

Engenharia da Sustentabilidade:

Construindo um Futuro Resiliente

Prof Dr Messias Borges Silva



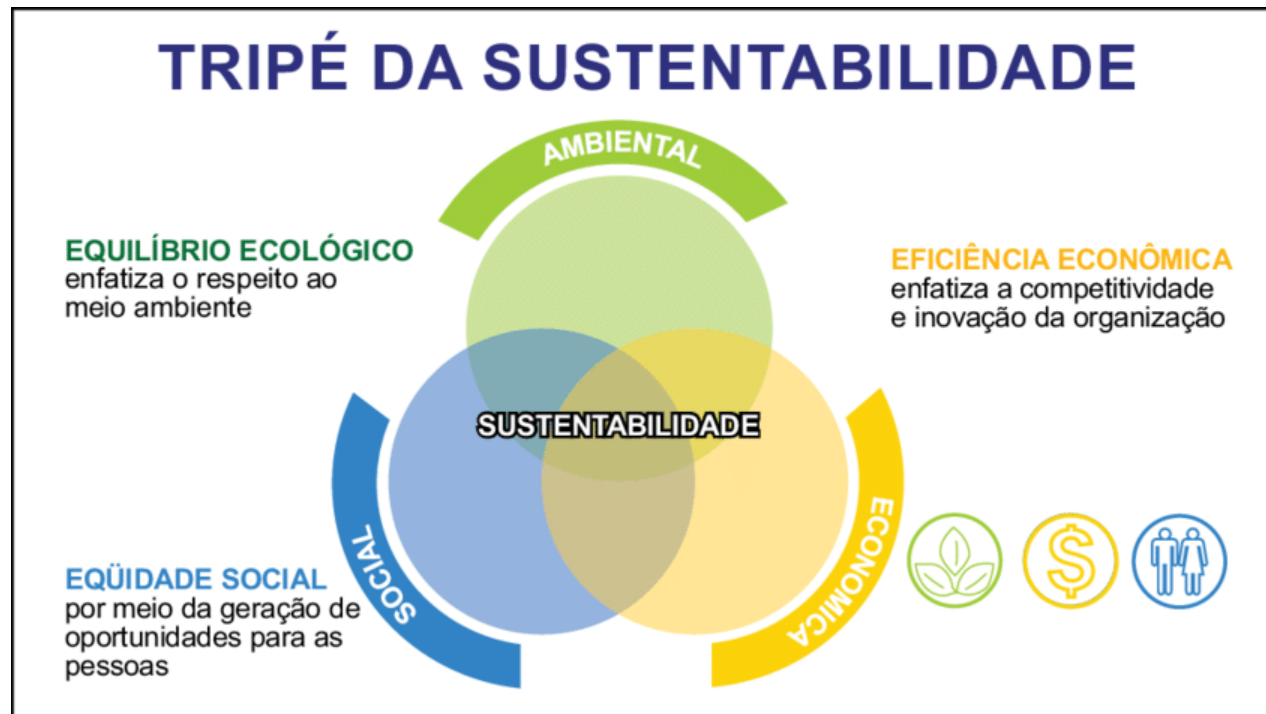
Introdução

papel fundamental
desta disciplina na
construção de um
futuro sustentável para
nosso planeta



Definição de Sustentabilidade

- "Sustentabilidade é a busca pelo equilíbrio entre os aspectos ambientais, sociais e econômicos, visando atender às necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras."

