



# MITIGANDO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

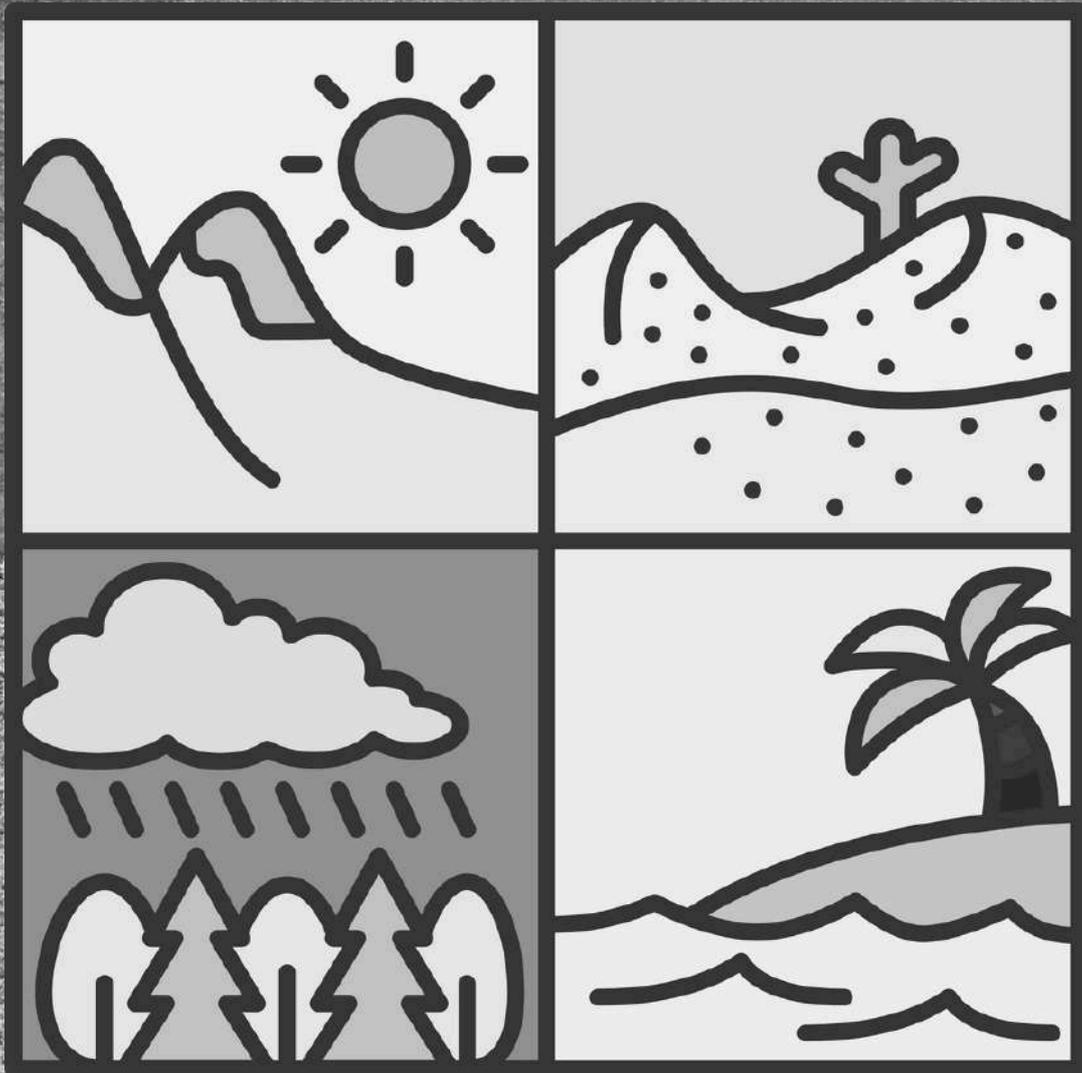


## Estratégia para Preservação Ambiental

Rosana Ferreira Palmeira  
Jean Dalmo de Oliveira Marques



# MITIGATING GLOBAL CLIMATE CHANGE



## Strategy for Environmental Preservation

Rosana Ferreira Palmeira  
Jean Dalmo de Oliveira Marques

### **Autores**

Rosana Ferreira Palmeira  
Jean Dalmo de Oliveira Marques

### **Projeto gráfico e ilustrações**

Rosana Ferreira Palmeira

### **Revisão do projeto gráfico e diagramação**

Rosana Ferreira Palmeira

### **Fotos/ilustrações**

Canva

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

### **Biblioteca do IFAM - Campus Manaus Centro**

---

P172m Palmeira, Rosana Ferreira.

Mitigando as mudanças climáticas globais: estratégia para preservação ambiental  
= Mitigating global climate change: Strategy for environmental preservation /  
Rosana Ferreira Palmeira, Jean Dalmo de Oliveira Marques. – Manaus, 2025.  
69 p. : il. color.

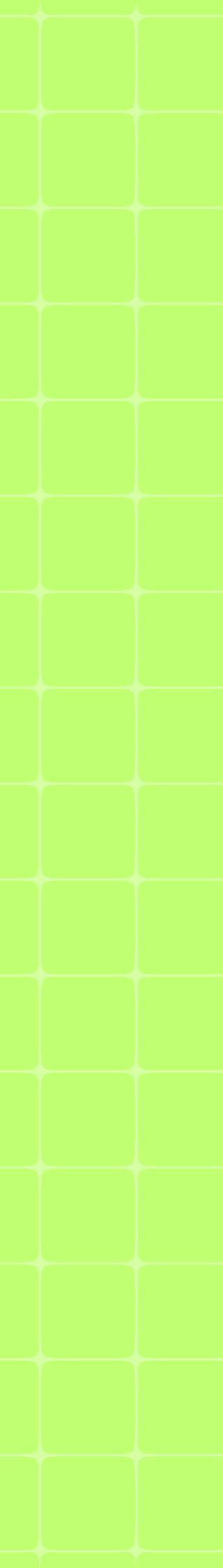
Produto educacional proveniente da dissertação - Protótipos educacionais no  
contexto das mudanças climáticas globais: estratégia para a preservação ambiental  
(Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico). – Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, 2025.  
ISBN 978-65-85652-97-1

1. Mudanças climáticas. 2. Fontes de energia. 3. Preservação ambiental. I.  
Marques, Jean Dalmo de Oliveira. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 344.046

---

Elaborada por Márcia Auzier CRB 11/597



**MITIGANDO AS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS GLOBAIS**  
**Estratégia para Preservação Ambiental**

Rosana Ferreira Palmeira  
Jean Dalmo de Oliveira Marques

# DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO

---

**Título:** Mitigando as Mudanças Climáticas: Estratégia para Preservação Ambiental

**Origem do Produto:** Trabalho de Dissertação intitulado PROTÓTIPOS EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: ESTRATÉGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico (PPGET) do Instituto Federal do Amazonas (IFAM).

**Área do Conhecimento:** Ensino

**Público-alvo:** Estudantes e Professores do Ensino Médio

**Finalidade:** Aprofundar o tema das Mudanças Climáticas Globais (MCGs) e Alternativas Sustentáveis no processo de aprendizagem dos estudantes, promovendo uma abordagem ativa por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e da construção de protótipos educacionais. Além oferecer orientações para professores, conectando teoria e prática de forma significativa.

**Registro do Produto:** Biblioteca Paulo Sarmento do IFAM, Campus Manaus Centro 2025.

**Avaliação do Produto:** O produto foi avaliado pelos alunos participantes da pesquisa e por três professores doutores que compuseram a banca de defesa da dissertação.

**Disponibilidade:** Irrestrita, mantendo-se o respeito a autoria do produto, não sendo permitido o uso comercial por terceiros.

**Apoio Financeiro:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam).

**Divulgação:** Por meio digital.

**URL do produto:** Repositório do IFAM (<http://repositorio.ifam.edu.br/>) e site do PPGET (<http://ppget.ifam.edu.br/dissertacoes-defendidas/>).

**Idioma:** Português

**Cidade:** Manaus

**País:** Brasil, 2025.

As Mudanças Climáticas Globais (MCGs) representam transformações nos padrões climáticos da Terra, intensificadas nos últimos séculos pelas ações humanas, como o uso de combustíveis fósseis, o desmatamento e a poluição. Esses fatores aumentam a concentração de gases de efeito estufa, agravando o aquecimento global e resultando em fenômenos como secas, enchentes e alterações nas chuvas. As consequências afetam de forma mais severa as populações vulneráveis, ampliando desigualdades sociais e ambientais. Na Amazônia, o desmatamento não apenas ameaça a biodiversidade, mas também contribui para a elevação das temperaturas globais, colocando em risco o equilíbrio ambiental do planeta.

Neste contexto, a Educação Ambiental surge como uma ferramenta essencial para enfrentar esses desafios, e a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) potencializa esse processo. Alinhada à metodologia da ABP, a construção de protótipos educacionais que simulam cenários ambientais emerge como um recurso que potencializa a aprendizagem. Essa abordagem desenvolve a criatividade, estimula a aprendizagem individual e coletiva, e aprofunda os conhecimentos por meio de atividades visuais e cognitivas, facilitando uma melhor compreensão do tema. O uso de protótipos, combinado à metodologia ABP, incentiva o protagonismo estudantil, permitindo que os alunos explorem soluções práticas para minimizar os impactos das MCGs. Assim, os estudantes não apenas aprofundam seus conhecimentos científicos, mas também exercitam a criatividade, o pensamento crítico e a colaboração.

Esta cartilha busca proporcionar aos jovens uma experiência de aprendizagem ativa e reflexiva, conectando teoria e prática. Por meio do desenvolvimento de protótipos e da análise de problemas reais, o objetivo é estimular a consciência ambiental e capacitar os estudantes a atuar de forma transformadora em prol de um futuro mais sustentável.



