



# Guia Ecodesign para a Indústria Cerâmica



# Índice

Preâmbulo .....	3
1 Introdução .....	5
1.1 Conceito de Ecodesign .....	5
1.2 Importância e fatores motivadores do Ecodesign e da Economia Circular .....	6
1.3 Medidas, estratégias e ferramentas de Ecodesign e de economia circular .....	8
1.4 Abordagem do ciclo de vida .....	16
1.5 Requisitos da ISO 14006 .....	20
1.6 Estratégia e política europeia na área do ecodesign e da economia circular .....	23
1.7 Estratégia europeia para compras públicas ecológicas (ENCPE) .....	25
2 Ferramentas de comunicação .....	26
2.1 Estratégias de comunicação ambiental e da circularidade .....	26
2.2 Rotulagem ambiental .....	27
3 Indústria Cerâmica .....	29
3.1 Processo de fabrico .....	30
3.2 Aspetos e impactes ambientais .....	32
3.2.1 Consumo de recursos naturais .....	33
3.2.2 Emissões para a atmosfera .....	33
3.2.3 Emissões para a água e solo .....	35
3.2.4 Resíduos .....	35
3.2.5 Ruído .....	36
4 Ecodesign e economia circular na indústria Cerâmica .....	38
4.1 Estratégias de Economia circular aplicáveis na indústria cerâmica .....	38
4.2 Estratégias de Ecodesign aplicáveis na indústria cerâmica .....	40
4.2.1 Etapa de extração e aquisição de materiais .....	40
4.2.2 Etapa de produção .....	41
4.2.3 Etapa de utilização do produto .....	45
4.2.4 Etapa de fim de vida do produto .....	46
4.3 Exemplos práticos na cerâmica .....	46
4.3.1 Casos práticos .....	47
4.4 Mercados, oportunidade e ameaças da economia circular .....	59
5 Considerações finais .....	60
6 Bibliografia .....	62



## Preâmbulo

A indústria cerâmica é um setor relevante do tecido empresarial nacional, com uma vasta gama de produtos fabricados para as mais diversas utilidades, servindo um vasto e diversificado mercado, através de uma considerável diversificação de tecnologia.

Os vários subsectores desta indústria contribuem para diversos impactes ambientais, na medida em que, consomem matérias-primas com uma considerável emissão de CO<sub>2</sub>, utilizam energia de forma intensiva e apresentam algum desperdício de materiais.

Devido ao desenvolvimento e crescimento populacional, nas últimas décadas, tornou-se evidente a importância de uma gestão sustentável de processos no setor industrial, e a cerâmica não é exceção. Por exemplo, utilizando o setor uma gama alargada de matérias-primas, materiais subsidiários e aditivos, será necessário promover a racionalização destes materiais, devido ao seu uso excessivo e ao eventual grau de perigosidade de alguns deles.

Assim, a estratégia do setor para garantir uma sustentabilidade ao longo do ciclo de vida dos seus produtos, com impactes o mais reduzidos possível no ambiente, passa por procurar matérias-primas e processos produtivos menos poluentes, racionalizar recursos, reaproveitar e reciclar resíduos, do próprio setor e de outras indústrias.

Embora existam diversos exemplos de empresas que já contribuem para a sustentabilidade, ainda estamos longe do pretendido para uma transição para uma economia mais circular. A promoção da circularidade terá de ser cada vez mais uma preocupação das empresas, que deve ser pensado desde o design do produto até novos modelos de negócio e de mercado, assim como novas maneiras de transformar resíduos em novos recursos.

O ecodesign é uma ferramenta que poderá contribuir para produtos com menores impactes no ambiente, através de produtos projetados para vários ciclos de vida, ecologicamente eficientes, permitindo produtos mais duradouros com a consequente utilização de menos recursos.

O objetivo deste guia é sensibilizar e apoiar as empresas cerâmicas no que diz respeito ao ecodesign, em que consiste, os seus objetivos e exemplos já implementados, de forma



a contribuírem para uma maior eficiência dos recursos e para a produção de produtos ambientalmente sustentáveis.

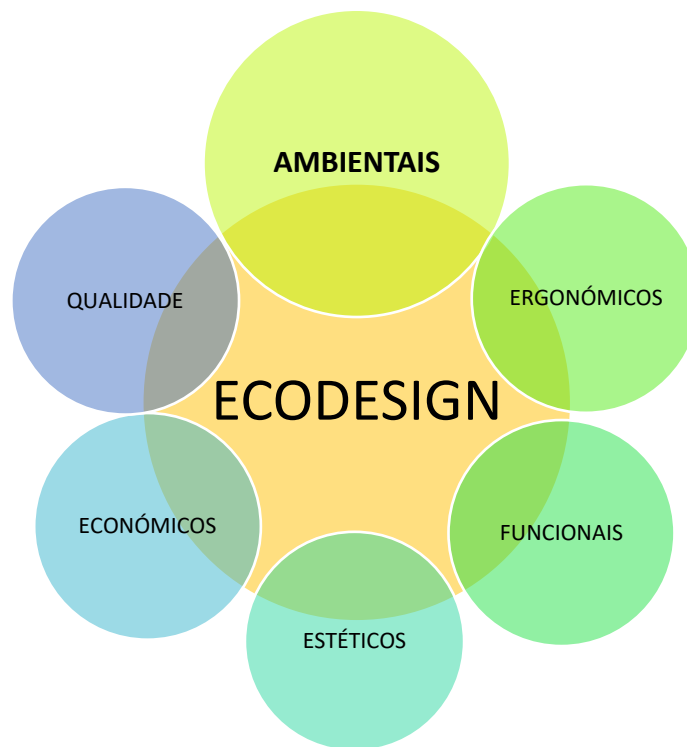


# 1 Introdução

## 1.1 Conceito de Ecodesign

Ecodesign é definido como um conjunto específico de práticas no processo de design de produtos orientadas à criação de produtos e processos eco-eficientes, tendo em conta os objetivos ambientais, de saúde e segurança, durante todo o ciclo de vida destes produtos e processos.

O principal objetivo do ecodesign é, assim, o desenvolvimento de produtos sustentáveis, reduzindo o seu impacte ambiental ao longo do ciclo de vida, tendo em conta alguns critérios, tais como: ambientais, funcionais, estéticos, ergonómicos, económicos, qualidade (figura 1.).



*Figura 1 -* Critérios no design de produtos (Adaptada de Manual de Ecodesign – InEDIC 2011 e ISO14006)

Este conceito tem em conta a fase inicial de conceção dos produtos, na medida em que, é uma conceção abrangente de design que tem em consideração não apenas os aspetos normais a considerar (estéticos, funcionais, de segurança ou de ergonomia) no planeamento dos produtos, mas principalmente o fator ambiental ao longo do ciclo de vida dos produtos, de forma a reduzir o impacte no meio ambiente.



Todos os produtos têm impactes ambientais, que podem ocorrer nas diversas etapas do ciclo de vida do produto. Os impactes no ciclo de vida podem variar, de reduzidos a significativos e de curto a longo prazo, podendo ocorrer a nível local, regional ou nacional. A integração de requisitos ambientais desde o início do processo de desenvolvimento do produto é a forma mais eficaz de introduzir mudanças que possam afetar positivamente o seu perfil ambiental em todas as etapas do seu ciclo de vida (desde a extração, transporte, produção, distribuição, construção, utilização até ao fim de vida)).

A fase de design é uma das fases mais importantes na produção de um produto, pois estima-se que mais de 80% dos impactes ambientais estão relacionados com esta fase, pelo que o ecodesign é uma abordagem promissora para o desenvolvimento de estratégias para a redução dos impactes ao longo do ciclo de vida de um produto.

Outras definições semelhantes são propostas por diversos autores, como por exemplo Park (2008), que considera que “o ecodesign é uma atividade que identifica os aspetos ambientais de um produto e os integra posteriormente no processo de design, numa fase inicial do seu desenvolvimento”, ou Hemel (2002), que refere que “o ecodesign é a luta sistemática e consistente para melhorar o perfil ambiental dos produtos em todos os estágios do ciclo de vida, incluindo a reciclagem adequada e o desmantelamento” (Manual Prático de Ecodesign (2013)). O termo ecodesign é definido, na Norma ISO14006:2019, como “uma abordagem sistemática que considera os aspetos ambientais no design e desenvolvimento, com o objetivo de reduzir os impactes ambientais adversos ao longo do ciclo de vida de um produto” (ISO14006:2019). Existem ainda outros termos utilizados mundialmente com um significado afim ao ecodesign, como o design para o ambiente, design verde e design ambientalmente sustentável (IEC 62430).

O ecodesign não é uma atividade separada, mas antes uma parte integral do design e desenvolvimento existente numa organização e/ou desenvolvimento do produto.

## 1.2 Importância e fatores motivadores do Ecodesign e da Economia Circular

Existe cada vez mais um aumento da preocupação dos diversos sectores industriais com as questões ambientais, nomeadamente em salvaguardar as reservas naturais do planeta e diminuir a geração de resíduos e emissões. Os discursos da sustentabilidade e da



consciência ecológica têm sido uma constante na área da construção e na criação de produtos e objetos nas últimas décadas, emergindo desse fenómeno o termo ecodesign.

O conceito de ecodesign é aplicado quando objetos de design são idealizados e produzidos pensando no bem-estar do ambiente e da sociedade. Quando na base do processo de projeto se utiliza uma filosofia responsável, que visa reduzir o uso de recursos não renováveis ou minimizar o impacto ambiental, gerado ao longo do ciclo de vida dos produtos.

Os princípios de ecodesign adotam estratégias que se aplicam a todo o ciclo de vida com o intuito de reduzir o impacto ambiental. Entre os princípios estão: o uso de materiais de baixo consumo energético, uso de materiais com baixa emissão tóxica (ex. redução de substâncias reguladas com o REACH e/ou menores quantidades de metais pesados), produção com maior qualidade e durabilidade, uso de materiais recicláveis e utilização de recursos locais para reduzir custos associados ao transporte.

A implementação destes requisitos ambientais no desenvolvimento de produtos é importante, tanto do ponto de vista ambiental, como do ponto de vista comercial. Com efeito, as empresas melhoram a sua imagem e o desempenho dos seus produtos, pelo que as iniciativas de ecodesign das empresas devem fazer parte da estratégia de negócio.

A possibilidade de reparar, reutilizar ou reciclar um produto e os seus componentes e/ou materiais depende também do design inicial do produto. É crucial que estes aspetos sejam considerados quando são implementadas possíveis medidas de ecodesign.

Algumas das **vantagens** para as empresas que seguem a metodologia do **ecodesign** passam por:

- Cumprimento da legislação ambiental e outros requisitos que sejam aplicáveis (ao produto ou organização). A introdução de critérios ambientais no desenvolvimento de produtos facilita a conformidade com a legislação ambiental existente e outros requisitos legais que se apliquem ao produto em causa;
- Redução dos custos de fabricação e logísticos, mediante identificação dos processos menos eficientes que podem ser melhorados e novas soluções de extração, transporte, fabrico, distribuição, utilização e mesmo fim de vida mais eficientes;



- Melhoria da qualidade do produto, o que aumenta a sua durabilidade e funcionalidade;
- Identificação de novos modelos de negócios;
- Promoção da inovação e criatividade;
- Reconhecimento de oportunidades de negócio relacionadas com a eficiência na utilização de recursos e a economia circular (por exemplo, estratégias para permitir uma redução do carbono e água, bem como, estratégias de extensão da vida útil do produto, incluindo reutilização, reparação, renovação e refabricação de produtos) (ISO14006:2019);
- Identificação de riscos potenciais (por exemplo, escassez de recursos, alterações climáticas, acidificação) (ISO14006:2019);
- Melhor imagem pública (para a imagem e/ou marca da organização) (ISO14006:2019);
- Melhoria da motivação dos empregados (ISO14006:2019).

### 1.3 Medidas, estratégias e ferramentas de Ecodesign e de economia circular

A organização deve garantir que as pessoas responsáveis pelo desenvolvimento do produto tenham conhecimento dos aspetos e impactes ambientais relacionados com o produto ao longo do seu ciclo de vida. As pessoas devem ter competências na aplicação de metodologias e ferramentas para a identificação e avaliação de aspetos ambientais de produtos e para identificação de estratégias de melhoria ambiental.

Existem vários métodos de análises e ferramentas disponíveis variando na complexidade, desde o nível mais simples a um nível mais avançado. A escolha do método ou ferramenta depende, por exemplo, da estratégia, tipo de produto, especialização, tempo e orçamento da empresa (ISO14006).

A ideia base do ecodesign consiste na redução dos impactes ambientais de todo o ciclo de vida através de medidas por vezes inovadoras, estabelecidas logo na conceção dos produtos.





Uma medida a ter em conta é repensar no produto e na sua função como um todo, com vista ao desenvolvimento de novas soluções de design. No processo de geração de novas ideias para produtos inovadores (ou melhorias dos existentes) é essencial conhecer os aspetos ambientais mais significativos de forma a implementar medidas que incluam melhorias em todas as formas do produto.

A metodologia de **ecodesign** tem vindo a ser desenvolvida, contudo ainda existem algumas **barreiras para a sua implementação**:

- Tipologia e função de produto (ex. tijolo cerâmico);
- Dificuldades de compreensão do ecodesign por parte da maioria dos produtores, clientes e utilizadores do produto;
- Fraca perceção dos impactes ambientais relacionados com a produção de um determinado produto;
- Convicção de que é necessário um investimento elevado;
- Falta de formação em aspetos ambientais e ecodesign;
- Perceção de que o ecodesign implica um aumento de custos e de recursos humanos;
- Dificuldades técnicas na adaptação a novos desenvolvimentos;
- Dificuldades em criar e pôr a funcionar equipas interdisciplinares.

Os princípios para a implementação do ecodesign podem compreender vários níveis que servem como orientações no desenvolvimento de soluções de design (adaptado do projeto InEDIC):

Nível base - O desenvolvimento de novos conceitos;

Nível 1 - Seleção de materiais de menor impacte;

Nível 2 - Redução do uso de materiais;

Nível 3 - Otimização das técnicas de produção;

Nível 4 - Otimização dos sistemas de transporte;

Nível 5 - Redução do impacte ambiental na fase de uso;

Nível 6 - Otimização do tempo de vida útil;

Nível 7- Otimização do fim da vida útil;



A partir desses princípios, verifica-se a necessidade de definir algumas estratégias que contribuam para uma avaliação mais concreta frente às questões ambientais. As estratégias de ecodesign e as suas medidas podem ser usadas como uma ferramenta de ecodesign, mais precisamente, como checklist para avaliar o perfil ambiental de um produto. As oito estratégias definidas estão expostas no Quadro 1.

A estratégia de desenvolvimento de novos conceitos referenciada pelo símbolo @, é assinalada desta forma, diferente de todas as outras, uma vez que assume um caráter inovador e implica uma profunda mudança a todos os níveis da organização.