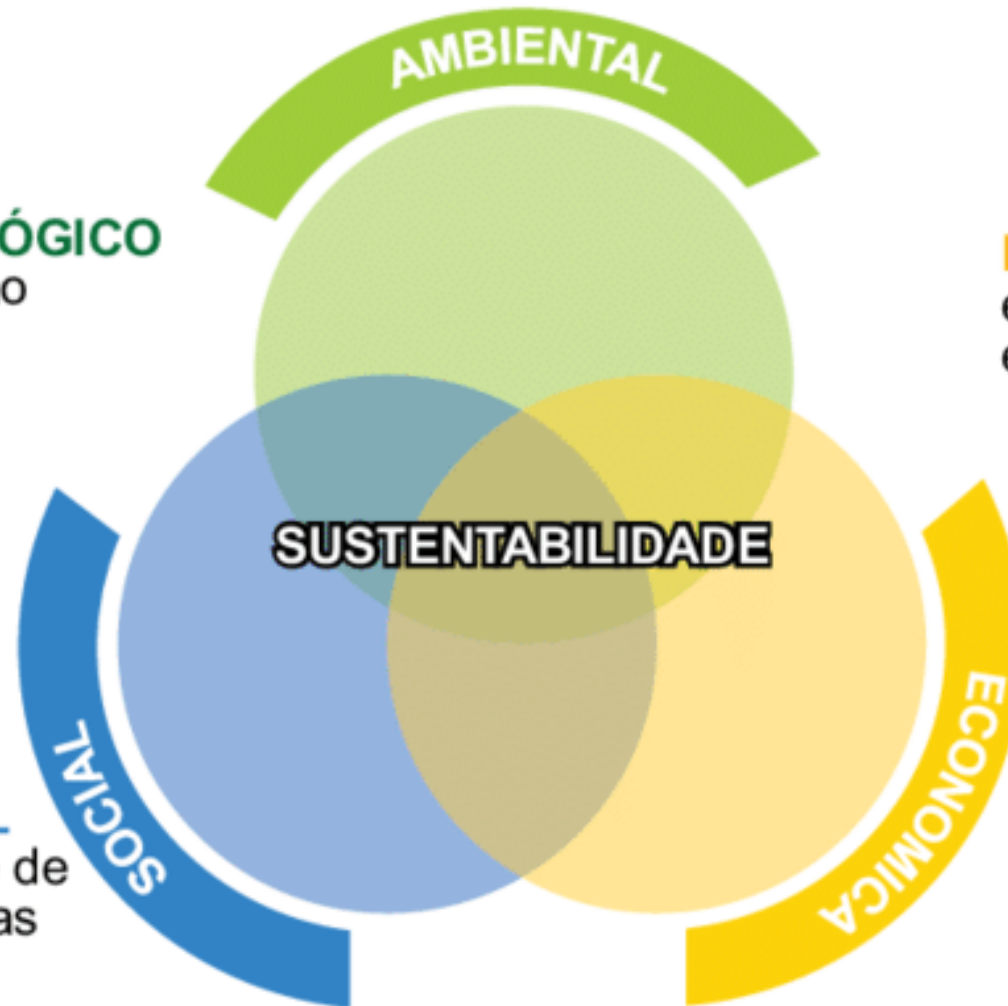


TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE

EQUILÍBRIO ECOLÓGICO
ênfatisa o respeito ao
meio ambiente

EFICIÊNCIA ECONÔMICA
ênfatisa a competitividade
e inovação da organização

EQÜIDADE SOCIAL
por meio da geração de
oportunidades para as
pessoas



Triple Bottom Line

O Papel da Engenharia na Sustentabilidade

- A **Engenharia** desempenha um papel crucial na busca por soluções sustentáveis, desenvolvendo tecnologias, processos e infraestruturas que **minimizem impactos ambientais** e promovam o **desenvolvimento sustentável**



