



*Sabina Escola Parque do Conhecimento*

*O Futuro da Terra: uma esperança andreense*





*Como a busca por novas energias pode salvar a espécie humana?*

**Autor:**

***Ms. Carlos Vianna***

**Revisão técnica:**

***Virgínia Hamer***

**Revisão:**

***Jaqueline Campos***

***Jéssica Resterich***

***Sabina Escola Parque do Conhecimento***

***Instituto IPRODESC***

***Santo André, 2023***



## ENERGIA

*Como a busca por novas energias pode salvar a espécie humana?*

### Introdução

Quando abordamos o tema da energia, somos apresentados a um vasto universo de possibilidades que se revelam diante de nós. No entanto, quando a busca por novas fontes energéticas se relaciona com a preservação da espécie humana e da biosfera, é impossível não refletir sobre a problemática das mudanças climáticas e a iminência de uma “catástrofe ambiental”. Esse tema tem sido frequentemente alvo de desinformação, especialmente por meio de *Fake News*, propagadas em contextos ligados ao agronegócio e a setores climatologistas, cujo discurso muitas vezes evita reconhecer a existência do antropoceno. É nesse contexto que o presente texto se propõe a abordar a questão da catástrofe global e a destacar a importância de estarmos atentos para salvaguardar o nosso planeta.

Este material foi montado na forma de perguntas, com possíveis soluções, dentro do contexto atual. Estas respostas ainda devem sofrer alterações ao longo dos próximos anos.

Vamos começar com as perguntas:

**1. O efeito estufa é um fenômeno natural que possibilita a manutenção da vida na Terra, retendo parte do calor do sol na atmosfera. Contudo, as atividades humanas têm intensificado esse fenômeno, levando ao que é frequentemente referido como efeito estufa antropogênico, um dos principais fatores por trás das mudanças climáticas.**

**Quais são os principais gases que contribuem para o efeito estufa, identifique esses gases, as suas concentrações na atmosfera e as possíveis implicações disso para o clima global.**

Os principais gases de efeito estufa são:

- *Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)*: É o principal gás responsável pela mudança climática global. É liberado principalmente pela queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, e também pelo desmatamento e degradação florestal. O CO<sub>2</sub> é responsável por aproximadamente 76% do efeito estufa antropogênico.
- *Metano (CH<sub>4</sub>)*: É liberado durante a produção e o transporte de carvão, petróleo e gás natural. Também é emitido por atividades agropecuárias, como a criação de gado e pela decomposição de resíduos orgânicos em



aterros sanitários. O metano contribui com cerca de 16% do efeito estufa antropogênico.

- *Óxido nítrico ( $N_2O$ )*: É emitido principalmente pelas atividades de agricultura, através do uso de fertilizantes nitrogenados e práticas de manejo do solo. Também é liberado pela queima de combustíveis fósseis e pela queima de biomassa. O óxido nítrico é responsável por cerca de 6% do efeito estufa antropogênico.
- *Gases fluorados*: Incluem hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre ( $SF_6$ ). São gases emitidos pela indústria, principalmente na produção de refrigerantes, ar-condicionado, espumas isolantes e equipamentos eletrônicos. Embora sejam emitidos em menor quantidade, esses gases têm um potencial de mudança climática global muito elevado, podendo chegar a milhares de vezes maior que o dióxido de carbono.

A participação de cada gás de efeito estufa no problema das mudanças climáticas extremas é expressa em termos de potencial de aquecimento global (GWP, na sigla em inglês), que mede a capacidade de cada gás em reter calor na atmosfera em comparação com o dióxido de carbono, considerado como 1. Por exemplo, o metano tem um GWP com cerca de 28 a 36 vezes maior que o dióxido de carbono em um período de 100 anos, enquanto o óxido nítrico tem um GWP de aproximadamente 265 a 298 vezes maior.

É importante destacar que a participação de cada gás no problema das mudanças climáticas pode variar ao longo do tempo, uma vez que suas concentrações e potenciais de aquecimento global são diferentes. No entanto, é consensual que a redução das emissões desses gases é essencial para mitigar as mudanças climáticas e minimizar seus impactos na temperatura global.