*Quadro 1 - Estratégias de Ecodesign - Adaptado de van Hemel e Cramer (2002)*

Estratégias	Princípios
<b>@. Desenvolvimento de novo conceito</b>	@.1 Desmaterialização @.2 Uso partilhado do produto ou recurso @.3 Integração de funções (multifuncional) @.4 Otimização funcional do produto ou componente
<b>1. Seleção de materiais de menor impacto</b>	1.1 Materiais como matérias-primas secundárias (simbioses) 1.2 Materiais renováveis 1.3 Materiais de baixo conteúdo energético 1.4 Materiais com baixo teor de substâncias perigosas 1.5 Materiais reciclados e/ou recicláveis
<b>2. Redução do uso de materiais</b>	2.1 Redução de peso 2.2 Redução de volume 2.3 Racionalização de transportes e cargas
<b>3. Otimização das técnicas de produção</b>	3.1 Técnicas de produção alternativas 3.2 Redução de etapas de processo de produção 3.3 Redução do consumo e uso racional de energia 3.4 Uso de energias mais limpas e estratégias de descarbonização 3.5 Redução da geração de refugos/resíduos 3.6 Redução e uso racional de insumos de produção.
<b>4. Sistema de distribuição eficiente</b>	4.1 Redução e uso racional de embalagens 4.2 Uso de embalagens mais leves ou com maior aligeiramento 4.3 Uso de sistemas de transporte eficientes /combustíveis menos emissores de carbono 4.4 Logística eficiente
<b>5. Redução do impacto ambiental na fase de uso</b>	5.1 Baixo consumo energético 5.2 Uso de fontes de energias mais limpas 5.3 Uso racional e redução de consumos durante a aplicação



	<p>5.4 Uso de insumos limpos</p> <p>5.5 Prevenção de desperdícios pelo design.</p>
<p><b>6. Otimização do tempo de vida do produto</b></p>	<p>6.1 Confiabilidade e durabilidade</p> <p>6.2 Fácil manutenção e reparo</p> <p>6.3 Estrutura modular do produto</p> <p>6.4 Utilização de design clássico no sentido de estilo</p> <p>6.5 Transmissão de requisitos de usos pelo utilizador do produto</p>
<p><b>7. Otimização do fim da vida útil</b></p>	<p>7.1 Reutilização do produto</p> <p>7.2 Recondicionamento</p> <p>7.3 Reciclagem de materiais</p> <p>7.4 Reaproveitamento energético</p>

De acordo com o Quadro 1, entende-se que para cada estratégia podem ser consideradas algumas variáveis que contribuem para o aumento do desempenho ambiental dos produtos.

Do ponto de vista ambiental, as estratégias do ecodesign possibilitam a implementação de técnicas para minimizar os impactes ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto, necessitando de avaliações em cada nível de estratégia e em cada técnica utilizada, para que as suas práticas possam ser úteis na otimização de produtos e ocorra um aumento da eficiência do processo.

Com a aplicação dessas estratégias é possível reduzir o impacto que os produtos provocam no meio ambiente, além disso, procura-se reduzir os custos dos produtos com base nos conceitos de produtividade.

Nos últimos anos têm vindo a ser desenvolvidas diversas ferramentas de *ecodesign*, com diferentes objetivos e aplicações potenciais. A figura seguinte permite uma visão geral das ferramentas mais utilizadas, consoante os seus objetivos, classificando-as de acordo com a sua complexidade e requisitos de tempo.

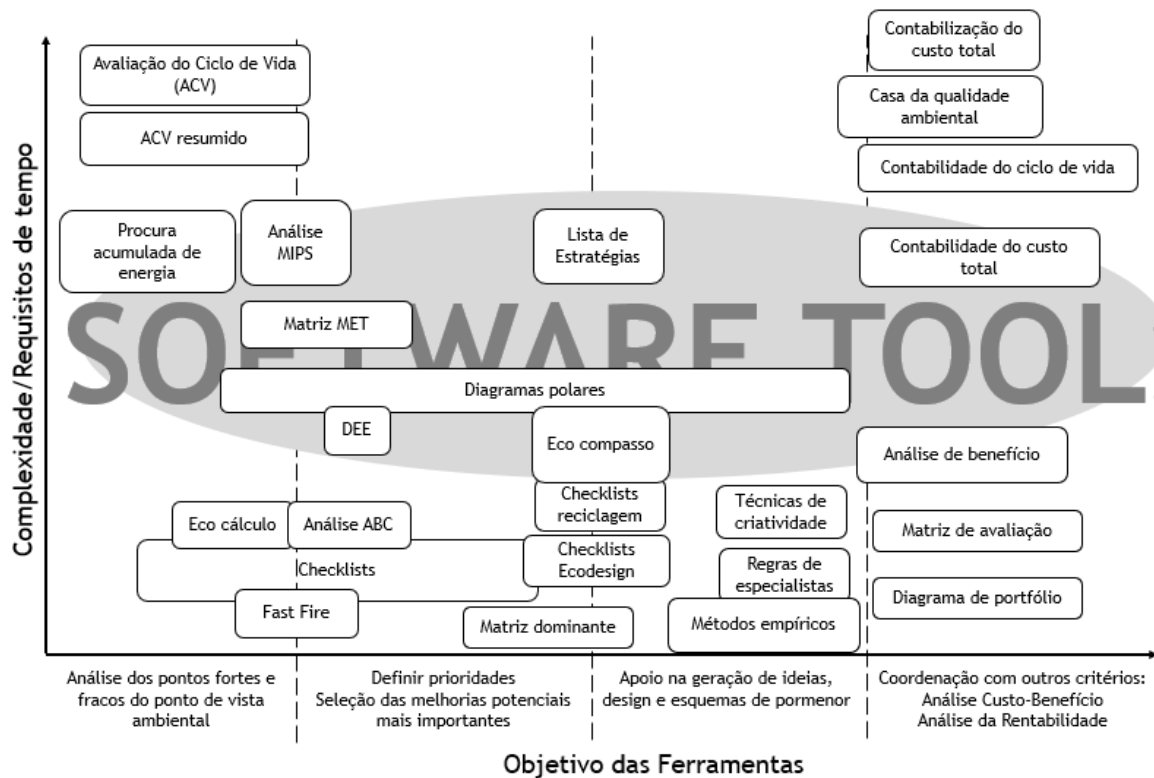


Figura 2 - Visão geral de Ferramentas de Ecodesign. Adaptado de Manual Prático Ecodesign (2013)

As ferramentas do ecodesign podem dividir-se em quantitativas ou qualitativas, sendo a quantidade de informação o que as distingue.

- **Quantitativas** - Requerem muita informação e tempo para a sua utilização

A principal ferramenta quantitativa é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), existindo já diversos softwares integrados que são suportados em bases de dados com inventário de materiais e processos de produção. De acordo com a ISO 14040, a ACV é uma ferramenta que permite avaliar os aspetos ambientais e os impactes associados a todo o ciclo de vida de um produto. Esta ferramenta utiliza a avaliação de produtos, processos ou serviços para quantificar de forma objetiva os impactes ambientais durante o ciclo de vida a partir das entradas e saídas de materiais e energia.

- **Semi-quantitativos e objetivos**

- ✓ Matriz MET(W) (Materiais, Energia, Toxicidade (e Resíduos)): Resumo de entradas e saídas através de uma análise qualitativa e quantitativa em que os pontos críticos são detetados;



- ✓ MIPS (entrada de material por unidade de serviço): Pode ser utilizado para obter a eco eficiência de um produto ou serviço e aplicado em todas as escalas a partir de um único produto para sistemas complexos;
- **Qualitativas** - Requerem menos informação e tempo, permitindo uma aplicação mais fácil, no entanto apresentam algumas limitações. Quanto mais resumidas, e apesar de incorporarem vários critérios ambientais, menos fiáveis se tornam.

Exemplos de tipologia de ferramentas qualitativas:

- ✓ Checklists de ecodesign - lista de perguntas sobre os aspetos mais relevantes do ciclo de vida de um produto (permite identificar os pontos fortes e fracos);
- ✓ Avaliação ambiental estratégica;
- ✓ Diagramas de rede.
- ✓ Listas de estratégias.
- ✓ Listas de verificação.

De acordo com a International Standard IEC 62430 – Environmentally conscious design – Principles, requirements and guidance, existem diversos exemplos de estratégias para melhorar o desempenho ambiental de um produto ao longo do ciclo de vida como parte do Ecodesign, sendo que estes facilitam a incorporação deste conceito no design e desenvolvimento de um produto.

Ao seleccionar essas estratégias, a intenção é a de minimizar os impactes ambientais adversos ao longo de todo o ciclo de vida.

Cada etapa deve ser analisada, com vista a minimizar o impacte adverso no ambiente em todo o ciclo de vida. Deve ser lembrado que esta não deve ser uma atividade única, mas algo que se repete ao longo do projeto e desenvolvimento, tendo em consideração as informações trocadas com as partes interessadas relevantes na cadeia de valor.

A estratégia real utilizada irá variar, dependendo do tipo de produto (por exemplo, bens ou serviços, ou combinação de bens e serviços) e os aspetos ambientais relevantes desse produto.



Tipicamente os aspetos ambientais estão associadas as entradas e saídas que se relacionam com as atividades de uma organização incluem (IEC 62430):

- Matérias-primas primárias ou secundárias (ex. recicladas ou subprodutos) utilizadas no fabrico do produto, pelo próprio produto durante o uso, entrega e instalação;
- energia utilizada no fabrico ou refabrico do produto, na etapa de utilização do próprio produto e entrega e instalação;
- água e outros recursos naturais utilizados no fabrico ou refabrico do produto, no próprio produto e utilizados na entrega e instalação do produto;
- peças e (sub) conjuntos usados no produto;
- peças sobressalentes usadas para reparar e prolongar a vida útil de um produto;
- consumíveis usados durante a etapa de uso do produto;
- bens, sistemas e infraestruturas (telecomunicações, TI, etc.) necessários para a entrega de um serviço;

Já as saídas / resultados típicos das atividades de uma organização incluem:

- produtos acabados (incluindo sistemas e infraestruturas); produtos em curso de fabrico, ou produtos semi-acabados;
- materiais recuperados;
- energia recuperada;
- resíduos, subprodutos, calor, emissões para a atmosfera (partículas, GEE, NOx, SOx, etc), emissões para a água (SST, CQO, etc) e para o solo, ruído e vibrações, outras emissões, etc;

Exemplos de possíveis considerações de design e desenvolvimento (IEC, 62430):

- a) determinar a **função do produto**, considerando oportunidades para múltiplas funções e modularidade, e considerar a desmaterialização comparando o desempenho ambiental ao do produto adaptado para uma utilização específica;



- b) definir **parâmetros ambientais significativos** baseados nos requisitos das partes interessadas determinados em conformidade com os aspetos ambientais determinados;
- c) considerar os parâmetros ambientais significativos determinados em b) e decidir que estratégias de design e desenvolvimento irão promover uma melhoria nos mesmos (estes podem ser a longo prazo ou a curto prazo);
- d) definir objetivos ambientais baseados nos parâmetros ambientais determinados em c);
- e) elaborar uma especificação de design do produto que aborde os objetivos ambientais determinados em d);

No Quadro seguinte são apresentados outros dos exemplos de estratégias de ecodesign.

*Quadro 2 – Exemplos de estratégias de melhoria ambiental relacionada com o produto (Adaptado de Norme Internationale IEC/FDIS 62430 (2019) e projeto IneDIC)*

Área do design em análise	Opções para melhoria do design
Design para fornecimento de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir o peso e volume do produto;</li> <li>• Aumentar o uso de materiais reciclados;</li> <li>• Minimizar/eliminar o uso de substâncias perigosas para a saúde e ambiente;</li> <li>• Especificar materiais que emitem uma concentração baixa ou nula de COV's ao longo do ciclo de vida do produto.</li> <li>• Utilizar materiais com baixa pegada ambiental.</li> </ul>
Design para produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir o consumo de energia;</li> <li>• Utilizar matérias-primas secundárias (ex. materiais ou subprodutos recuperados ou reciclados internamente de resíduos do processo);</li> <li>• Considerar reduzir o número de peças;</li> <li>• Reduzir o uso de produtos químicos de processo perigosos (por exemplo solventes voláteis).</li> </ul>
Design para transporte e distribuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otimizar a forma e volume para um melhor acondicionamento;</li> <li>• De acordo com a escolha do transporte usado, maximizar a reutilização da embalagem quando possível;</li> <li>• Utilizar embalagens que emitam uma concentração baixa ou nula de COVs;</li> <li>• Aumentar a taxa de compartilhamento (opções de compartilhamento de viagens) de carros que se deslocam diariamente.</li> </ul>
Design para uso (incluindo instalação e manutenção)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduza o consumo de energia em uso;</li> <li>• Otimizar a quantidade e a natureza dos consumíveis;</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximizar a vida útil do produto projetando para durabilidade e confiabilidade, para facilidade de manutenção, para reparabilidade, para recondicionamento;</li> <li>• Minimizar/eliminar substâncias perigosas durante o uso.</li> </ul>
<p><b>Design para o fim de vida</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restringir o uso de substâncias classificadas como perigosas;</li> <li>• Maximizar a capacidade de reutilizar e reciclar componentes e materiais, por exemplo, por design para desmontagem;</li> <li>• Minimizar os aspetos do projeto prejudiciais à reutilização e reciclagem, por exemplo, misturas de materiais;</li> <li>• Reduzir a quantidade de resíduos residuais gerados;</li> <li>• Reduzir a energia necessária para desmontagem/desconstrução e reciclagem;</li> <li>• Reduzir a água necessária para desmontagem/desconstrução e reciclagem.</li> </ul>

De uma forma geral, as estratégias de Ecodesign, têm o propósito de diminuição os impactes ambientais causados por um produto/serviço e melhoria contínua do produto/serviço.

Existem muitos tipos diferentes de métodos e ferramentas, em função da tipologia de material e dos resultados pretendidos.

No capítulo 4 apontam-se algumas estratégias específicas para a indústria cerâmica ao longo das diversas etapas do seu ciclo de vida.

## 1.4 Abordagem do ciclo de vida

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) consiste em analisar de forma sistemática os impactes ambientais dos produtos (qualquer alteração no ambiente, tanto adversa como benéfica, global ou parcialmente resultante do produto) em todas as etapas do seu ciclo de vida, desde a extração ou transformação das matérias-primas/recursos naturais, passando pela produção, transporte, utilização e destino final dos produtos, conforme exemplificado na figura seguinte.





Figura 3 - Ciclo de vida genérico de um produto



Figura 4 - Ciclo de vida de um material de construção (Fonte: Almeida et al, 2014)

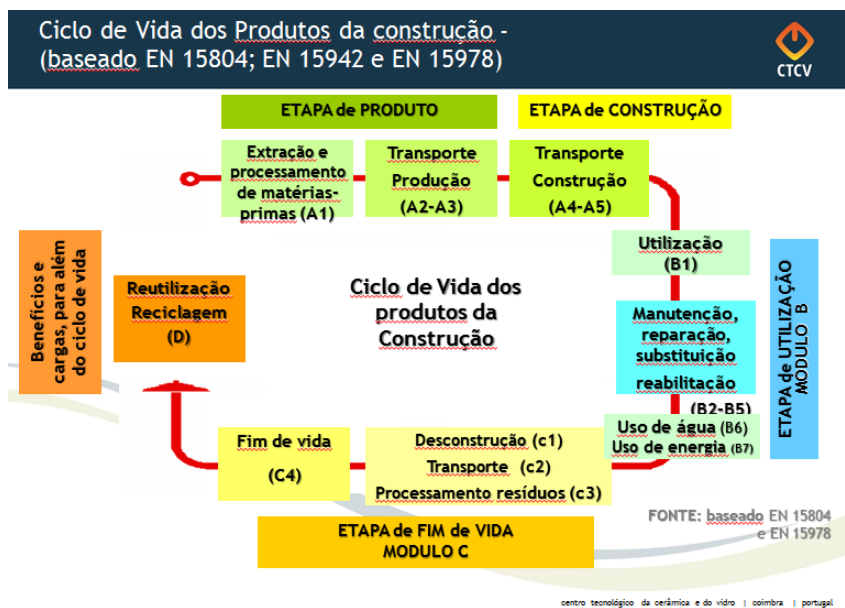


Figura 5 - Abordagem modular das etapas de ciclo de vida um material de construção (baseado NP EN 15804+A1:2015)

Esta avaliação pode ser útil na identificação de oportunidades de melhoria de desempenho ambiental de produtos, em vários pontos do seu ciclo de vida; no fornecimento de informação para apoio à tomada de decisão no planeamento estratégico, definição de prioridades, projeto ou reformulação de produtos e/ou processos; na seleção de indicadores de desempenho ambiental, no marketing através da implementação de rotulagem ecológica e elaboração de declarações ambientais.

