

AN7.3 – Justificação do facto de a energia estar ou não a ser eficazmente utilizada

A indústria cimenteira é uma indústria consumidora intensiva de energia, quer de energia calorífica na utilização de combustíveis nos fornos, quer de energia elétrica, cujos principais equipamentos consumidores são os moinhos (moagens de cru e cimento) e os ventiladores de exaustão (fornos e moinhos).

O peso percentual dos custos energéticos no conjunto dos custos de produção cimenteiros foi sempre, tal como ainda é, muito significativo, o que implica que seja dada grande atenção à evolução e redução desses custos.

As opções tecnológicas para a fábrica de cimento do Centro de Produção de Souselas têm sido, desde sempre, baseadas em critérios de eficiência energética.

O Centro de Produção de Souselas iniciou a sua laboração em 1974/5 com dois fornos de via seca, com torres de pré-aquecimento em etapas. Em 1982, devido ao aumento do consumo e à expansão do mercado no norte do país, entrou em laboração uma 3.ª linha de fabrico, utilizando o mesmo tipo de processo que as anteriores.

Em 1987 foi alterado o sistema de queima e preparação de combustíveis para permitir a utilização de carvão como combustível principal em substituição do fuelóleo. Mais recentemente, nomeadamente a partir de 1999 a fábrica passou a utilizar cada vez maiores quantidades percentuais de coque de petróleo no mix de combustíveis, sendo atualmente ainda o combustível principal mais utilizado (entre 67 e 72% no período 2020-2022). Nos anos 2020 e 2021, embora em muito pequenas quantidades (<1%), foi retomada a utilização de carvão misturado com o coque de petróleo o que não acontecia desde 2009.

Em agosto de 2001, a 3.ª linha sofreu uma alteração profunda tendo sido instalada uma pré-calcinação e alterado o sistema de arrefecimento do clínquer, passando de arrefecedor de satélites para um moderno arrefecedor de grelha fixa. A partir desta data a linha 3 da instalação possuía a MTD (Melhor Técnica Disponível) definida no BREF do setor para a seleção do processo.

A nível da eficiência energética a indústria cimenteira em geral, devido aos constantes progressos tecnológicos que tem vindo a adotar nos últimos 35 anos, dispõe apenas de possibilidades residuais de poder melhorar de forma significativa o seu desempenho energético. De qualquer modo, para localizar devidamente o setor cimenteiro nacional no contexto comunitário, é importante fazer notar que este setor se apresenta, em termos de consumo energético, como um dos mais eficientes a nível europeu; na verdade, em 1993, num estudo efetuado para a Comissão (DG XVII) “Energy Technology in the Cement Industrial Sector”, o setor cimenteiro nacional (que é bastante homogéneo em termos tecnológicos) ficou em 2.º lugar no “ranking” comunitário.

Ao nível do Centro de Produção de Souselas, a CIMPOR tem mantido como princípio, na remodelação e modernização das suas instalações, a redução dos consumos específicos de energia.

A melhoria da eficiência energética do processo de produção é uma preocupação contínua que contribui para a redução de custos e aumento da competitividade, para além de contribuir para a proteção ambiental.

As principais modernizações tecnológicas e medidas introduzidas para aumentar a eficiência energética da instalação, a partir da década de 90, e das quais fazem parte algumas MTD, foram as seguintes:

- Otimizações nos arrefecedores de clínquer e nas torres de ciclones de pré-aquecimento;
- Eliminação de entradas de ar falso nos circuitos aeráulicos do forno;