## **2. Qual a relação entre as mudanças climáticas e a necessidade de buscar novas energias para evitar uma catástrofe ambiental?**

Com o aquecimento global exacerbado, entre outras mudanças climáticas, torna-se indispensável buscarmos por novas fontes de energia, com o objetivo de evitar uma catástrofe ambiental iminente.

O aquecimento global é impulsionado pelas emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de combustíveis fósseis em atividades industriais e agropecuárias, entre outros, resultando em transformações significativas no clima do planeta (antropoceno) e consequências graves para o meio ambiente e a vida humana.



O aumento das temperaturas globais provoca o derretimento acelerado das geleiras e calotas polares, elevando o nível do mar e representando uma ameaça para áreas costeiras e ilhas habitadas. Isso aumenta o risco de inundações e deslocamentos populacionais em larga escala. Além disso, o aquecimento global está associado a eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos, como tempestades, furacões, secas e ondas de calor, que têm impactos devastadores nas comunidades e nos ecossistemas.

Nesse contexto, a busca por novas fontes de energia desempenha um papel fundamental no combate às mudanças climáticas. A substituição gradual dos combustíveis fósseis por fontes de energia limpa e renovável, como fotovoltaica, eólica, hidrelétrica e biomassa, é essencial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e mitigar os impactos das mudanças climáticas. Além disso, o uso de tecnologias mais eficientes e a promoção da eficiência energética contribuem para a redução do consumo de energia e minimização da necessidade de explorar novos recursos.

A transição para um sistema energético mais sustentável traz benefícios significativos, tanto ambientais quanto econômicos. Além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, o uso de fontes de energia renovável diminui a dependência de recursos não renováveis, como petróleo e carvão, promovendo a segurança energética e a diversificação da matriz energética. Essa transição também pode impulsionar o crescimento econômico, gerar empregos verdes e estimular a inovação tecnológica.

Para enfrentar a urgência deste problema ambiental de larga escala, é necessário um esforço global coordenado. Governos, setor privado e sociedade civil devem trabalhar em conjunto para promover políticas e investimentos que acelerem a transição energética. A conscientização pública e a educação sobre a importância de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e a adoção de práticas sustentáveis desempenham um papel fundamental na mudança de comportamento e na construção de um futuro mais seguro e sustentável para o nosso planeta.

### **3. De que forma podemos contextualizar o problema do aquecimento global, destacando sua gravidade e impacto nos ecossistemas e na vida humana<sup>1</sup>?**

---

<sup>1</sup>Referências:

1. Artigo: "Aquecimento Global e Mudanças Climáticas: Impactos na Biodiversidade" - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)  
([http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/prod\\_probio/Relatorio\\_6.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/prod_probio/Relatorio_6.pdf))



O excesso de **aquecimento global**, de natureza antropogênica, é um fenômeno que tem despertado preocupação em todo o mundo. Esse processo refere-se ao **aumento gradual da temperatura da superfície terrestre, causado principalmente pela emissão de gases de efeito estufa na atmosfera**. Esses gases retêm parte do calor do Sol que é refletido de volta à Terra, **levando a um aquecimento adicional**.

As mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global têm impactos significativos nos ecossistemas e na vida humana. As alterações nos padrões de clima podem afetar as condições de vida de animais e plantas, levando a uma diminuição da biodiversidade e a desequilíbrios nos ecossistemas. Isso pode comprometer a capacidade dos ecossistemas em fornecer serviços essenciais, como alimentos, água potável e regulação do clima. Além disso, o aquecimento global também pode ter impactos negativos na saúde humana. Por exemplo, ondas de calor mais frequentes e intensas podem levar a problemas respiratórios, desidratação e outros problemas de saúde. A disseminação de doenças transmitidas por vetores, como mosquitos, também pode aumentar devido ao clima mais quente.

Outra consequência do aquecimento global é o aumento do nível do mar. Isso é causado pelo derretimento de geleiras e calotas de gelo nas regiões polares e pelo aumento do volume dos oceanos, devido à expansão térmica da água. A elevação do nível do mar pode ameaçar a integridade de comunidades costeiras e infraestrutura, além de levar a impactos negativos na economia e no comércio global.