Atualmente assiste-se a um crescente interesse, por parte dos fabricantes de bens de produtos, em avaliar e investigar os impactes ambientais dos seus produtos e serviços, e em integrar metodologias e ferramentas de ecodesign no seu processo de conceção e desenvolvimento de produtos, com vista à otimização global dos seus produtos nas vertentes custo, performance e impacte ambiental.

A metodologia designada por ACV avalia os potenciais impactes ambientais associados, através da compilação de um inventário das trocas ambientais mais relevantes ao longo do ciclo de vida (ISO, 2006b). Este método baseia-se na análise de sistemas onde os processos fazem parte de uma cadeia de subsistemas que trocam inputs (entradas) e outputs (saídas) entre si, permitindo identificar, no final, as áreas mais críticas ou as que necessitam de melhorias (hotspots)

Segundo a ISO 14044:2006 (ISO, 2006b) a ACV pode ser útil para:



- identificação de oportunidades de melhoria do desempenho ambiental dos produtos em vários pontos do seu ciclo de vida,
- informação aos decisores na indústria, em organizações governamentais e não governamentais (por exemplo, no planeamento estratégico, definição de prioridades, design ou redesign de produtos ou processos),
- seleção de indicadores relevantes de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição, e
- (eco)marketing (por exemplo, na implementação de esquemas de rotulagem ecológica, elaboração de uma alegação ambiental ou produção da DAP – Declaração Ambiental de Produto).

A ACV como ferramenta sistemática, de carácter integrador, provou também ser um instrumento de excelência apropriado para a análise e seleção de alternativas (ex. materiais, energia, processos, tecnologias) apoiando a tomada de decisão da indústria e outras organizações. A técnica de ACV promove simultaneamente as informações que contribuem para a sustentabilidade ao longo do ciclo de vida.

A ACV compreende quatro fases, de acordo com ISO 14040 e ISO 14044:

- a) **Fase de definição do objetivo e do âmbito.** Pretende-se estabelecer o âmbito, a finalidade e as razões que levaram a elaboração do estudo, é feita a descrição do produto, incluindo a fronteira do sistema e o nível de detalhe, das atividades e materiais. Nesta fase é exposta a unidade funcional ou declarada.
- b) **Fase do inventário.** Realizar um inventário dos dados de entrada/saída representativos dos processos de fabrico de produção de materiais desde a extração, transporte e produção, recorrendo quer a dados das bases de dados do setor quer a dados fornecidos pela empresa e respetivos fornecedores. Esta fase implica assim o levantamento e identificação de aspetos ambientais associados ao fabrico, a identificação de requisitos legais e outros nesta temática, e o seu acompanhamento. Bem como medições de dados de desempenho ambiental. São identificados e quantificados os consumos de matérias-primas e energia, bem como, os fluxos de resíduos e emissões para o ambiente ao longo de todo o ciclo



- de vida do produto (constituída por: construção do fluxograma do sistema, definição dos limites do mesmo, recolha de dados, procedimento de cálculo)
- c) **Fase de avaliação de impacte.** Pretende-se definir categorias de impactes relevantes para a produção de materiais e recolher informação adicional que auxilie a avaliação dos resultados em termos de impactes ambientais para melhor compreender a sua significância ambiental, particularmente a depleção de recursos fósseis e as alterações climáticas (gases com efeito de estufa), acidificação, eutrofização, etc. Existem muitos métodos disponíveis em função dos objetivos pretendidos dos quais se destacam: CML – IA versão 4.1 (Leiden University), utilizado na EN15804+A1; ReCiPe; ILCD; Usetox; CED; PEF methods; Traci, etc, que incluem uma série de métodos de caracterização. Assim, esta fase envolve a conversão dos dados de inventário para unidades comuns, através da multiplicação por fatores de caracterização, e posterior adição dos resultados convertidos, dentro de cada categoria de impacte.
- d) **Fase de interpretação.** Fase na qual são produzidos resultados de acordo com objetivo e âmbito definidos, com o intuito de se obter conclusões, explicar limitações e sugerir recomendações. Esta fase constitui um processo iterativo e sistemático que abrange toda a ACV, sendo influenciada por todas as hipóteses assumidas nas fases anteriores (NP EN ISO 14040, 2008).

A ACV é assim uma ferramenta, materializada em termos de indicadores que servem para aferir o grau de implementação e monitorizar as estratégias para a economia circular ou para o ecodesign desenvolvidas, baseando-se numa avaliação de ciclo de vida de acordo com ISO 14040 e ISO 14044.

## 1.5 Requisitos da ISO 14006

As empresas procuram cada vez mais destacarem-se e diferenciarem-se no mercado em termos da implementação de sistemas de gestão, em que o objetivo é a melhoria contínua em áreas como a qualidade, ambiente, saúde e segurança.



A certificação de um sistema de gestão ambiental demonstra que a organização possui preocupação no controlo dos aspetos ambientais e no cumprimento da legislação ambiental. Devido à verificação de uma melhoria significativa tanto para a empresa como para os clientes e face à pouca especificação das outras normas sobre o ecodesign a comissão técnica 207 (Gestão Ambiental), lançou em 2011, uma norma da família ISO 14001 sobre a incorporação do ecodesign nos sistemas de gestão ambiental: a ISO 14006. Esta norma foi revista em 2020, estando já publicada a ISO 14006:2020.



**Figura 6** - Relação entre os referenciais normativos e as áreas de conhecimento

ISO 14006. Adaptado da ISO 14006

A ISO 14006 proporciona diretrizes para ajudar as organizações a estabelecer, documentar, implementar, manter e melhorar de forma contínua a gestão de ecodesign, como parte de um sistema de gestão ambiental.

Esta norma destina-se a ser utilizada por organizações que tenham um sistema de gestão ambiental de acordo com a ISO 14001, contudo pode ajudar a integrar o ecodesign noutros sistemas de gestão.

As diretrizes são aplicáveis a qualquer organização independentemente do seu tamanho ou atividade.

### Aspetos estratégicos do ecodesign (ISO 14006)

A primeira tarefa visa assegurar que o ecodesign é devidamente inserido na organização;



- 1) Planeamento estratégico do produto e integração do ecodesign em todas as operações da empresa;
- 2) Disponibilizar recursos (humanos, técnicos e financeiros) para o planeamento, implementação e melhoria do ecodesign;
- 3) Mudanças nas condições do mercado externo e oportunidades decorrentes do desenvolvimento tecnológico, melhoria no sistema de produtos;
- 4) Estabelecimento de objetivos para o desempenho ambiental;
- 5) Promoção da inovação e desenvolvimento de novos modelos de negócio;
- 6) Contribuição para a criação de valor.

A ISO14006:2020 contém 11 cláusulas, das quais 8 incluem orientação:

- A cláusula 4-10 mostra como o ecodesign pode ser incorporado e gerido num SGA. Fornece diretrizes para abordar o ecodesign como parte de um SGA, de acordo com a ISO 14001.
- A cláusula 4 aborda as questões estratégicas, tais como o contexto da organização e as necessidades e expectativas das partes interessadas relevantes para os negócios e para a gestão da organização e do SGA.
- A cláusula 5 aborda o papel da gestão de topo. Explica os benefícios potenciais do ecodesign e discute as questões estratégicas de relevância para os negócios e gestão.
- As atividades de design e desenvolvimento de uma organização são o foco das cláusulas 6 (Planeamento) e 8 (Planeamento e controlo operacional). Embora existam diferentes formas de executar design e desenvolvimento, este documento segue o método descrito na ISO 9001 (8.3), complementado por orientações específicas relacionadas com o ecodesign (ver 8.1.1 da norma).
- A Cláusula 7 aborda recursos, competência e consciencialização, comunicação e documentação.
- A cláusula 9 aborda as auditorias internas.
- A cláusula 10 aborda a melhoria contínua.
- A cláusula 11 dá orientações sobre como começar com o ecodesign.



## 1.6 Estratégia e política europeia na área do ecodesign e da economia circular

### i) Ecodesign

As preocupações ambientais têm levado à publicação de políticas europeias cada vez mais no sentido do aumento de eficiência energética, da redução das emissões de gases de efeito estufa e o advento da economia circular.

Ao nível da política de produto, a União Europeia criou instrumentos regulamentares para garantir que através da conceção ecológica (ecodesign) os fabricantes concebem e colocam no mercado produtos energeticamente mais eficientes, menos poluentes, mais duráveis, recicláveis e reparáveis.

Com a publicação da Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro de 2009, sobre os requisitos de conceção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia (Diretiva ErP, Energy related Products) e do Regulamento (UE) 2017/1369 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2017 (que revoga a Diretiva 2010/30/CE) sobre etiquetagem energética, foram estabelecidos os requisitos gerais (válidos para todos os produtos domésticos) para a obtenção de poupanças energéticas num dos sectores que consome mais energia e como consequência provoca elevados impactes ambientais.

A Diretiva Ecodesign fornece regras a nível da UE para melhorar o desempenho ambiental dos produtos, tais como eletrodomésticos, tecnologias de informação e comunicação ou engenharia. A diretiva estabelece requisitos mínimos obrigatórios para a eficiência energética destes produtos, melhorando a qualidade do produto e a proteção ambiental.

A nível nacional, para o ecodesign, o Decreto-Lei n.º 12/2011, de 24 de janeiro, transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva 2009/125/CE.

Desta forma, foram criadas ferramentas legislativas específicas para cada família de produtos, os quais indicam como utilizar a etiqueta energética e definem o rendimento energético mínimo que devem ter os novos produtos introduzidos no mercado, desta forma os consumidores são informados sobre o desempenho energético e outras características do produto que vão adquirir, para assim poderem escolher com plena informação e fundamentar as suas opções de compra.

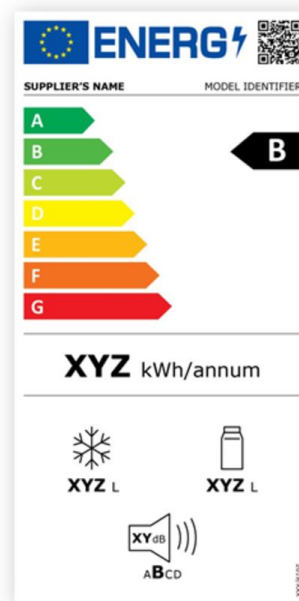


Neste contexto, o ecodesign tem como objetivo melhorar o desempenho energético e ambiental dos produtos, através da integração sistemática de certos aspetos chave na fase de conceção dos produtos, com particular enfoque no consumo de energia e desejavelmente ao longo de todo o ciclo de vida, podendo refletir-se na seleção e utilização de matérias-primas, fabrico, embalagem, transporte e distribuição, instalação e manutenção, utilização e fim de vida.

Relativamente à etiquetagem, a União Europeia reviu e otimizou a etiqueta de acordo com as necessidades do consumidor, pelo que o Regulamento 2017/1369 veio trazer alterações neste sentido. A introdução das novas etiquetas energéticas será organizada em etapas, dependendo dos regulamentos específicos da União Europeia, pelo que em 2021 as novas etiquetas serão implementadas apenas para cinco grupos de produtos (aparelhos de refrigeração, máquinas de lavar roupa e louça, ecrãs eletrónicos e fontes de luz) e para os restantes as etiquetas serão introduzidas assim que os respetivos regulamentos novos entrem em vigor.



Etiqueta antiga para aparelhos de refrigeração



Nova etiqueta para aparelhos de refrigeração

Figura 7 - Exemplo de etiqueta energética atual e futura para aparelhos de refrigeração

Fonte: [www.novaetiquetaenergetica.pt/informacao-ao-consumidor/a-nova-etiqueta-no-mercado/](http://www.novaetiquetaenergetica.pt/informacao-ao-consumidor/a-nova-etiqueta-no-mercado/)





## ii) Economia circular

De forma a facilitar a transição para uma economia circular e privilegiando o ecodesign, a inovação e o investimento, em 2015 na União Europeia, foi adotado o Plano de Ação para a Economia Circular, no qual se propõe o crescimento sustentável e estimula a transição da Europa para uma economia circular. Este plano estabelece 54 medidas para “fechar” o ciclo de vida dos produtos, do fabrico e consumo à gestão dos resíduos e ao mercado das matérias-primas secundárias, e identifica cinco setores prioritários para acelerar a transição ao longo das respetivas cadeias de valor (plásticos, resíduos alimentares, matérias-primas essenciais, construção e demolição, biomassa e materiais de base biológica).

Em março de 2020, a Comissão Europeia adotou um novo Plano de Ação para a Economia Circular, que constitui o novo roteiro da Europa para o crescimento sustentável, na medida em que estabelece uma estratégia orientada para o futuro, visando criar uma Europa mais limpa e mais competitiva, tendo por base as ações desenvolvidas no domínio da economia circular desde 2015. Neste contexto, é proposto um conjunto de medidas dentro das quais um dos objetivos é a redução da produção de resíduos. Assim, será dada prioridade à prevenção da produção de qualquer tipo de resíduos e à sua transformação em recursos secundários de elevada qualidade, que tirem partido do bom funcionamento do mercado das matérias-primas secundárias. A economia circular permite reduzir a pressão sobre os recursos naturais e constitui uma condição prévia para alcançar o objetivo de neutralidade climática até 2050, tendo em conta que uma percentagem significativa das emissões de gases com efeito de estufa resultam da extração e da transformação dos recursos minerais.

De referir que, a nível mundial a economia é apenas 8,6% circular, com a produção de 32,6 biliões de toneladas de resíduos e apenas 8,65 biliões são reciclados para novos processos, o resto é depositado em aterro, incinerado, etc. (PACE, 2020). Sendo a extração de recursos do planeta de cerca de 92 biliões de toneladas.

### 1.7 Estratégia europeia para compras públicas ecológicas (ENCPE)

No âmbito do crescimento verde e do desenvolvimento sustentável, a contratação e as compras públicas têm um papel fundamental no estímulo de alterações



comportamentais dos cidadãos e das empresas por via, não só do volume de negócios associados e da respetiva contribuição para a criação de mercado, mas também através da promoção, pelo bom exemplo da administração pública, da sustentabilidade e da contribuição para a construção de um novo conceito de desenvolvimento.

As mais recentes orientações comunitárias, designadamente as vertidas na Estratégia Europa 2020, de 3 de março de 2010, no Livro Verde, de janeiro de 2011 e nas Diretivas 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE, todas do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de fevereiro de 2014, sobre a modernização da política de contratos públicos da União Europeia, identificam a contratação pública como instrumento de elevado potencial integrador de políticas de cariz económico, social e ambiental.

As compras públicas ecológicas (CPE) constituem um instrumento para atingir os objetivos da política ambiental, promovendo a redução da poluição, o consumo de recursos naturais e o aumento da eficiência dos sistemas.