- Instalação de separadores de alta eficiência (3ª geração) em moagens, obtendo-se reduções da ordem dos 2 a 3 kWh/t, dependendo do tipo de cimento;
- Diversificação da gama de produtos, valorizando aditivos, no contexto das especificações das normas aplicáveis, com redução da percentagem de clínquer no cimento;
- Utilização de adjuvantes de moagem;
- Montagem de variadores de velocidade em ventiladores de processo e em motorização de equipamentos de carga variável;
- Substituição gradual de motores elétricos de classe IE1 por motores de classe IE2/IE3 para reposição/substituição de motores danificados e não recuperáveis.
- Otimização dos consumos de ar comprimido em operações de homogeneização, por redução das quantidades e pressões de serviço, em transportes pneumáticos, por substituição por mecânicos (exemplo: elevadores na alimentação de farinha aos fornos) e por redução de circuitos de distribuição (criação de rede geral) e eliminação de fugas;
- Remodelações e atualizações tecnológicas de instalações elétricas e correção de fatores de potência;
- Remodelação de instalações de iluminação, nomeadamente ao nível da redução da iluminação permanente em zonas de trabalho não contínuo (interruptores com controlo temporizado) e utilização de sistemas mais eficientes (armaduras fluorescentes equipadas com condensadores para correção de fatores de potência para reduzir perdas resultantes de energia reativa e substituição gradual de armaduras com balastro ferromagnético por eletrónicas T5 e de projetores com lâmpadas de vapor de sódio/iodetos metálicos por projetores LED);
- Instalação e otimização de sistemas de gestão de energia, nomeadamente avaliação de consumos com equipamentos em paragem e conexão a sistema de inteligência operacional – Osisoft.

O forte investimento associado à implementação destas medidas, algumas das quais integradas e acompanhadas no âmbito dos Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PRCE) para os períodos 1988-1992 e 1993-1997, fundamentou a decisão da Direção Geral de Energia de considerar desadequada a aplicabilidade do Regulamento da Gestão do Consumo de Energia (RGCE) imposto pelo Decreto-Lei n.º 58/82, de 26 de fevereiro e Portarias n.º 359/82, de 7 de abril e n.º 228/90, de 27 de março. No anexo AN7.4 do pedido inicial de LA foi apresentada documentação relativa a este assunto. Nos PRCE eram apresentados resultados de auditorias energéticas e estabelecidas metas anuais de redução dos consumos específicos para além de estarem definidos e sequenciados no tempo as ações de conservação de energia a implementar, baseadas essencialmente em modificações ou substituições a introduzir nos equipamentos ou nas instalações existentes.

Nos últimos anos tem vindo a ser conseguida uma melhoria do consumo específico de energia elétrica, com a aplicação de várias medidas de eficiência energética (redes de ar comprimido, sistemas de limpeza por redes de aspiração centralizada, procedimentos relacionados com a sequência de arranques e paragens de equipamentos, otimização da carga moente dos moinhos, etc.). Algumas destas medidas foram identificadas no estudo realizado em 2019-2020 de “Implementação da Guideline Energia Elétrica” do Grupo CIMPOR na fábrica de Souselas.

Acompanhando o desenvolvimento de projetos que visam a eficiência energética da instalação, na área das energias renováveis e integrado na estratégia de descarbonização da Empresa, encontra-se em funcionamento uma unidade de produção de energia elétrica para autoconsumo – UPAC – constituída por [duas instalações de painéis solares fotovoltaicos](#). [A primeira](#) com capacidade de ≈1 MWp, com uma área de implantação [no perímetro fabril](#) de 11 490 m², com início de produção em setembro de 2023, [e uma segunda de maiores dimensões, a cerca de 2 km da fábrica](#), com ≈9,1 MWp de potência, [com início de produção em 2025](#).

Ainda neste âmbito, em 2025 entrou também em funcionamento um equipamento de recuperação de calor residual (WHR) dos gases de exaustão do forno 3, projetado para 5,4 – 7,4 MW (média anual). Estas instalações (UPAC e WHR) para produção de energia elétrica para autoconsumo da fábrica, contribuem para a redução de custos e atingir o objetivo do Grupo de 30% do consumo de eletricidade ser proveniente de fontes renováveis e próprias.