Ainda com relação aos ecossistemas, nós podemos dizer que o aquecimento global, por estar aumentando a temperatura média da Terra, está levando a mudanças climáticas significativas. Essas mudanças afetam os padrões climáticos, como as estações do ano e os regimes de chuva. Dentro deste processo, borboletas e abelhas, entre outras espécies, por terem ciclos de vida sensíveis às variações climáticas, poderão acabar por sentir de forma

- 
2. Artigo: "Impactos do Aquecimento Global no Brasil" - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) ([Projeções Climáticas no Brasil – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES \(inpe.br\)](#))
  3. Artigo: "Aquecimento Global: Causas, Consequências e Soluções" [https://www.tnc.org.br/o-que-fazemos/nossas-prioridades/combater-as-mudancas-climaticas/?gclid=CjwKCAjwpayjBhAnEiWAw7ena5bZ6K4DFBPkAy4KeVCjLD53CNcSUcW5yDYnMJk8JdfVrbdRQVOQ5xoCf3sQAvD\\_BwE](https://www.tnc.org.br/o-que-fazemos/nossas-prioridades/combater-as-mudancas-climaticas/?gclid=CjwKCAjwpayjBhAnEiWAw7ena5bZ6K4DFBPkAy4KeVCjLD53CNcSUcW5yDYnMJk8JdfVrbdRQVOQ5xoCf3sQAvD_BwE) )
  4. Site: Observatório do Clima ([OC | Observatório do Clima - Site oficial do Observatório do clima](#))
  5. Site: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) (<https://ipam.org.br/>)
  6. Filme: "Uma Verdade Inconveniente" (2006) - Direção: Davis Guggenheim\* <https://www.youtube.com/watch?v=p5MxZnpTHRU>
  7. Filme: "Antes do Dilúvio" (2016) - Direção: Fisher Stevens\* (<https://www.youtube.com/watch?v=fBIXmj15ZuM> )
  8. Filme: "Cowspiracy: O Segredo da Sustentabilidade" (2014) - Direção: Kip Andersen e Keegan Kuhn\* ([Cowspiracy - O Segredo da Sustentabilidade - Filme 2014 - AdoroCinema](#))



fatal as variações nas estações do ano e a alteração nos padrões de floração, podendo afetar sua reprodução, migração e disponibilidade de alimentos fornecidos por estes polinizadores.

A seguir, estão listados alguns impactos ambientais gerados pelo aumento excessivo da temperatura do planeta (aquecimento global):

- *Perda de habitat:* O aquecimento global está acelerando o derretimento das geleiras e a elevação do nível do mar. Isso resulta na perda de habitats costeiros e de áreas úmidas, que são importantes para muitas espécies de fauna e flora, além de destruir grandes centros urbanos e afetar inúmeras comunidades tradicionais.
- *Extremos climáticos:* As mudanças climáticas também estão associadas ao aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas e tempestades intensas. Esses eventos podem ser devastadores para diversas populações. Por exemplo, ondas de calor e secas prolongadas podem levar à desidratação e morte de várias espécies, enquanto tempestades intensas podem destruir os habitats e os recursos alimentares necessários para sua sobrevivência. Além disso, os seres humanos também serão muito afetados, causando mortes e remoção de populações inteiras, criando os chamados “refugiados climáticos”, que chegarão a 350 milhões de pessoas até 2050 segundo estimativas<sup>2</sup>.
- *Mudanças na distribuição de plantas:* As mudanças climáticas também estão afetando a distribuição geográfica de plantas. À medida que as temperaturas aumentam, algumas espécies vegetais podem se deslocar para regiões mais frias ou altitudes mais elevadas. Isso pode levar a um desencontro entre as espécies de plantas e seus respectivos polinizadores, podendo levar à perda de população e até mesmo extinção de ambas.

É importante destacar que as mudanças climáticas afetam todos os países e que as ações individuais e coletivas são necessárias para enfrentá-las. É preciso adotar políticas e práticas sustentáveis que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e promovam a adaptação às mudanças climáticas já em curso. O investimento em tecnologias limpas e em energias renováveis, como

---

<sup>2</sup> <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/intersecoes/article/view/62484/39307>



solar e eólica, é essencial para a transição para uma economia de baixo carbono e para mitigar seus impactos.