Neste sentido, a Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas (ENCPE) pretende ser essencialmente um instrumento complementar na política, promovendo a eficiência através da redução do consumo de recursos naturais, da poluição e da minimização dos impactes ambientais. A implementação desta política baseia-se na economia circular através da integração de critérios ecológicos nas compras públicas.

A ENCPE 2020 aplica-se ao Estado, designadamente aos organismos sob sua administração direta, indireta e ao setor empresarial do Estado, e ainda, a título facultativo, à administração autónoma e a outras pessoas coletivas de direito público, sempre que esteja em causa a aquisição de bens, serviços ou a elaboração de projetos de execução de obras públicas que integrem a lista de bens e serviços prioritários.

## 2 Ferramentas de comunicação

### 2.1 Estratégias de comunicação ambiental e da circularidade

Comunicação Ambiental (EnvCom) é a utilização planeada e estratégica dos processos de comunicação para apoiar a elaboração de políticas eficazes e a implementação de projetos que promovam a sustentabilidade ambiental (in Environmental Communication, OCDE, 1999).



## 2.2 Rotulagem ambiental

O reconhecimento pelo sector empresarial de que as preocupações ambientais podem ser traduzidas em vantagens de mercado, para certos produtos ou serviços, levou à criação de várias declarações, títulos e rótulos ambientais. Esta preocupação esteve na origem do aparecimento de organizações públicas e privadas de certificação de rótulos. Um produto que respeite um determinado conjunto de requisitos sociais e ambientais poderá ser identificado por um selo designado por rótulo ambiental. Este rótulo ambiental tem como objetivo promover produtos com um reduzido impacte ambiental, comparativamente a outros produtos do mesmo grupo.

Segundo a ISO 14020:1998, o objetivo de um rótulo ecológico é “encorajar a procura e a oferta de produtos que causam menores pressões no ambiente ao longo do seu ciclo de vida, através da comunicação da informação verificável e fiável, não enganosa, acerca dos aspetos ambientais de produtos e serviços”.

Existem rótulos e declarações ambientais voluntários (e obrigatórios) muito diversos. A International Organization for Standardization (ISO) identificou três grandes tipos de rótulos voluntários.

### Rótulo ambiental certificado - Tipo I

As declarações ambientais do tipo I, também designadas rótulos ambientais, são instrumentos de natureza voluntária, tendo como objetivo indicar que um produto é preferível ambientalmente, podendo ou não incluir ACV.

Estes são baseados em múltiplos critérios, que atribuem rótulos a produtos e permitem a diferenciação entre produtos pertencentes a uma mesma categoria de produtos com base no seu desempenho ambiental e tendo em consideração o ciclo de vida. Este tipo de rótulos é normalizado pela norma ISO 14024 (1999).

Uma organização independente define um conjunto diversificado de critérios e a transparência e credibilidade destes é assegurada por meio de certificação por uma terceira parte independente.



Na Europa destaca-se o Rótulo Ecológico Europeu da União Europeia, existindo diversos grupos de materiais que têm critérios publicados para a atribuição do rótulo ecológico, como sejam revestimentos duros, tintas e vernizes para exteriores, tintas e vernizes para interiores, máquinas de lavar, computadores, etc. De entre estes, destaca-se a publicação da Decisão 2009/607/CE (Comissão Europeia, 2009b), que estabelece os critérios ecológicos para a atribuição do rótulo ecológico comunitário a revestimentos duros para pavimentos e que revogou a anterior Decisão 2002/272/CE da Comissão. O grupo de produtos «revestimentos duros» compreende as pedras naturais, os aglomerados de pedra, as lajes de betão, os mosaicos, os ladrilhos de cerâmica e os tijolos para utilização no interior/exterior, destituídos de qualquer função estrutural de relevo.



*Figura 8* - Exemplo de um rótulo ecológico

### Auto declarações ambientais de produto - Tipo II

São declarações desenvolvidas pelos fabricantes, importadores ou distribuidores de modo a comunicar informação sobre os aspetos ambientais dos seus produtos ou serviços.



*Figura 9* - Exemplo de auto declaração de produto

As declarações ambientais do tipo II são elaboradas por produtores, importadores ou distribuidores para comunicar informação sobre aspetos ambientais dos seus produtos, através de afirmações, símbolos ou gráficos nos rótulos do produto ou da embalagem ou através de publicidade, sendo o seu alvo o consumidor (Almeida, 2019). Estas declarações são denominadas de auto-declarações e não necessitam de uma verificação externa



independente, nem seguem critérios pré-determinados de acordo com a ISO 14021 (ISO, 2016).

### Declaração Ambiental de Produto- Tipo III

Os Rótulos ecológicos do Tipo III disponibilizam informação normalizada de ACV relativamente a um produto ou serviço, através de diagramas que apresentam um conjunto de indicadores ambientais relevantes (aquecimento global, consumo de recursos, produção de resíduos, entre outros), acompanhado de uma interpretação da informação.



*Figura 10* - Exemplo de símbolo de declaração ambiental de produto.

A finalidade global das declarações ambientais é incentivar a procura e a oferta, de produtos que causam menos impacte no ambiente, através da comunicação de informações verificáveis e precisas sobre impactes ambientais dos produtos ao longo do ciclo de vida, estimulando a melhoria contínua do ambiente. São utilizadas na comunicação empresa-empresa (business-to-business), mas podem ser utilizadas na comunicação empresa-consumidor (business-to-consumer) (Almeida, 2019).

As DAPs são feitas com base em regras previamente desenvolvidas denominadas Regras para a Categoria de Produto (RCP), também designadas por PCR (Product Category Rules).

Estas são comuns para produtos com as mesmas funções, e consistem num conjunto de requisitos e linhas de orientação específicas, incluindo as escolhas metodológicas para realizar a ACV.

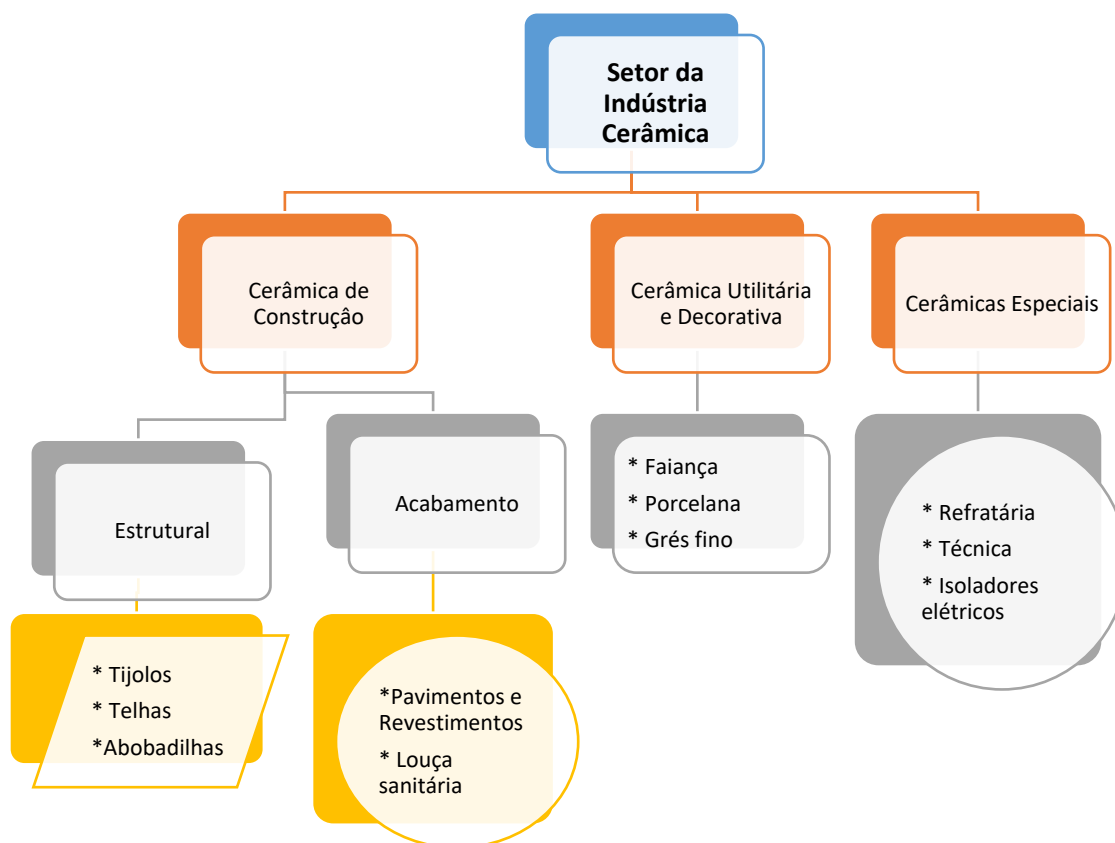
Em Portugal destaca-se o operador de programa – DAPHabitat.

## 3 Indústria Cerâmica

A indústria cerâmica é um setor de elevada antiguidade e tradição, pois as características que os seus produtos evidenciam em termos de cores, durabilidade, a reduzida manutenção que carecem e a sua adaptabilidade, dota-os de um elevado potencial de desenvolvimento em termos de funcionalidade e design.

O sector da cerâmica engloba uma grande variedade de aplicações que pode ser dividida em diferentes segmentos tendo em conta diversos fatores, tais como, matérias-primas, propriedades do produto e áreas de aplicação.

Em termos genéricos pode subdividir-se a indústria cerâmica nos seguintes subsectores e respetivos produtos:



**Figura 11** - Subsectores da Indústria Cerâmica

(Adaptado de Almeida, 2019 e ver Almeida, M.; Sousa, A.; Dias, A., (2004). Impactes Ambientais e Comércio de Emissões – Indústria Cerâmica: um caso de estudo. Coimbra: CTCV)

### 3.1 Processo de fabrico

O processo de fabrico dos produtos cerâmicos varia de acordo com o subsector e o tipo de artigo em produção, tendo lugar em diferentes tipos de fornos, com uma ampla gama de matérias-primas e diversas formas, tamanhos e cores. Contudo, todos envolvem o mesmo conjunto de operações básicas, típicas do sector, como ilustra a figura seguinte.

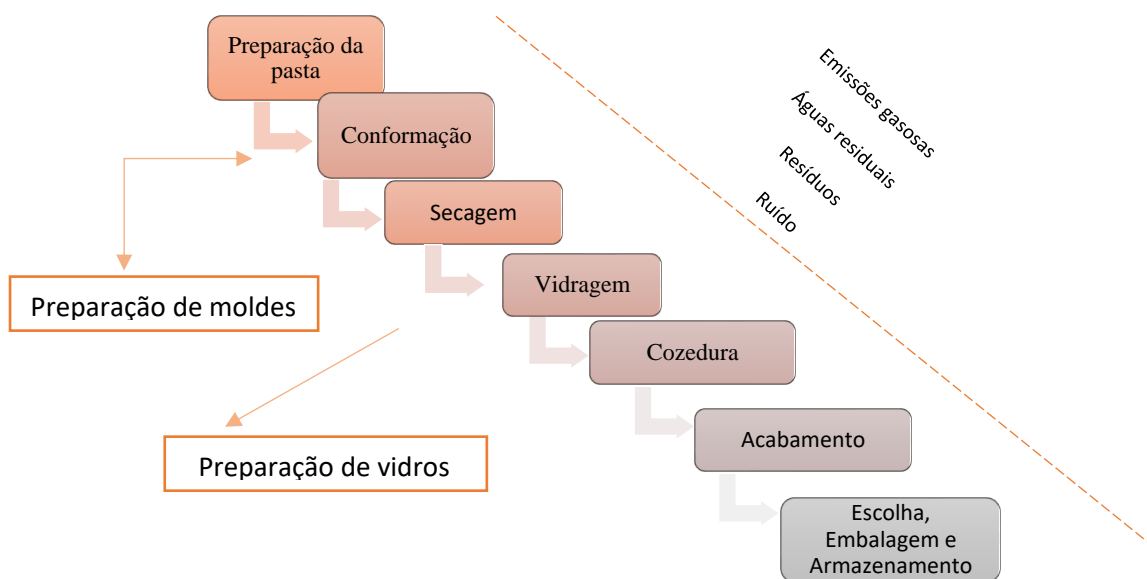


Figura 12 - Fluxograma genérico do processo de fabrico do produto cerâmico

Adaptado de CE, 2006.

Nesta indústria utilizam-se diversos tipos de materiais, variando de acordo com as necessidades de cada subsetor. Em geral, as matérias-primas e os aditivos constituintes dos diversos tipos de pasta são areias, argilas, feldspatos, caulinos, calcite, dolomite e talco. Depois de doseadas nas devidas proporções, estas são misturadas até se obter uma composição com características o mais homogéneas possível e adequadas à conformação dos produtos (em termos de mistura, granulometria e de humidade), sendo então moldadas/prensadas até se obter a forma pretendida.

A água presente na mistura é evaporada em secadores e os produtos são depois colocados no forno que funcionam em contínuo ou em modo intermitente. Para que os produtos sejam submetidos a um tratamento correto, é necessário que se mantenha um gradiente de temperatura muito rigoroso durante o processo de cozedura, pois estes adquirem uma estrutura cerâmica irreversível. Posteriormente, para que os produtos libertem o calor gradualmente e conservem a sua estrutura cerâmica, é necessário realizar um arrefecimento controlado. De seguida, os produtos são embalados e armazenados para distribuição.



Assim, decorrente do processo produtivo, o setor da indústria cerâmica gera vários aspetos ambientais, nomeadamente o consumo de recursos naturais (matérias-primas, água e energia), emissões gasosas, descargas de efluentes líquidos, produção de resíduos e emissões de ruído.

No que pertence às perdas de processo provenientes do fabrico de produtos cerâmicos, estas consistem sobretudo nos seguintes materiais: diferentes tipos de lamas (lamas provenientes do tratamento das águas residuais de processo, lamas de vidragem, lamas de gesso, lamas de trituração); artigos danificados ou cacos provenientes de moldagem, secagem, cozedura e material refratário; resíduos da preparação da mistura; poeiras e partículas oriundas de sistemas de tratamento de efluentes gasosos incluindo os sistemas de despoeiramento; moldes de gesso usados; resíduos de embalagens (plástico, madeira, metal, papel, etc..).

### 3.2 Aspetos e impactes ambientais

A indústria cerâmica gera impactes ambientais associados à fase de produção, que são os que possuem maior relevância. De acordo com as especificidades próprias das operações unitárias, podemos assim enumerar:

- 1) Emissões para a atmosfera resultantes dos processos térmicos: atomização, secagem, cozedura e emissões para a atmosfera resultantes de processos de tratamento: despoeiramentos, cabines de vidrar, cabines de pintura, etc;
- 2) Consumo de recursos naturais e outros: matérias-primas naturais (argilas, caulinos, feldspatos, areias, gesso, vidrados, corantes, desfloculantes, etc), água e energia;
- 3) Descargas de efluentes líquidos industriais (em função do tipo de fabrico);
- 4) Produção de resíduos;
- 5) Emissões de ruído.

Esta indústria deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspetos ambientais das suas atividades, produtos e serviços que possam ser controlados e sobre os quais presume-se que tenham influência, a fim de determinar aqueles que tenham ou possam vir a ter impacto significativo sobre o meio ambiente.





Os impactes ambientais destes produtos estão presentes em todo o seu ciclo de vida, desde a entrada de matérias-primas, do processo produtivo, os resíduos e efluentes gerados ao longo da produção e o produto em si, ao longo de toda a sua vida útil, conforme exemplificado nos subcapítulos seguintes.

