



APLICAÇÃO DE CONCEITOS E PRINCÍPIOS DA SUSTENTABILIDADE E ECONOMIA CIRCULAR AO SETOR DA CONSTRUÇÃO

# O5: ORIENTAÇÕES PARA A CONSCIENCIALIZAÇÃO E APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE E ECONOMIA CIRCULAR

## D.1. ORIENTAÇÕES PARA A REESTRUTURAÇÃO DOS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA CIVIL DO ENSINO SUPERIOR RUMO AO DESIGN SUS- TENTÁVEL E ECONOMIA CIRCULAR



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



# Projeto SUSTAIN-CE

IO: 5 (Tarefa 1)

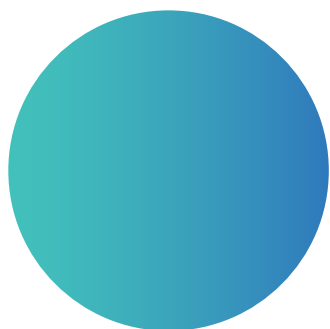
**Designação: Proposta para a reestruturação dos currículos de Ensino Superior de Engenharia Civil rumo ao DS e EC**

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Data de submissão: | June 2023 |
| Líder:             | AUTH      |

Histórico de revisão do documento

| Versão | Data     | Comentários  | Author(s) |
|--------|----------|--------------|-----------|
| 1.0    | 30.06.23 | Versão Final | AUTH      |

O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui um aval do seu conteúdo, que reflete unicamente o ponto de vista dos autores, e a Comissão não pode ser considerada responsável por eventuais utilizações que possam ser feitas com as informações nela contidas



# Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>2. IDENTIFICAR OS ENTRAVES E AS SOLUÇÕES PARA A REESTRUTURAÇÃO DOS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA CIVIL NO ENSINO SUPERIOR NO SENTIDO DO DS/EC – PERSPETIVAS DO MEIO ACADÉMICO</b> ..... | <b>6</b>  |
| <b>2.1. ENTREVISTAS COM A ACADEMIA</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>2.2. ENTRAVES E SOLUÇÕES</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>2.3. APOIO NECESSÁRIO PARA A INTEGRAÇÃO DOS MÓDULOS DE DS E EC</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>2.4. ENTREVISTAS COM ORGANIZAÇÕES GOVERNAMENTAIS E NÃO-GOVERNAMENTAIS</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>2.4.1. RESULTADOS DAS ENTREVISTAS</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>3. PROPOSTAS PARA A REESTRUTURAÇÃO DOS CURRÍCULOS DE ENSINO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL RUMO AO DS E EC</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>3.1. TRANSFORMAÇÃO DIGITAL PARA A REESTRUTURAÇÃO DO CURRÍCULO DE ENGENHARIA CIVIL RUMO AO DS E EC</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>4. CONCLUSÃO</b> .....   | <b>14</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | <b>15</b> |

## Índice de Quadros

|  |   |
|--|---|
| Quadro 1 – Guião para as entrevistas com os representantes académicos.....               | 6 |
| Quadro 2 – Entraves à introdução dos módulos de DS e EC.....                             | 7 |
| Quadro 3 – Apoio necessário para a Integração dos Módulos de DS e EC.....                | 8 |
| Quadro 4 – Guião de Entrevista com Organizações Governamentais e Não Governamentais..... | 9 |





# 1. Introdução

Face aos crescentes desafios ambientais e à urgência para encontrar soluções sustentáveis, o domínio da engenharia civil tem vindo a empenhar-se numa mudança estratégica em direção ao design sustentável e aos princípios da economia circular. De facto, à medida que nos vamos confrontando com as consequências das alterações climáticas, da escassez recursos e da produção de resíduos, tem vindo a tornar-se essencial que os currículos de engenharia civil capitem os futuros profissionais com os conhecimentos e competências necessários para abordar a complexidade destas questões.

O desenvolvimento sustentável refere-se à capacidade de suprir as necessidades atuais sem comprometer a capacidade de atender às necessidades das gerações futuras (Barth 2015). Este conceito reconhece a interdependência dos fatores ambientais, sociais e económicos e procura encontrar um equilíbrio entre eles. Já a economia circular é uma abordagem inovadora que pretende dissociar o crescimento económico e o aumento do consumo de recursos, promovendo o seu reaproveitamento contínuo e cíclico. Este conceito enfatiza os princípios de reduzir, reutilizar e reciclar, limitando a extração de matérias-primas e a produção de resíduos (Charef et al., 2021).