Em resumo, as mudanças climáticas, como o aumento em excesso da temperatura do planeta, têm consequências graves e abrangentes para os ecossistemas e a vida humana. A conscientização e a ação coletiva são fundamentais para enfrentar esse desafio mundial e promover um futuro mais sustentável.

## Parte 1: MUDANÇAS CLIMÁTICAS

### 1. Como explicar as causas das mudanças climáticas, como o aquecimento global exacerbado, com ênfase na emissão de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)<sup>3</sup>?

As mudanças climáticas resultam principalmente da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre, que funcionam como um "cobertor" retendo parte do calor solar e evitando que seja totalmente refletido de volta ao espaço. Dentre esses gases, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) destaca-se como um dos principais contribuintes. A queima de combustíveis fósseis, como petróleo, carvão mineral e gás natural, é a principal fonte de emissão de CO<sub>2</sub>, sendo utilizados na geração de energia e transporte. Durante a queima, o carbono

---

#### <sup>3</sup> Referências:

1. National Aeronautics and Space Administration (NASA) - Climate Change: How Do We Know? Disponível em: <https://climate.nasa.gov/evidence/>  
Este site da NASA oferece uma visão geral das evidências científicas do aquecimento global e explora as causas, incluindo a emissão de gases de efeito estufa.
2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>  
O site do IPCC fornece relatórios e documentos científicos que abordam as causas e impactos das mudanças climáticas, incluindo o papel dos gases de efeito estufa.  
Artigos científicos:
3. IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>  
Este relatório do IPCC oferece uma revisão abrangente da ciência do clima, incluindo informações detalhadas sobre as causas do aquecimento global.
4. Forster, P., et al. (2007). Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>
5. Agenda FAPESP: Algoritmo brasileiro busca projetar futuro da floresta amazônica e prever mudança de captação de CO<sub>2</sub>. <https://agencia.fapesp.br/algoritmo-brasileiro-busca-projetar-futuro-da-floresta-amazonica-e-prever-mudanca-de-captacao-de-co2/41424/>
6. Agência FAPESP: Aglomerados de tempestades vêm diminuindo na Amazônia, aponta estudo. <https://agencia.fapesp.br/aglomerados-de-tempestades-vem-diminuindo-na-amazonia-aponta-estudo/41368/>



armazenado nos hidrocarbonetos é liberado na forma de dióxido de carbono, intensificando o efeito estufa. O desmatamento também é um fator relevante, pois as árvores removem naturalmente o  $\text{CO}_2$  da atmosfera por meio da fotossíntese.

O aumento contínuo da queima de combustíveis fósseis ao longo do tempo tem elevado significativamente as concentrações atmosféricas de  $\text{CO}_2$ . Estima-se que essas concentrações sejam as mais altas em milhões de anos, ultrapassando 400 partes por milhão (ppm). Essa elevação é uma das principais causas do aquecimento global. Além do  $\text{CO}_2$ , outros gases de efeito estufa também desempenham um papel importante: o metano ( $\text{CH}_4$ ), emitido pela produção de gado, atividades agrícolas, vazamentos de gás natural e decomposição de resíduos orgânicos; o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), principalmente proveniente da agricultura e uso de fertilizantes; e os gases fluorados, presentes em diversos produtos industriais, contribuem para o aquecimento global.

O aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera devido às atividades humanas é um fenômeno complexo que envolve várias disciplinas científicas, incluindo química, física e ecologia. Aqui está uma explicação simplificada:

- **Queima de combustíveis fósseis:** Quando queimamos combustíveis fósseis como carvão, petróleo e gás natural para gerar energia ou movimentar nossos veículos, estamos essencialmente liberando carbono que foi armazenado nesses combustíveis ao longo de milhões de anos. Este carbono se combina com o oxigênio na atmosfera para formar dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), um gás de efeito estufa. Portanto, a queima de combustíveis fósseis está diretamente aumentando as concentrações de  $\text{CO}_2$  na atmosfera.
- **Desmatamento e queimadas:** As florestas, como a Floresta Amazônica, são conhecidas como "sumidouros de carbono", o que significa que absorvem mais  $\text{CO}_2$  do que emitem. As árvores e plantas usam  $\text{CO}_2$  para a fotossíntese, o processo pelo qual crescem e produzem oxigênio. Quando as florestas são desmatadas ou queimadas, elas deixam de ser um sumidouro de carbono. Além disso, a madeira e a vegetação queimadas liberam o carbono que armazenaram durante sua vida na forma de  $\text{CO}_2$ , aumentando ainda mais as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera.
- **Agricultura e Agropecuária:** A produção de alimentos, especialmente a criação de gado, também é uma grande fonte de



gases de efeito estufa, como o metano (CH<sub>4</sub>), que é produzido por meio da digestão dos animais e liberado na atmosfera. Além disso, o agronegócio é o principal responsável por desmatamentos ilegais no Brasil<sup>4</sup>, principalmente na Amazônia.