Para uma análise mais detalhada consultar o trabalho “Desempenho Ambiental de Produtos no sector Cerâmico em Portugal” (Almeida, 2019).

### 3.2.1 Consumo de recursos naturais

Os recursos renováveis (exemplo: ar, água e solo), bem como os não renováveis (exemplo: minerais, hidrocarbonetos e metais) estão cada vez mais sujeitos a grandes pressões, com os padrões de desenvolvimento económico atuais e o crescimento populacional.

Os recursos não minerais consumidos na cerâmica referem-se a matérias-primas e a aditivos constituintes dos diversos tipos de pasta, vidros e engobes e são areias, argilas, feldspatos, caulinos, calcite, dolomite e talco, corantes e pigmentos em função da tipologia do tipo de produto.

### 3.2.2 Emissões para a atmosfera

A geração de emissões atmosféricas constitui o aspeto ambiental mais significativo da indústria cerâmica, nomeadamente da etapa de produção. Tendo em conta que neste sector industrial se processam materiais de natureza poeirenta, a emissão de material particulado nesta indústria é considerada um dos aspetos do processo com maior impacto, não só ao nível do ambiente, mas também da saúde humana.

Este material particulado pode ser emitido através de fontes fixas de emissões gasosas ou através de emissões difusas.

A emissão difusa de material particulado para a atmosfera não é feita através de uma chaminé. Estão normalmente associadas a operações de carga, descarga, transporte e armazenamento de matérias-primas cerâmicas, dada a sua natureza pulverulenta.

No caso do fabrico tradicional de produtos cerâmicos (telhas cerâmicas, tijolos, etc.) a natureza ou a composição das partículas emitidas pelas chaminés são determinadas pelas



matérias-primas e combustíveis utilizados e pela fase do processo de fabrico onde são geradas. Assim, ao definir características das partículas é muito importante considerar a fase do processo onde são originárias.

Além das emissões de material particulado, deverão ser ainda considerados outros tipos de emissões gasosas. Geralmente, nos processos de combustão que têm lugar em fornos e secadores durante os processos de cozedura e secagem respetivamente, são gerados compostos gasosos, derivados principalmente dos compostos presentes nas matérias-primas e nos combustíveis.

No quadro seguinte resume-se as emissões atmosféricas relevantes na indústria cerâmica, bem como a sua origem.

*Quadro 3 – Emissões gasosas relevantes (fonte: CTCV)*

<u>Emissões gasosas relevantes</u>	<u>Origem</u>
<b>Emissões de partículas</b>	São essencialmente resultado da combustão incompleta ou fração não combustível e não volátil do combustível.
<b>Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)</b>	As concentrações de SO <sub>x</sub> (principalmente SO <sub>2</sub> ) nos resíduos gasosos estão relacionadas com o teor de enxofre contido nos combustíveis (ex. fuelóleo, coque de petróleo) e em menor escala nas matérias-primas (pirites, gesso e outros sulfatos).
<b>Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>)</b>	O NO <sub>x</sub> é produzido principalmente pela oxidação térmica do nitrogénio e do oxigénio a partir da combustão do ar.
<b>Monóxido de Carbono (CO) e Dióxido de Carbono</b>	Resultam da oxidação do carbono principalmente presente nos combustíveis. O CO é formado no caso da combustão ser incompleta.
<b>Cloretos</b>	Aparecem como impurezas das matérias-primas cerâmicas (argilas, areias, carbonatos etc.)
<b>Fluoretos</b>	É originário das próprias matérias-primas cerâmicas (argilas, caulinos, feldspatos, etc.)
<b>Metais Pesados</b>	O teor de metais pesados na matéria-prima é muito baixo, contudo a sua presença pode advir dos pigmentos cerâmicos e esmaltes, que podem ser emitidos para a atmosfera durante a queima.



### 3.2.3 Emissões para a água e solo

As emissões para o meio aquático ocorrem sobretudo durante o processo de fabrico de produtos cerâmicos. A quantidade de água depende do subsector cerâmico em causa, podendo ser diminuta como no caso da cerâmica estrutural (tijolo e telha por exemplo) até ser utilizada a em grandes quantidades como seja no fabrico de louça utilitária e decorativa, louça sanitária e mesmo no pavimento e revestimento. As empresas podem mesmo assim ter consumos maiores ou menores em função das opções de movimentação da água, que poderá ser em circuito fechado.

Dependendo do método de produção, as águas residuais de processo contêm componentes minerais (partículas insolúveis) e também outras matérias inorgânicas, pequenas quantidades de diversas matérias orgânicas (contribuem para o CQO e em menor escala para o CBO5), e ainda de um modo mais reduzido fluoretos, cloretos e ainda alguns metais pesados. Além da água de processo, frequentemente limpa e reutilizada em circuitos fechados, também a água de arrefecimento, águas pluviais e águas residuais sanitárias (domésticas) podem contribuir para a emissão de água na unidade cerâmica.

### 3.2.4 Resíduos

Os resíduos são dos aspetos ambientais mais relevantes na indústria cerâmica, em todas as fases do processo existe produção de resíduos, desde a extração da matéria-prima até ao embalamento.

Estes resíduos são na sua maioria, inertes ou não perigosos, sendo definido na legislação que os resíduos inertes são *“os resíduos que não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas importantes, que não sejam solúveis nem inflamáveis, nem tenham qualquer outro tipo de reação física ou química e não sejam biodegradáveis, nem afetem negativamente outras substâncias com as quais entrem em contacto, de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana, devendo a lixiviabilidade total e o conteúdo poluente dos resíduos e ecotoxicidade do lixiviado ser insignificantes e, em especial, não pôr em perigo a qualidade das águas, quer superficiais, quer subterrâneas”*.



A indústria cerâmica, como muitos outros setores industriais, produz no seu processo de fabrico vários resíduos, os quais são, na sua maioria, inertes ou não perigosos, tais como os produtos não conformes gerados ao longo de todo o seu processo (caco crú, caco seco, caco cozido), refratários, embalagens de matérias-primas, moldes de gesso, lamas de ETARI, partículas provenientes de sistemas de tratamento de emissões gasosas, etc., enquanto os resíduos perigosos são uma pequena fração dos resíduos produzidos, encontrando-se geralmente associados a operações de manutenção ou tratamento de emissões (gasosas ou líquidas), tais como óleos usados, solventes, embalagens contaminadas, resíduos sólidos do tratamento de gases, contendo substâncias perigosas, etc.

A gestão de resíduos é uma prática já implementada há muitos anos nos diversos subsectores da indústria cerâmica, tendo vindo a aplicar nas suas instalações fabris a redução da produção de resíduos e a fomentar a sua reutilização e reciclagem com vista a prolongar o seu ciclo de vida e desenvolver estratégias de economia circular, de forma a racionalizar a utilização dos recursos naturais e evitar ou minimizar a deposição em aterro.

Os resíduos sólidos constituem, à semelhança de outros setores industriais, um aspeto ambiental relevante na indústria cerâmica, mas a grande maioria dos resíduos produzidos nesta indústria são inertes e não perigosos.

### 3.2.5 Ruído

Este aspeto ambiental, está presente nas várias fases do processo de fabrico e as emissões podem constituir um problema ambiental, quando os equipamentos não são devidamente dimensionados e protegidos e a localização da unidade industrial está próximo de pontos sensíveis (ex. habitações).

Os sistemas de exaustão e ventilação de fornos, equipamentos da seção de preparação de pastas (moinhos, atomizadores), sistemas auxiliares (compressores, geradores de energia) e sistemas de tratamento de fim de linha (estações de tratamento de águas residuais, sistemas de tratamento de emissões gasosas, localizados no exterior das instalações), são os que atingem níveis de ruídos mais elevados, mas são passíveis de melhoria.



Quanto ao ruído exterior este não depende só do modo de funcionamento e operação do equipamento, mas da distância entre as fontes de ruído e os limites da propriedade fabril.



## 4 Ecodesign e economia circular na indústria Cerâmica

### 4.1 Estratégias de Economia circular aplicáveis na indústria cerâmica

No conceito da economia circular, a preservação do valor dos produtos pelo maior tempo possível, desempenha um papel crucial e coloca os produtos e toda a sua cadeia de valor no processo de transição, desta forma, os recursos naturais devem ser utilizados de forma eficiente e sem esgotar os recursos do planeta.

Neste seguimento, os resíduos de um ciclo de fabrico devem ser de novo utilizados na economia como matérias-primas secundárias. Assim, estas matérias-primas secundárias constituem-se assim materiais reciclados que podem ser usados em processos de fabricação em substituição ou em conjunto com matérias-primas naturais (“virgens”), apresentando uma série de vantagens, incluindo a redução do uso de materiais e energia, redução dos impactes sobre o clima e o ambiente (ex. biodiversidade, solo, etc.) e redução dos custos de fabricação.

A indústria cerâmica é um setor com fortes potencialidades para incorporação/valorização de resíduos, sendo esta uma prática crescente a nível mundial, tendo vindo este setor a investir em inovações no âmbito da economia circular.

Ao longo dos últimos anos, têm sido desenvolvidos estudos de incorporação de resíduos, através da valorização de resíduos e subprodutos gerados na própria indústria cerâmica (poeiras, lamas de ETARI e cacos) minimizando deste modo a extração de recursos naturais e potenciando a economia circular, e na valorização de resíduos de outros setores industriais em matrizes cerâmicas.

Estes estudos resultaram muitas vezes em novos produtos comercializáveis, os quais possuem na sua composição cerâmica, diversas percentagens de incorporação de resíduos e muitas das vezes com melhores características tecnológicas ou até mesmo com novas funções.

O aproveitamento dos resíduos/subprodutos como matéria-prima secundária vai implicar simbioses industriais, as quais irão promover redes com empresas distintas que partilham recursos de forma eficiente, onde o consumo de energia e materiais é



otimizado, e os efluentes e resíduos de um processo servem de matéria-prima secundária (minimizando a extração) ou energia para os processos doutras empresas.

Neste, algumas das estratégias de economia circular na cerâmica englobam (Almeida, :

- O **ecodesign** - que é a “integração sistemática de considerações ambientais no processo de design de produtos”, uma vez que se estima que esta etapa é responsável por cerca 70% a 80% dos impactes ambientais relacionados com o produto [6]. A aplicação deste conceito desde o início do processo de desenvolvimento otimiza o perfil ambiental do produto em todas as etapas do seu ciclo de vida, nomeadamente, na extração de matérias-primas e auxiliares, fabricação, distribuição, utilização (podendo incluir previamente a construção) e fim de vida. Procura assim processos e produtos menos intensivos em recursos naturais materiais e energéticos.
- **Prevenção e valorização de resíduos; simbioses industriais** - No âmbito da valorização de resíduos, o CTCV tem realizado uma série de estudos de incorporação de resíduos, particularmente na indústria de cerâmica estrutural, através da valorização de resíduos e subprodutos gerados na própria indústria (poeiras, lamas e cacos) minimizando deste modo a extração de recursos naturais e potenciando a economia circular, e na valorização de resíduos de outros sectores em matrizes cerâmicas (resíduos da pasta e papel, resíduos da fundição, resíduos de industria extrativa, processamento de pedras, curtumes, tratamento de resíduos, exploração de minérios, etc) [7]. Pode incluir-se neste âmbito das sinergias a partilha de infraestruturas (ex. ETARI), equipamentos comuns ou aluguer, serviços comuns (p.e. plataformas de logística, eletricidade para auto-consumo partilhado).
- **Extensão de ciclo de vida** – procurando prolongar os produtos cerâmico o maior tempo possível da cadeia de valor, com iniciativas de “combate à obsolescência programada” ou processo de reconversão de resíduos em novos materiais ou produtos.
- **Pensamento de ciclo de vida** – a abordagem subjacente no desenvolvimento de um processo ou produto com o Ciclo de Vida do Produto, é o mote para a valorização dos recursos empregues durante a sua produção. Em cada etapa do ciclo de vida do produto, desde a sua extração, produção, distribuição, utilização até ao seu fim de vida, existe o consumo de recursos e energia com impacte na natureza.



## 4.2 Estratégias de Ecodesign aplicáveis na indústria cerâmica

As estratégias de ecodesign oferecem orientação enquanto medidas de ação a serem tomadas durante a implementação prática do ecodesign. É através dessas medidas que a redução dos impactos ambientais do produto será efetivamente realizada. A seleção das estratégias apropriadas é fundamental para a aplicação bem-sucedida do ecodesign.

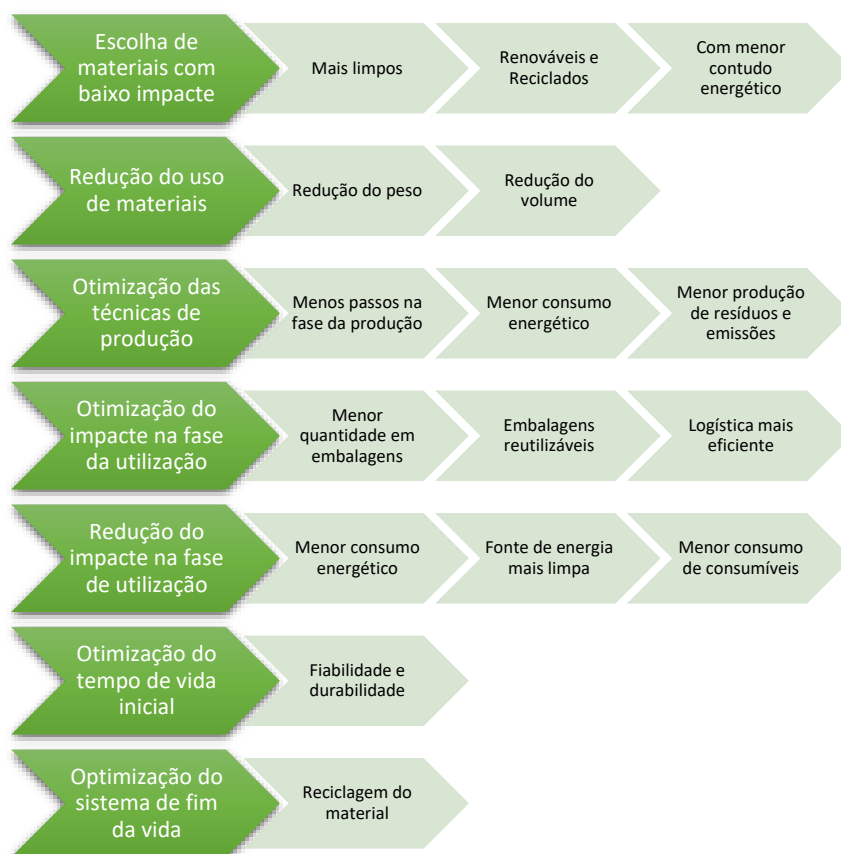


Figura 13 - Estratégias de Ecodesign. Adaptado de van Hemel e Cramer (2002)

### 4.2.1 Etapa de extração e aquisição de materiais

Alguns exemplos de boas práticas na etapa de extração e aquisição de materiais que poderão ser aplicáveis, sempre que viáveis, incluem (Almeida et al, 2014):

- Planeamento adequado da extração das matérias-primas de acordo com o Plano de Pedreira aprovado (nomeadamente o PL – Plano de Lavra e o PARP - Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística);





- Evitar (sempre que possível) ou minimizar o arraste do material fino armazenado para a atmosfera ou meio hídrico;
- Armazenar as terras vegetais para posterior utilização na recuperação paisagística;
- Tapar as matérias-primas no seu transporte até às instalações fabris;
- Utilizar recursos renováveis e minimizar a utilização de matérias-primas não renováveis;
- Utilizar materiais que possam ser facilmente recuperados, reciclados ou reutilizados;
- Utilizar a menor quantidade possível de materiais;
- Racionalizar e gerir consumos de energia;
- Limitar ou restringir a utilização de substâncias perigosas de acordo com a legislação aplicável (destaque para o Regulamento REACH);
- Estabelecer critérios de desempenho ambiental a facultar aos fornecedores

#### 4.2.2 Etapa de produção

É durante a etapa de produção dos materiais cerâmicos, que são identificados um maior número de aspetos e impactes ambientais associados às várias áreas temáticas ambientais (água, efluentes líquidos, emissões atmosféricas, energia, resíduos, ruído e substâncias químicas) [6, 7 e 8] (Almeida et al, 2014).

