

<b>Título dos encontros</b>	Consumo Energético e Pegada de Carbono		<b>Sequência</b> 11
<b>Etapa/Ano</b>	Ensino Médio: <input type="checkbox"/> 1º Ano   <input checked="" type="checkbox"/> 2º Ano   <input type="checkbox"/> 3º Ano		
<b>Nível de Maturidade</b> <a href="#">[link]</a>	Escola	<input type="checkbox"/> Emergente <input type="checkbox"/> Básico <input checked="" type="checkbox"/> Intermediário <input type="checkbox"/> Avançado	Docente
			<input type="checkbox"/> Básico <input checked="" type="checkbox"/> Intermediário <input type="checkbox"/> Avançado
<b>Competências</b>	<input type="checkbox"/> C1 <input type="checkbox"/> C2 <input type="checkbox"/> C3 <input type="checkbox"/> C4 <input checked="" type="checkbox"/> C5		
<b>Objetos de Conhecimento</b>	- Pegada de carbono e consumo energético individual - Relação entre uso de tecnologias digitais e emissão de gases de efeito estufa		
<b>Recursos Educacionais</b>	- Quadro branco ou projetor - Marcadores ou canetas - Celular, tablet ou Computadores com acesso à Internet (preferencialmente individuais) - Planilha digital ou aplicativo de coleta de dados - Calculadora ou acesso a computador - Tarifa atualizada da companhia de energia local		
<b>Componentes Curriculares Relacionados</b>	<input type="checkbox"/> Arte <input type="checkbox"/> Língua Portuguesa <input type="checkbox"/> Ed. Física	<input checked="" type="checkbox"/> Geografia <input type="checkbox"/> História <input checked="" type="checkbox"/> Matemática	<input type="checkbox"/> Língua Inglesa <input checked="" type="checkbox"/> Ciências <input checked="" type="checkbox"/> Computação
<b>Palavras-chave</b>	pegada de carbono, consumo energético, sustentabilidade digital		
<b>Perguntas Importantes</b>	- Quanto de energia é consumido pelo uso diário de ferramentas com IA? - Qual é a pegada de carbono associada a essas atividades? - É possível estimar o impacto ambiental de nossas ações digitais? - Como calcular o custo em reais da energia consumida? - De que formas podemos reduzir ou compensar esse impacto? - A IA pode ser usada de forma sustentável?		
<b>Encontros</b>	2	<b>Total de Horas-aula</b>	4
<b>Objetivos</b>	- Calcular o consumo energético e a pegada de carbono associada ao uso de tecnologias baseadas em IA. - Compreender a relação entre consumo digital, emissão de gases de efeito estufa e custo financeiro da energia elétrica. - Refletir criticamente sobre o impacto ambiental do uso de IA e propor estratégias para um uso mais consciente e sustentável.		
<b>Habilidades Relacionadas</b>	- EM02IA03: Reconhecer novas questões éticas que surgem com a introdução da IA - EM13CO03 - Identificar o comportamento dos algoritmos no que diz respeito ao consumo de recursos como tempo de execução, espaço de memória e energia, entre outros.		
<b>Práticas Pedagógicas Inovadoras</b> <a href="#">[link]</a>	<input checked="" type="checkbox"/> Aula Enriquecida com Tecnologia <input type="checkbox"/> Ensino Híbrido: Sala de aula invertida <input type="checkbox"/> Ensino Híbrido: rotação por estação <input type="checkbox"/> Ensino Híbrido: rotação individual <input checked="" type="checkbox"/> Aulas Mão na massa <input checked="" type="checkbox"/> Debate orientado por cenários <input type="checkbox"/> Aprendizagem baseada em projetos <input type="checkbox"/> IA Desconectada		

# Sequência Didática - Encontro 1

## 1. Introdução ao tema

- Apresente o conceito de pegada de carbono, explicando que se refere à quantidade de gases de efeito estufa (especialmente CO<sub>2</sub>) emitida direta ou indiretamente pelas atividades humanas. Relacione esse conceito com o consumo de energia elétrica, destacando que, mesmo em países com matriz mais limpa como o Brasil, o uso de eletricidade ainda gera emissões, especialmente quando há uso de fontes fósseis em períodos de escassez hídrica.

- Realize com os estudantes um levantamento sobre o custo da energia elétrica consumida. Apresente a tarifa atual da companhia local (R\$/kWh) e simule o custo de consumo de uma lâmpada LED de 10W ligada por diferentes durações: 1 hora, 10 horas e 100 horas. Faça a conversão de watts para kilowatts e calcule o consumo em kWh e o valor em reais.