As the world transitions towards a more sustainable future, civil engineers À medida que o mundo transita para um futuro mais sustentável, os engenheiros civis são também chamados a conceber e construir infraestruturas alinhadas com estes princípios. Desde materiais de construção ecológicos e estruturas energeticamente eficientes a sistemas de transporte resilientes e estratégias de gestão dos recursos hídricos, é crucial o papel dos engenheiros civis na criação de um ambiente construído sustentável. Perante este cenário em evolução, é essencial a integração dos conceitos de design sustentável e de economia circular nos currículos de engenharia civil (ABET, 2010; ENAEE, 2008). Ao dotar estudantes de engenharia de uma base sólida nestes princípios, as instituições de ensino desempenham um papel vital na formação de uma nova geração de profissionais que seja, não só tecnicamente competente, mas dotada de uma compreensão holística da sustentabilidade. Assim, a importância de incorporar os princípios do desenvolvimento sustentável e da economia circular nos currículos de engenharia civil vai além de considerações ambientais – dar ênfase a estes conceitos permite também desenvolver o pensamento crítico, melhorar a capacidade de resolução de problemas e fomentar um profundo sentido de responsabilidade social. Além disso, a exposição a práticas de engenharia sustentável incute nos estudantes a capacidade de avaliar os impactos das suas decisões a longo prazo e incentivar o pensamento inovador na resposta a desafios complexos.

**Ao incluir a sustentabilidade e a circularidade nos seus currículos, os programas de engenharia civil conferem aos estudantes os conhecimentos e ferramentas necessários para conceber e construir infraestruturas que minimizem o impacto ambiental, otimizem a utilização dos recursos e, em última instância, melhorem o bem-estar social. Esta oferta educativa assegura ainda que os futuros engenheiros estão preparados para responder às exigências de um mundo em rápida mutação e que estão aliados com os objetivos do desenvolvimento sustentável numa participação ativa na transição para um futuro mais circular e resiliente.**

**O presente relatório foi elaborado no âmbito do projeto SUSTAIN-CE e tem por objetivo definir linhas orientadoras de apoio às instituições de ensino superior (IES) para a reestruturação dos currículos de engenharia civil através da incorporação de conceitos de design sustentável (DS) e da economia circular (EC).**

---

## 2. IDENTIFICAR OS ENTRAVES E AS SOLUÇÕES PARA A REESTRUTURAÇÃO DOS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA CIVIL NO ENSINO SUPERIOR NO SENTIDO DO DS/EC – PERSPETIVAS DO MEIO ACADÉMICO

Para identificar as barreiras e as soluções para a reestruturação dos currículos de Engenharia Civil foi de importância crucial compreender as perspetivas do meio académico e do governo relativamente à implementação dos princípios de DS e EC. Nesse sentido, foram realizadas entrevistas com representantes académicos, governamentais e não governamentais na Turquia, na Grécia e em Portugal. Os resultados são apresentados de seguida.

### 2.1. Entrevistas com o meio académico

Antes de definir as diretrizes para a reestruturação dos currículos de engenharia civil no sentido do DS/EC, era importante compreender o nível de familiaridade com os conceitos de DS/EC; os departamentos adequados à oferta dos módulos em DS/EC; as dificuldades enfrentadas pelas universidades na incorporação destes módulos de DS/EC, bem as necessidades de apoio e as possíveis medidas a implementar. No total, foram realizadas 12 entrevistas. O Quadro 1 resume o guião das entrevistas.

---

#### Quadro 1 – Guião para as entrevistas com os representantes académicos

**Q1** Conhece os conceitos de Sustentabilidade e Economia Circular?

**Q2** Considera que estes conceitos podem acrescentar valor à sua Universidade/Escola/Departamento?

**Q3** Quais são as escolas e os departamentos relevantes que veria envolvidos na oferta de um Módulo de Sustentabilidade e Economia Circular na sua universidade?

**Q4** Quais são os obstáculos à introdução deste novo módulo?

**Q5** Quais são as soluções que vê para os obstáculos acima indicados?

**Q6** Se é um membro do corpo docente: Quais são os tipos de apoio de que necessitaria a nível académico para permitir a integração de um módulo deste tipo no currículo?

**Q7** Se é reitor: Quais são os tipos de apoio de que necessitaria por parte das autoridades nacionais e regionais para permitir a integração de um módulo deste tipo no currículo?

**Q8** Propostas/recomendações gerais

---

Todos os inquiridos declararam estar familiarizados com os conceitos de DS e EC e que sua inclusão nos currículos seria uma mais-valia para as suas instituições. Um dos inquiridos afirmou que os módulos Sustentabilidade e Economia Circular deveriam ser transversais a todos os departamentos, ainda que os departamentos de economia e engenharia os devessem abordar com maior profundidade. Todos os inquiridos afirmaram ainda que a oferta de um módulo sobre DS e EC é importante não só no departamento de engenharia civil, mas também nos departamentos de engenharia mecânica, arquitetura, engenharia ambiental, engenharia alimentar, engenharia de sistemas energéticos, ordenamento do território, bem como nos departamentos de construção.