Neste sentido, para cada uma destas áreas apresentam-se medidas que visam melhorar o desempenho ambiental de uma instalação cerâmica nesta etapa [7, 8 e 9] (Almeida et al, 2014):

##### Águas

- Efetuar o controlo periódico do consumo de água, para prevenir, identificar e corrigir eventuais fugas, perdas ou uso deficiente da água;
- Instalar contadores de água e registos de consumo geral e por sectores;
- Otimizar o uso de água nas diversas atividades;
- Assegurar a manutenção preventiva dos equipamentos de abastecimento e redes de distribuição de água;
- Adequar o consumo de água e a sua qualidade ao tipo de utilização pretendida.

##### Efluentes líquidos

- Recolher separadamente os efluentes líquidos provenientes das diferentes etapas do processo;
- Efetuar o tratamento das águas residuais do processo;



- Monitorizar a qualidade das águas residuais e verificar a conformidade com os valores-limite aplicáveis;
- Assegurar a manutenção preventiva das instalações e dos equipamentos de recuperação e tratamento da água;
- Sempre que possível utilizar a água em circuito fechado;
- Prevenir eventuais derrames de substâncias perigosas (óleos, solventes, etc.) na rede de drenagem das águas residuais.

### Emissões Atmosféricas

- Efetuar o autocontrolo de efluentes gasosos, através da monitorização pontual ou contínua e verificar a conformidade com os valores-limite aplicáveis;
- Construir as chaminés com altura adequada e de acordo com os requisitos legais de construção, para permitir uma boa dispersão dos poluentes;
- Otimizar a curva de secagem e de cozedura;
- Aplicar sistemas de depuração (quando necessário);
- Minimizar as emissões em atividades que produzem poeiras (confinamento de equipamentos e secções; sistemas de aspiração e filtração);
- Reduzir as emissões difusas de poeiras em locais de armazenamento a granel a céu aberto de matérias-primas (anteparos, paredes ou vedação formada por sebes vivas);
- Efetuar uma manutenção e limpeza adequadas dos secadores, evitando a acumulação de poeiras;
- Instalar sistemas de tratamento de efluentes gasoso, sempre que necessário (atomizadores: filtros mangas ou ciclones e abatedores por via húmida; fornos: filtros de mangas ou filtros de cascata);
- Assegurar a utilização racional dos equipamentos, de forma a evitar consumos desnecessários e, conseqüentemente, a emissão de gases de combustão;
- Assegurar a manutenção e limpeza adequada dos equipamentos (ex. filtros);
- Aplicar sistemas de despoeiramento, aspiração e tratamento.

### Energia

- Efetuar auditorias energéticas para conhecer as áreas consumidoras de energia;
- Conceção do forno e secador (sistemas automáticos de controlo, isolamentos térmicos, etc.);
- Utilizar gás natural como combustível (MTD do sector);
- Investir em ID com vista fontes alternativas como o hidrogénio,



- Promover um consumo racional de energia;
- Recuperar o excesso de calor do forno (utilização de ar quente da zona de arrefecimento do forno);
- Proceder ao isolamento térmico de condutas e equipamentos térmicos (secadores, atomizadores, fornos);
- Instalar sistemas de deteção de fuga de gás;
- Controlar a pressão e temperatura no corpo dos equipamentos de produção;
- Instalar variadores eletrónicos de velocidade e arrancadores progressivos;
- Substituir a iluminação por outra mais eficiente (maximizando sempre que possível a iluminação natural);
- Conceber materiais cerâmicos que possibilitem a redução dos consumos energéticos e, se viável, com características melhoradas;
- Substituir (reparar) as vagonas por outras com estanquicidade melhorada e material de baixa densidade (Low thermal mass – LTM);
- Instalar queimadores de alta velocidade de grande eficiência energética;
- Otimizar o lay-out da fabricação com redução de tempos de secagem e cozedura e eficiência (energética e produtiva);
- Reduzir o consumo de energia primária através de unidades de cogeração;
- Assegurar a manutenção periódica e o isolamento de instalações e equipamentos;
- Privilegiar a utilização de lâmpadas e equipamentos energeticamente mais eficientes.
- Utilizar energias renováveis (ex. integração de painéis solares em ambientes industriais de forma a complementar as necessidades de eletricidade dos sistemas, ou aquecimento de águas).

### **Resíduos**

- Garantir uma adequada separação, recolha, armazenagem e encaminhamento dos resíduos para operadores licenciados;
- Dotar a instalação com contentores adequados à deposição de cada tipo de resíduo produzido e à respetiva quantidade;
- Adquirir equipamento para redução de volume de resíduos, sempre que a sua quantidade o exigir;
- Armazenar corretamente óleos usados, filtros de óleo, solventes e outros, prevenindo eventuais derrames;
- Utilizar, quando necessário, materiais adequados para a absorção de derrames ou limpeza de superfícies, com posterior destino final adequado;



- Reincorporar o material cerâmico no processo produtivo (sempre que viável);
- Otimizar o modo de enforna;
- Recuperar e reutilizar paletes no armazenamento;
- Equacionar a utilização das lamas do tratamento de águas residuais para processos de reciclagem, ou reutilização noutros produtos ou no próprio processo.

### **Ruído**

- Efetuar a caracterização dos níveis de ruído sempre que se verifiquem alterações nos processos, com perturbações do ruído emitido;
- Verificar a conformidade com os valores-limite de emissão aplicáveis;
- Sinalizar e limitar o acesso a zonas muito ruidosas;
- Considerar em primeiro lugar as intervenções na fonte, em seguida durante a transmissão do ruído e no final as soluções ao nível dos recetores;
- Reduzir a emissão de ruído através de encapsulamento de fontes ruidosas, isolamentos sonoros, uso de ventiladores de baixa rotação e silenciadores;
- Planear as atividades produtivas na empresa, de forma a controlar as emissões de ruído para o ambiente;
- Proceder à manutenção preventiva das instalações e equipamentos;
- Verificar o cumprimento dos níveis de ruído ambiente para o ambiente (exterior).

### **Substâncias Químicas**

- Reduzir, sempre que possível, a perigosidade dos materiais utilizados na fabricação dos produtos (ex. aditivos, tintas);
- Adquirir materiais e produtos químicos contemplando critérios ambientais;
- Assegurar a existência das fichas de dados de segurança (FDS) de todos os produtos químicos utilizados, com sensibilização e formação aos colaboradores que manuseiam estes materiais;
- Identificar e sinalizar todos os locais e recipientes contendo produtos químicos. A respetiva armazenagem deve assegurar a sua estabilidade e segurança;
- Utilizar EPI's apropriados a cada produto manuseado, de acordo com a FDS;
- Ter procedimentos de atuação para resposta a situações de acidente ou emergências (derrames, acidentes de trabalho).

### **Outros:**

- Minimizar consumos de matérias-primas através de maior incorporação de resíduos (desde que viável);



- Utilizar matérias-primas alternativas que promovam menores temperaturas de cozedura (aditivos, fundentes, etc.) e que, eventualmente possam potenciar melhorias nas características dos produtos fabricados;
- Modernizar e controlar de forma automática equipamentos como secadores e fornos, evitando que funcionem mais tempo que o necessário;
- Instalar unidades de cogeração – produção simultânea de energia térmica e energia mecânica a partir de um único combustível;
- Promoção de sistemas de gestão ambiental e ferramentas de comunicação de desempenho ambiental, tal como as declarações ambientais de produto

### 4.2.3 Etapa de utilização do produto

Em termos da etapa de utilização, existem uma série de boas práticas e técnicas que poderão ser eventualmente utilizáveis (função da tipologia de produto), tais como (Almeida et al, 2014)::

- Disponibilizar informação sobre uma utilização racional e minimização de aspetos ambientais (ex. utilização racional e mais eficiente da água e da energia);
- Minimizar a utilização de energia e a consequente emissão de gases para a atmosfera, incluindo os gases com efeito de estufa;
- Melhorar o isolamento para reduzir as perdas de calor;
- Minimizar a utilização de água durante a fase de aplicação e utilização;
- Minimizar a quantidade de resíduos gerados;
- Procurar incrementar a vida útil do produto;
- Disponibilizar listagem de sugestões técnicas de limpeza e manutenção;
- Proporcionar uma limpeza, reparação e manutenção fácil do produto;
- Assegurar o acesso a componentes de reparação e substituição;
- Disponibilizar informação sobre instruções de reparação e manutenção;
- Incluir instruções para os produtos ou componentes adicionais (exemplo: acessórios de telhado, mecanismos no caso de louça sanitária);
- Reutilizar ou reciclar o material das embalagens de produto;
- Promover produtos adicionais reutilizáveis ou recicláveis.



#### 4.2.4 Etapa de fim de vida do produto

A última etapa do ciclo de vida de um produto pode tornar-se a primeira se, após a demolição, se seguir a reciclagem e a reutilização, ou seja a valorização do material considerado em fim de vida. Em termos ambientais, a melhor opção nesta etapa é função de uma série de condicionantes que incluem a natureza dos resíduos, a sua possibilidade de segregação de reciclabilidade, a disponibilidade de infraestruturas de gestão de resíduos, etc..

Em termos da etapa de fim de vida, existem uma série de boas práticas e técnicas que poderão ser eventualmente utilizáveis (função da tipologia de produto), tais como (Almeida et al, 2014):

- Disponibilizar informação sobre as operações adequadas no fim de vida, incluindo a classificação dos materiais cerâmicos em fim de vida como resíduos não-perigosos de acordo com lista LER de resíduos;
- Minimizar o tempo e a otimizar a forma de desconstrução (demolição);
- Segregar os resíduos cerâmicos (quando viável);
- Encaminhar os resíduos para operadores licenciados, quando não viável a sua reutilização ou reciclagem na mesma fileira.

### 4.3 Exemplos práticos na cerâmica

É possível encontrar muitos produtos cerâmicos cujas inovações se podem classificar como estratégias de ecodesign, apresentando-se seguidamente alguns exemplos de produtos portugueses e de outros países.

Deve ter-se em atenção, contudo, o balanço ambiental global destas inovações, particularmente os eventuais “trade-offs”.

Sendo de ressaltar que a **desclassificação** de resíduos é um passo fundamental em termos de enquadramento legal nacional para tornar um resíduo numa matéria-prima secundária e que as ferramentas de **Avaliação de ciclo de vida** são fundamentais para demonstrar a circularidade das estratégias.

Verifica-se também que, em muitos casos, apenas uma estratégia ou vertente ambiental é ilustrada por estes exemplos. Apesar disso ilustram a aplicação de intervenções de design com potenciais de mais valia ambiental numa indústria que tradicionalmente centrou os seus esforços de proteção ambiental no processo produtivo.



### 4.3.1 Casos práticos

Pó de granito em telhas cerâmicas	
<b>Tipo de estratégia</b>	<i>Eco inovação; simbioses industriais</i>
<b>Descrição</b>	<p>Uma empresa belga dedicada à produção de telhas cerâmicas conseguiu demonstrar que o pó de granito (partículas libertadas na extração e transformação do granito) pode ser utilizado como matéria-prima secundária na produção dos seus produtos cerâmicos, através da sua incorporação na pasta cerâmica.</p> <p>Com a incorporação daquele resíduo a empresa conseguiu melhorar a resistência mecânica dos seus produtos, produzir peças mais finas, reduzindo assim, as quantidades de argila e areia utilizadas no processo e o consumo de energia na produção dos produtos, assim como agilizar o transporte e embalagem, com a consequente diminuição de emissões de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de telhado.</p>
<b>Vantagens</b>	<p>Melhoramento das características tecnológicas dos produtos cerâmicos;</p> <p>Redução do consumo de matérias-primas naturais;</p> <p>Diminuição do consumo de energia;</p> <p>Redução das emissões de CO<sub>2</sub>;</p> <p>Redução da deposição de resíduos em aterro.</p>
<b>Fonte</b>	<p>Cerame - Unie (The European Ceramic Industry Association) – “<i>Cerame-Unie’s views on resource efficiency &amp; the circular economy package</i>”, July 2014</p> <p>“Utilization of hard rock dust with red clay to produce roof tiles” – Journal of Asian Ceramic Societies; 2014</p>

Reutilização de tijolos antigos




Hotel "Castle of Hindsgavl", Dinamarca

<p><b>Tipo de estratégia</b></p>	<p><i>Valorização de resíduos; extensão de ciclo de vida</i></p>
<p><b>Descrição</b></p>	<p>A Gamle Mursten desenvolveu uma tecnologia de limpeza de tijolos patenteada, a que chamam "REBRICK", fornecendo tijolos reutilizados para toda a Dinamarca. O processo consiste na limpeza de tijolos recolhidos em edifícios antigos, através de uma tecnologia de raspagem com vibração. Os tijolos são utilizados em novos projetos de construção ou na renovação de edifícios, onde os clientes procuram obter um produto único e com carácter sendo ao mesmo tempo sustentável.</p> <p>Esta reutilização de tijolos reduz significativamente a quantidade de resíduos de construção gerados e permite a poupança de mais de 95% da energia utilizada no fabrico de novos tijolos, assim como a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, revelando-se um perfeito exemplo de economia circular, ao passar os recursos de uma geração para outra.</p>
<p><b>Vantagens</b></p>	<p>Redução do consumo de matérias-primas naturais;                  Redução dos consumos de energia e emissões de CO<sub>2</sub>;                  Reutilização de materiais no fim do ciclo de vida;                  Aplicação e conceito simples;                  Benefícios em termos económicos e ecológicos;                  Solução inovadora no mercado de reciclagem de materiais de construção.</p>
<p><b>Fonte</b></p>	<p>State of Green. "Circular Economy - Denmark as a circular economy solution hub".</p> <p>Gamle Mursten (<a href="http://en.gamlemursten.dk/">http://en.gamlemursten.dk/</a>)</p> <p>Fynsk erhverv (<a href="https://fynskerhverv.dk/ny-fabrik-til-gamle-mursten-eu-stoette-gav-det-foerste-skub/">https://fynskerhverv.dk/ny-fabrik-til-gamle-mursten-eu-stoette-gav-det-foerste-skub/</a>)</p>