Global Climate Change (GCC) represents transformations in the Earth's climate patterns, intensified in recent centuries by human actions, such as the use of fossil fuels, deforestation and pollution. These factors increase the concentration of greenhouse gases, worsening global warming and resulting in phenomena such as droughts, floods and changes in rainfall. The consequences affect vulnerable populations more severely, increasing social and environmental inequalities. In the Amazon, deforestation not only threatens biodiversity, but also contributes to the rise in global temperatures, putting the planet's environmental balance at risk.

In this context, Environmental Education emerges as an essential tool to face these challenges, and the application of Problem-Based Learning (PBL) enhances this process. Aligned with the PBL methodology, the construction of educational prototypes that simulate environmental scenarios emerges as a resource that enhances learning. This approach develops creativity, stimulates individual and collective learning, and deepens knowledge through visual and cognitive activities, facilitating a better understanding of the topic. The use of prototypes, combined with the PBL methodology, encourages student leadership, allowing students to explore practical solutions to minimize the impacts of GCMs. In this way, students not only deepen their scientific knowledge, but also exercise creativity, critical thinking and collaboration.

This booklet seeks to provide young people with an active and reflective learning experience, connecting theory and practice. Through the development of prototypes and the analysis of real problems, the goal is to stimulate environmental awareness and empower students to act in a transformative way towards a more sustainable future.



**ABSTRACT**

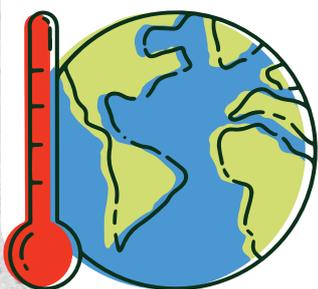


<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	09
<b>SEÇÃO 1</b>	
Vamos conversar? De olho no clima.....	11
Entrando no Clima.....	12
<b>Aula 1</b>	
Tempo e Clima.....	13
Saiba Mais.....	14
Fechando o Tempo.....	15
Orientações ao Educador.....	16
<b>SEÇÃO 2</b>	
Explorando as causas e consequências.....	20
Entrando no Clima.....	21
<b>Aula 2</b>	
Investigando as Causas e Consequências.....	22
Ciclos Biogeoquímicos.....	28
<b>Aula 3</b>	
Caminhos Sustentáveis.....	29
Saiba Mais.....	31
Fechando o Tempo.....	33
Orientações ao Educador.....	34
<b>SEÇÃO 3</b>	
Construção de protótipos e aplicação da ABP.....	38
Entrando no Clima.....	39
<b>Aula 4</b>	
Mãos à Obra: Criando Protótipos Educacionais.....	40
MCGs e Cenários Ambientais.....	41
<b>Aula 5</b>	
Uso dos Protótipos na ABP.....	48
Saiba Mais.....	55
Fechando o Tempo.....	56
Orientações ao Educador.....	57
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	66
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	67

A cartilha *“Mitigando as Mudanças Climáticas Globais: Estratégias para Preservação Ambiental”* foi desenvolvida para disseminar conhecimentos científicos sobre as MCGs e estimular a reflexão crítica entre os jovens. Com o objetivo de sensibilizar e educar os estudantes sobre os desafios climáticos atuais, ela propõe uma abordagem interativa e dinâmica para compreender as causas e consequências das MCGs, além de explorar alternativas sustentáveis para mitigar seus efeitos, utilizando como recurso os protótipos educacionais.

Estruturada em uma sequência didática, a cartilha é dividida em três seções principais, que guiam os estudantes por um processo de aprendizagem ativo e colaborativo. A metodologia adotada integra o uso de protótipos educacionais com a abordagem da ABP, incentivando os alunos a analisar problemas reais e a propor soluções práticas para questões ambientais que impactam o planeta.

Ao final da cartilha, espera-se que os estudantes não apenas compreendam os desafios ambientais contemporâneos, mas também desenvolvam uma consciência crítica e ativa em relação ao seu papel na preservação do meio ambiente. Este recurso educacional busca formar uma nova geração de líderes ambientais, comprometidos com a construção de um futuro mais sustentável e justo para as próximas gerações.





# SEQUÊNCIA DIDÁTICA

# SEÇÃO 1

Vamos conversar? De olho no clima.



**Olá, estudante!**

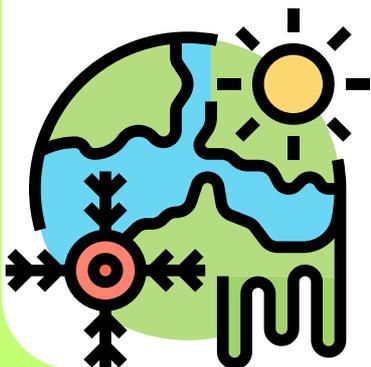
Vamos começar nossa jornada explorando temas super importantes: Tempo, Clima e as Mudanças Climáticas Globais (MCGs). **Você sabe qual é a diferença entre tempo e clima? E o que significa mudanças climáticas?** Essa aula vai ajudar a entender esses conceitos e a refletir sobre como o clima ao nosso redor vem mudando com o passar dos anos.

Assista ao vídeo "[A diferença entre Tempo e Clima](#)" que escolhemos para você e participe das nossas discussões. Queremos ouvir as suas percepções: **você tem percebido alguma diferença no clima onde mora? Quais são as causas e os efeitos das mudanças climáticas que estamos vivenciando?**

Prepare-se para um bate-papo interativo e cheio de descobertas. E lembre-se, suas opiniões são muito importantes!



Vídeo "A diferença entre tempo e Clima"



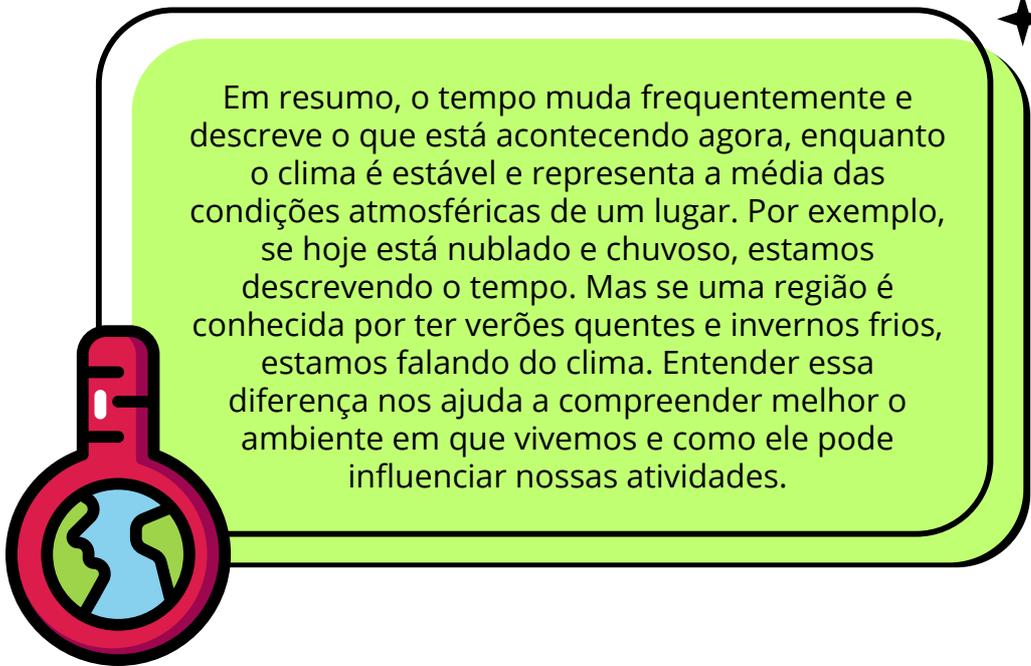
# SEÇÃO 1



## Tempo e Clima

Tempo e clima são conceitos relacionados, mas com diferenças importantes. O tempo refere-se às condições atmosféricas em um curto período, como em um dia ou algumas horas. Ele é como o "humor" do céu, podendo mudar rapidamente: uma manhã ensolarada pode dar lugar a uma tarde chuvosa e, mais tarde, a uma noite fria. Elementos como temperatura, vento, umidade e precipitação (chuva, neve ou granizo) definem o tempo em um dado momento.

Já o clima representa o "comportamento típico" do tempo em uma região ao longo de muitos anos, geralmente medido em períodos de 30 anos ou mais. É como a "personalidade" do lugar. Por exemplo, o clima de uma região pode ser caracterizado como tropical, com temperaturas altas e muita chuva ao longo do ano, ou desértico, com calor intenso durante o dia e pouca chuva.



Em resumo, o tempo muda frequentemente e descreve o que está acontecendo agora, enquanto o clima é estável e representa a média das condições atmosféricas de um lugar. Por exemplo, se hoje está nublado e chuvoso, estamos descrevendo o tempo. Mas se uma região é conhecida por ter verões quentes e invernos frios, estamos falando do clima. Entender essa diferença nos ajuda a compreender melhor o ambiente em que vivemos e como ele pode influenciar nossas atividades.



## Mudanças Climáticas Globais (MCGs)

As Mudanças Climáticas Globais referem-se a alterações significativas e duradouras nos padrões climáticos da Terra, abrangendo períodos de décadas ou séculos. Essas alterações não correspondem a variações diárias ou sazonais do tempo, mas sim a mudanças estruturais nos sistemas climáticos, como aumento das temperaturas médias globais, mudanças nos regimes de precipitação e maior frequência de eventos climáticos extremos.

O principal fator impulsionador das mudanças climáticas atuais é o aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Esses gases, que retêm calor na atmosfera, são amplificados por atividades humanas, incluindo a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e práticas agrícolas intensivas.