Encontra-se ainda prevista a utilização de gás natural proveniente da rede de transporte nacional (e eventualmente em mistura com hidrogénio) para alimentação aos fornos em alternativa ao coque de petróleo e/ou fuelóleo, além dos projetos para aumento da utilização de combustíveis alternativos nos próximos anos.

Na tabela 1 da primeira versão deste documento apresentada com o pedido de LA PCIP foram listados com maior pormenor os principais investimentos realizados, no domínio da racionalização e conservação da energia no período de 1992 a 2005.

Desde a publicação das Declarações Ambientais EMAS, a partir da relativa ao ano 2003, e respetivas atualizações, que têm sido descritas em pormenor as ações implementadas e planeadas no âmbito dos objetivos e indicadores de desempenho ambiental relacionados com o consumo térmico e consumo elétrico no CPS, para além da sua inclusão nos documentos de implementação das MTD (ver NOTA no final).

O projeto de transformação do forno 3 realizado em 2001 foi dos mais relevantes, quer em termos de investimento, quer em termos de eficiência energética, tendo-se obtido reduções no consumo específico de energia térmica da ordem dos 6 a 7% e um aumento em 20% da capacidade de produção de clínquer do forno. Com as medidas de eficiência energética implementadas no âmbito da remodelação da 3.ª linha o Centro de Produção de Souselas obteve o Prémio EDP 2002, na Categoria Indústria.

Periodicamente são efetuados balanços energéticos aos processos mais consumidores de energia (moagens) e/ou balanços térmicos aos fornos com o objetivo de avaliação das performances de funcionamento, visando em geral servir de base para a realização de investimentos necessários à otimização dos processos. Os balanços térmicos aos fornos são realizados também com o objetivo de determinar e otimizar o consumo térmico aquando da utilização de diferentes percentagens ou tipos de combustível. Por exemplo em fevereiro de 2002 foi efetuado um balanço térmico (completo) ao Forno 3 com o objetivo de avaliar o comportamento da linha de cozedura após o projeto de transformação com aumento de 20% da capacidade de produção.

O consumo específico de energia calorífica verificado nesse balanço (743 kcal/kg, que corresponde a 3 111 MJ/t de clínquer) pode considerar-se bastante aceitável para uma linha deste tipo, tendo sido cumprido o objetivo contratual, sendo, no entanto, e mesmo assim, com a aplicação de quase todas as MTD de minimização do consumo de energia térmica, superior ao valor referido no primeiro BREF (2001) de 3.000 MJ/t clínquer (que corresponde a 717 kcal/kg de clínquer), mas dentro do intervalo **2 900 a 3 300 MJ/t clínquer** do BREF 2010 e conclusões MTD¹.

Periodicamente são realizados balanços térmicos ao forno para avaliar a performance da linha e identificar oportunidades de melhoria. O balanço térmico mais recente foi realizado em 2023, após a instalação de um sistema de bypass (em 2022). O bypass foi instalado devido às entradas elevadas de cloro no sistema, que causavam frequentes encravamentos de ciclones e afetavam a fiabilidade e produção do forno. O bypass consiste na extração de parte dos gases quentes da câmara de fumos, arrefecimento para condensação dos voláteis e despoeiramento através de um filtro de mangas.

¹ Decisão de Execução da Comissão 2013/163/EU, de 26 de março de 2013 que estabelece as conclusões sobre as melhores técnicas disponíveis (MTD) para a produção de cimento (...) nos termos da Diretiva 2010/75/UE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa às emissões industriais (JO L 100 de 09.04.2013, p. 1 a 22).

Tratando-se de uma saída de calor do sistema, o consumo térmico do forno será superior, cerca de 6 – 12 MJ/t clínquer (1,4 – 2,9 kcal/t ck) por cada 1% de bypass, conforme referido no BREF 2010.

