMPRESAS DE BETÃO PRONTO**

- Sem alternativa em Portugal
- Ligante passa a ser apenas o cimento
- Aumenta a mínima dosagem de cimento
- Cimento mais caro que cinzas volantes
- Aumenta o custo de fabrico do betão

→ 10% a 15%

Consumo de cinzas em Portugal

2016	279 mil ton
2017	411 mil ton
2018	371 mil ton

- **EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO**

- Aplicação de betões diferentes dos especificados no projeto

Exemplos:

- Classes exposição XC3-XS1 (estrutura/ edifício na orla costeira)
 - Betão de projeto (com cinzas) = C30/37
 - **Betão a aplicar em caso de falta de cinzas = C40/50**
- Classes exposição XC4-XS3-XA1 (parte de obra marítima na zona das marés, rebentação e salpicos):
 - Betão de projeto (com cinzas) = C35/45
 - **Betão a aplicar em caso de falta de cinzas = C50/60**
- **Aumento do custo de construção (a repercutir no cliente final)**

• EMPRESAS DE BETÃO PRONTO

- Não são responsáveis pela falta de cinzas volantes
 - Paragem das centrais termoelétricas
- Proposta de fornecimento claras
 - Diferenciar o preço dos betões por classe de exposição
 - Betões com e sem cinzas volantes
 - Classes de resistência diferentes

Classe de exposição	Ligante	Classe de resistência	Classe de consistência	Classe teor de cloretos	Máx. dim. agregado	Preço
XC4 – XS1	CEM II/A-L	C40/50	S4	Cl0,20	20 mm	...
	CEM II/A-L + Cinzas volantes	C30/37				...

- **EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO**

- **→ OBRAS EM CURSO**

- Obra tem de continuar com um betão sem cinzas volantes
 - Composição só com cimento e maior dosagem
 - Classe de resistência mais elevada
 - Preço do betão mais elevado
 - Aumento do custo de construção

- **EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO**

- ➔ **OBRAS QUE AINDA NÃO COMEÇARAM**

- Verificar especificação do betão no projeto
 - Se projeto foi calculado sem contar com as cinzas volantes ➔ OK
 - Caso contrário ➔ Solicitar revisão do projeto

OBJETIVO: Otimizar a estrutura e custos tendo em conta o aumento da classe de resistência do betão

- **PROJETISTAS**

- ➔ **NOVAS OBRAS**

- Identificar as classes de exposição aplicáveis
 - Calcular as estruturas sem contar com as cinzas volantes

- Classes de resistência mais elevadas**

- Estruturas mais económicas
 - Redução nas secções do betão
 - Redução na quantidade de armaduras de aço
 - Redução no custo de construção

- Preço do aço \approx 100x preço do betão**

- Redução na quantidade de matérias-primas
 - Redução nas emissões de CO₂ imputáveis à estrutura

FIM



**BETÃO PRONTO
a opção natural**