Vídeo "Mudanças Climáticas"

Dada a complexidade e importância de falar sobre as MCGs, o enfrentamento desse fenômeno exige uma abordagem interdisciplinar e ações coordenadas em nível local, nacional e global, com a participação de governos, empresas, organizações não governamentais e cidadãos.

Este processo é comumente denominado aquecimento global, uma das manifestações mais evidentes das mudanças climáticas.

A fim de contribuir para uma maior compreensão que tal assistir o vídeo "[Mudanças Climáticas](#)".

SAIBA MAIS

## Olá, estudante!

Aproveite este espaço para recapitular a proposta da Seção 1 e refletir sobre as perguntas investigativas: qual é a diferença entre tempo e clima? O que são as mudanças climáticas e como elas nos afetam?



Nesta seção, vimos que o tempo refere-se às condições atmosféricas momentâneas, enquanto o clima abrange padrões dessas condições ao longo de décadas.

Também, exploramos nesta seção e no vídeo que as mudanças climáticas globais (MCGs) representam alterações duradouras no clima da Terra, muitas vezes causadas por ações humanas, como a emissão de gases de efeito estufa.



Agora que você compreendeu esses conceitos, reflita: há mudanças no clima ao seu redor? Quais são as possíveis causas ou impactos das MCGs em sua vida? Suas observações são essenciais para seguirmos juntos nesta jornada de descobertas!

**ORIENTAÇÕES AO  
EDUCADOR**



**Carga Horária:** 3h

**Resultados Pretendidos:** Compreender os conceitos fundamentais relacionados ao tempo, clima e mudanças climáticas, refletindo sobre as variações climáticas ao longo do ano.

**Atividades de Ensino:**

Aula 1: (3h)

- Conceito de tempo e clima;
- Definição e processos das Mudanças Climáticas Globais (MCGs);
- Percepção sobre o clima na atualidade.

**Resultados Esperados:** Desenvolver e aplicar os conceitos de MCGs (Mudanças Climáticas Globais), reconhecendo as alterações climáticas por meio da reflexão e relatos compartilhados em sala de aula.

**Tarefa de avaliação:** Rubricas de Aprendizagem

**Recursos Necessários:**

Computador e projetor.  
Acesso aos vídeos indicados.

INFORMAÇÕES

## ESPAÇO DO EDUCADOR



### Olá, educador(a)!

Para desenvolver esta seção, inicie a aula explicando brevemente as diferenças entre tempo e clima. Utilize as perguntas introdutórias para ativar o conhecimento prévio dos alunos, como:

- “Você acha que tempo e clima são a mesma coisa?”
- “Você percebe mudanças no clima nos últimos anos? Como isso pode nos afetar?”

Em seguida, exiba o vídeo do canal Com Ciência sobre tempo e clima. Certifique-se de que todos tenham uma boa experiência de visualização e áudio. Após o vídeo, promova um rápido debate inicial para verificar o que foi compreendido e estimular as primeiras reflexões.

Na sequência, conduza uma aula expositiva dialogada com o apoio de imagens ou slides ilustrativos para detalhar os conceitos de tempo, clima e mudanças climáticas globais (MCGs). Explique como as MCGs impactam o planeta, destacando causas como a emissão de gases de efeito estufa e o desmatamento.



Crie um ambiente acolhedor e estimulante para que os alunos se sintam confortáveis em compartilhar suas opiniões. Reforce a importância da participação ativa durante as atividades. Durante as dinâmicas, circule pelos grupos, ajudando nas discussões e incentivando conexões mais profundas entre o tema e a realidade local.

## ESPAÇO DO EDUCADOR



Aprofunde a discussão sobre o impacto humano com base no vídeo “Mudanças Climáticas” do INPE (2012). Para enriquecer o debate, aproveite perguntas norteadoras, como:

- “Quais são as maiores causas das MCGs que vocês conhecem?”
- “Vocês conseguem relacionar algo do vídeo ao cotidiano de onde vivem?”

Com essa abordagem, você incentivará a participação ativa dos alunos, estimulando reflexões mais profundas sobre o tema.

Peça que os estudantes compartilhem suas observações com a turma.

Finalize fazendo uma síntese dos principais pontos abordados na aula.

Proporcione um momento para avaliar a aprendizagem dos estudantes utilizando os seguintes critérios: **Compreensão** inicial dos conceitos (Tempo, Clima, MCGs), **Participação** nas discussões e dinâmicas, e **Conexão** entre o tema discutido e situações reais observadas.



# SEÇÃO 2

Mas por que tanta mudança no clima?  
Explorando as causas e consequências.



Nesta seção 2, vamos aprofundar nosso olhar sobre as MCGs e explorar como essas transformações impactam o planeta, as pessoas e todas as formas de vida. Para começar,  **você consegue identificar as principais causas das MCGs? E como as consequências impactam o nosso dia a dia?** Mais importante, **o que podemos fazer juntos para enfrentar esses desafios e construir um futuro mais sustentável?**

Nesta seção, você terá duas aulas especialmente estruturadas para ajudá-lo a compreender essas questões em profundidade. **Na Aula 2: Investigando as Causas e Consequências**, vamos estudar os fatores que contribuem para as MCGs e os impactos que elas geram. Já na **Aula 3: Caminhos Sustentáveis**, exploraremos estratégias práticas e reflexões sobre ações coletivas para mitigar esses efeitos e promover um equilíbrio ambiental.

Prepare-se para mergulhar neste tema essencial e expandir seus conhecimentos sobre as mudanças climáticas e suas implicações!



# SEÇÃO 2

## Aula 2



### Investigando as Causas e Consequências

Falar sobre as MCGs é essencial porque elas representam um dos maiores desafios ambientais, sociais e econômicos do século XXI. Este fenômeno afeta diretamente a vida de todos os seres vivos, impactando desde os ecossistemas naturais até os modos de vida das populações humanas. Ao compreendermos esse fenômeno, podemos identificar suas causas, consequências e, sobretudo, planejar soluções que promovam um futuro mais sustentável. Entre os motivos para discutir as MCGs, destacam-se:

**Impacto no cotidiano:** As alterações nos padrões climáticos, vem intensificando a eventos extremos, como secas, enchentes e tempestades, interferindo na produção de alimentos, na disponibilidade de água e na saúde pública.



**Responsabilidade coletiva:** As ações humanas, especialmente a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e a poluição, são os principais motores das MCGs. Refletir sobre o tema nos ajuda a assumir um papel ativo na mitigação desses impactos.

# SEÇÃO 2

## Aula 2



**Preparação e adaptação:** Entender as MCGs é fundamental para antecipar desafios futuros e desenvolver estratégias de adaptação que minimizem os riscos para comunidades vulneráveis.

**Conexão global:** As mudanças climáticas ultrapassam fronteiras. Elas exigem uma ação colaborativa entre indivíduos, governos e organizações internacionais para preservar o equilíbrio do planeta.

**Educação e conscientização:** Abordar o tema nas escolas e outros espaços formativos amplia a consciência crítica, estimulando comportamentos mais responsáveis e fortalecendo a capacidade de influenciar políticas públicas voltadas para a sustentabilidade.

Falar sobre MCGs é, portanto, uma forma de exercer cidadania planetária, entender nosso papel no mundo e agir para garantir um futuro mais equilibrado e saudável para as próximas gerações.



# SEÇÃO 2

## Aula 2



### Causas das MCGs

As MCGs têm suas raízes em atividades humanas que, ao longo do tempo, intensificaram o desequilíbrio ambiental no planeta. O principal responsável por essas transformações é a elevação dos níveis de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Esses gases retêm o calor irradiado pela Terra, causando o chamado *efeito estufa*, um fenômeno natural que, quando exacerbado, resulta no aquecimento global. Entre as causas mais comuns das MCGs, destacam-se:

**Queima de combustíveis fósseis:** A utilização intensiva de petróleo, carvão e gás natural em indústrias, transportes e geração de energia libera grandes quantidades de  $\text{CO}_2$ , principal responsável pelo aquecimento global.

**Desmatamento e mudanças no uso do solo:** O desmatamento de florestas tropicais para agricultura, queimadas, pecuária e urbanização reduz a capacidade do planeta de absorver  $\text{CO}_2$ , além de liberar carbono armazenado no solo e na vegetação.



# SEÇÃO 2

## Aula 2



**Atividades agropecuárias:** A pecuária intensiva, especialmente a criação de bovinos, emite grandes volumes de metano, um gás com potencial de aquecimento muito superior ao do CO<sub>2</sub>. Fertilizantes sintéticos usados na agricultura também contribuem para o aumento de GEE.

**Indústria e produção de resíduos:** Processos industriais emitem gases de efeito estufa diretamente, enquanto o descarte inadequado de resíduos, como o lixo orgânico em aterros, gera metano durante a decomposição.

**Uso excessivo de energia e consumo insustentável:** O estilo de vida baseado em alto consumo de energia, bens descartáveis e transporte individual amplia a demanda por recursos naturais e intensifica as emissões de GEE.

Para aprofundar seu conhecimento sobre as causas do aquecimento global e refletir sobre como podemos combatê-lo, assista ao vídeo "[Causas do aquecimento global e como combatê-lo](#)".



Vídeo "Causas do aquecimento global e como combatê-lo"

# SEÇÃO 2

## Aula 2



### Consequências das MCGs

O aumento das temperaturas, a intensificação de eventos climáticos extremos e as alterações nos ecossistemas são alguns dos impactos mais evidentes. Essas consequências não apenas comprometem a biodiversidade, mas também afetam diretamente o bem-estar humano. Entre os principais efeitos das MCGs, destacam-se:

**Aumento de eventos extremos:** Secas, tempestades, ondas de calor e enchentes têm se tornado mais intensas e frequentes, colocando em risco vidas, infraestruturas e economias.