O consumo térmico obtido em 2023, embora com fatores que exigem uma interpretação bastante técnica, foi de 855 kcal/kg ck (3 579 MJ/t ck), para uma percentagem de caudal de bypass de cerca de 9%.

No entanto, é de referir o cuidado com que devem ser encaradas estas comparações de consumos teóricos com consumos práticos registados, já que os consumos médios anuais serão sempre diferentes, para pior, dos consumos pontuais em situação de marcha e condições otimizadas, que esses sim, poderão ser comparados com os consumos teóricos.

Em termos de histórico recente de consumos reais, entre os anos 2020 e 2022, ou seja, ainda sem o bypass em pleno funcionamento, temos:

- 3 509 a 3 538 MJ/t ck (838 a 845 kcal/kg) no Forno 3 (único forno que se mantém em funcionamento).

Em 2023, sendo o primeiro ano completo com o bypass a funcionar, foi obtido o valor de 3 648 MJ/t ck (871 kcal/kg) no Forno 3, e em 2024, 3 680 MJ/t ck (879 kcal/kg).

Salienta-se que estes valores se encontram enquadrados com os valores do BREF 2010 (e conclusões MTD), visto que em condições normais de operação (que inclui paragens e arranques da instalação, assim como instabilidades) os valores de consumo térmico aumentam cerca 160-320 MJ/t clínquer, pelo que os valores de consumo térmico em instalações constituídas por forno com pré-aquecedor de ciclones em várias etapas, pré-calcinador integral e conduta de ar terciário **que efetuem o coprocessamento de resíduos** será de 3 060 - 3 620 MJ/t clínquer. Com a existência do bypass ainda terá de se ter em consideração o tal acréscimo de 6 – 12 MJ/t ck por cada % bypass, ou seja, 54 – 108 MJ/t ck. Ou seja, o intervalo de níveis de consumo de energia térmica no forno 3 a considerar como referência e associados às MTD implementadas é de **3 114 a 3 728 MJ/t ck**.

A CIMPOR continua assim a fomentar a utilização de equipamentos eficientes, de mais baixo consumo e utilizadores de forma de energia mais adequada aos seus fins, de modo a promover a conservação de energia e a diversificação energética.

NOTA: Anexo ao formulário do PL (Separador PCIP / Lista de BREF e categorias associadas), junta-se ficheiro Excel da Listagem de MTD – âmbito PCIP: “Sistematização MTD” com ponto de situação provisório/parcial a 31-12-2024, onde são identificadas e descritas com maior pormenor as MTD implementadas na instalação, de acordo com o definido no BREF do Setor (BREF CLM), que contribuem para a utilização eficaz da energia térmica e elétrica utilizadas na instalação, assim como MTD adicionais do BREF da Eficiência Energética (BREF ENE), que não estejam já referidas no separador do BREF do Cimento, bem como as medidas previstas para os próximos anos.

Destaque ainda para recente implementação de um Sistema de Gestão de Energia e respetiva obtenção, em outubro de 2025, da certificação da CIMPOR INDÚSTRIA segundo a NP EN ISO 50001:2019, para os Centros de Produção de Alhandra, Loulé e Souselas, garantindo também a manutenção do estatuto de Cliente Eletrointensivo (ver imagem da página seguinte).

São também partilhadas, no final deste documento, as páginas da última Declaração Ambiental EMAS completa do CPS, relativa ao ano 2024 abordando estes assuntos, sendo que mais informação poderá ser consultada no capítulo 3.7.1.3 do Relatório Síntese do EIA do CPS, nomeadamente sobre a influência dos projetos de aumento da utilização de combustíveis alternativos no forno 3 de clínquer e no forno 2, no âmbito da sua reconversão para a produção de argilas calcinadas, processo este mais eficiente e menos incentivo em termos de consumos energéticos quando comparado com a produção de clínquer.