## 2.2 Entraves e Soluções

Como se pode observar no Quadro 2, a maioria dos entrevistados referiu que o principal entrave à introdução de novos módulos se prende com a necessidade de mudanças estruturais nas organizações académicas. Seguem-se como principais entraves a resistência à mudança e falta de pessoal docente com conhecimentos aprofundados sobre o tema. Este é uma barreira considerável, uma vez que a existência destas qualificações é de importância crucial para a implementação do curso.

### Quadro 2 – Entraves à introdução dos módulos de DS e EC

Entraves

Nº Respostas

|   |    |
|---|----|
| Resistência à mudança   | 9  |
| Carência de pessoal docente com conhecimentos profundos e esféricos sobre o tema                              | 6  |
| Moroso  | 5  |
| Incapacidade para atrair e suportar um perito externo   | 1  |
| Necessidade de mudanças estruturais na organização académica  | 10 |
| Desinteresse dos estudantes   | 3  |
| Lack of connection with relevant markets that can give input and train students providing hands-on experience | 4  |
| Desinteresse  | 2  |
| Needless to provide this kind of knowledge to students due to lack of market                                  | 1  |

Na sequência das barreiras mencionadas, os inquiridos propuseram algumas soluções que podem ser eficazes para os resolver e ultrapassar. Uma dessas soluções foi a necessidade de uma maior promoção e divulgação junto do pessoal académico e dos estudantes, incluindo a realização de seminários com profissionais associados a estes projetos (SD e CE), a fim de explicar a importância da inclusão destes módulos nos currículos de engenharia civil, bem a importância dos estudantes adquirirem estas competências e conhecimentos. Além disso, alguns inquiridos concordaram que seria importante haver uma colaboração mais próxima entre a indústria e o meio académico para promover os conceitos e princípios do DS e da EC.





Nesse sentido, alguns inquiridos afirmaram que uma possível solução para as barreiras identificadas seria uma abordagem top-down, em que a iniciativa de incluir esses módulos e cursos fosse responsabilidade dos reitores ou chefes de departamento ou envolvesse um profissional responsável por ministrar esses módulos:

**R5** *“Aumentar as iniciativas ao nível da reitoria e garantir que os requisitos para a adoção dos conceitos sejam exigidos a partir de cima”*

**R10** *“As alterações propostas devem ser dirigidas pelos diretores de departamento. Os membros do corpo docente podem ser persuadidos individualmente. Outra solução consiste em trazer um profissional externo à universidade para o tema a tratar”*

**Por último, um dos respondentes levantou a questão dos requisitos mínimos de ECTS. Estes afiguram-se um obstáculo à introdução de um novo módulo, já que seria difícil encaixá-lo em 240 ECTS:**

**R9** *“240 ECTS. Existem aqui requisitos mínimos. Alguns são requisitos do MUDEK. E os objetivos estratégicos da Universidade. Portanto, temos 240 ECTS para estes objetivos. A sustentabilidade está integrada no plano estratégico. No entanto, os 240 ECTS são o problema. Alguns destes ECTS são cursos exigidos pela direção central. O espaço disponível nestes 240 ECTS para temas de sustentabilidade é muito limitado. Do ponto de vista do departamento, a fraca educação no ensino secundário exige que apliquemos cursos simples como o pensamento analítico, etc., pelo que a solução mais provável é incluí-los nos cursos do departamento. E estes devem ser incorporados em cursos obrigatórios. O curso de projeto de licenciatura poderia ser uma opção para abordar estes tópicos.”*



## 2.3. Apoio necessário para a Integração dos Módulos de DS e EC

Na última parte da entrevista, os inquiridos foram questionados acerca do tipo de apoio que necessitariam por parte das autoridades nacionais e regionais para a integração do novo módulo. Como se pode observar no Quadro 3, a maioria dos inquiridos afirmou que seria de grande utilidade que se disponibilizassem os materiais de aprendizagem. Alguns inquiridos afirmaram ainda que seria também importante um maior apoio financeiro, a existência de políticas adequadas, assim como maior apoio administrativo.

---

### Quadro 3 – Apoio necessário para a Integração dos Módulos de DS e EC

**R1** *"Material didático adequado. Mais apoio e financiamento quando necessário".*

**R2** *"Políticas, financiamento e colaboração"*

**R3** *"Apoio ao financiamento, definição de diretrizes"*

**R4** *"Apoio administrativo e do corpo docente"*

**R5** *"Precisamos de planos de aula com este tipo de informação"*

**R6** *"Precisaríamos de material didático"*

**R7** *"Ter um material didático disponível seria uma grande ajuda"*

**R8** **"Um módulo pronto facilitaria muito as coisas"**

**R9** *"A realização do curso será mais fácil com módulos prontos. Não precisamos de qualquer ajuda das autoridades nacionais. Podemos fazer tudo sozinhos".*

**R10** *"Os planos de aula seriam úteis. Quando a administração decidir alterar o currículo, isso será suficiente"*

**R11** *"Estudos de casos da indústria"*

**R12** *"Interesse a nível do departamento e da área científica"*

---

## 2.4. Entrevistas com Organizações Governamentais e Não-Governamentais

Às entrevistas com representantes acadêmicos seguiram-se entrevistas com representantes de organizações governamentais e não-governamentais nos mesmos três países (Turquia, Grécia e Portugal). Estas tiveram como objetivo identificar políticas e iniciativas implementadas no sentido da promoção da DS e a EC nos sectores da construção e infraestruturas, bem as políticas e iniciativas promotoras da incorporação de módulos de DS e EC nos currículos do ensino superior e do ensino profissional. Por último, os participantes foram questionados sobre a importância da transformação digital do ensino superior, bem como sobre as políticas existentes nesta matéria.

---

### Quadro 4 – Guião de Entrevistas com Organizações Governamentais e Não Governamentais

- Q1** Qual é o nível de integração da Sustentabilidade/Economia Circular no território em que opera (nível nacional/regional/local): políticas relevantes; iniciativas/projetos/experiências?
- Q2** Existem políticas existentes a nível nacional/regional/local que promovam a integração de módulos de Sustentabilidade e Economia Circular nos currículos das IES e do EFP?
- Q3** Implementou alguma política europeia que promova a integração de módulos de sustentabilidade e economia circular nos currículos das IES e do EFP a nível nacional/regional/local?
- Q4** Existem iniciativas para promover Módulos de Sustentabilidade e Economia Circular nas IES e nos currículos de EFP?
- Q5** Considera que os decisores políticos desempenham um papel importante no que diz respeito à integração dos princípios da sustentabilidade e da economia circular nos currículos das IES e do EFP?
- Q6** Na sua opinião, o que é que os decisores políticos podem fazer para melhor apoiar a integração dos princípios da Sustentabilidade e da Economia Circular nos currículos das IES e do EFP?
- Q7** Considera que a transformação digital do ensino superior desempenha um papel importante na promoção dos conceitos de Sustentabilidade e Economia Circular nos currículos das IES e do EFP?
- Q8** Existem políticas que promovam a transformação digital do ensino superior, a harmonização da acreditação e a quebra das barreiras à educação através de meios digitais?
-

## 2.4.1. Resultados das Entrevistas

No total, foram realizadas 8 entrevistas com representantes dos governos e ONGs. Em geral, embora a implementação de políticas e iniciativas promotoras do DS e a EC a nível nacional, regional e local esteja ainda abaixo do nível da UE, estão a ser implementadas políticas e iniciativas nesse sentido. Os inquiridos da Grécia e de Portugal fizeram referência a políticas que estão em vigor, enquanto que na Turquia essas políticas estão ainda no processo de desenvolvimento e implementação pelas instituições responsáveis. Portugal referiu ainda que, para além dos requisitos existentes para incorporar os conceitos de DS e EC nos currículos de engenharia civil do ensino superior, as universidades, faculdades e centros de formação, têm vindo realizar iniciativas independentes para incluir esses módulos nos seus currículos:

**R1:** "O (Quadro Nacional de Qualificações) em Portugal oferece referências para o desenvolvimento das qualificações, promovendo a inclusão de competências-chave como a sustentabilidade e a economia circular nos programas educativos, embora estas políticas parecem ter sido implementadas apenas de forma superficial. Apesar disso, várias universidades, faculdades e centros de formação em Portugal realizaram iniciativas independentes para incorporar módulos de sustentabilidade e economia circular nos seus planos de estudo. Associada às IES, a Fundação para a Ciência e a Tecnologia tem também promovido uma agenda de investigação e inovação para a economia circular, recomendando linhas de investigação, bem como prioridades estratégicas e facilitadores que complementam as atividades de I&I. De forma semelhante, o Fundo para a Inovação, Tecnologia e Economia Circular apoia políticas que visam a valorização do conhecimento científico e tecnológico, incentivando consequentemente a cooperação entre IES, centros de interface tecnológica e o sector industrial."

Outro inquirido referiu que embora as universidades e os estabelecimentos de ensino tenham autonomia para conceber, desenvolver e elaborar os seus planos de estudo, encontramos orientações gerais para introdução dos conceitos de DS e EC nos currículos. Além disso, parece haver também interesse em concretizá-lo. Ainda assim, não parece ser possível precisar o nível de inclusão desses módulos nos planos de estudos:

**R2:** "Em Portugal, as IES têm autonomia pedagógica, o que significa que têm a capacidade de elaborar os seus próprios planos de estudo e currículos. Dito isto, a Estratégia Nacional de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) inclui diretrizes e recomendações para a integração da sustentabilidade em todos os níveis de ensino, incluindo as IES e o EFP. O Sistema Nacional de Qualificações português também fornece um quadro para o reconhecimento e certificação de qualificações, incluindo as relacionadas com a sustentabilidade e a economia circular. Existe também um interesse em incluir a educação no plano para a economia circular, uma vez que o conhecimento é um dos níveis de ação nesta transição. Embora não possamos falar com certeza sobre a extensão da implementação destas recomendações, algumas universidades portuguesas incluem já a economia circular nos seus planos de estudo de engenharia civil, por exemplo, a Universidade do Porto e a Universidade de Aveiro."

*Quanto ao papel dos decisores políticos, todos os inquiridos referiram que estes desempenham um papel importante no processo de transição do setor para o DS e a EC, bem como na integração desses módulos nos currículos de engenharia civil do ensino superior. Os inquiridos avançaram ainda alguns dos meios através dos quais os decisores políticos podem apoiar este processo:*

- » Disponibilizar formação adicional;
- » Disponibilizar mais informações sobre a importância da integração dos conceitos nos currículos de engenharia civil;
- » Promover ativamente o desenvolvimento sustentável através do apoio a workshops, webinars, etc., relacionados com o tema;
- » Disponibilizar mais financiamento para estudantes e investigadores para apoiar os seus próprios projetos sustentáveis;
- » Trabalhar em conjunto com as indústrias e empresas locais para uma melhor implementação da educação a nível local;
- » Desenvolver quadros políticos que promovam a eco-inovação;
- » Impulsionar o compromisso institucional;
- » Melhorar a interação entre o ensino superior e o ensino e formação profissionais e os stakeholders.

**Por último, todos os inquiridos acreditam que a transformação digital do ensino superior desempenha um papel importante na promoção da sustentabilidade e dos conceitos de EC nos currículos de engenharia civil do ensino superior e do ensino e formação profissionais, fazendo até referência a algumas diretrizes que vão no sentido dessa transformação:**

**R1:** "Existem vários quadros em vigor. Por exemplo, o Plano de Recuperação e Resiliência elege a Reforma da Educação Digital como um dos objetivos a alcançar ao final de 2025. Este objetivo inclui uma reformulação da educação digital que abrange as tecnologias digitais e a forma como são utilizadas no processo de aquisição de conhecimentos. Este é também o objetivo da iniciativa "Competências Digitais 2030", que pretende melhorar as competências digitais na educação, investigação, qualificação e especialização."



*Mais especificamente no sector da AEC, o Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal também engloba plataformas e ferramentas digitais para apoiar a partilha de conhecimento e informação sobre a verificação da qualidade, circularidade e sustentabilidade das construções, reconhecendo assim a importância de defender uma dupla transição (ecológica e digital), em que a promoção da redução dos impactos ambientais e da gestão de resíduos é feita a par do aumento da produtividade e da eficiência do sector da construção."*

**R2:** *"Embora não esteja diretamente relacionado com os setores da construção, arquitetura e engenharia, Portugal tem em vigor um Plano de Ação para a Transição Digital que elege o reforço das capacidades e a inclusão digital como um dos objetivos. Este programa visa melhorar a qualidade da aprendizagem contínua, a inovação e o desenvolvimento do sistema educativo (incluindo o EFP), bem como alargar a oferta formativa das instituições de ensino superior e responder às suas necessidades em termos de competências digitais. Está também em vigor um Programa Nacional de Apoio à Formação em Competências Digitais no Ensino Superior, criado em 2016 para promover as competências digitais na população ativa e, em especial, para aumentar o número de formadores do ensino superior. Os professores do ensino superior, em particular, necessitam de mais formação digital e pedagógica, uma vez que as competências digitais não foram desenvolvidas de forma tão sistemática como as do ensino obrigatório. No entanto, este quadro político parece estar mais direcionado para a competência digital e a utilização digital, centrando-se mais nas competências, conceitos, abordagens e aplicação profissional do que na inovação e criatividade."*



### 3. Propostas para a reestruturação dos currículos de Ensino Superior de Engenharia Civil rumo ao DS e EC

Tanto a nível das IES como a nível político, ainda que integração do DS e EC nos currículos de engenharia civil se encontre num nível médio, existe um grande interesse em conseguir fazê-lo em maior escala. Por conseguinte, esta secção fornece orientações que visam ajudar as IES no processo de reestruturação dos seus programas curriculares.

Embora esta reestruturação seja um processo longo, existem alguns passos que as IES podem seguir para a concretizar. Antes de estabelecer os currículos e os módulos, é importante que, neste processo, as IES definam de forma clara os objetivos desta reestruturação, que priorizem a incorporação dos princípios do DS e da EC e reconheçam a importância de adotar uma abordagem holística e interdisciplinar. É também importante que se comprometam com a análise dos currículos existentes nos departamentos de engenharia civil, a fim de compreender as lacunas existentes e as áreas onde os conceitos de DS e EC têm de ser integrados (Brandt et al., 2013; Lang et al., 2012). Além do mais, as instituições devem integrar os conceitos essenciais da sustentabilidade e da EC, - avaliação do ciclo de vida, os materiais e as práticas de construção sustentáveis, os sistemas de energias renováveis, as infraestruturas ecológicas e a gestão de resíduos - nos programas curriculares, pelo que devem rever os resultados de aprendizagem, atualizando-os de forma a refletir a integração destes conceitos, bem como a garantir que estes contribuem para a aquisição dos conhecimentos, as competências e as atitudes necessárias à inclusão das questões ambientais e sociais na prática profissional (Leifler e Dahlin, 2019).

Para identificar os conceitos a ser incorporados nos programas curriculares, é importante efetuar uma avaliação exaustiva das necessidades dos stakeholders (empregadores, representantes da indústria e profissionais, organismos reguladores e representantes da comunidade), reunindo as suas perspetivas acerca dos desafios da sustentabilidade, as tendências emergentes e as competências necessárias a transmitir aos estudantes de engenharia civil.



A partir das entrevistas, tornou-se evidente que departamentos de engenharia civil não devem ser os únicos a fornecer esses currículos e módulos, pelo que várias disciplinas devem assegurar esta oferta curricular. Por conseguinte, é importante que, ao integrar esses conceitos nos currículos, se incentive uma colaboração interdisciplinar que inclua ciências ambientais, arquitetura, planeamento urbano e ciências sociais, para que os estudantes obtenham uma compreensão holística dos desafios do desenvolvimento sustentável e das soluções a adotar. Do mesmo modo, as IES devem adaptar os currículos de modo a não oferecerem exclusivamente métodos de ensino "tradicionais", adotando métodos de aprendizagem ativa, como estudos de casos e/ou a aprendizagem baseada em problemas, que potenciam a capacidade crítica e a resolução de problemas. Ademais, é importante que os métodos de aprendizagem ativa incluam perspetivas globais, figurando estudos de caso, projetos e colaborações internacionais, para que os alunos sejam expostos a diversos contextos culturais, económicos e ambientais de forma a alargar a sua compreensão acerca dos desafios e soluções de sustentabilidade (Leifer e Dahlin, 2019). Para além das perspetivas globais, é importante que as IES incorporem tecnologias digitais e de inovação nos currículos, a fim de explorar o modo como tecnologias como a Modelação da Informação da Construção (MIC), a Internet das Coisas (IoT) e a análise de dados podem contribuir para a conceção, operação e manutenção de infraestruturas sustentáveis. Por último, as IES devem adotar uma cultura de melhoria contínua do currículo, o que significa que devem estar bem informadas sobre as tendências e as tecnologias emergentes, assim como as boas práticas em DS e EC, certificando-se que o currículo é revisto e atualizado com os avanços da área (Sisiopiku e Peters, 2015).

As entrevistas indicaram também que a reestruturação prevista deve ser iniciativa das direções das faculdades (reitores, chefes de departamento) e que devem ser estabelecidas políticas para incorporar os conceitos de DS e EC nos currículos.

Isto significa que uma abordagem top-bottom parece ser a forma mais eficaz para alcançar esta transformação. Por isso, as IES devem assegurar o compromisso e o apoio das lideranças institucionais (administração da universidade, os reitores e os chefes de departamento), chegando a um consenso acerca da importância da sustentabilidade e da EC no ensino da engenharia civil, sendo, assim, essencial que os objetivos de sustentabilidade estejam definidos e integrados nos planos estratégicos da instituição (Kelly, 2021). Adicionalmente, as universidades podem desenvolver de forma independente políticas e iniciativas institucionais que acolham a integração dos princípios de DS e EC nos currículos de engenharia civil (ou seja, requisitos para a oferta de cursos, conhecimentos do corpo docente e colaboração com centros ou institutos de investigação centrados na sustentabilidade). De forma a garantir que os processos de revisão e aprovação dos programas curriculares são regularmente atualizados, devem ser desenvolvidas orientações e critérios para avaliar aproximação dos cursos e programas aos princípios da sustentabilidade. A fim de garantir uma transformação eficaz, devem ainda ser estabelecidos mecanismos de monitorização e avaliação do progresso da transformação, tais como relatórios regulares sobre a integração dos conceitos de DS e EC, avaliações dos resultados de aprendizagem e feedback dos stakeholders (Chau, 2007).