**Elevação do nível do mar:** O derretimento das calotas polares e o aquecimento dos oceanos ameaçam regiões costeiras e ilhas, forçando deslocamentos populacionais.

**Perda de biodiversidade:** Mudanças nos habitats naturais têm levado espécies à extinção, comprometendo a saúde dos ecossistemas.



# SEÇÃO 2

## Aula 2



**Impactos na agricultura e segurança alimentar:** Alterações nos padrões climáticos afetam a produção de alimentos, aumentando os custos e agravando a fome em várias regiões.

**Desafios à saúde humana:** O calor extremo, a poluição do ar e a propagação de doenças tropicais ameaçam a saúde pública.

O desmatamento, especialmente na Amazônia, agrava essas consequências ao liberar grandes quantidades de dióxido de carbono e reduzir a capacidade de absorção de GEE, acelerando o aquecimento global.

Conheça mais sobre o impacto do desmatamento nesse contexto, assista ao vídeo "[Entenda as consequências do desmatamento na Amazônia](#)".



Vídeo "Entenda as consequências do desmatamento na Amazônia"

Ele traz reflexões importantes sobre a relação entre a preservação da floresta e o equilíbrio climático global.

# SEÇÃO 2

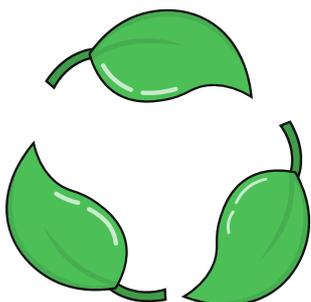
## Aula 2



### Ciclos Biogeoquímicos

Os ciclos biogeoquímicos, como os do carbono, nitrogênio, fósforo e água, são essenciais para a manutenção da vida na Terra, pois garantem a circulação de elementos fundamentais entre os diferentes compartimentos do planeta: atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. Contudo, as MCGs tem desequilibrado esses ciclos, impactando ecossistemas e influenciando diretamente o ambiente em que vivemos. A crescente emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ), está alterando o ciclo do carbono, reduzindo a capacidade de florestas e oceanos de absorverem  $\text{CO}_2$  e intensificando o aquecimento global. Além disso, o uso excessivo de fertilizantes na agricultura tem liberado grandes quantidades de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), afetando o ciclo do nitrogênio e contribuindo para o aumento das temperaturas globais.

Essas alterações têm consequências diretas nos ecossistemas e no nosso cotidiano. Nos oceanos, a acidificação causada pela absorção de  $\text{CO}_2$  prejudica organismos marinhos, como corais e moluscos, comprometendo a cadeia alimentar e os serviços ecossistêmicos. Nas florestas, mudanças nos padrões de temperatura e precipitação afetam os ciclos de nutrientes do solo, fragilizando a biodiversidade e o equilíbrio ambiental. O ciclo da água também é intensificado, resultando em secas mais severas em algumas regiões e enchentes em outras, desestabilizando ecossistemas e provocando perdas econômicas e sociais.



Esses desequilíbrios refletem na redução da disponibilidade de água potável, na queda da produtividade agrícola e no aumento da vulnerabilidade a desastres naturais.

# SEÇÃO 2

## Aula 3



### Caminhos Sustentáveis



Agora é a hora de olharmos para frente. *Como podemos mudar nossa trajetória?* Vamos entender o que os órgãos governamentais e autoridades internacionais falam e planejam para minimizar as MCGs.

### Acordo de Paris

O Acordo de Paris, adotado em 2015, é um marco global na luta contra as mudanças climáticas. Seu principal objetivo é limitar o aumento da temperatura média global a bem abaixo de 2°C, preferencialmente a 1,5°C, em relação aos níveis pré-industriais. Para alcançar essa meta, os países signatários comprometeram-se a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa por meio das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), que devem ser revisadas a cada cinco anos com metas alinhadas ao progresso científico e às necessidades globais

Além disso, o Acordo destaca a necessidade de estratégias de adaptação aos impactos das mudanças climáticas e o financiamento climático, com a meta de mobilizar 100 bilhões de dólares anuais até 2025 para apoiar os países em desenvolvimento. O Acordo de Paris também impulsiona a transição para fontes de energia renovável, tecnologias limpas e políticas sustentáveis.

# SEÇÃO 2

## Aula 3



Apesar dos avanços, os desafios permanecem significativos. Muitos países enfrentam dificuldades para cumprir suas metas, seja pela falta de recursos financeiros e tecnológicos, seja por pressões políticas e econômicas internas.

Ainda assim, o Acordo de Paris simboliza a união global em torno de um objetivo comum: proteger o planeta para as gerações futuras, garantindo que o desenvolvimento ocorra de forma equilibrada e sustentável.

Para enriquecer a discussão e facilitar a compreensão, assista o vídeo "[Acordo de Paris para as Mudanças Climáticas](#)"

(WWF-Brasil, 2016).



Vídeo "Acordo de Paris para as Mudanças Climáticas"



## Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma iniciativa global estabelecida pela ONU em 2015, com a meta de erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e promover prosperidade para todos até 2030. Os 17 objetivos interligados abrangem áreas essenciais como saúde, educação, igualdade de gênero, água potável, trabalho decente, redução das desigualdades, ação climática, paz e justiça social. Cada ODS tem metas específicas que incentivam mudanças significativas, como a redução de emissões de gases de efeito estufa (ODS 13), o acesso a energia limpa e acessível (ODS 7) e a promoção de cidades sustentáveis (ODS 11).



Fig. 01: Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

O ODS 11 busca transformar cidades e comunidades em espaços inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, priorizando habitação digna, transporte eficiente e a redução dos impactos ambientais urbanos. Já o ODS 13 incentiva medidas urgentes contra as mudanças climáticas, com foco em políticas de mitigação, adaptação e maior conscientização global.

A concretização dos ODS depende da colaboração entre governos, empresas e a sociedade civil, promovendo ações conjuntas que assegurem um futuro sustentável, equilibrado e justo para todos.



## Energia renovável e Não-renovável

A energia desempenha um papel essencial em nossas vidas e no desenvolvimento das sociedades. No entanto, a forma como a produzimos e consumimos tem impacto direto no meio ambiente e no futuro do planeta. As fontes de energia podem ser classificadas em **renováveis** e **não renováveis**, e compreender essa diferença é fundamental para promover a sustentabilidade.

As energias renováveis são aquelas obtidas de fontes naturais que se regeneram continuamente, como a solar, eólica, hídrica, geotérmica e biomassa. Essas fontes oferecem uma alternativa limpa e sustentável, pois geram menos poluição e contribuem para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Por outro lado, as energias não renováveis, como o petróleo, carvão e gás natural, são limitadas e altamente poluentes. Sua extração e uso têm causado grandes impactos ambientais, incluindo o agravamento das mudanças climáticas e a degradação de ecossistemas.



Fig. 02: ODS 7- Energia acessível e Limpa.

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7) reforça a importância de garantir o acesso universal a uma energia acessível, confiável, sustentável e moderna. Isso envolve expandir o uso de fontes renováveis, aumentar a eficiência energética e promover investimentos em infraestrutura que favoreçam uma transição energética justa.

A implementação desse objetivo é vital para mitigar os impactos ambientais, reduzir as desigualdades no acesso à energia e fomentar o desenvolvimento sustentável.

Avançar no uso de energias renováveis, alinhado ao ODS 7, não é apenas uma solução para a crise climática, mas também uma oportunidade para impulsionar a inovação tecnológica e criar um futuro mais limpo e sustentável.

## Olá, estudante!

Vamos revisitar as questões iniciais sobre as causas e consequências das MCGs. Primeiramente,  *você identificou as principais causas das MCGs?* Como discutido, atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, as queimadas, o desmatamento e a agricultura intensiva, são as principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa, que aquecem a atmosfera e alteram o clima.

Também exploramos como essas mudanças impactam o nosso cotidiano, com efeitos como aumento da temperatura, eventos climáticos extremos e danos aos ecossistemas, afetando a produção de alimentos, a saúde e a biodiversidade.



Além disso, abordamos o que os órgãos governamentais discutem sobre os impactos das mudanças climáticas e os acordos internacionais, como o Acordo de Paris, que visam cumprir metas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e alinhar essas ações com as metas dos ODS.

Agora, que tal pensar em como essas questões se refletem em sua vida e o que você pode fazer para ajudar na preservação do meio ambiente? nsumo responsável para mitigar os impactos das MCGs.

**ORIENTAÇÕES AO  
EDUCADOR**



**Carga Horária:** 6h

**Resultados Pretendidos:** Propor situações reais para reflexão sobre as causas e consequências dos impactos ambientais decorrentes das MCGs, abordando tanto o contexto global quanto regional, e discutir formas de mitigar esses impactos.

**Atividades de Ensino:**

Aula 2 (3h)

- Causas e Consequências das MCGs;
- Ciclos biogeoquímicos: Relação clima, fauna e flora;

Aula 3 (3h)

- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável;
- Energia renovável e não renovável;
- Alternativas sustentáveis para preservação do meio ambiente.

**Resultados Esperados:** Identificar e mapear as causas e consequências das MCGs, analisando sua relação com o meio ambiente (fauna e flora); comparar diferentes fontes de energia e suas implicações ambientais, destacando aquelas que mais prejudicam o meio ambiente.

**Tarefa de avaliação:** Rubricas de Aprendizagem.

**Recursos Necessários:**

Computador e projetor.  
Acesso aos vídeos indicados.

## ESPAÇO DO EDUCADOR



### Olá, educador(a)!

Inicie com a pergunta disparadora: "*Por que falar de mudanças climáticas?*"

Esse questionamento servirá como ponto de partida para uma conversa rica e participativa.

Esse questionamento pode ser o ponto de partida para uma conversa instigante e reflexiva com seus estudantes. Para introduzir o tema, utilize o vídeo "Causas do Aquecimento Global e como Combatê-lo" (Toda Matéria, 2021), que apresenta as principais causas das MCGs.

Após explorar as causas, conecte-as às consequências com a exibição do vídeo "Entenda as Consequências do Desmatamento na Amazônia" (Estadão, 2021). Essa combinação permite que os estudantes compreendam como fatores como o desmatamento e o uso excessivo de combustíveis fósseis desencadeiam impactos significativos, como alterações nos ciclos biogeoquímicos, perda de biodiversidade e intensificação de eventos climáticos extremos.

Aproveite este momento para promover um debate entre os alunos. Relacione os conteúdos dos vídeos aos serviços ecossistêmicos e à importância de preservar os ciclos naturais para o equilíbrio do planeta. A interdisciplinaridade é um ponto-chave nessa abordagem, conectando aspectos da Biologia, como ecologia e conservação ambiental; da Geografia, com discussões sobre territorialidade e políticas públicas; e da Química, ao abordar a composição atmosférica e os gases de efeito estufa.



## ESPAÇO DO EDUCADOR



Apresente o vídeo "Acordo de Paris para as Mudanças Climáticas" (WWF-Brasil, 2016) para destacar os objetivos do acordo, como limitar o aquecimento global a 1,5°C e promover a adaptação climática. Relacione-o aos ODS mais relevantes para as MCGs, como o ODS 13 (Ação Climática) e o ODS 15 (Vida Terrestre).



Vídeo "O que são os ODS?"

Em seguida, exiba o vídeo "[ODS - O que são?](#)" (Agenda, 2021) e instigue os estudantes a identificar conexões entre mudanças climáticas e outros desafios globais. Incentive que listem práticas sustentáveis aplicáveis ao cotidiano, como economia de energia e redução de desperdícios.

Encerrando a aula, utilize uma rubrica de aprendizagem clara para avaliar a **compreensão** e o **engajamento** no tema. Proponha que os alunos apresentem ideias práticas para mitigar os impactos das MCGs em diferentes níveis.



# SEÇÃO 3

Construção de protótipos e aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas.



## Olá, estudante!

Bem-vindo(a) à terceira e última seção desta jornada! Chegou o momento de transformar teoria em prática, aplicando seus conhecimentos sobre as MCGs para enfrentar desafios reais. Nesta seção, você participará de duas aulas: na Aula 4, *Mãos à Obra – Criando Protótipos Educacionais*, você desenvolverá protótipos que representem cenários ambientais relevantes. Esses protótipos educacionais serão utilizados na Aula 5: *Uso dos Protótipos*, integrados à metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), permitindo que você explore alternativas sustentáveis para simulações de problemas reais.

Durante essa experiência, você aprofundará seus conhecimentos científicos, sociais e ambientais ao analisar os impactos das MCGs nos aspectos físicos, químicos e biológicos representados nos protótipos criados. Esse processo proporcionará uma visão crítica e interdisciplinar das consequências das MCGs, incentivando a busca por soluções práticas e inovadoras.

Este é o momento de ousar, testar ideias e criar possibilidades que extrapolem o espaço da simulação, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável. Aplique sua curiosidade, seu rigor científico e sua imaginação para transformar problemas em oportunidades de aprendizagem e impacto positivo!



# SEÇÃO 3

## Aula 4



### Mãos à Obra: Criando Protótipos Educacionais

Durante esta aula, você será convidado(a) a reaproveitar materiais e usá-los para construir protótipos educacionais com representações de cenários sustentáveis e não sustentáveis. Cada peça que você criar será usada para entender e refletir sobre alternativas reais para problemas ambientais.

#### Passo 1: Organização

**Reúna Materiais:** Separe itens como papelão, garrafas PET, palitos, fitas, cola, tintas e outros materiais recicláveis que você coletou.



**Forme Equipes:** Vocês trabalharão em grupos. Converse com seu grupo e definam o planejamento, construção e finalização.

#### Passo 2: Escolham os Cenários para Representar

Escolham um tema relacionado às MCGs, como:

- Ocupação humana
- Exploração madeireira
- Pastagem
- Abertura de Estradas
- Desmatamento
- Queimadas
- Lixões
- Combustíveis Fósseis
- Usina de Gás Hidrogênio
- Biomassa
- Painéis Solares
- Hidrelétricas
- Plantio de Leguminosas
- Sucessão secundária
- Sistema agroflorestal (SAF)
- Enriquecimento Florestal
- Floresta Amazônica

\*Analisem os impactos positivos ou negativos do cenário escolhido. Isso ajudará a orientar o design do seu protótipo.

## MCGs e Cenários Ambientais

As MCGs influenciam diversos cenários ambientais, afetando os aspectos físicos, químicos e biológicos que sustentam os ecossistemas. A seguir, apresentamos uma análise entre esses fatores.

### Ocupação Humana



Fig. 3: Ocupação Humana.

**Físico:** Expansão urbana e impermeabilização do solo reduzem a infiltração de água, intensificando enchentes. espécies locais.

**Químico:** Emissão de poluentes atmosféricos, como óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono, agravando o efeito estufa.

**Biológico:** Perda de biodiversidade devido à fragmentação de habitats e à pressão antrópica sobre as espécies locais.

### Exploração Madeireira

**Físico:** Alteração na estrutura do solo, aumentando a erosão e a compactação.

**Químico:** Redução no sequestro de carbono pela perda de árvores maduras.

**Biológico:** Diminuição da diversidade de espécies arbóreas e consequente impacto em cadeias alimentares.



Fig. 4: Exploração Madeireira.

### Pastagem



Fig. 5: Pastagem.

**Físico:** Compactação do solo por pisoteio, dificultando a regeneração vegetal.

**Químico:** Aumento da emissão de metano pela fermentação entérica de ruminantes.

**Biológico:** Substituição de ecossistemas biodiversos por monoculturas de gramíneas.

## Abertura de Estradas



Fig. 6: Abertura de Estradas.

**Físico:** Fragmentação de habitats e aumento da erosão do solo.

**Químico:** Poluição por metais pesados e combustíveis derivados de veículos.

**Biológico:** Facilitação da invasão de espécies exóticas e aumento da mortalidade de fauna por atropelamento.

## Desmatamento

**Físico:** Alteração do microclima local e redução da cobertura vegetal protetora.

**Químico:** Liberação de carbono armazenado e redução da capacidade de resiliência climática.

**Biológico:** Destruição de habitats, levando à perda de espécies e degradação de serviços ecossistêmicos.



Fig. 7: Abertura de Estradas.



Fig. 8: Queimadas.

## Queimadas

**Físico:** Degradação do solo e perda de nutrientes essenciais.

**Químico:** Emissão de carbono, óxidos de nitrogênio e material particulado.

**Biológico:** Destruição direta de habitats e redução drástica da biodiversidade.

## Lixões

**Físico:** Alteração na topografia local devido ao acúmulo de resíduos.

**Químico:** Emissão de gases como metano e lixiviados contaminantes.

**Biológico:** Impacto negativo sobre a fauna e flora locais devido à poluição.



Fig. 9: Lixões.



Fig. 10: Combustíveis Fósseis.

## Combustíveis Fósseis

**Físico:** Degradação do solo e contaminação de águas subterrâneas durante a extração.

**Químico:** Liberação de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  e outros gases poluentes, agravando o efeito estufa e a chuva ácida.

**Biológico:** Danos à saúde humana, com aumento de doenças respiratórias, e redução da biodiversidade por desastres ambientais, como derramamentos de petróleo.

## Usina de Gás Hidrogênio

**Físico:** Alta eficiência de armazenamento e transporte de energia.

**Químico:** Emissões nulas quando gerado por fontes renováveis, ajudando na redução de poluentes atmosféricos.

**Biológico:** Redução da poluição do ar, beneficiando a saúde humana e a biodiversidade.



Fig. 11: usina de Gás Hidrogênio.

## Biomassa

**Físico:** Utiliza resíduos orgânicos, reduzindo a pressão sobre aterros e melhorando o uso do solo.

**Químico:** Emissões de CO<sub>2</sub> são neutras se o ciclo de replantio for sustentável, reduzindo o impacto climático.

**Biológico:** Promove a reciclagem de resíduos e pode enriquecer o solo com nutrientes, beneficiando ecossistemas locais.



Fig. 12: Biomassa.

## Painéis Solares



Fig. 13: Painéis Solares.

**Físico:** Não requer grandes mudanças no ambiente e pode ser instalado em áreas urbanas ou rurais.

**Químico:** Produz energia sem emissões de poluentes, contribuindo para a redução dos gases de efeito estufa.

**Biológico:** Melhora a qualidade do ar, beneficiando a saúde e preservando a biodiversidade.

## Hidrelétricas

**Físico:** Geração de energia renovável e controle de inundações, com aproveitamento dos reservatórios para abastecimento de água.

**Químico:** Não emite poluentes atmosféricos, contribuindo para a redução da pegada de carbono.

**Biológico:** Substitui fontes poluentes, preservando a biodiversidade e gerando benefícios econômicos locais.



Fig. 14: Hidrelétrica.

## Plantio de Leguminosas



Fig. 15: Plantio de Leguminosas.

**Físico:** Melhoria na estrutura do solo pela fixação biológica de nitrogênio.

**Químico:** Aumento da fertilidade natural do solo, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos.

**Biológico:** Estímulo à diversidade microbiana no solo, favorecendo a saúde do ecossistema agrícola.

## Sucessão Secundária

**Físico:** Recuperação gradual da cobertura do solo, diminuindo a erosão.

**Químico:** Reabsorção de carbono atmosférico por novas plantas em crescimento.

**Biológico:** Restauração de habitats e recolonização por espécies nativas.



Fig. 16: Sucessão Secundária.



Fig. 17: Sistema Agroflorestal.

## Sistema Agroflorestal (SAF)

**Físico:** Conservação do solo e controle da erosão pela presença de árvores.

**Químico:** Sequestro de carbono atmosférico pelas espécies arbóreas.

**Biológico:** Criação de ecossistemas diversificados, promovendo a coexistência de diferentes espécies.

## Enriquecimento florestal

**Físico:** Melhoria na capacidade de retenção hídrica do solo.

**Químico:** Aumento do estoque de carbono nas áreas restauradas.

**Biológico:** Reintrodução de espécies nativas, contribuindo para a recuperação ecológica e aumento da resiliência dos ecossistemas.



Fig. 18: Enriquecimento Florestal.

## Floresta Amazônica e as MCGs

A Floresta Amazônica desempenha um papel essencial na regulação do clima global e na manutenção da biodiversidade. Sua relação com as MCGs é complexa, envolvendo tanto aspectos positivos quanto negativos, causados principalmente devido às ações humanas e aos efeitos climáticos.

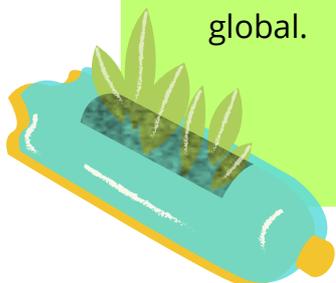


Fig. 19: Floresta Amazônica.

Fisicamente, a floresta regula o clima ao absorver carbono e influenciar o ciclo das chuvas, mas o desmatamento e as queimadas alteram essa dinâmica, aumentando a temperatura local e provocando alterações nos padrões de precipitação. Quimicamente, a Amazônia é um importante sumidouro de carbono, mas quando destruída, libera  $\text{CO}_2$  na atmosfera, exacerbando o efeito estufa. Além disso, a queima de vegetação polui o ar e degrada o solo. Biologicamente, a floresta abriga uma rica biodiversidade, e sua destruição compromete o equilíbrio ecológico, ameaçando diversas espécies.

As MCGs agravam a situação da floresta, com o aumento da temperatura e a intensificação de secas e enchentes, o que pode levar à perda irreversível de biodiversidade. Se o desmatamento continuar, a Amazônia pode se transformar em uma savana tropical, alterando seu papel no clima global.

Apesar dos desafios, a Amazônia pode ajudar a mitigar as MCGs, pois sua capacidade de absorver carbono é essencial para reduzir o impacto das MCGs. A preservação e o manejo sustentável são fundamentais para proteger seus ecossistemas e garantir sua função no equilíbrio climático global.



# SEÇÃO 3

## Aula 4



### Passo 3: Comecem a Criar

Transformem as ideias de vocês em protótipos educacionais!



Fig. 20: Modelos de Protótipos.

Cada equipe construirá um protótipo educacional que ilustre como o cenário funciona e quais são os impactos sobre o meio ambiente. Use materiais recicláveis para incentivar soluções conscientes.

### Passo 4: Reflitam e Ajustem

Conversem sobre os desafios encontrados durante a criação. Cada grupo pode ajustar detalhes, buscando um resultado mais claro e realista, além de trocar informações sobre os impactos de cada cenário.



### Passo 5: Exposição dos Protótipos

No final da aula, cada grupo apresentará o seu protótipo educacional. Explique como ele representa o cenário escolhido, os materiais usados e as soluções sustentáveis que podem ser aplicadas.



\*Na aula seguinte, os estudantes utilizarão os protótipos para a aplicação da ABP.

# SEÇÃO 3

## Aula 5



### Uso dos Protótipos na ABP

Nesta aula, vamos transformar os conhecimentos adquiridos sobre as MCGs em soluções práticas por meio de protótipos educacionais interconectados. O objetivo é refletir sobre problemas reais, criar cenários que simulem alternativas sustentáveis e trabalhar em equipe para desenvolver propostas viáveis e criativas.

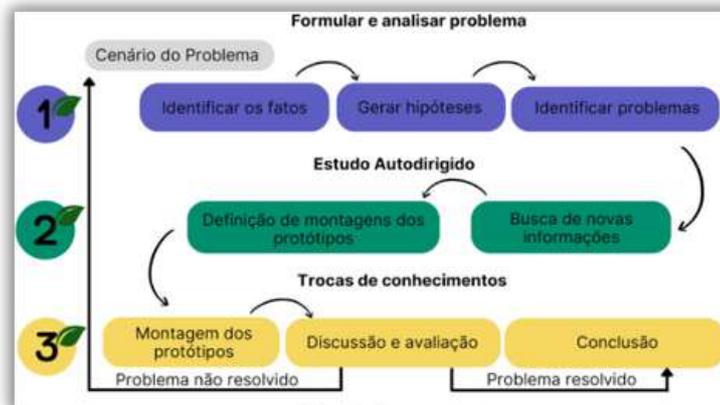


Fig. 21: Ciclo de aprendizagem da ABP (adaptado de Hmelo-Silver, 2004).

### 1º momento da ABP:

#### Formem grupos

Escolham um representante para facilitar a organização e promovam uma conversa inicial para discutir o cenário e gerar ideias sobre o protótipo.



#### Leiam os cards com as Perguntas Start (Situações-problema)



Cada grupo receberá um cenário relacionado a um problema ambiental concreto. Identifiquem o problema principal, os desafios e possíveis soluções sustentáveis.

1

“A Amazônia enfrenta uma seca que pode bater recordes e superar as estiagens mais devastadoras já registradas. Só no estado do Amazonas, 24 municípios estão em situação de emergência, e 34 em alerta, segundo boletim divulgado na terça. Isso ocorre porque há um aquecimento elevado das águas do oceano Atlântico Tropical Norte, maior do que em outros anos, segundo Gilvan Sampaio, coordenador-geral de Ciências da Terra do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) ...”

Fonte: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2023/10/04/seca-historica-regiao-norte.htm>. (2023)

Observando o cenário apresentado, identifique o(s) protótipo(s) (cenário) que representa uma das causas que contribui para o fato exposto na reportagem. Para vocês, qual a melhor proposta para a região viabilizando a sustentabilidade e a diminuição da emissão de gases do efeito estufa?

2

“O governo federal pretende concluir a operação de privatização da Eletrobras e construir oito gasodutos no País para viabilizar a implantação de novas usinas termelétricas, provavelmente na segunda quinzena de julho. Pedro Luiz Côrtes, professor da Escola de Comunicações e Artes (ECA) e do Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da USP, afirma ao Jornal da USP no Ar 1ª Edição que a decisão do governo vai de contramão da adoção de fontes de energia renováveis e limpas. ”

Fonte: <https://jornal.usp.br/atualidades/construcao-de-novas-usinas-termeletricas-pelo-governo-vai-na-contramao-da-cop-26/> (2022)

Analisando o fato exposto, o representante de estado decidiu construir uma usina de gás natural, visando o crescimento econômico da população local. Porém, para a construção da usina, ele desmatou grande área verde. Do seu ponto de vista ambiental, esta atitude é correta?

Identifique os protótipos (cenários) que correspondem ao fato mencionado e responda qual proposta você utilizaria para a recuperação desta área, levando em consideração o cultivo de árvores nativas exóticas e substituição da usina de gás natural.

3

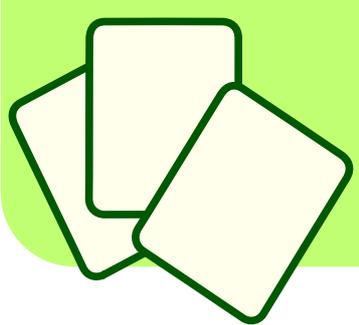
“A Amazônia tem a maior floresta tropical do mundo e é considerada a maior biodiversidade do planeta, mas tem enfrentado as consequências do desflorestamento nos últimos anos.  
De agosto de 2021 a julho de 2022, o desmatamento na Amazônia ultrapassou 8,5 km<sup>2</sup>, conforme apuração divulgada pelo Inpe. Esse é o terceiro maior registro da série histórica, iniciada em 2015.”  
Fonte: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/desmatamento-no-brasil> (2023).

Para vocês, qual seria o cenário que representa alternativa viável para a recuperação dessas áreas?

4

“Em 64% dos municípios brasileiros, todo o lixo produzido é jogado em terrenos que não passam por nenhum tipo de controle. Os lixões contaminam o solo e a água, além de representar risco à saúde.”  
Fonte: <https://pet.agro.ufg.br/n/6966-faltam-aterros-sanitarios-no-brasil>.

Monte o cenário que representa a alternativa viável e sustentável, levando em consideração o reaproveitamento de resíduos orgânicos disponíveis.



5

“Quase 40% da extração de madeira na Amazônia é irregular, segundo estudo conduzido pela Rede Simex, que reúne várias instituições de pesquisa da região. O trabalho revela ainda que pelo menos 15% da retirada ilegal ocorreu dentro de áreas protegidas, como terras indígenas e unidades de conservação...”

Fonte: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2022/10/19/amazonia-tem-quase-40-de-extracao-de-madeira-ilegal-diz-estudo.htm>

As árvores da Amazônia são bem cobiçadas por vários locais do mundo, para comercialização de madeiras e outros produtos. Isto colabora para uma exploração ilegal na região, sem nenhuma fiscalização. Esta atividade colabora na retirada da cobertura vegetal, que funciona como uma barreira, deixando o solo exposto, o que leva o processo erosivo a acontecer de forma mais intensa. Como podemos recuperar estas áreas afetadas pela exploração madeireira?

6

[...] “Manaus está encoberta por uma “onda de fumaça” decorrente de queimadas que vem ocorrendo nos municípios de Autazes e Careiro, segundo o Ibama. [...] De acordo com o superintendente do órgão no Amazonas, Joel Araújo, o fenômeno é causado por agropecuaristas.[...].

Fonte:  
<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2023/10/12/amazonas-tem-pior-outubro-de-queimadas-dos-ultimos-25-anos.ghtml>. (2023)

Sobre a região Amazônica, em uma determinada área de queimadas, qual técnica poderá ser utilizada para recuperá-la, visando aumentar a biodiversidade aos níveis naturalmente encontrados no ecossistema de referência e que pode ser realizado por meio de sementes ou de mudas? Identifique os protótipos e monte um cenário que corresponda à alternativa sustentável.

# SEÇÃO 3

## Aula 5



### 2º momento da ABP: Aprendizagem Autodirigida



Cada estudante deve identificar informações importantes a serem analisadas, visando uma compreensão mais abrangente do problema para depois compartilhar suas percepções com seus colegas.

#### Orientações:

1) Identifique as informações fornecidas no cenário do problema e explore os conhecimentos prévios de cada membro sobre a temática em questão; 2) Pense e crie ideias para a resolução do problema central; e 3) Selecione as informações que consideravam essenciais para abordar a questão levantada.

### 3º momento da ABP:

#### Planejem o protótipo integrativo: Troca de Conhecimentos

O protótipo educacional deve ser capaz de apresentar uma solução ao problema escolhido e, ao mesmo tempo, conectar-se de forma sustentável a outros cenários.

**Dica:** O Grupo pode desenhar um esquema no papel antes da montagem.



#### Orientações:

1) Investiguem alternativas tecnológicas, sociais ou ecológicas que já foram utilizadas em problemas semelhantes.  
2) Conectem o conhecimento adquirido com estratégias criativas de resolução.

# SEÇÃO 3

## Aula 5



### Montem os cenários com uso dos protótipos educacionais



Utilizem os protótipos para simular situações reais: O objetivo é criar uma representação prática de como soluções podem ser aplicadas para minimizar os impactos das MCGs. Projetem alternativas viáveis e sustentáveis.

### Criem um cenário que simule a aplicação da solução

As peças do protótipo devem se conectar entre si, representando soluções que dialoguem umas com as outras, formando uma proposta coerente e sustentável.



Envolvam aspectos sociais, ambientais e econômicos para demonstrar a viabilidade do projeto de montagem.

**Orientações:** As peças dos protótipos educacionais devem se conectar para representar soluções integradas a problemas como desmatamento, por meio do incentivo ao reflorestamento ou práticas agroflorestais, e emissões de combustíveis fósseis, com a promoção do uso de energias renováveis, como solar e eólica. Busquem criar modelos que reflitam propostas práticas e sustentáveis para minimizar os impactos das MCGs.

# SEÇÃO 3

## Aula 5



### Como o protótipo resolve o problema proposto nas Perguntas Start?

Expliquem como cada componente do protótipo reflete uma etapa da solução e o impacto que ela pode ter no cenário descrito.



### Conexão com outras soluções propostas



Fig. 22: Montagem dos cenários com uso de protótipos.

Mostrem como o protótipo pode integrar-se com as soluções de outros grupos, criando um sistema sustentável e interconectado.

### Cidades Sustentáveis

Por fim, o grupo deve produzir um croqui (desenho) de uma cidade sustentável, destacando propostas práticas, interativas e colaborativas. O objetivo é ilustrar soluções que demonstrem o impacto direto de suas ideias no combate às MCGs, promovendo alternativas que unam sustentabilidade e inovação.



Fig. 23: ODS 11- Cidades e Comunidades Sustentáveis.



## Alternativas Sustentáveis

As alternativas sustentáveis para minimizar as MCGs envolvem uma abordagem integrada e consciente, voltada para a preservação ambiental e a redução de impactos causados por atividades humanas. Entre as principais estratégias estão a transição para fontes de energia renováveis, como solar, eólica e biomassa, que reduzem a dependência de combustíveis fósseis, grandes responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa. Além disso, práticas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas que realiza papel fundamental na captura de carbono e na manutenção dos ciclos hidrológicos.



A adoção de sistemas agroflorestais e técnicas agrícolas sustentáveis contribui para a proteção do solo e a diminuição do desmatamento, promovendo uma produção mais equilibrada e menos agressiva ao meio ambiente. A mobilidade urbana sustentável, baseada em transporte público eficiente, bicicletas e veículos elétricos, é outra medida essencial para diminuir emissões associadas ao uso de combustíveis fósseis no setor de transportes.

Por fim, ações voltadas para o consumo consciente, reciclagem e reutilização de materiais, bem como a promoção de políticas públicas que incentivem a economia circular, são fundamentais para construir uma sociedade mais responsável e comprometida com a sustentabilidade. Essas iniciativas, combinadas com esforços de educação ambiental e engajamento comunitário, podem mitigar os efeitos das MCGs, garantindo um futuro mais equilibrado para as próximas gerações.

S  
A  
B  
A  
M  
A  
S  
S  
A  
B  
A  
M  
A  
S

## Olá, estudante!

Você transformou conhecimentos teóricos em práticas significativas, desenvolvendo protótipos educacionais e explorando soluções para os desafios das MCGs. Durante as aulas, aplicou a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), analisando os impactos das mudanças climáticas e exercitando uma abordagem interdisciplinar, ativa e reflexiva. Você foi o protagonista do seu processo de aprendizado!

**Lembre-se:** este conhecimento vai além da sala de aula. Ele abre possibilidades para implementar alternativas sustentáveis e inspirar mudanças em sua comunidade e além.

Agora, que tal colocar em prática ações individuais e compartilhar soluções sustentáveis com sua comunidade? Como você pode contribuir para mitigar os impactos das MCGs e promover um futuro mais equilibrado e consciente? Sua iniciativa pode ser a chave para grandes transformações!



**ORIENTAÇÕES AO  
EDUCADOR**



**Carga Horária:** 14h

**Resultados Pretendidos:** Aprofundar as percepções dos estudantes sobre as MCGs e explorar alternativas sustentáveis, incentivando a aprendizagem criativa por meio da construção de protótipos, com o objetivo de fomentar a reflexão e a implementação de soluções viáveis para os problemas ambientais.

**Atividades de Ensino:**

Aula 4 (8h)

- Reaproveitamento de materiais;
- Aprendizagem Criativa: Criando Protótipos.

Aula 5 (6h)

- Aplicação da ABP;
- Elaboração de croqui (desenhos) cidades sustentáveis;
- Socialização de saberes: MCGs e alternativas sustentáveis.

**Resultados Esperados:** Estimular a aprendizagem criativa, promovendo a autonomia do estudante e o desenvolvimento cognitivo, com foco na resolução de problemas ambientais a partir de questões reais que afetam o meio ambiente.

**Tarefa de avaliação:** Rubricas de Aprendizagem.

**Recursos Necessários:**

Materiais recicláveis como papelão, garrafas PET, palitos, fitas, cola, tintas e tesoura.

# ESPAÇO DO EDUCADOR

## Aula 4



### Olá, educador(a)!

Para a Aula 4, estimule o pensamento crítico, a criatividade e a aprendizagem colaborativa dos estudantes por meio da construção de protótipos educacionais que abordem temas ligados às MCGs.

#### Antes da Aula:

Envie com antecedência a lista de materiais recicláveis para que os estudantes os tragam. Prepare um material visual com exemplos de cenários sustentáveis e não sustentáveis, para guiar as escolhas das equipes. Sugira temas como exploração madeireira, desmatamento ou sistemas agroflorestais. Organize o espaço de modo a favorecer interação e criatividade, dispondo mesas com materiais e áreas dedicadas à construção dos protótipos.

#### Abertura da Aula:

Inicie com uma discussão interativa perguntando: “Como protótipos educacionais podem ajudar a visualizar problemas reais?”. Apresente os temas e destaque o papel da criatividade na construção de soluções ambientais.



# ESPAÇO DO EDUCADOR

## Aula 4



### Atividade Criativa

Divida a turma em equipes e incentive-as a dialogar para selecionar um tema que orientará a construção dos protótipos educacionais. Circule entre as equipes, apoiando o uso dos materiais e a formulação das ideias com perguntas como:

- “Por que escolheram este tema?”
- “Como o protótipo representa um desafio ou solução ambiental?”.
- Promova o uso criativo dos recursos e encoraje a troca de ideias entre os grupos.

### Fechamento e Reflexão

Dedique os minutos finais para que as equipes apresentem seus protótipos. Incentive uma reflexão sobre os impactos positivos ou negativos do cenário representado e reforce a importância da colaboração e criatividade para encontrar soluções sustentáveis.

### Acompanhamento e Avaliação

Use uma rubrica para avaliar os protótipos educacionais com base em critérios como **criatividade, relevância e funcionalidade**.



Valorize também o **trabalho em equipe e a capacidade crítica** para abordar o tema escolhido.

# ESPAÇO DO EDUCADOR

## Aula 5



Na Aula 5, envolva os estudantes no uso da ABP com foco na aplicação de protótipos para solucionar problemas reais. Incentive-os a aplicar conceitos adquiridos em sala de aula, criando soluções práticas e interativas que promova um aprendizado significativo.

### **Antes da Aula**

Prepare o ambiente organizando a sala para facilitar a colaboração e o trabalho em grupo. Disponha mesas com os protótipos, criando um espaço dinâmico que estimule a criatividade dos estudantes.