- Com esses dados em mãos, é necessário entender o que é algo chamado “Fator de Emissão”, pois será utilizado para calcular quanto de gases do efeito estufa são largados no ar. O fator de emissão é um coeficiente que relaciona a quantidade de um gás de efeito estufa (GEE) emitido por unidade de atividade (como energia consumida, combustível queimado, distância percorrida etc.). Saiba mais em <http://euvou.net/3732>

- Desafie seus alunos a descobrir o Fator de Emissão de diferentes fontes de energia (carvão, gás, solar, eólica etc.). Qual fonte ou fontes de energia é utilizada na sua região? Quanto Gases de efeito de estufa (GEE) são emitidos por cada um dos tipos de fontes? Caso não seja possível pesquisar o fator de emissão da sua região, você pode utilizar a média oficial nacional de 2023 que é de 0,0385 toneladas de CO<sub>2</sub> por megawatt-hora (tCO<sub>2</sub>/MWh), segundo o MCTI. Isso equivale a aproximadamente 38,5g por kWh.

- Explique como calcular a pegada de carbono associada ao consumo de energia, utilizando a fórmula: **GEE = Consumo × Fator de Emissão**. Por exemplo: se você consumiu 200 kWh na conta de luz com fator de emissão oficial, isso gera uma pegada de carbono de aproximadamente 7,7 kg de CO<sub>2</sub>.

- Calcule também a quantidade aproximada de árvores (mudas) necessárias para compensar as emissões geradas. De acordo com a SOS Mata Atlântica/ESALQ/USP e eCycle, uma árvore jovem em crescimento pode absorver cerca de 7 a 15 kg de CO<sub>2</sub> por ano, dependendo da espécie, idade e condições locais. Divida o total de CO<sub>2</sub> emitido pelo fator de absorção para estimar a compensação vegetal do total da turma.

## 2. Atividade prática de monitoramento (duração: 7 dias)

Durante uma semana, os estudantes deverão registrar o uso pessoal de tecnologias com IA, utilizando uma planilha digital (Google Sheets ou Excel), um aplicativo simples ou uma tabela desenhada no próprio caderno. O importante é que os dados sejam registrados de forma organizada e clara. Devem anotar:

- Quantas perguntas (inferências) fizeram a sistemas de IA (ex: ChatGPT, Gemini, assistentes virtuais etc.);

- Quantas imagens geraram com ferramentas de IA (ex: DALL·E, Canva Estúdio Mágico);

- Quantos vídeos criaram ou manipularam com IA;
- Quais aplicativos ou sites utilizaram com recursos de IA (ex: tradutores automáticos, filtros de recomendação, aplicativos educativos com IA etc.).

Esses dados serão utilizados na aula seguinte para calcular o consumo estimado de energia e a pegada de carbono semanal.

Avaliação	Participação e desempenho dos estudantes na resolução dos cálculos propostos em sala (conversão de W para kWh, custo em R\$, cálculo da pegada de carbono com base no fator de emissão). Pode ser realizada em duplas ou individualmente, com correção coletiva ao final.
Material Complementar	<p><b>Fator de Emissão MCTI</b>  <a href="https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/02/fator-de-emissao-de-co2-na-geracao-de-energia-eletrica-no-brasil-em-2023-e-o-menor-em-12-anos">https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/02/fator-de-emissao-de-co2-na-geracao-de-energia-eletrica-no-brasil-em-2023-e-o-menor-em-12-anos</a></p> <p><b>Calculadora de Carbono da Iniciativa Verde</b>  <a href="https://iniciativaverde.org.br/calculadora">https://iniciativaverde.org.br/calculadora</a></p> <p><b>Calculadora de Emissão de Carbono da SOS Mata Atlântica</b>  <a href="https://www.sosma.org.br/calcule-sua-emissao-de-co2">https://www.sosma.org.br/calcule-sua-emissao-de-co2</a></p> <p><b>Fórmula de Cálculo das Emissões de Carbono</b>  <a href="https://www.nextbitt.com/post/formulas-de-calculo-das-emissoes-de-carbono-como-escolher-a-melhor">https://www.nextbitt.com/post/formulas-de-calculo-das-emissoes-de-carbono-como-escolher-a-melhor</a></p>

## Sequência Didática - Encontro 2

### 1. Cálculo da pegada de carbono (1 aula após a semana de coleta)

Com base em dados coletados durante a semana, os alunos calcularão:

- Utilizando a tabela de referência abaixo, calcule o total de energia consumida com base nas atividades realizadas durante a semana. Em seguida, converta os valores de Wh (watt-hora) para kWh (quilowatt-hora), dividindo o total por 1.000. Esse valor será usado para estimar tanto a pegada de carbono quanto o custo financeiro.