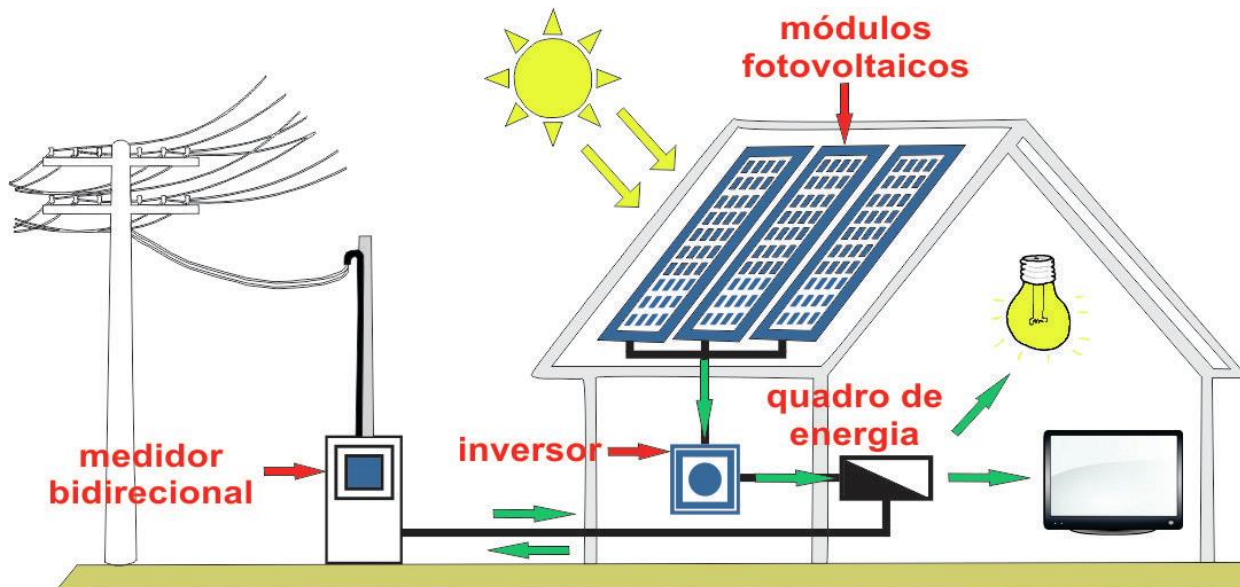
Energias Renováveis

- As energias renováveis, como eólica, solar, hidrelétrica e **biomassa**, são fundamentais para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar as emissões de gases de efeito estufa.



Eficiência Energética

- A eficiência energética na construção civil e em processos industriais é essencial para reduzir o consumo de energia e aumentar a sustentabilidade dos sistemas.

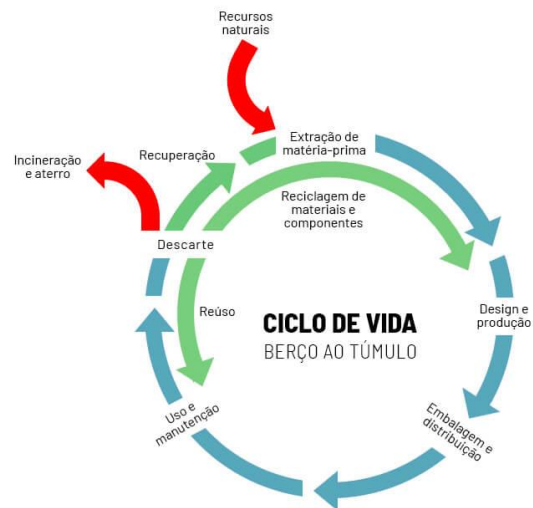


Gestão de Resíduos

- A gestão de resíduos, incluindo redução, reutilização e reciclagem, é fundamental para minimizar a produção de lixo e promover uma **economia circular**.







3 Rs



Os 5 R's da Sustentabilidade



Mobilidade Sustentável

- A promoção de transporte público eficiente, ciclovias e veículos elétricos é essencial para reduzir as emissões de gases poluentes e melhorar a qualidade do ar nas cidades.



Rodovias do Futuro

ARUP



Agricultura Sustentável

- A agricultura sustentável adota práticas agrícolas que preservam os recursos naturais, promovem a biodiversidade e garantem a segurança alimentar.

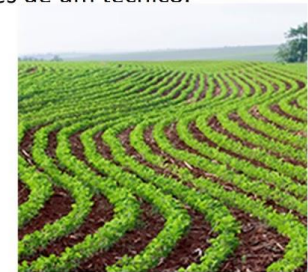
PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS

Plantio em curvas de nível

Indicada para terrenos com declividade. O plantio segue as curvas de nível do terreno. Por exigir marcações técnicas específicas, só deve ser utilizado com orientações de um técnico.



Foto: Cultivo Sustentável



INSTITUTO FEDERAL
Goiás
Campus Goiás



Construções Verdes

- As construções verdes incorporam design inteligente, materiais eco-friendly e tecnologias de eficiência energética para reduzir o impacto ambiental dos edifícios.