Certificado
Certificate



NÚMERO 2025/SGEn.0051
Number

O Sistema de Gestão de Energia da
The Energy Management System of

Cimpor - Indústria de Cimentos, S.A.

Centro de Produção Alhandra
Alhandra Production Center
Praceta Teófilo Araújo Rato
2600-908 ALHANDRA – PORTUGAL

Centro de Produção Loulé
Loulé Production Center
Cerro da Cabeça Alta
8100-952 LOULÉ – PORTUGAL

Centro de Produção Souselas
Souselas Production Center
Rua dos Troviscais, 10
3020-886 SOUSELAS – PORTUGAL

implementado
produção de cimento, desde a extração da matéria prima até à expedição do produto final.
Fronteira: Atividades realizadas nos Centros de Produção de Alhandra, Souselas e Loulé,
cumpre com os requisitos da norma

implemented in the
production of cement, from raw material extraction to dispatch of the final product. Boundary: Activities carried out
at the Alhandra, Souselas, and Loulé Production Centres,
meets the requirements of the standard

NP EN ISO 50001:2019

José Leitão
CEO



Emitido em: 2025-10-13
Date of issue

Válido até: 2028-10-12
Valid until



APCER - Associação Portuguesa de Certificação
o Porto Sousa Lages Complex
Rua António Bessa Leite, 1420 - 1.º Esq.
4150-014 Porto
www.apcergroup.com

Manteve-se alguma limitação na incorporação de algumas matérias-primas secundárias alternativas utilizadas, em função da operação de coprocessamento de CDR no forno 3 e do seu impacto nas emissões, e ocorreram, em alguns meses de inverno, problemas operacionais devido à elevada humidade desses materiais. No entanto, foi atingida em 2024 uma percentagem de incorporação de resíduos e subprodutos provenientes de outros setores industriais, como é o caso das cinzas de pirite e outros subprodutos (ferrosita e escórias), superior, de 2,6% cumprindo-se com o valor da meta estabelecida (2,3%). Para 2025, é definido um objetivo de melhoria de manter ou superar o valor obtido em 2024.

9.6. ENERGIA

A melhoria da eficiência energética do processo de produção é uma preocupação contínua da empresa que contribui para a redução de custos e aumento da competitividade para além de contribuir para a proteção ambiental.

Devido aos constantes progressos tecnológicos que tem vindo a adotar nos últimos 30 anos, atualmente a indústria cimenteira dispõe de possibilidades residuais para melhorar o seu desempenho energético. No entanto, a CIMPOR tem como objetivo constante, na remodelação e modernização das suas instalações, a redução dos consumos específicos de energia.

As principais modernizações tecnológicas introduzidas para aumentar a eficiência energética do CPS, a maioria delas consideradas MTD, foram introduzidas desde a década de 90, destacando-se as seguintes medidas:

- ▶ separadores de alta eficiência (3.ª geração) em 3 das moagens de cimento e nas moagens de combustíveis sólidos;
- ▶ otimizações na torre de pré-aquecimento da Linha 2;
- ▶ substituição do transporte pneumático por elevadores na alimentação de farinha aos fornos;
- ▶ utilização de adjuvantes de moagem;
- ▶ instalação de sistemas periciais de condução automática dos fornos e moinhos de cimento;
- ▶ alteração da torre de pré-aquecimento, com instalação de ciclones de menor perda de carga e de um pré-calcinador, bem como a substituição do antigo arrefecedor de satélites por um arrefecedor de grelhas de alto rendimento no âmbito da grande transformação da linha 3.