Uma inferência em um chatbot	0,34 Wh
Geração de uma imagem (máximo)	11 Wh
Geração de 5 segundos de vídeo	940 Wh

Exemplo de cálculo:

Se um aluno fez 50 inferências, gerou 3 imagens e criou um vídeo de 10 segundos (duas vezes o valor da tabela), o consumo seria:

Chatbot:  $50 \times 0,34 = 17 \text{ Wh}$

Imagens:  $3 \times 11 = 33 \text{ Wh}$

Vídeo:  $2 \times 940 = 1.880 \text{ Wh}$

Total:  $1.930 \text{ Wh} \rightarrow 1,93 \text{ kWh}$

- Pegada de carbono semanal individual ou da turma associada ao uso de IA, considerando estimativas de consumo energético por tipo de atividade (ex.: número de perguntas feitas a sistemas de IA, imagens e vídeos gerados, uso de aplicativos com recursos de IA). Quantas mudas de árvores seriam necessárias para neutralizar o gás carbônico lançado na atmosfera?

- Projeção anual, multiplicando a média semanal por 52 semanas, para estimar o impacto ambiental ao longo de um ano caso o padrão de uso se mantenha.

- Simulação de custo financeiro da energia consumida, com base na tarifa atual da companhia de energia local (em R\$/kWh), convertendo o consumo estimado em kWh para reais. Oriente os alunos a verificarem a tarifa de energia diretamente na conta de luz de sua residência ou no site da concessionária local, pois os valores podem variar conforme a região e a bandeira tarifária vigente.

- Reflexão orientada sobre os dados obtidos, discutindo o impacto ambiental e econômico do uso de IA e comparando-o com outras ações do dia a dia. Essa análise pode ser registrada em uma planilha ou em uma produção escrita individual.

Atividade complementar: peça para a ferramenta realizar os cálculos e verificar se estão corretos.

## 2. Debate em grupos

Divida a turma em grupos, cada um com um cenário-tema para explorar:

Grupo 1: Medicina – Diagnóstico por IA vs. alto consumo energético em treinamento de modelos.

Grupo 2: Educação – Tutores personalizados por IA vs. impacto ambiental.

Grupo 3: Entretenimento – Criação de conteúdo com IA vs. necessidade real de consumo.

Grupo 4: Pesquisa – IA para energia renovável vs. consumo energético da própria IA.

Cada grupo deve:

- Estudar o tema

- Identificar prós e contras

- Propor soluções de uso consciente da IA (ex: limitar uso, horários, servidores verdes etc.)

- Apresentar à turma com defesa argumentativa

### 3. Encerramento e Reflexão Final

Retome os dados e propostas apresentadas, promovendo uma discussão coletiva: É possível usar IA de forma mais consciente? O que podemos mudar no nosso cotidiano digital?

Opcional: os alunos podem criar um compromisso pessoal ou coletivo de redução de uso desnecessário de recursos digitais.

Avaliação	A avaliação considerará o preenchimento correto da planilha semanal, a aplicação dos cálculos de consumo e pegada de carbono, a participação nas discussões, a coerência das propostas de uso sustentável da IA e a clareza na apresentação final dos grupos.
Material Complementar	<p><b>Notícia: China Estima Construir 40 Usinas Nucleares</b> <a href="https://www.poder360.com.br/poder-china/china-estima-construcao-simultanea-de-40-usinas-nucleares-em-2025/">https://www.poder360.com.br/poder-china/china-estima-construcao-simultanea-de-40-usinas-nucleares-em-2025/</a></p> <p><b>Notícia: Microsoft terá usina nuclear exclusiva para IA</b> <a href="https://investnews.com.br/negocios/microsoft-tera-usina-nuclear-exclusiva-para-ia/">https://investnews.com.br/negocios/microsoft-tera-usina-nuclear-exclusiva-para-ia/</a></p> <p><b>Consumo de energia para geração de texto</b> <a href="https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/chatgpt-gasta-uma-garrafa-dagua-a-cada-100-palavras-geradas-diz-pesquisa/">https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/chatgpt-gasta-uma-garrafa-dagua-a-cada-100-palavras-geradas-diz-pesquisa/</a></p> <p><b>Consumo de energia para geração de imagem</b> <a href="https://www.slashgear.com/1696332/ai-image-generation-how-much-energy-used/">https://www.slashgear.com/1696332/ai-image-generation-how-much-energy-used/</a></p> <p><b>Consumo de energia para geração de vídeo</b> <a href="https://www.techradar.com/computing/artificial-intelligence/youll-be-as-annoyed-as-me-when-you-learn-how-much-energy-a-few-seconds-of-ai-video-costs">https://www.techradar.com/computing/artificial-intelligence/youll-be-as-annoyed-as-me-when-you-learn-how-much-energy-a-few-seconds-of-ai-video-costs</a></p>