Água

SISTEMA DE
REUTILIZAÇÃO
DA ÁGUA

Energia

REDUÇÃO DE
CONSUMO

Resíduos

COLETA SELETIVA DE
TODO LIXO PRODUZIDO

Transporte

BICICLETÁRIO E VAGAS
PARA VEÍCULOS COM
COMBUSTÍVEL ALTERNATIVO





Tecnologias Emergentes

- Tecnologias emergentes, como inteligência artificial, biotecnologia e nanotecnologia, oferecem oportunidades para inovação e soluções sustentáveis em diversos setores



Educação e Conscientização

- A educação e conscientização são fundamentais para promover uma cultura de sustentabilidade e engajar a sociedade na busca por práticas mais responsáveis



Desenvolvimento Sustentável

- O desenvolvimento sustentável busca conciliar o crescimento econômico com a proteção ambiental e o bem-estar social, garantindo um futuro equitativo para todas as pessoas.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU - ODS





**Objetivos para o
Desenvolvimento
Sustentável -ODS**

Compromisso com a Sustentabilidade

- Empresas e organizações estão cada vez mais comprometidas com a adoção de práticas sustentáveis, reconhecendo o papel crucial da Engenharia da Sustentabilidade na busca por soluções inovadoras.



Sites da web importantes

- <https://ourworldindata.org/grapher/kaya-identity-co2>
- <https://www.climatecentral.org/>
- www.ipcc.ch
- viable.Earth
- sdgs.un.org
- sustainabilitymag.com
- zerowastehome.com
- inhabitat.com
- <https://www.energystar.gov/>
- <https://sustainability.google/reports/>
- <https://www.sustainability.com/>
- <https://resustainability.com/>
- https://energy.feedspot.com/sustainability_blogs/
- <https://www.epa.gov/sustainability>
- <https://greencitizen.com/blog/sustainable-bloggers/>

IPAT e Kaya balanço de CO₂

- <https://ourworldindata.org/grapher/kaya-identity-co2>
- O **IPAT** é uma equação que expressa a ideia de que o **impacto ambiental (I)** é o produto de três fatores: **população (P)**, **afluência (A)** e **tecnologia (T)**. Vamos explorar cada um desses componentes:

$$I = P \times A \times T$$

IPAT

- **1 População (P):** Refere-se ao número total de pessoas. A explosão populacional desde o início do século XX é notável. Embora a população mundial deva atingir um pico de cerca de **9,2 bilhões** até o final do século 21, esse crescimento contínuo tem implicações significativas. Para sustentar mais pessoas, precisaremos ampliar as áreas de moradia, o que pode resultar na abertura de mais espaços para construção. Ao mesmo tempo, haverá uma necessidade crescente de recursos como água, alimentos e combustível. O atendimento das necessidades básicas da população em crescimento pode levar ao esgotamento dos recursos naturais e ao aumento das emissões de gases de efeito estufa prejudiciais ao meio ambiente

IPAT

- 2 **Afluência (A)**: Refere-se à riqueza ou prosperidade econômica. Imagine duas pessoas, A e B:

A vive em uma vila em um país do terceiro mundo, onde não há eletricidade ou automóveis. Sua **pegada ecológica**, que mede a demanda por recursos necessários para sustentar um estilo de vida, é menor.

B vive em um bairro suburbano nos Estados Unidos, dirige um SUV diariamente e depende da eletricidade para todas as atividades, desde preparar o jantar até o ar condicionado em casa. A pegada ecológica de B é significativamente maior.

A riqueza e o padrão de consumo afetam diretamente o impacto ambiental. Quanto mais próspera uma sociedade, maior a demanda por recursos e energia. Portanto, a afluência é um fator crítico na equação IPAT



A **afluência (A)** na equação IPAT refere-se ao **nível médio de consumo por pessoa**. Ela captura o padrão de vida e a intensidade de consumo dos indivíduos, sendo geralmente expressa como um valor monetário, como PIB per capita, ou por consumo médio de bens e serviços.

Para determinar a afluência:

Escolha a Métrica Apropriada: A métrica pode variar dependendo do foco do estudo. Exemplos incluem consumo **energético per capita**, **consumo de água per capita**, **PIB per capita**, entre outros.



Exemplo

- Suponha que estamos analisando o consumo de eletricidade em um país. O consumo total de eletricidade no país foi de 300 bilhões de kWh no último ano, com uma população de 50 milhões de pessoas.
- **Consumo Total (em kWh):** 300 bilhões
- **População Total:** 50 milhões

$$A = \frac{300,000,000,000 \text{ kWh}}{50,000,000 \text{ pessoas}} = 6.000 \text{ kWh por pessoa por ano.}$$

IPAT

3 Tecnologia (T): Refere-se aos avanços tecnológicos e à eficiência no uso de recursos. Tecnologias mais limpas e sustentáveis podem reduzir o impacto ambiental. Por outro lado, tecnologias ineficientes ou poluentes podem agravar os problemas ambientais. Portanto, a inovação tecnológica desempenha um papel crucial na equação IPAT.

- Em resumo, o IPAT nos ajuda a compreender como a interação entre população, riqueza e tecnologia afeta o meio ambiente.

Exemplo

- Vamos considerar um exemplo em que queremos calcular o **impacto das emissões de CO₂ por kWh de eletricidade gerada**.
- **Emissões totais de CO₂ (em toneladas)**: 200 milhões de toneladas
- **Consumo total de eletricidade (em kWh)**: 300 bilhões kWh
- Vamos calcular a tecnologia (T) neste caso.
- **$T = (200.000.000 / 300.000.000.000) = 0,00067$** toneladas de CO₂ por kWh de eletricidade gerada
- ou seja, o impacto ambiental das emissões de CO₂

$$I = P \times A \times T$$

Onde:

- **I**: Impacto ambiental
- **P**: População (número de pessoas)
- **A**: Afluência (consumo médio per capita)
- **T**: Tecnologia (impacto ambiental por unidade de consumo)

Exemplo

População (P): 100 mil pessoas

Afluência (A): 30 unidades de consumo por pessoa

Tecnologia (T): 0,5 unidade de impacto por unidade de consumo

Podemos calcular o impacto ambiental (I) usando a fórmula:

$$I = 100.000 \times 30 \times 0,5$$

O impacto ambiental calculado com esses valores é de 1.500.000 unidades

Identidade KAYA

- A identidade Kaya é uma expressão matemática usada para analisar as emissões de dióxido de carbono (CO_2) a partir de diferentes fatores. É uma modificação da identidade IPAT, mas focada nas emissões de CO_2 provenientes da geração de energia

Identidade de Kaya

$$\text{Emissões de CO}_2 = P \times \frac{\text{PIB}}{P} \times \frac{\text{Energia}}{\text{PIB}} \times \frac{\text{CO}_2}{\text{Energia}}$$

Onde:

- **P**: População
- **PIB/P**: PIB per capita
- **Energia/PIB**: Intensidade energética (energia usada por unidade de PIB)
- **CO₂/Energia**: Intensidade de carbono (emissões de CO₂ por unidade de energia)

Exemplo

- Vamos calcular as emissões de CO₂ para um país com os seguintes valores:
- **População (P):** 50 milhões
- **PIB per capita:** \$10.000
- **Intensidade energética (Energia/PIB):** 0,1 kWh/USD = 0,0001MWh
- **Intensidade de carbono (CO₂/Energia):** 0,5 toneladas CO₂/MWh
- **Emissões de CO₂** = $50.000.000 \times 10.000 \times 0,0001 \times 0,5 = 25.000.000$ de ton CO₂

Exemplo estimativo para Brasil com base no ano de 2021

- 1.População (P): 213 milhões**
- 2.PIB per capita por volta de: \$8.000 USD**
- 3.Intensidade Energética (Energia/PIB): 0,08 kWh/USD = 0,00008 MWh/USD**
- 4.Intensidade de Carbono (CO₂/Energia) baseada em dados históricos: 0,3 toneladas CO₂/MWh**

Emissões de CO₂ = 40.896.000 tonCO₂ aprox. 40,9 milhões de ton CO₂

Calculadora de CO₂

- <https://idesam.org/calculadora/>
- <https://carbonlifecycle.org/pt/calculadora-de-co2>