	
<b>Incorporação de Lamas de ETA na fabricação de tijolos</b>	
<b>Tipo de estratégia</b>	<i>Valorização de subprodutos e resíduos; Simbiose industrial</i>
<b>Descrição</b>	<p>Vários estudos demonstraram que as lamas de ETA, resultantes do processo de produção da água para consumo humano, têm potencial para aproveitamento noutros processos de produção, por exemplo prolongando o seu ciclo de vida no setor da água substituindo reagentes convencionais, em trabalhos de pavimentação e como matéria-prima secundária para produção de materiais de construção.</p> <p>Existe uma empresa portuguesa que se dedica à conceção, desenvolvimento e fabricação de soluções construtivas de materiais cerâmicos para a construção. Tendo em conta os estudos realizados, procedeu à substituição das suas matérias-primas naturais (argila e areia) por alguma percentagem de lamas de ETA, produzindo produtos cerâmicos com a mesma qualidade.</p>
<b>Vantagens</b>	<p>Redução da exploração de recursos naturais;</p> <p>Utilização de resíduos como matéria-prima;</p> <p>Contribuição para a gestão sustentável de resíduos, evitando os impactes associados à sua eliminação.</p>
<b>Fonte</b>	Prélis e Estudos do CTCV sobre o tema



## Tijolo desenvolvido através de material reciclado



<https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/K-Briq>

Tipo de estratégia	<i>Valorização de resíduos de RCD</i>
Descrição	<p>O K-Briq é um produto inovador da KENOTEQ, empresa britânica, que é um tijolo constituído em 90% por resíduos reciclados oriundos do setor da construção e demolição, os quais são aproveitados de forma sustentável.</p> <p>Este tijolo apresenta-se com características semelhantes a um tijolo normal de argila, no entanto, apresenta melhores propriedades de isolamento. Este produto gera apenas um décimo das emissões de CO<sub>2</sub> em comparação com o tijolo tradicional e consome também menos um décimo da energia na sua produção.</p>
Vantagens	<p>Produto inovador e sustentável;</p> <p>Redução dos resíduos do setor da construção enviados para aterro;</p> <p>Diminuição do consumo de recursos naturais;</p> <p>Produto com melhores propriedades de isolamento.</p>
Fonte	<p><a href="http://www.construcaomagazine.pt/noticias/desenvolvido-tijolo-de-construcao-reciclado/?ref=email&amp;utm_source=newsletter&amp;utm_medium=email&amp;utm_campaign=news207-jan-2020">http://www.construcaomagazine.pt/noticias/desenvolvido-tijolo-de-construcao-reciclado/?ref=email&amp;utm_source=newsletter&amp;utm_medium=email&amp;utm_campaign=news207-jan-2020</a></p>



## Sistema de Drenagem Urbana Sustentável



<http://www.lifecersuds.eu/pt>

<b>Tipo de estratégia</b>	<i>Ecodesign; extensão do ciclo de vida</i>
<b>Descrição</b>	<p>O LIFE CERSUDS é um projeto europeu financiado pela Comissão Europeia através do programa LIFE, o qual se baseia no desenvolvimento de um sistema de drenagem urbana sustentável - SuDS.</p> <p>O principal objetivo do projeto é reforçar a adaptabilidade das cidades às alterações climáticas, promovendo a utilização de infraestruturas sustentáveis no planeamento urbano, através da implementação de um sistema inovador, que consiste numa superfície permeável, de reduzido impacto ambiental, baseado na utilização de materiais cerâmicos de baixo valor comercial, promovendo a redução da quantidade de materiais armazenados em stock.</p>
<b>Vantagens</b>	<p>Redução do número de ocorrências relacionadas com inundações, através do aumento das superfícies permeáveis nas cidades;</p> <p>Reutilização de água armazenada quando necessário;</p> <p>Controlo e redução dos picos de escoamento ao longo do sistema de drenagem urbana; Inclusão de tratamento de águas pluviais na paisagem urbana;</p> <p>Proteção da qualidade da água e limitação dos efeitos da poluição difusa;</p> <p>Redução das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas com a produção de materiais de pavimento; Acabamento estético de qualidade que evita a formação de poças de água e aumenta o conforto e a segurança das ruas em tempos de maior precipitação; Sistema cerâmico de drenagem sustentável;</p> <p>Redução de stock de materiais cerâmicos de baixo valor comercial das empresas, possibilitando a esses materiais um novo uso comercial e consequentemente aumentando os lucros da indústria.</p>
<b>Fonte</b>	LIFE CERSUDS ( <a href="http://www.lifecersuds.eu/pt">http://www.lifecersuds.eu/pt</a> ) e <a href="http://www.ctcv.pt">www.ctcv.pt</a>



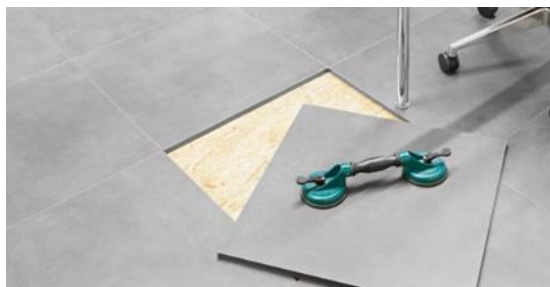
**Ecotech tile**



<b>Tipo de estratégia</b>	<i>Design e eco conceção; Ecoeficiência</i>
<b>Descrição</b>	<p>A empresa portuguesa Revigrés, no âmbito do projeto europeu InEDIC, desenvolveu um ladrilho cerâmico que integra diversas estratégias de ecodesign, apresentando como principal característica o facto de na sua composição conter cerca de 90% de materiais reciclados.</p> <p>Este novo produto mais sustentável, com elevada qualidade e segurança na utilização e elevada resistência ao desgaste e à abrasão, possui inúmeras vantagens ambientais, desde a diminuição do consumo de matérias-primas, ao utilizar 90% de materiais reciclados internamente (caco cru, caco seco, partículas de despoeiramento, lamas de ETAR, etc), a redução de consumos de energia durante o processo de produção e a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>.</p>
<b>Vantagens</b>	<p>Valorização de um resíduo;</p> <p>Desenvolvimento de um produto mais sustentável e inovador;</p> <p>Diminuição do consumo de matérias-primas naturais (argilas, caulinos, feldspatos, etc.);</p> <p>Redução de consumo de energia;</p> <p>Redução das emissões de CO<sub>2</sub>;</p> <p>Produto de elevada resistência ao desgaste e à abrasão.</p>
<b>Fonte</b>	<a href="http://www.revigres.pt">www.revigres.pt</a>



## Reutilização de pisos cerâmicos



<b>Tipo de estratégia</b>	<i>Design e eco-conceção; reutilização em fim de vida</i>
<b>Descrição</b>	<p>A empresa portuguesa Revigrés possui um produto que é uma solução versátil e inovadora no mundo cerâmico, e que revoluciona, nomeadamente, o conceito de pavimento fixo.</p> <p>Este produto é um pavimento em grés porcelânico, denominado de REVICOMFORT, que é utilizado tanto em áreas interiores, públicas ou residenciais e possui a particular característica de ser amovível e consequentemente reutilizável, e é um produto de rápida e fácil aplicação, na medida em que, não são necessárias colas, cimentos, nem mão-de-obra especializada e que pode ser utilizado imediatamente após a sua aplicação. Deste modo pode, em fim de vida, ser facilmente substituído e ser reutilizado noutras aplicações (ganhando “nova vida”).</p>
<b>Vantagens</b>	<p>Produto inovador, reutilizável e de fácil aplicação;</p> <p>Redução da geração de resíduos;</p> <p>Diminuição do consumo de recursos naturais;</p> <p>Redução do consumo de materiais auxiliares para a montagem do produto;</p> <p>Promoção da extensão do ciclo de vida.</p>
<b>Fonte</b>	<a href="https://revigres.pt/produtos/revicomfort/">https://revigres.pt/produtos/revicomfort/</a>



## REVIGRÉS LIGHT



<p><b>Tipo de estratégia</b></p>	<p><i>Design e eco-conceção; redução de consumo de materiais</i></p>
<p><b>Descrição</b></p>	<p>A empresa portuguesa Revigrés desenvolveu um pavimento em grés, denominado de REVIGRÉS LIGHT, que é utilizado em áreas interiores, públicas ou residenciais, e que possui a particular característica de ter uma espessura fina e ser um produto para reconstruções e de fácil aplicação. Este pavimento em termos de fabrico e etapas do ciclo de vida reúne assim, as vantagens de um menor consumo de matérias-primas, menor consumo energia (durante fabrico) e menores emissões de por cada m<sup>2</sup> de produto fabricado. Também durante a etapa de transporte do produto se consegue um maior nº peças por carga (o dobro) e a consequente racionalização de custos e emissões no transporte.</p> <p>Na etapa de utilização, existe uma maior rapidez de aplicação, menos aditivos fixativos (colas), e menor ruído. Na etapa de fim de vida verifica-se uma maior facilidade da sua remoção, pelo que poderá ser mais facilmente triado e valorizado.</p>
<p><b>Vantagens</b></p>	<p>Redução da geração de resíduos;</p> <p>Diminuição do consumo de recursos naturais, menos consumo energia, menores emissões de gases por m<sup>2</sup> fabricado;</p> <p>Maior nº peças por carga de transporte, logo racionalização de custos e emissões no transporte;</p> <p>Paredes de estrutura ligeira;</p> <p>Sobreposição sobre outros materiais (reconstruções); com maior rapidez de aplicação, menos aditivos fixativos (colas).</p>
<p><b>Fonte</b></p>	<p><a href="https://revigres.pt/produtos">https://revigres.pt/produtos</a> e</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=a1oAqbFoHgc">https://www.youtube.com/watch?v=a1oAqbFoHgc</a></p>




Minimum



<b>Tipo de estratégia</b>	<i>Design e eco conceção; Valorização de subprodutos e resíduos</i>
<b>Descrição</b>	<p>No âmbito do projeto europeu InEDIC - Inovação e Ecodesign para a Indústria Cerâmica (Portugal e Espanha), foi desenvolvido um estudo de caso de ecodesign, o qual deu origem ao produto Minimum pela empresa portuguesa Costa Verde, o qual utiliza cerca de 90% de material reciclado internamente (lamas de ETAR).</p> <p>Assim, foram aplicadas metodologias e ferramentas de ecodesign, para a conceção de um novo produto, que fosse mais sustentável. Este consiste num conjunto de cozinha multifuncional em porcelana, que possui peças de diferentes tipologias, que podem ter funções em simultâneo de armazenamento de alimentos, ou para aquecer os alimentos no forno ou no micro-ondas e servir à mesa.</p>
<b>Vantagens</b>	<p>Integração de diversas estratégias de ecodesign no desenvolvimento de um produto;</p> <p>Multifuncionalidade;</p> <p>Maior eficiência na produção;</p> <p>Minimização da utilização de substâncias perigosas;</p> <p>Utilização em cerca de 90% de material reciclado internamente.</p>
<b>Fonte</b>	<a href="https://costa-verde.com/">https://costa-verde.com/</a>



<b>ECOGRES</b>	
<b>Tipo de estratégia</b>	<i>Valorização de subprodutos e resíduos</i>
<b>Descrição</b>	<p>No âmbito do COMPETE 2020, foi desenvolvido uma pasta corada de grés para louça de mesa, a partir de resíduos e subprodutos industriais (&gt; 75%, incluindo caco, partículas de despoejamento, lamas da ETARI e com a possibilidade de lamas calcinadas de processos de anodização) produzidos pela empresa portuguesa Grestel.</p> <p>O estudo desenvolvido teve como resultado o lançamento de uma nova linha de produtos, comercializada com a marca registada ECOGRES. Esta linha de louça de grés apresenta na sua composição materiais reciclados não perigosos, provenientes de excedentes e subprodutos cerâmicos e outros aditivos, do processo produtivo daquela empresa.</p>
<b>Vantagens</b>	<p>Redução do volume de extração de matérias-primas naturais;</p> <p>Redução da pegada ecológica na maioria das categorias de impacte da ACV;</p> <p>Redução dos materiais colocados em aterro.</p>
<b>Fonte</b>	<p><a href="https://www.compete2020.gov.pt/newsletter/detalhe/Proj-33853-ECOGRES-Entrevista-NL253-21052020">https://www.compete2020.gov.pt/newsletter/detalhe/Proj-33853-ECOGRES-Entrevista-NL253-21052020</a></p> <p><a href="https://www.costanova.pt/pt/colecao-plano_636.html">https://www.costanova.pt/pt/colecao-plano_636.html</a></p>

<b>Resíduos industriais transformados em utensílios cerâmicos</b>	
	
<b>Tipo de estratégia</b>	<i>Valorização de resíduos simbioses industriais, extensão do ciclo de vida</i>





<p><b>Descrição</b></p>	<p>O projeto, denominado de “From Wasteland to Living Room”, consistiu valorizar um resíduo industrial, ao reciclá-lo, numa alternativa sustentável às matérias-primas naturais, numa tentativa de promover uma economia circular. Neste sentido, designers do Royal College of Art de Londres transformaram resíduos de lama vermelha tóxica da produção de alumínio em diferentes peças funcionais de louça de cerâmica, como copos, tigelas, pratos, vasos e bules.</p> <p>Esta lama vermelha é um subproduto da refinação de minério de bauxita em alumina para produzir alumínio. Por cada tonelada de alumina produzida, o processo pode gerar cerca de duas toneladas de lama vermelha. Esta lama é altamente alcalina e difícil de neutralizar, consistindo essencialmente em óxido de ferro, o que lhe confere uma cor vibrante e enferrujada. Neste processo foi utilizado uma redução granulométrica deste resíduo e depois um processo padronizado de moldagem para formar o produto cerâmico.</p> <p>A lama vermelha também foi usada para fazer os esmaltes, devido à abundância de óxidos metálicos na sua composição, resultando numa variedade de cores nos materiais cozidos, variando de um vermelho de terracota a roxo e preto</p>
<p><b>Vantagens</b></p>	<p>Redução dos resíduos produzidos;</p> <p>Melhoria do desempenho ambiental das indústrias de produção de alumínio;</p> <p>Redução da utilização, e conseqüentemente da exploração, de recursos naturais;</p> <p>Redução nos consumos de energia e emissões de CO2 associados à utilização de outro tipo de materiais;</p> <p>Utilização de resíduos como matéria-prima, contribuindo para a transição para um modelo de economia circular.</p>
<p><b>Fonte</b></p>	<p>Dezeen (<a href="https://www.dezeen.com/2019/03/04/red-mud-residue-ceramics-from-wasteland-to-living-room-design/">https://www.dezeen.com/2019/03/04/red-mud-residue-ceramics-from-wasteland-to-living-room-design/</a>)</p>



<b>Tubos de argila vitrificada produzidos com os seus próprios resíduos</b>	
<b>Tipo de estratégia</b>	<i>Eco inovação; extensão do ciclo de vida</i>
<b>Descrição</b>	<p>Um fabricante de tubos de argila vitrificados introduziu a abordagem “cradle-to-cradle” (do berço ao berço) na produção de tubos de grés. No processo de fabrico toda a energia elétrica utilizada é proveniente de recursos renováveis (vento, sol e água). Para além disto, não existe perda de material na etapa de produção, ou seja, a totalidade dos tubos quebrados (cacos) são triturados e reintroduzidos no processo de produção.</p> <p>O tubo de grés é composto por cerca de 30 a 40% de matéria-prima secundária, incluindo o caco partido e resíduos de pavimentos e revestimentos cerâmicos. Durante a etapa de uso, estes tubos têm pouca ou praticamente nenhuma manutenção, e possuem uma vida útil superior a um século.</p> <p>Após o fim de vida útil, os tubos de grés podem ser removidos do solo e reciclados para a produção de novos tubos ou para uma aplicação diferente.</p>
<b>Vantagens</b>	<p>Redução do consumo de energia;</p> <p>Redução do consumo de recursos naturais;</p> <p>Aplicação do conceito de economia circular.</p>
<b>Fonte</b>	Cerame - Unie (The European Ceramic Industry Association) – “Cerame-Unie’s views on resource efficiency & the circular economy package”, July 2014

Integrado no projeto SIAC CTCV-2021 - Reforço da atividade para a Indústria 4.0, Economia Circular e Eficiência Energética desenvolveu-se numa das suas atividades um website, que constitui um Centro de Recursos Economia Circular desenvolvido (<https://www.ctcv.pt/economiacircular/>), onde constam uma série de boas práticas e exemplos de aplicação de algumas estratégias de economia circular aplicáveis a diversos subsectores da indústria cerâmica, incluindo exemplos nacionais e internacionais. Neste



centro de Recursos encontram-se mais de 50 exemplos, sugerindo-se uma consulta mais detalhada no site.