### **Abertura da Aula**

Inicie explicando o conceito de ABP, destacando como a os recursos e visuais objetos (protótipos) facilita a compreensão de problemas complexos e aprimora a aprendizagem. Apresente o percurso da ABP, que é dividido em três momentos-chave: formular e analisar o problema, estudo autodirigido e trocas de conhecimento. Cada etapa permitirá que os alunos sigam um processo estruturado para resolver problemas reais.

### **Aplicação da ABP**

Apresentação da Situação-Problema: Peça para cada grupo escolher uma pergunta start (situação-problema).

**Momento 1** - Formular e Analisar o Problema: Oriente os grupos para identificarem os fatos, gerarem hipóteses e analisarem a situação apresentada. Este é o momento crucial para a reflexão aprofundada do problema.



# ESPAÇO DO EDUCADOR

## Aula 5



**Momento 2** - Estudo Autodirigido: Incentive a reflexão individual dos estudantes. Eles devem desenvolver seu senso crítico e buscar informações adicionais, propondo como seus protótipos podem representar soluções inovadoras. Este momento promove o aprendizado independente.

**Momento 3** - Troca de Conhecimento: Promova a discussão e troca de ideias dentro de cada grupo. Este é o espaço para que analisem como a solução proposta se alinha ao contexto social, econômico e ambiental. Faça perguntas como:

- “Quais recursos são viáveis para manter uma sociedade sustentável?”
- “Como podem substituir elementos no protótipo por alternativas mais sustentáveis?”

Circule entre os grupos para apoiar e guiar as discussões, proporcionando insights importantes.

### Fechamento e Reflexão

Ao final da aula, conduza a construção de croquis ou esboços em cartazes que representem cidades sustentáveis. Os estudantes devem apresentar soluções inovadoras que estejam alinhadas ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis).



Encoraje-os a refletirem sobre o processo e a troca de aprendizagens, compartilhando suas soluções com a turma.

# ESPAÇO DO EDUCADOR

## Aula 5



### Acompanhamento e Avaliação

Avalie a aplicação da ABP com base em critérios como: **Colaboração e Participação, Análise Crítica das Questões, Propostas e Soluções, e Corrente Ambiental.**



Para finalizar a sequência didática, organize uma **Roda de Conversa** onde os alunos possam aprofundar suas reflexões sobre os temas abordados. Alguns guias para a roda de conversa podem ser:

- O que são Mudanças Climáticas (MCGs)?
- Quais são as energias renováveis e não renováveis?
- Quais ações individuais e coletivas podem minimizar os impactos das MCGs?
- Qual a relação entre as mudanças climáticas e a Amazônia?

Esse momento serve para fortalecer os aprendizados e assegurar que todos os conceitos sejam compreendidos de forma crítica e consciente.



Esse momento serve para fortalecer os aprendizados e assegurar que todos os conceitos sejam compreendidos de forma crítica e consciente.



## **Aprendizagem Baseada em Problemas**

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma abordagem pedagógica que coloca os estudantes no centro do processo de aprendizagem, desafiando-os a resolver problemas reais ou simulados de forma ativa e colaborativa. Essa metodologia promove o desenvolvimento de habilidades críticas, reflexivas e criativas, além de integrar conhecimentos teóricos e práticos em contextos aplicados.

Segundo Savery e Duffy (1995), a ABP fundamenta-se em princípios construtivistas, nos quais os estudantes constroem o conhecimento a partir da interação com problemas significativos. Nessa abordagem, o papel do professor é atuar como um facilitador, incentivando a autonomia do estudante e orientando o processo investigativo. Os problemas apresentados servem como ponto de partida para o aprendizado, estimulando a busca por soluções e o desenvolvimento de competências essenciais, como trabalho em equipe, comunicação e resolução de problemas complexos.

Barrows (1986), um dos pioneiros da ABP, ressalta que essa metodologia foi originalmente desenvolvida na área da saúde, especialmente na educação médica, mas atualmente é amplamente aplicada em diversas áreas do conhecimento. Para ele, a ABP não apenas facilita o aprendizado de conteúdos específicos, mas também fomenta habilidades que são transferíveis para outras situações, tornando os estudantes mais preparados para enfrentar desafios no mundo real.

Schmidt et al. (2011) destacam que a ABP engaja os estudantes ao apresentar problemas relevantes, tornando o aprendizado mais significativo e interdisciplinar. Moran (2018) reforça que "a ABP estimula o protagonismo do estudante, desenvolvendo competências essenciais para o século XXI".

Em suma, a ABP valoriza a prática, o pensamento crítico e a colaboração, preparando os estudantes para enfrentar desafios do mundo real.



## Correntes Ambientais

As correntes ambientais, conforme Sauv  (2005), abordam diferentes perspectivas sobre a rela o do ser humano com o meio ambiente. Dentre as tradicionais, a **conservacionista/recursista** e a **resolutiva** são particularmente relevantes nas discussões sobre as MCG. A primeira propõe a conserva o de recursos naturais, como solo e  gua (Gadotti, 1996), enquanto a segunda busca solu es para mitigar os impactos das mudanças climáticas, alinhando-se   ideia de diagnóstico e a o de Freire (1996).

A **ecoeduca o**, como destaca Caldart (2014), promove a reflexão e a o coletiva, permitindo que os estudantes se engajem em práticas que visem   transforma o ambiental. Já a corrente da **sustentabilidade** propõe integrar o desenvolvimento econ mico com a preserva o social e ambiental (Barbieri, 2005), algo que pode ser aplicado em atividades práticas, como a constru o de cenários sustentáveis.



A corrente **prática**, que enfatiza a aprendizagem por meio da a o, e a corrente **crítica social**, que analisa as dinâmicas sociais subjacentes às questões ambientais, contribuem para uma educa o mais integrada e transformadora. Essas correntes, ao considerarem as múltiplas dimensões socioambientais, fornecem uma base sólida para a educa o ambiental, preparando os estudantes para lidar com os desafios das MCG.

SAIBA MAIS

Este produto educacional, *Mitigando as Mudanças Climáticas Globais: Estratégias para Preservação Ambiental*, cumpre a importante função de aproximar os estudantes das questões ambientais contemporâneas, estimulando uma reflexão crítica sobre as causas e consequências das Mudanças Climáticas Globais (MCGs). Ao adotar a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), a cartilha propõe uma abordagem dinâmica e interativa, que permite aos alunos não só adquirir conhecimentos científicos, mas também desenvolver habilidades como o pensamento crítico e a colaboração.

O uso de protótipos educacionais como ferramenta didática se destaca ao proporcionar uma compreensão mais concreta dos problemas ambientais, ao mesmo tempo em que incentiva o protagonismo estudantil. A metodologia aplicada permite que os estudantes se tornem agentes de transformação, desenvolvendo soluções sustentáveis para os desafios propostos.

Acreditamos que, ao final deste processo de aprendizagem, os estudantes estarão mais preparados para lidar com as questões ambientais de forma prática e consciente, com uma maior compreensão de seu papel na construção de um futuro mais sustentável. Além disso, este material oferece aos educadores um recurso valioso, ampliando a temática das MCGs de forma interdisciplinar, e promovendo o engajamento dos alunos em ações concretas para mitigar os impactos das MCGs.



BARROWS, H. S. *A taxonomy of problem-based learning methods*. Medical Education, v. 20, n. 6, p. 481-486, 1986.

FREITAS, M. S. MARQUES, J. D. O. *Mudanças Climáticas Globais e o Ensino na Amazônia: Uma experiência com alunos de graduação*. Editora CRV. Curitiba- Brasil. 2017

FEARNSIDE, P. M. *O papel da Amazônia no combate ao aquecimento global*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, XII. 2009, Fortaleza. Anais [...] Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2009.

HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto; DE AZEVEDO, Genoveva Chagas; ALVES, Iris Riane Santana. *Ecoethos da Amazônia: um recurso didático para simulação de dilemas socioambientais na educação ambiental*. Desenvolvimento e Meio ambiente, v. 51, 2019.

MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. São Paulo: Loyola, 2018.

SANTOS, Paulo. *Tempo e Clima: Conceitos e Diferenças*. Porto Alegre: Ed. Educação em Foco, 2021.

SAVERY, J. R.; DUFFY, T. M. *Problem-based learning: An instructional model and its constructivist framework*. Educational Technology, v. 35, n. 5, p. 31-38, 1995.

SAVIN-BADEN, M. *Problem-Based Learning in Higher Education: Untold Stories*. Maidenhead: McGraw-Hill/Open University Press, 2010.

SILVA, Patrícia; MORAES, Gustavo. *Aprendizagem baseada em problemas: prática e teoria aplicadas à educação ambiental*. São Paulo: EPU, 2019.

Unesco. *Mudança Climática na Sala de Aula: Recursos para a Educação Climática nas Escolas Secundárias*. Paris: Unesco, 2014.

ZABALA, Antoni. *A prática educativa: como ensinar*. Penso Editora, 2015.

# AUTORES

---



## **Rosana Ferreira Palmeira**

Mestra no Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico (PPGET) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). Especialista em Docência Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES). Bióloga e Pedagoga, atua como docente e consultora pedagógica.

*Lattes:* <http://lattes.cnpq.br/8756267178035984>

*E-mail:* [rosanapalmeira.educ@gmail.com](mailto:rosanapalmeira.educ@gmail.com)



## **Jean Dalmo de Oliveira Marques**

Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Amazonas (IFAM). Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), doutor em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA).

*Lattes:* <http://lattes.cnpq.br/4558873160462915>

*E-mail:* [jean.marques@ifam.edu.br](mailto:jean.marques@ifam.edu.br)

Apoio



[ppget.ifam.edu.br](http://ppget.ifam.edu.br)



@ppget