- **Resíduos:** A decomposição de resíduos orgânicos em aterros sanitários produz o metano, que também contribui para o efeito estufa.

Todas essas atividades humanas juntas estão aumentando as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera mais rápido do que os processos naturais podem removê-los. Isso está causando um desequilíbrio no "orçamento de carbono" da Terra, o que está levando ao aquecimento global e às mudanças climáticas. **Essas ações intensificam o efeito estufa**, elevando a temperatura média da Terra e desencadeando os impactos das mudanças climáticas. Para mitigar o aquecimento global, é imprescindível reduzir as emissões de gases de efeito estufa por meio de políticas e práticas sustentáveis, como a transição para fontes de energia limpa e renovável, o aumento da eficiência energética, o reflorestamento e o estabelecimento de práticas agrícolas mais sustentáveis. Controlar as emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases de efeito estufa é essencial para minimizar os efeitos negativos do aquecimento global na vida humana e nos ecossistemas.

## 2. Existem evidências científicas sobre as mudanças climáticas, como dados climáticos, derretimento de geleiras e aumento do nível do mar<sup>5</sup>?

Existem diversas evidências científicas que comprovam o aquecimento global e seus impactos no planeta. Dados climáticos, monitoramento de

---

<sup>4</sup> <https://www.brasildefato.com.br/2022/07/19/agronegocio-foi-responsavel-por-97-do-desmatamento-no-brasil-em-2021>

<sup>5</sup> Referências:

1. Artigo: "Mudanças Climáticas: Evidências Científicas e Implicações para o Brasil" - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (<http://www.ccst.inpe.br/enciclopedia/tema.php?id=7>)
2. Artigo: "Aquecimento Global: Evidências Observacionais" - Revista Brasileira de Geociências (<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/10755/10273>)
3. Artigo: "Derretimento das Geleiras e Aumento do Nível do Mar" - Revista Brasileira de Geografia Física (<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/rbgf/article/view/2502>)
4. Site: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais (<http://www.inpe.br/queimadas/>)
5. Site: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - Projeto Monitoramento de Florestas Tropicais (<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/>)
6. Filme: "Chasing Ice" (2012) - Direção: Jeff Orlowski\* (<https://www.adorocinema.com/filmes/filme-200355/trailer-19453167/>)



geleiras e estudos sobre o nível do mar fornecem informações consistentes e confiáveis sobre as mudanças em curso. Essas evidências reforçam a urgência de agir para amenizar as mudanças climáticas.

Quando analisamos os dados climáticos ao longo das últimas décadas, fica claro que a temperatura média da Terra está aumentando de forma significativa. Instituições científicas ao redor do mundo, como a Administração Nacional Aeronáutica e Espacial (NASA) e a Agência Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA), têm registrado um contínuo e crescente aumento da temperatura global. Anos recentes têm sido consistentemente classificados como os mais quentes desde que os registros começaram a ser mantidos, no final do século XIX. Esses dados são obtidos por meio de medições diretas em estações meteorológicas terrestres, satélites e boias oceânicas.

O derretimento das geleiras é outra evidência visível do aquecimento global. Regiões polares, como o Ártico e a Antártida, estão sofrendo um rápido degelo, resultando em uma diminuição significativa da massa de gelo. Observações e medições realizadas por cientistas revelam uma redução nas calotas polares e nas geleiras de montanha em todo o mundo. Esse derretimento contribui diretamente para o aumento do nível do mar.

**O aumento do nível do mar é uma consequência direta do aquecimento global.** À medida que a temperatura da Terra aumenta, os oceanos se expandem termicamente, ocupando mais espaço. Além disso, o derretimento das camadas de gelo e das geleiras adiciona água aos oceanos. Diversos estudos científicos e observações por satélites confirmam um aumento gradual do nível do mar ao longo das últimas décadas. Esse aumento ameaça comunidades costeiras, ecossistemas sensíveis e infraestruturas localizadas em áreas baixas e vulneráveis. Essas evidências científicas são respaldadas por extensas pesquisas e análises conduzidas por cientistas de diversas áreas, como Climatologia, Glaciologia e Oceanografia. Os dados climáticos, o derretimento das geleiras e o aumento do nível do mar são apenas algumas das evidências que sustentam a realidade das mudanças climáticas. É importante ressaltar que essas mudanças não ocorrem de forma isolada, mas sim como parte de um padrão consistente com as projeções dos modelos climáticos.

Com base nas evidências científicas apresentadas, é crucial agir de forma decisiva para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, adotar práticas sustentáveis e buscar soluções para enfrentar os desafios das mudanças climáticas, que não são uma teoria, mas uma realidade concreta que exige uma resposta global e coordenada.



### **3. De que forma nós podemos discutir os efeitos das mudanças climáticas, incluindo eventos climáticos extremos, escassez de recursos hídricos e perda de biodiversidade<sup>6</sup>?**

As mudanças climáticas têm uma série de efeitos significativos que afetam tanto os ecossistemas quanto a vida humana em diferentes partes do mundo. Esses efeitos podem ser observados em eventos climáticos extremos, escassez de recursos hídricos e perda de biodiversidade, entre outros.

Eventos climáticos extremos são uma das consequências mais evidentes das mudanças climáticas. O aumento da temperatura média da Terra intensifica a ocorrência de eventos como tempestades mais intensas, ondas de calor prolongadas, secas severas e furacões mais poderosos. Esses eventos extremos têm impactos devastadores, resultando em perdas humanas, destruição de propriedades, colapso de infraestruturas e danos econômicos significativos. O aumento da frequência e da intensidade desses eventos está relacionado diretamente às mudanças climáticas causadas pelo aumento da temperatura do planeta.

A escassez de recursos hídricos é outro efeito preocupante. As mudanças climáticas influenciam o ciclo da água, afetando a disponibilidade e a distribuição de chuvas em diferentes regiões. Algumas áreas enfrentam períodos prolongados de seca, levando à diminuição dos níveis de água em rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Isso resulta em escassez de água potável, problemas de abastecimento para a agricultura e agravamento dos conflitos por recursos hídricos, podendo levar até mesmo à desertificação de algumas regiões. Além disso, a redução do gelo nas regiões polares e nas montanhas ameaça o abastecimento de água em longo prazo para muitas comunidades que dependem do derretimento sazonal dessas fontes.

A perda de biodiversidade é uma consequência direta das mudanças climáticas. As alterações no clima afetam os habitats naturais, modificando os padrões de distribuição e comportamento das espécies. Muitas plantas e

---

#### <sup>6</sup> Referências:

1. Artigo: "Impactos das Mudanças Climáticas na Biodiversidade" - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (<https://www.icmbio.gov.br/portal/mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas>)
2. Artigo: "Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos" - Agência Nacional de Águas (ANA) (<https://www.ana.gov.br/temas/agua-e-clima/mudancas-climaticas-e-recursos-hidricos>)
3. Artigo: "Eventos Climáticos Extremos: Causas e Impactos" - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (<http://www.ccst.inpe.br/enciclopedia/tema.php?id=4>)
4. Site: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) (<https://www.cemaden.gov.br/>)
5. Site: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (<https://www.ibama.gov.br/>)
6. Filme: "An Inconvenient Sequel: Truth to Power" (2017) - Direção: Bonni Cohen e Jon Shenk\*
7. Filme: "A Era da Estupidez" (2009) - Direção: Franny Armstrong\*
8. Filme: "Home" (2009) - Direção: Yann Arthus-Bertrand\*



animais têm dificuldade em se adaptar rapidamente às mudanças nas condições ambientais. Como resultado, ocorre o desaparecimento de espécies e a perda de diversidade biológica. Ecossistemas inteiros, como florestas tropicais, recifes de coral e zonas costeiras, estão sob ameaça. A perda de biodiversidade não apenas reduz a beleza e a complexidade dos ecossistemas, mas também compromete a resiliência e a capacidade desses sistemas de fornecer serviços essenciais, como a polinização de cultivos, a purificação da água e a regulação do clima.