#### 4.4 Mercados, oportunidade e ameaças da economia circular

No âmbito das Jornadas Técnicas da Cerâmica 2019, desenvolveu-se com a APICER, o CTCV – Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, e em parceria com a equipa técnica da BTEN, uma sessão de trabalho, onde se abordou o tema da economia circular na indústria cerâmica.

No decorrer da sessão, foi utilizada a metodologia de VALUE ROADMAP, com o objetivo de refletir sobre a temática, em termos de circularidade, juntando vários atores, e analisando, em termos empresariais e societais, quais são os principais desafios e barreiras que se colocam e quais os drivers que poderão orientar a resposta para esses desafios no setor da cerâmica. Os principais resultados foram:

	PRESENTE	FUTURO
<b>Mercados/Tendências</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporação de resíduos na formulação de pastas</li> <li>• Bicozedura</li> <li>• Grés com monocozedura (redução energética e descarbonatização)</li> <li>• Usar os materiais e a energia estritamente necessários (úteis)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monocozedura (menor energia e emissão de CO<sub>2</sub>)</li> <li>• Espessura mais fina (ecoeficiência)</li> <li>• Materiais mais resistentes (ex:hotelaria)</li> <li>• Materiais mais finos e duráveis</li> <li>• Promoção de materiais mais sustentáveis</li> <li>• Geração Millennium</li> </ul>
<b>Ameaças</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Morosidade na movimentação dos resíduos, entraves legais</li> <li>• Incerteza quanto à qualidade das matérias primas secundárias</li> <li>• Grande desperdício na etapa de produção do produto (determinada na fase de design)</li> <li>• Deposição em aterro dos resíduos do setor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactes estimados do produto</li> <li>• Uso de materiais com substâncias limitadas e reguladas (ex. REACH)</li> <li>• <i>Business as Usual</i></li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inovar processo produtivo</li> <li>• Extensão da vida do produto</li> <li>• Reduzir consumos energéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Novos modelos de negócio (ex: aluguer em vez de propriedade)</li> <li>• Novos materiais</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensamento de ciclo de vida e ecodesign de forma a minimizar os impactes estimados do produto na fase de design (70% a 80%)</li> </ul>
<b>Inovação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impressão digital</li> <li>• Novos materiais</li> <li>• Aplicar novas tecnologias/inovação no desenvolvimento produto/processos</li> <li>• Técnicas mais limpas (MTD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indústria 4.0 e tecnologia ligada a processos e produtos mais sustentáveis</li> <li>• Impressão digital em grande escala</li> <li>• Novas tecnologias</li> </ul>
<b>Desafios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuir pegada ambiental do consumidor e da produção</li> <li>• Apostar no ecodesign, design para a sustentabilidade e naecoinovação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simbioses industriais dentro do setor e com outros setores</li> <li>• Green marketing - Story Tell</li> <li>• Sistemas de informação sobre resíduos/subprodutos</li> </ul>

## 5 Considerações finais

Os desafios sociais deste século, como uma sociedade livre de carbono, uma preocupação com o consumo indiscriminado de recursos naturais do planeta, o consumo intensivo e as ineficiências energéticas, a existência de elevado desperdício e resíduos, em termos de produção e consumo, são muito significativos assumindo-se estratégias e medidas de ecodesign e de economia circular como um caminho a percorrer com vista à sustentabilidade.

O ecodesign assume-se hoje uma importância estratégica com vista a um desenvolvimento sustentável. Existem uma série de estratégias que se devem aplicar ao longo do ciclo de vida de um produto (ou serviço) com o intuito de reduzir o impacto ambiental e contribuir para a sustentabilidade. A implementação destes requisitos ambientais no desenvolvimento de produtos é importante, tanto no ponto de vista ambiental, como de negócio/económico e social.

Particularmente no sector cerâmicos, as grandes ameaças encontram-se associadas à escassez das matérias-primas, ao uso excessivo de água e energia, uso de materiais com



elementos perigosos, emissões de efluentes gasosos, destino dos resíduos, morosidade na sua movimentação, desclassificação e qualidade das matérias secundárias (“em segunda vida”), requisitos legais extremamente burocráticos e morosos.

No desenvolvimento do PRODUTO, tem havido uma preocupação constante na Investigação e no Desenvolvimento de Novos Materiais e Produtos focando-se bastante no:

- Desenvolvimento e otimização de materiais, produtos e processos produtivos minimizando impactes ambientais;
- Desenvolvimento de soluções de conformação de materiais cerâmicos, mais eficientes;
- Inovação em materiais cerâmicos de elevado desempenho e de características multifuncionais;
- Processos conducentes a utilizar menos matéria prima, água, reduzir emissões GEE e estender ciclo de vida do produto

Em suma, a indústria cerâmica tem capacidade para a ecoinovação, ecodesign, novos modelos de negócio disruptivos, para inovar o processo de fabrico e valorizar resíduos/subprodutos da própria e outras indústrias, promovendo estratégias de economia circular e simbioses industriais, que possibilitem a competitividade económica de soluções “sustentáveis”.



## 6 Bibliografia

AEP- Associação Empresarial de Portugal (2011). “Manual de Produção + Limpa da Indústria Cerâmica”.

Almeida, M.I., 2011. Rótulos e declarações ambientais. *Kéramica* 308, 6–12

Almeida, Marisa; “Economia circular – Mesa temática nas Jornadas da Cerâmica 2019”, artigo publicado na Revista TÉCNICA #0 (maio/junho de 2020), artigo publicado na Revista TÉCNICA #0 (janeiro de 2020), pág. 38 a 41.

Almeida M.; Vaz S.; Baio Dias; Impactes Ambientais e Comércio de Emissões, Indústria Cerâmica - Um caso de estudo, ed. APICER - Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica, Coimbra, (2004).

Almeida, M.I., Dias, A.C., Arroja, L., 2016. Environmental product declaration – New challenges , new impact categories . Case study applied to ceramic floor tiles ., in: Congresso de Inovação Na Construção Sustentável - CINCOS’ 16. Plataforma para a Construção Sustentável, Lisboa, pp. 175–188.

Almeida, M.I., Dias, A.C., Arroja, L., 2011. Environmental product declaration in Portuguese ceramic tile, in: Bartolo et al (Ed.), International Conference on Sustainable Intelligent Manufacturing. IPL Leiria, Portugal.

Almeida, M.I., Dias, A.C., Demertzi, M., Arroja, L., 2016b. Environmental profile of ceramic tiles and their potential for improvement. *J. Clean. Prod.* 131, 583–593. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.131>

Almeida, M.I., Dias, A.C., Demertzi, M., Arroja, L., 2015b. Contribution to the development of product category rules for ceramic bricks. *J. Clean. Prod.* 92, 206–215. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.073>

Almeida, M., Amado, A. & Machado, S. (2015). “Cerâmica de Mesa Portuguesa: o contributo deste setor para a sustentabilidade”, APICER.

Almeida, M.I., Dias, B., Francisco, V., Amado, A., Simões, F., 2017. Análise da viabilidade da aplicação de estratégias de economia circular na indústria cerâmica. *Kéramica* 345, 8–13.



Almeida, M.I., Dias, B., Lopes, K., Ferreira, V., 2014c. DAPHabitat – o sistema nacional de registo de declarações ambientais de produtos para o Habitat, in: Congresso de Inovação Na Construção Sustentável - CINCOS '14. Porto, Portugal.

Almeida, M.I., A. Heitor, P. Frade, A. Amado, 2014c. Como melhorar a sustentabilidade dos produtos cerâmicos, in: Congresso de Inovação Na Construção Sustentável - CINCOS '14. Porto, Portugal

Almeida, Marisa (2019). Desempenho Ambiental de produtos no sector Cerâmico em Portugal. Tese de doutoramento.

Ana Filipa Batista Seabra Simões (2017). “Economia Circular na Indústria Cerâmica – Proposta de classificação do resíduo “caco cozido” como subproduto”, Relatório de Estágio Profissionalizante – Mestrado em Gestão Ambiental.

BCSD Portugal – Business Council for Sustainable Development Portugal (2013). “Manual do Formando – Ecoeficiência na Vida das Empresas”.

BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (2013). Ação 2020 – Soluções Empresariais para o Desenvolvimento Sustentável

Bonfim, F. C. R., Gonçalves, L. & Barbassa, A. P., Rieradevall, J. (2014). “Princípios do Ecodesign em projetos urbanos sustentáveis”.

CE – Comissão Europeia (2006). “Prevenção e controlo integrados da poluição – Documento de referência sobre as Melhores Técnicas Disponíveis na Indústria Cerâmica”. Direção Geral JRC Centro de Investigação Conjunta. Instituto de Estudos de Tecnologia Prospetiva.

Cerame-Unie – The European Ceramic Industry Association (2014). Cerame-Unie’s Views on Resource Efficiency & the Circular Economy Package. Brussels.

Comissão Europeia (2014). A Economia Circular - Interligação, criação e conservação de valor.

Comissão Europeia (2015). Fechar o ciclo – plano de ação da EU para a economia circular. Bruxelas



Comissão Europeia (2020). Um novo Plano de Ação para a Economia Circular – Para uma Europa mais limpa e competitiva. COM (2020) 98, Bruxelas, 11/03/2020.

Cristina Rocha (2013). “Ecodesign – A experiência portuguesa com o projeto InEDIC”, Workshop Eco-inovação e Compras Públicas em Mercados da Fileira Habitat.

Cristina Sousa Rocha. “O papel do Ecodesign na Eficiência Energética dos Produtos Cerâmicos”, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Eficiência Energética.

Ellen MacArthur Foundation. (2012). Towards the circular economy 1: economic and business rationale for an accelerated transition. Cowes, Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation

Entidade de Serviços Partilhados da Administração Pública, I.P (2018). “Estratégias para as Compras Públicas Ecológicas 2020 – Rumo ao Crescimento Verde”.

Ferraz, E., Amado, A., Almeida, M., Frade, P. (2009). Inertização de Finos Da Indústria de Fundição. CTCV, Portugal

Filipa Gonçalves de Castro (2011). “Integração de Práticas de Ecodesign no Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos”, Tese de Mestrado Engenharia Industrial/Gestão Industrial, Universidade do Minho.

IHOBE – Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2009). “Guías sectoriales de ecodiseño Envases y embalajes”.

IHOBE – Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2017). “Guías sectoriales de ecodiseño Envases y embalajes”.

IHOBE – Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2010). “Guías sectoriales de ecodiseño Materiales de construcción”.

IHOBE – Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2012). “Guía Metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones”.

InEDIC – Innovation and ecodesign in the ceramic industry (2011). Manual de Ecodesign.





International Standard ISO 14006 (2011). “Environmental management systems – Guidelines for incorporating ecodesign”.

Isabel Moura & Clara Lopes (2014). “Artigo de recomendações sobre políticas públicas e instrumentos de apoio para Compras Públicas Ecológicas”, APA em cooperação com Laboratório Nacional de Energia e Geologia e Entidade dos Serviços Partilhados da Administração Pública.

ISO 14020:1998

Marisa Almeida, Anabela Amado e Pedro Frade; “Resíduos e subprodutos como matérias-primas secundárias – Uma alternativa para uma economia mais circular), artigo publicado na Revista TÉCNICA #6 (novembro/dezembro de 2020), pág. 18 a 20.

Marisa Almeida, Anabela Amado, Pedro Frade e Victor Francisco; “Exemplos de projetos de economia circular com simbioses industriais, artigo publicado na Revista TÉCNICA #6 (novembro/dezembro de 2020), pág. 26 a 29.

Norma Portuguesa NP EN ISO 14001 (2015). “Sistemas de gestão ambiental – Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização”.

Norme Internationale IEC/FDIS 62430 (2019). “Environmentally conscious design (ECD) – Principles, requirements and guidance”.

Paula Trindade. “Rotulagem Ambiental”, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa.

Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE), 2020. The Circularity Gap Report.

Presidência do Conselho de Ministros (2016). Resolução do Conselho de Ministros n.º 38/ - “Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2020 (ENCPE 2020).

Rotondaro, A. & Turatti, L. F. “Comunicação ambiental: aplicação de modelo de planeamento sistémico – análise de caso na indústria da construção civil”, II Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP CAMPUS GUARUJÁ.

Sanindusa (2014). “Declaração Ambiental 2014”.

Vários autores (2006). “Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Branca e de Revestimento – Série P+L”, Governo do Estado de São Paulo.



Vários autores (2008). “Ecodesign: Métodos e Ferramentas”. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável, Rio de Janeiro 13 a 16 de outubro de 2008.

Vários autores (2009). “Caracterização do subsetor da Indústria Cerâmica Estrutural em Portugal – Para uma perspetiva de futuro”, APICER e CTCV.

Vários autores (2011). “Manual de Ecodesign”, desenvolvido no âmbito do projeto europeu InEDIC - Innovation and ecodesign in the Ceramic Industry

Vários autores (2013). “Manual Prático de Ecodesign”, desenvolvido no âmbito do projeto Certif-Ambiental.

Vários autores (2013). “Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha”. Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais e Fundação Estadual de Meio Ambiente.

Vicente, J., Frazão, R. & Moreira da Silva, F. “Ferramentas de Ecodesign – Uma Base para Operacionalizar o Design Sustentável”. VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design (Ciped).

**Normas e informação de referência:**

Base de dados da Ecoinvent v3.3 (2018) (em [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org))

Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) – Energia em Portugal (2019)

EN 15942:2011 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Communication format business-to-business

NP EN 15804:2012+A1:2015 Sustentabilidade das obras de construção – Declarações ambientais de produtos – Regras de base para as categorias de produtos de construção;

NP ISO 14025 Rótulos e declarações ambientais – Declarações ambientais Tipo III – Princípios e procedimentos;

Regras para a Categoria de Produto (RCP) – Modelo Base para Produtos e Serviços de Construção. Sistema DAPHabitat. Versão 2.0, setembro 2015 (em [www.daphabitat.pt](http://www.daphabitat.pt));



Regras para a Categoria de Produto (RCP) – Revestimento de Paredes. Sistema DAPHabitat. Versão 1.0, fevereiro 2014 (em [www.daphabitat.pt](http://www.daphabitat.pt));

NP EN ISO 14040:2008 – Gestão ambiental, Avaliação do ciclo de vida. Princípios e enquadramento. Instituto Português da Qualidade (IPQ).

NP EN ISO 14044:2010 – Gestão ambiental, Avaliação do ciclo de vida, Requisitos e linhas de orientação. Instituto Português da Qualidade (IPQ).

International Standard IEC 62430 – Environmentally conscious design – Principles, requirements and guidance

Coimbra, 30 de novembro de 2021

Marisa Almeida

Victor Francisco

Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro