



ENGENHARIA E OS ODS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6237

Autores: EVERALDO BONALDO, JULIANA TORRES DE OLIVEIRA BONALDO

Resumo: O artigo discute o papel fundamental da Engenharia no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Agenda 2030, estabelecidos pela ONU em 2015. Os 17 ODS abrangem desafios globais como erradicação da pobreza, saúde, educação, igualdade de gênero, energia limpa, cidades sustentáveis e ação climática. A Engenharia contribui com soluções técnicas inovadoras, como infraestrutura acessível, tecnologias de abastecimento/saneamento, energias renováveis, agricultura sustentável e sistemas inteligentes de gestão urbana. O texto também aborda a necessidade de reformulação no ensino da Engenharia, integrando os ODS de forma transversal nos currículos, com metodologias ativas, projetos interdisciplinares e desenvolvimento de competências como pensamento sistêmico, ética e colaboração multidisciplinar. Conclui-se que a formação de engenheiros deve aliar rigor técnico à sustentabilidade, preparando egressos para liderar a transformação global rumo a um futuro mais justo e resiliente.

Palavras-chave: ODS, Engenharia para Sustentabilidade, Ensino de Engenharia

ENGENHARIA E OS ODS

1 INTRODUÇÃO

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015 representam um plano de ação global para enfrentar os desafios mais urgentes da humanidade até 2030. Com 17 objetivos interconectados e 169 metas, os ODS abrangem dimensões críticas como pessoas, planeta, prosperidade, paz e parcerias. A engenharia, como disciplina fundamental para a inovação e a implementação de soluções práticas, desempenha um papel central no alcance desses objetivos. Este artigo explora como a engenharia pode contribuir para cada um dos ODS, destacando exemplos concretos e estratégias educacionais para formar engenheiros capacitados para enfrentar esses desafios.

2 ODS: UMA PERSPECTIVA GLOBAL

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) representam um marco histórico na cooperação internacional, estabelecidos em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU) como parte da Agenda 2030. Compostos por 17 objetivos interligados e 169 metas, os ODS configuram um plano de ação global para guiar a humanidade em direção a um futuro mais justo, próspero e sustentável até o ano de 2030 (Figura 1). Esses objetivos foram concebidos para abordar desafios críticos em cinco dimensões fundamentais, conhecidas como os “5 Ps”: Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias.

Figura 1 - ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

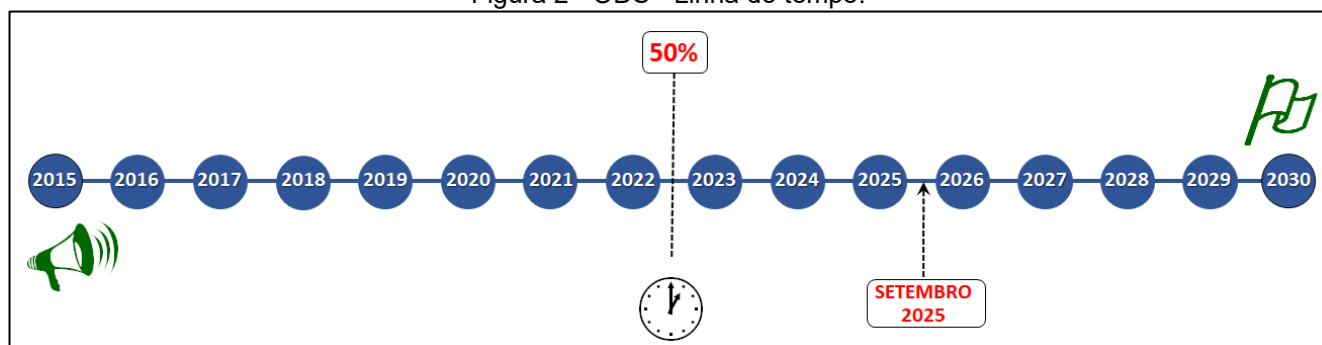


Fonte: UNICEF - www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel

A dimensão **Pessoas** engloba objetivos como a erradicação da pobreza (ODS 1), fome zero (ODS 2), saúde e bem-estar (ODS 3), educação de qualidade (ODS 4) e igualdade de gênero (ODS 5). Esses objetivos visam garantir que todos os seres humanos possam realizar seu potencial em dignidade e igualdade, em um ambiente saudável. O **Planeta** é foco dos ODS 6 (água potável e saneamento), ODS 13 (ação contra mudanças climáticas), ODS 14 (vida na água) e ODS 15 (vida terrestre), que buscam proteger os ecossistemas e promover o uso sustentável dos recursos naturais. A **Prosperidade** é abordada nos ODS 7 (energia

limpa), ODS 8 (trabalho decente), ODS 9 (indústria e inovação), ODS 10 (redução das desigualdades), ODS 11 (cidades sustentáveis) e ODS 12 (consumo responsável), com o intuito de assegurar que o desenvolvimento econômico seja inclusivo e sustentável. A **Paz**, contemplada no ODS 16, promove sociedades justas e instituições eficazes, enquanto as **Parcerias** (ODS 17) destacam a importância da cooperação global para alcançar todas as metas (Figura 2).

Figura 2 - ODS - Linha do tempo.



Fonte: Autores

Durante os anos de implementação da Agenda 2030, os ODS têm estimulado ações em áreas de importância crucial para a humanidade. Como destacado pela EMBRAPA (2022), apenas podem ser consideradas sustentáveis as tecnologias que melhorem a qualidade de vida das pessoas, a qualidade ambiental, estabeleçam parcerias em busca da sustentabilidade e promovam a paz e a prosperidade. Essa visão holística reforça que o desenvolvimento sustentável exige equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental.

3 COMO A ENGENHARIA PODE FAZER ISSO ACONTECER

A Engenharia desempenha um papel fundamental na concretização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), oferecendo soluções técnicas inovadoras para os desafios globais. Esta seção detalha como as diversas áreas da Engenharia contribuem para cada um dos 17 ODS.

3.1 ODS 1: Erradicação da pobreza

A Engenharia combate à pobreza por meio do desenvolvimento de:

- Infraestrutura básica (habitações, moradias, água, saneamento, energia, combustíveis, estradas, ferrovias, etc.);
- Inovações e tecnologias acessíveis para grandes populações de baixa renda;
- Sistemas de microgeração de energia;
- Habitações de baixo custo;
- Soluções de mobilidade urbana econômica e acessível; e
- Estímulo ao empreendedorismo/desenvolvimento de pequenas empresas.

3.2 ODS 2: Fome zero e agricultura sustentável

Engenheiros agrícolas e de automação desenvolvem:

- Sensores IoT para monitoramento preciso do solo;
- Robôs para plantio e colheita seletiva;
- Sistemas de irrigação inteligente;
- Tecnologias pós-colheita que reduzem perdas.

3.3 ODS 3: Saúde e bem-estar

A Engenharia Biomédica revoluciona a saúde com:

- Dispositivos médicos de baixo custo;
- Próteses impressas em 3D personalizadas;
- Sistemas de telemedicina para áreas remotas;
- Equipamentos hospitalares energeticamente eficientes;
- Infraestrutura hospitalar resiliente.

3.4 ODS 4: Educação de qualidade

Soluções de engenharia incluem:

- Plataformas EaD com realidade aumentada;
- Plataformas educacionais adaptativas;
- Laboratórios virtuais acessíveis e colaborativos;
- Kits educacionais de baixo custo para escolas públicas;
- Infraestrutura escolar sustentável;
- Tecnologias assistivas para inclusão.

3.5 ODS 5: Igualdade de gênero

A Engenharia promove:

- Programas de inclusão/participação feminina em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática);
- Tecnologias que reduzem carga doméstica (ex: sistemas de água automatizados);
- Políticas de equidade em empresas de tecnologia.

3.6 ODS 6: Água potável e saneamento

Engenheiros ambientais e civis desenvolvem:

- Sistemas compactos e/ou descentralizados de tratamento de água;
- Tecnologias de reuso/ reaproveitamento com eficiência energética;
- Redes inteligentes de distribuição que reduzem perdas;
- Soluções comunitárias de saneamento para áreas periféricas.

3.7 ODS 7: Energia limpa e acessível

Inovações incluem:

- Microredes com fontes renováveis;
- Armazenamento energético avançado;
- Eficiência energética em edificações;
- Hidrogênio verde como vetor energético.

3.8 ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico

A Engenharia impulsiona:

- Geração de empregos em tecnologias verdes;
- Automação que cria novos empregos qualificados;
- Modernização da infraestrutura para desenvolvimento econômico;
- Segurança industrial através de tecnologias 4.0;
- Fomento ao empreendedorismo tecnológico.

3.9 ODS 9: Indústria, inovação e infraestrutura

São contribuições chave da Engenharia:

- Cadeias produtivas circulares;

- Materiais sustentáveis na construção;
- Logística inteligente e multimodal;
- Parques tecnológicos integrados;
- Ecossistemas de inovação integrados.

3.10 ODS 10: Redução das desigualdades

Soluções tecnológicas de Engenharia:

- Conectividade digital universal;
- Mobilidade urbana inclusiva;
- Acesso a tecnologias assistivas;
- Plataformas de compartilhamento.

3.11 ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis

A Engenharia e os Engenheiros criam:

- Edifícios com balanço energético zero;
- Sistemas de transporte integrados;
- Gestão inteligente de resíduos;
- Espaços públicos adaptativos/resilientes.

3.12 ODS 12: Consumo e produção responsáveis

Inovações:

- Processos industriais com mínimo desperdício (baixo impacto);
- Embalagens biodegradáveis;
- Sistemas de rastreamento de ciclo de vida;
- Economia circular aplicada.

3.13 ODS 13: Ação contra a mudança global do clima

Desenvolvimento de tecnologias críticas:

- Sistemas de captura e utilização de carbono;
- Energias renováveis de nova geração;
- Materiais de construção com baixo carbono;
- Sistemas de alerta precoce para desastres;
- Infraestrutura resiliente.

3.14 ODS 14: Vida na água

Soluções de Engenharia:

- Barreiras flutuantes para contenção de plásticos;
- Monitoramento oceânico por drones;
- Aquicultura sustentável;
- Sistemas de dessalinização eficientes.

3.15 ODS 15: Vida terrestre

Aplicações de Engenharia:

- Reflorestamento com drones;
- Monitoramento de biodiversidade por IoT;
- Combate à degradação do solo e à desertificação;
- Agricultura regenerativa.

3.16 ODS 16: Paz, justiça e instituições eficazes

Contribuições da Engenharia:

- Sistemas de transparência governamental;
- Tecnologias para eleições seguras;
- Infraestrutura crítica resiliente;
- Tecnologias para gestão pública eficiente.

3.17 ODS 17: Parcerias e meios de implementação

A Engenharia facilita:

- Cooperação técnica internacional;
- Plataformas de compartilhamento de conhecimento;
- Padronização global de tecnologias sustentáveis;
- Mecanismos de transferência tecnológica.

As contribuições técnicas da Engenharia apresentadas demonstram como a profissão é indispensável para alcançar a Agenda 2030, destacando, também, o seu papel transformador para enfrentar desafios complexos de desenvolvimento sustentável. A integração dessas tecnologias com políticas públicas e educação continuada formam o caminho para o desenvolvimento sustentável.

4 ENSINO DE ENGENHARIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A formação de engenheiros para atuar como agentes de transformação rumo ao desenvolvimento sustentável exige uma reestruturação profunda nos modelos educacionais tradicionais. O atual contexto global demanda profissionais capazes de resolver problemas complexos que integram dimensões técnicas, ambientais e sociais, indo além dos domínios simples e complicados que tradicionalmente compõem os currículos de Engenharia.

Esta seção propõe um modelo pedagógico transformador, cuja contribuição central é a formação de engenheiros como agentes de sustentabilidade, mediante a integração dos ODS em eixos curriculares, metodologias ativas e competências socioambientais.

A formação em Engenharia deve adotar uma abordagem sistêmica que integre os princípios dos ODS em todas as dimensões do currículo. Essa visão holística exige que os cursos de Engenharia transcendam o modelo tradicional fragmentado por disciplinas e adotem uma estrutura que combine conhecimentos técnicos com competências em sustentabilidade, ética e inovação social. O documento da UNESCO (2022) destaca a importância do ODS 4.7, que visa garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, o que requer a integração de três pilares fundamentais: o Ensino Superior de Engenharia (ESE), o Desenvolvimento Profissional Contínuo (CPD) e a educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) desde o nível básico (Figura 3).

4.1 Fundamentos axiológicos da formação

Com base na formação em Engenharia Civil, segundo Ramos e Figueiredo (2020), os 10 axiomas que devem nortear a formação/exercício de Engenharia para o Desenvolvimento Sustentável:

- A universidade é espaço para ensinar a aprender** - Capacitação para aprendizagem contínua frente aos ODS em evolução;
- A função do engenheiro é descomplicar** - Tradução de problemas complexos em soluções implementáveis e acessíveis;
- Engenharia requer trabalho coletivo** - Habilidades colaborativas essenciais para abordagens multidisciplinares dos ODS;

- IV. **Sem trabalho não há criatividade** - Equilíbrio entre teoria e prática em projetos sustentáveis;
- V. **Engenharia é 5% imaginação e 95% transpiração** - Persistência necessária para implementar soluções de impacto;
- VI. **Números não transmitem toda a verdade** - Visão crítica sobre métricas de sustentabilidade;
- VII. **Risco minimiza-se, mas não se anula** - Gestão de incertezas em projetos complexos
- VIII. **Redundância é o Plano B** - Resiliência como princípio de design sustentável;
- IX. **Computador é meio cego para um fim** - Tecnologia como ferramenta, não como fim;
- X. **Soluções definidas pela razão** - Tomada de decisão baseada em evidências científicas.

Figura 3 - Visão holística da formação em engenharia.



Fonte: Autores

Os axiomas, por exemplo, “Engenharia requer trabalho coletivo” e “Soluções definidas pela razão”, fundamentam competências multidisciplinares e ética necessárias para atuação em contextos sustentáveis complexos, alinhando-se ao ODS 4.7.

Estes axiomas constituem a base filosófica para as demais estratégias educacionais, reforçando que o ensino para o Desenvolvimento Sustentável transcende a mera transmissão de conhecimentos técnicos.

4.2 Abordagem curricular transformadora

O ensino de Engenharia deve incorporar os ODS de forma transversal, superando a tendência de focar apenas nos objetivos mais diretamente relacionados a cada área específica. Isso requer:

- **Integração dos 17 ODS** em todas as disciplinas do curso, desde as básicas até as profissionalizantes, evitando visões parciais que privilegiem apenas alguns objetivos;
- **Metodologias ativas**, como Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), que permitam aos estudantes trabalhar com desafios reais de sustentabilidade;
- **Projetos interdisciplinares** que conectem conhecimentos técnicos com questões sociais e ambientais, preparando os futuros engenheiros para a complexidade dos problemas atuais.

A contribuição formativa pode ser medida por: porcentagem de disciplinas com projetos envolvendo os ODS; análise crítica de impactos socioambientais em trabalhos técnicos e integradores; participação em iniciativas de extensão vinculadas à Agenda 2030; etc.

Portanto, no ensino de Engenharia é fundamental abordar a maioria dos ODS, de 13 a 14 objetivos, que precisam ser enfocados transversalmente, envolvendo as várias estratégias de aprendizagem do curso. Como são 17 objetivos ambiciosos e interconectados que configuram um contexto multitemático interdisciplinar, as unidades curriculares de projetos, as iniciativas e atividades extensionistas e de pesquisa, são espaços privilegiados para essa integração, promovendo uma formação mais holística e alinhada com as necessidades da sociedade.

4.3 Competências para o século XXI

Além do conhecimento técnico-científico, os engenheiros devem desenvolver competências que os capacitem a:

- **Trabalhar com problemas complexos e emergentes**, como mudanças climáticas e crises sanitárias, que exigem respostas rápidas e inovadoras;
- **Atuar em equipes multidisciplinares**, colaborando com profissionais de outras áreas para desenvolver soluções integradas;
- **Pensar sistemicamente**, compreendendo as interconexões entre tecnologia, sociedade e meio ambiente;
- **Agir com ética e responsabilidade social**, garantindo que as soluções técnicas gerem impactos positivos para todas as pessoas, sem deixar ninguém para trás.

4.4 Estratégias pedagógicas inovadoras

Para formar engenheiros aptos a enfrentar os desafios da sustentabilidade, é essencial adotar estratégias que vão além das aulas expositivas tradicionais. Entre elas:

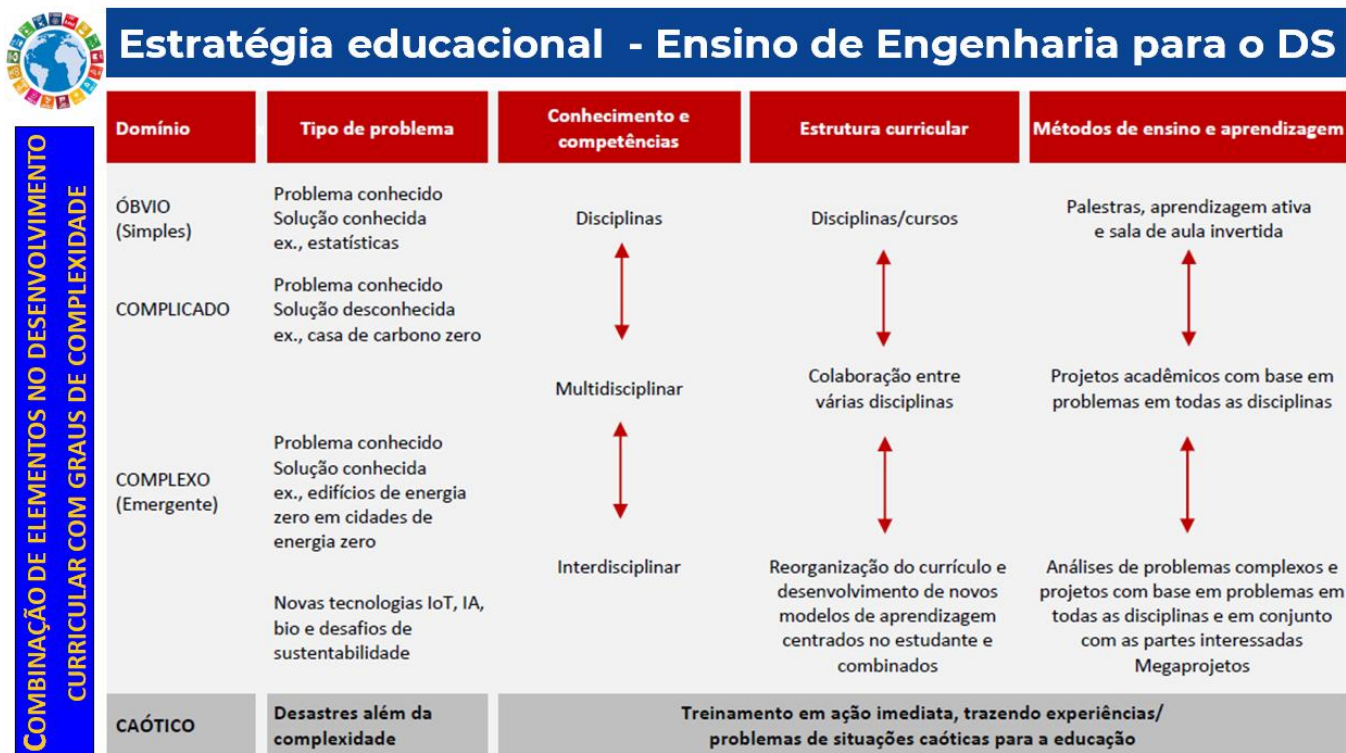
- **Sala de aula invertida**, onde os estudantes assumem papel ativo na construção do conhecimento;
- **Projetos integradores** que simulem situações reais, envolvendo múltiplas disciplinas e atores externos, como comunidades e empresas;
- **Uso de tecnologias educacionais**, como simuladores, realidade virtual e plataformas colaborativas, para enriquecer a aprendizagem;
- **Parcerias com a indústria e o setor público**, criando oportunidades para que os alunos trabalhem em problemas reais/complexos durante a graduação.

O currículo normal de Engenharia responde aos domínios simples e complicados, já os desafios do desenvolvimento sustentável, da Quarta Revolução Industrial (Sociedade 5.0) e da empregabilidade, exigem competências de aprendizagem nos 4 domínios: i) Caótico, ii) Complexidade e Emergência, iii) Complicado, e iv) Óbvio e Simples. Portanto, a estratégia educacional para os domínios complicado e complexo, envolverá a aplicação de projetos orientados à solução de problemas, que podem ser classificados de menos a mais abertos, juntamente com a variação da estrutura curricular e da pedagogia (Figura 4). O *framework* Cynefin (Figura 4) opera como ferramenta formativa para classificar problemas (simples → caóticos), desenvolvendo no estudante a capacidade de adaptar estratégias a contextos reais de sustentabilidade.

É preciso realizar uma verdadeira transformação no ensino de Engenharia, para uma abordagem interdisciplinar muito mais ampla e complexa, mais focada nas análises/soluções de problemas e projetos sociais e sustentáveis (reais/complexos) com o conhecimento técnico/acadêmico. A aprendizagem deve acontecer promovendo a articulação dos conteúdos técnicos da Engenharia aos 17 ODS e não dissociados. A base e campo de atuação direta é

a Engenharia, e as unidades curriculares profissionalizantes e específicas do currículo são espaços chave de inserção dos ODS.

Figura 4 - Modelo Cynefin sua aplicação nos currículos de Engenharia.



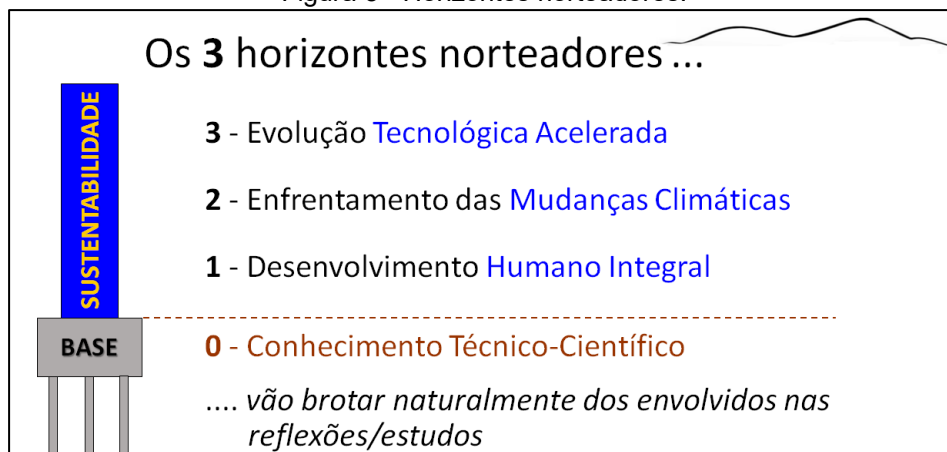
Fonte: Adaptado de UNESCO (2022)

4.5 Os três horizontes norteadores

São propostos três horizontes que devem orientar a formação em Engenharia, a partir do horizonte 0 - **Conhecimento Técnico-Científico**:

- I. **Desenvolvimento Humano Integral** – Garantir que a formação técnica seja acompanhada por uma reflexão sobre o papel do engenheiro na sociedade;
- II. **Enfrentamento das Mudanças Climáticas** – Preparar os estudantes para desenvolver soluções resilientes e adaptativas;
- III. **Evolução Tecnológica Acelerada** – Capacitar os futuros profissionais a lidar com inovações disruptivas, como inteligência artificial e energias renováveis.