As entrevistas mostraram também a necessidade de uma maior oferta de formação direcionada aos desafios do DS e da EC, - dada a falta de profissionais qualificados para ensinar esses módulos, - e à promoção destes conceitos. Portanto, neste processo, devem ser oferecidas oportunidades de desenvolvimento profissional aos membros dos corpos docentes para que melhor compreendam os conceitos de sustentabilidade e economia circular e estejam melhor preparados para o ensino desses módulos (Dlouhá et al., 2017). Além disso, com intenção de sensibilizar para as práticas de engenharia civil sustentável e para os benefícios da EC, as IES devem realizar atividades de divulgação, como workshops, seminários e palestras promovendo o conhecimento e a ação em direção ao desenvolvimento sustentável.

Por última, a colaboração com a indústria é também importante. Dado os fracos níveis de colaboração, o envolvimento de profissionais da indústria e ex-alunos no processo de reestruturação dos currículos pode resultar em contributos relevantes tanto relacionados com os conhecimentos e competências necessários na área, como com oportunidades para ampliar as competências do corpo docente e dos estudantes, através palestras, estágios e propostas de colaboração (Homberg e Samuelsson, 2006). Para além destas oportunidades de desenvolvimento profissional, as IES devem também desenvolver mecanismos de reconhecimento e incentivo (ou seja, prémios, bolsas e critérios de promoção que realcem e recompensem o ensino, a investigação e o serviço centrados na sustentabilidade) para encorajar os membros do corpo docente e os departamentos a participarem ativamente na transformação do currículo.

### 3.1. Transformação Digital para a Reestruturação do currículo de Engenharia Civil rumo ao DS e EC

A transformação digital desempenha um papel importante na promoção do DS e da EC nos currículos de engenharia civil, uma vez que as tecnologias digitais permitem um acesso facilitado a informações e recursos. As plataformas online, os recursos educativos abertos e as bibliotecas digitais disponibilizam aos estudantes e educadores grandes quantidades de informação, documentos de investigação, estudos de caso e boas práticas. Como também foi possível identificar a partir das entrevistas, alguns planos de ação para a transformação digital reconhecem já as valências das tecnologias digitais. Estas, além de permitem a recolha, análise e visualização de dados, agilizam a aprendizagem das ferramentas de análise de dados para avaliação os impactos ambientais, monitorização do consumo de recursos e avaliação da eficácia das práticas sustentáveis (Castro Benavides et al., 2020).

As ferramentas e plataformas digitais desempenham ainda um papel importante na promoção da aprendizagem colaborativa e do trabalho em rede, uma vez que os estudantes, educadores e profissionais podem colaborar através de fóruns de discussão online, videoconferência e edição colaborativa de documentos, potenciando a partilha de ideias, o trabalho em equipa e o contacto com especialistas e profissionais da área (Fleaca, 2011). Além disso, estes recursos permitem que os estudantes acedam aos materiais de aprendizagem ao seu ritmo e que os conteúdos e as avaliações se ajustem às necessidades e preferências individuais, potenciando, assim, os resultados da aprendizagem e o envolvimento dos alunos. A transformação digital assegura ainda a aprendizagem ao longo da vida e a melhoria contínua dos conhecimentos e competências em matéria de DS e EC uma vez que os cursos online, os webinars e as certificações digitais permitem aos estudantes e aos profissionais a atualização ou requalificação das suas competências nestas áreas, disponibilizando materiais e informações atualizadas sobre os avanços e as práticas no terreno (Faria e Novoa, 2020).

Adicionalmente, a transformação digital promove e apoia a sustentabilidade por si só, ao reduzir a utilização de papel, as deslocações e o consumo de energia e ao minimizar a necessidade de infraestruturas físicas e reduzir a pegada ambiental das instituições de ensino.

Por último, os representantes das instituições académicas fizeram notar a necessidade de disponibilização dos materiais didáticos e curriculares a implementar nos módulos de DS e EC. Com a utilização de tecnologias digitais estes materiais não têm de estar dentro das fronteiras das instituições individuais - as IES e EFP podem agregar os modelos curriculares, recursos didáticos e resultados de investigação, partilhando-os com um público global e promovendo, assim, a colaboração e o intercâmbio de conhecimentos (Tay e Low, 2017).