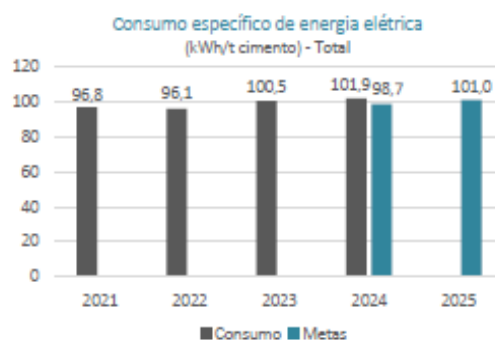
Outras ações que têm também contribuído para minimizar os consumos de energia elétrica incluem a instalação de variadores de velocidade, correção do fator de potência, otimização dos sistemas de ar comprimido, remodelações/atualizações tecnológicas de instalações elétricas e sistemas de gestão de energia elétrica.

Nos gráficos seguintes apresenta-se a evolução dos consumos específicos de energia elétrica e de energia térmica nos últimos anos.

À semelhança do verificado no ano anterior, em 2024 verificou-se um novo aumento do consumo específico de energia elétrica, de cerca de 1,4%, ultrapassando o valor da meta estabelecida.

Este aumento foi em grande parte devido a um acréscimo em cerca de 3,2% do consumo específico associado aos moinhos de cimento, principalmente dos moinhos 1 e 3 para produção de cimentos do tipo I (moagem mais fina), e que a partir de 2024 passou também a incluir o I 52,5 R cujo consumo específico elétrico é superior ao do I 42,5 R. Por outro lado, manteve-se estável o consumo específico na fase do clínquer, após o aumento já esperado, registado em 2023, com o arranque do funcionamento do bypass e respetivo equipamento de despoeiramento.

Para 2025 estabeleceu-se como meta de melhoria garantir um consumo específico de energia elétrica inferior ou igual a 101,0 kWh/t cimento, tendo em conta, essencialmente, o orçamento para o mix de cimento do CPS e a otimização do funcionamento do forno 3 com o bypass.



Nota: O cálculo do consumo específico de energia elétrica é feito com base nos consumos energéticos de diferentes fases do processo de produção de cimento. Resulta assim, do somatório do consumo elétrico específico da moagem do cimento (incluindo a embalagem e expedição) com o consumo específico da produção de clínquer multiplicado pelo fator de incorporação de clínquer no cimento produzido (outros consumos auxiliares tais como oficinas/edifícios e tratamento de águas são repartidos por estas duas fases).

A melhoria geral deste indicador nos últimos anos, nomeadamente a partir de 2017/2018 (valores da ordem dos 105 kWh/t) tem vindo a ser conseguida com a aplicação de várias medidas de eficiência energética em curso (redes de ar comprimido, procedimentos relacionados com as sequências de arranques e paragens de equipamentos, otimização da carga moente dos moinhos, etc), algumas delas identificadas no estudo realizado em 2019-2020 de "Implementação da Guideline Energia Elétrica" do Grupo CIMPOR na fábrica de Souselas.

Em relação ao consumo térmico, registou-se em 2024 um aumento de 0,9% face ao valor do ano anterior, verificando-se um desvio desfavorável em relação à meta prevista, devido à diminuição da performance (problemas mecânicos, ajustes de processo do novo queimador, dificuldades de tiragem na linha e elevada pressão diferencial no filtro de mangas) e da fiabilidade do forno 3 (problemas do ventilador do electrofiltro), assim como perdas de radiação na torre de pré-aquecimento.

Para 2025, prevendo-se uma melhoria da fiabilidade do forno 3 e apesar da influência negativa do aumento na taxa de substituição térmica por combustíveis alternativos, é definida uma meta de melhoria inferior em cerca de 4,8% ao desempenho de 2024.



Imagem do novo software/sistema de inteligência operacional com tecnologia OSIsoft, suportando a implementação dos princípios da Indústria 4.0 ao nível de eficiência de processos.



Exemplos de medidas implementadas nos últimos anos para a redução das entradas de ar falso e para a estabilidade do processo de produção de clínquer no forno 3: substituição do casing do electrofiltro (à esquerda), substituição de condutas na alimentação de combustíveis alternativos ao pré-calcinador (ao centro) e modificação da conduta ascendente "riser duct" (à direita).