Figura 5 - Horizontes norteadores.



Fonte: Autores

Esses horizontes emergem naturalmente quando os estudantes são envolvidos em discussões e projetos que conectam a Engenharia com os grandes desafios globais (Figura 5).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Repensar o ensino de Engenharia para o desenvolvimento sustentável não é apenas uma necessidade, mas uma urgência estratégica para o século XXI. A contribuição pedagógica central deste trabalho reside na estrutura sistêmica que articula: (a) axiomas fundamentais da formação; (b) *framework* Cynefin para complexidade; (c) horizontes formativos interligados - formando engenheiros aptos a liderar a transição sustentável. Esta abordagem incorpora transversalmente princípios como direitos humanos, igualdade de gênero e cultura de paz, além do viés técnico tradicional. As instituições de ensino devem assumir o compromisso de formar profissionais com dupla competência: domínio técnico-científico rigoroso e capacidade de aplicar esse conhecimento de forma inovadora, ética e sistêmica, para construir um futuro socialmente mais justo e sustentável. A sustentabilidade é um valor ético da sociedade contemporânea e, como tal, deve permear todas as etapas da formação em Engenharia. Demandando uma compreensão e aplicação pautadas na visão de Ecologia Integral – onde o ser humano é entendido como parte constitutiva do meio ambiente, e não como elemento dissociado ou superior a ele. Essa abordagem integral rompe com a dicotomia antropocêntrica tradicional entre humanidade e natureza, propondo uma relação de interdependência e coexistência harmoniosa. A implementação dessas mudanças exigirá esforços coordenados entre educadores, estudantes, setor produtivo e governos, com foco no resultado – engenheiros melhor preparados para liderar a transformação sustentável que o mundo urgentemente precisa. Sugere-se mensurar o êxito desta abordagem mediante a avaliação do índice de egressos em projetos de impacto socioambiental alinhados aos ODS e pela adoção, por entidades públicas ou comunidades, de soluções propostas por estudantes para problemas locais ou políticas públicas.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. **Alinhamento das tecnologias do Balanço Social às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Brasília: Embrapa, 2022. 13 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods/o-que-sao-os-ods>. Acesso em: 01 jun. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 01 jun. 2025.

RAMOS, Carlos Matias; FIGUEIREDO, Elói. **Engenharia Civil: uma perspectiva sobre a formação e a profissão**. Lisboa: Edições Universitárias Lusófonas, 2020.

UNESCO; International Centre for Engineering Education; CREA Professional Assistance Bank; MUTUA (Brazil). **Engenharia para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: UNESCO no Brasil, 2022. ISBN: 978-65-86603-26-2. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/articles/engineering-sustainable-development-delivering-sustainable-development-goals>. Acesso em: 01 jun. 2025.

REALIZAÇÃO



COBENGE

2025

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

ORGANIZAÇÃO



UNICEF. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Brasil, [202-]. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 01 jun. 2025.

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



ENGINEERING AND THE SDGs

Abstract:

The current article explores the critical role of Engineering in achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) of 2030 Agenda, established by the UN in 2015. The 17 SDGs address global challenges such as poverty eradication, health, education, gender equality, clean energy, sustainable cities, and climate action. Engineering provides innovative technical solutions, including accessible infrastructure, water and sanitation technologies, renewable energy, sustainable agriculture, and smart urban systems. The text also highlights the need for reforming Engineering education by integrating the SDGs into curricula through active learning, interdisciplinary projects, and the development of systemic thinking, ethics, and collaboration skills. The conclusion emphasizes that Engineering education must combine technical rigor with sustainability, preparing professionals to lead the global transformation toward a more equitable and resilient future.

Keywords: SDG, Engineering for Sustainability, Engineering Education