---

## 4. Conclusão

A reestruturação dos currículos de engenharia civil do ensino superior no sentido do DS e da EC é um processo complexo que requer a colaboração e o apoio do meio acadêmico, do governo e das organizações não governamentais. As entrevistas realizadas neste estudo lançam luz sobre os obstáculos e as soluções para esta transformação. É evidente que é reconhecida a importância do DS e da EC no meio acadêmico, e que estão, nesse sentido, a ser implementadas políticas e iniciativas a vários níveis. Contudo, desafios como a resistência à mudança, a falta de pessoal docente e barreiras estruturais dentro das organizações acadêmicas têm de ser ultrapassados. As orientações apresentadas neste documento servem como guia para as instituições que procuram concretizar esta reestruturação dos seus programas curriculares - definindo de forma clara os seus objetivos, cultivando uma colaboração interdisciplinar, adotando métodos de aprendizagem ativa que incorporam perspetivas globais e tecnologias digitais e fomentando uma cultura de melhoria contínua, as instituições podem integrar eficazmente os princípios do DS e da EC nos seus currículos de engenharia civil.

Com este objetivo, é fundamental que a liderança institucional, - incluindo a administração universitária, os reitores e os diretores de departamento - demonstrem empenho e apoio a esta transformação. Também as estruturas políticas podem constituir uma base sólida para a mudança.

Seguindo estas diretrizes e trabalhando em conjunto, as IES podem desempenhar um papel significativo na preparação de licenciados em engenharia civil, capacitando-os para enfrentar os desafios ambientais e sociais do futuro e contribuir para o desenvolvimento sustentável e os princípios da economia circular.

---

## References

- Accreditation Board for Engineering Technology, Inc. (ABET). (2010). "Criteria for accrediting engineering programs: Effective for evaluations during the 2010–2011 accreditation cycle", ABET, Baltimore, USA.
- Barth, M. (2015). *Implementing sustainability in higher education: Learning in an age of transformation*. Routledge.
- Brandt, P. et al, (2013). "A review of transdisciplinary research in sustainability science". *Ecological Economics*, Vol. 92, pp. 1–15.
- Castro Benavides, L. M., Tamayo Arias, J. A., Arango Serna, M. D., Branch Bedoya, J. W., & Burgos, D. (2020). Digital Transformation in Higher Education Institutions: A Systematic Literature Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 20(11), 1–22. <https://doi.org/10.3390/s20113291>
- Charef, R., Morel, J. C., & Rakhshan, K. (2021). Barriers to implementing the circular economy in the construction industry: A critical review. *Sustainability*, 13(23), 12989.
- Chau, K. W. (2007). Incorporation of sustainability concepts into a civil engineering curriculum. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 133(3), 188–191. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(2007\)133:3\(188\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2007)133:3(188))
- Dlouhá, J., Glavic, P., and Barton, A. (2017). "Higher education in central european countries – critical factors for sustainability transition". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 151, pp. 670 – 684.
- European Network for Accreditation of Engineering Education, ENAEE (2008). "EUR-ACE framework standards for the accreditation of engineering programmes". Available at: <https://www.enaee.eu/eur-ace-system/>
- Faria, J. A., & Nóvoa, H. (2017). Digital transformation at the university of porto. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 279(April), 295–308. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-56925-3\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-56925-3_24)
- Fleaca, E. (2017). Embedding digital teaching and learning practices in the modernization of higher education institutions. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 17, 41-47.
- Holmberg, J., & Samuelsson, B. E. (n.d.). Drivers and barriers for implementing sustainable development in higher education. *Workshop on Drivers and Barriers for Implementing Sustainable Development in Higher Education*, Göteborg, Sweden, 2005.
- Kelly, M. (2021). Embedding Sustainability across the Built Environment Curriculum and Beyond. *Proceedings of the 10th Engineering Education for Sustainable Development Conference*, 0–15.
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., and Thomas, C. J. (2012). "Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges", *Sustainability Science*, Vol. 7 No. 1, pp. 25–43.

---

Leifler, O., & Dahlin, J. E. (2019). Curriculum integration of sustainability in engineering education – a national study of programme director perspectives. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(5), 877–894. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2019-0286>

Sisiopiku, V., Peters, R. W., & Ramadan, O. E. (2015). Introducing sustainability into the civil engineering curriculum. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 122nd ASEE Annual Conference and Exposition: Making Value for Society*(122nd ASEE Annual

Conference and Exposition: Making Value for Society). <https://doi.org/10.18260/p.24366>

Tay, H. L., & Low, S. W. K. (2017). Digitalization of learning resources in a HEI—a lean management perspective. *International Journal of Productivity and Performance Management*.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