Os efeitos das mudanças climáticas têm impactos socioeconômicos significativos, afetando a segurança alimentar, a saúde humana, a estabilidade econômica e a qualidade de vida das populações. É essencial que governos, organizações e indivíduos ajam de forma proativa para diminuir o aquecimento global e adaptar-se às mudanças climáticas. A redução das emissões de gases de efeito estufa, o desenvolvimento de estratégias de adaptação, a conservação dos ecossistemas e o investimento em energia limpa e sustentável são algumas das medidas fundamentais para minimizar os impactos.

## **Parte 2: ENERGIAS FÓSSEIS E PROBLEMAS ASSOCIADOS**

### **1. Como explorar o papel das energias fósseis, como o petróleo, carvão e gás natural, na emissão de gases de efeito estufa<sup>7</sup>?**

As energias fósseis, como o petróleo, o carvão e o gás natural, são fontes primárias de energia que sustentam a maioria das atividades econômicas e industriais em todo o mundo. No entanto, o uso dessas fontes de energia é uma das principais causas do aquecimento global e das mudanças climáticas.

O processo de queima de combustíveis fósseis em motores de combustão e usinas termelétricas libera grandes quantidades de gases de efeito estufa,

---

<sup>7</sup> Referências:

1. Artigo: "Emissões de Gases de Efeito Estufa por Setor no Brasil" - Ministério do Meio Ambiente (<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-quadro-da-onu-sobre-mudanca-do-clima/emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa>)
2. Artigo: "Emissões de Gases de Efeito Estufa e o Setor Energético" - Observatório do Clima (<https://www.observatoriodoclima.eco.br/sector/emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-e-o-setor-energetico/>)
3. Artigo: "Energias Renováveis e Sustentabilidade Ambiental" - Revista Eletrônica de Ciências (<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/31837>)
4. Site: Instituto ClimaInfo (<https://climainfo.org.br/>)
5. Site: Instituto de Energia e Meio Ambiente (<http://www.ima.sp.gov.br/>)



principalmente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), na atmosfera. Esses gases retêm o calor do Sol na atmosfera, promovendo o aumento da temperatura global, o derretimento das geleiras, o aumento do nível do mar e outras mudanças climáticas preocupantes.

Os combustíveis fósseis são responsáveis por cerca de 80% das emissões de gases de efeito estufa produzidos pelo homem. O petróleo é o principal combustível fóssil usado no mundo, representando cerca de 33% do consumo energético global e uma das principais fontes de emissão do  $\text{CO}_2$ . Sua queima corresponde a cerca de 45% das emissões de  $\text{CO}_2$  provenientes de combustíveis fósseis.

O carvão é outra fonte significativa de emissões de gases de efeito estufa, sendo responsável por cerca de 30% das emissões globais de  $\text{CO}_2$ . As usinas termelétricas a carvão são a principal fonte de eletricidade em muitos países, especialmente em economias emergentes, como China e Índia. No entanto, a queima de carvão também libera outros gases nocivos, como óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), que contribuem para a poluição do ar e a chuva ácida.

O gás natural é considerado a fonte de combustível fóssil mais limpa, mas ainda é responsável por cerca de 20% das emissões de  $\text{CO}_2$  em todo o mundo. A queima de gás natural em usinas termelétricas, o aquecimento residencial e industrial e o transporte em veículos movidos a gás produzem grandes quantidades de  $\text{CO}_2$ .

Em resumo, as energias fósseis são responsáveis pela maioria das emissões de gases de efeito estufa em todo o mundo. É fundamental que as nações e a sociedade em geral adotem medidas para reduzir o consumo de combustíveis fósseis e promover o uso de fontes de energia renováveis e sustentáveis, como a energia solar, eólica e hidrelétrica, para reduzir as mudanças climáticas e proteger o planeta.



## 2. Quais são os problemas ambientais relacionados à extração e queima de combustíveis fósseis, como poluição do ar e contaminação de recursos hídricos<sup>8</sup>?

A extração e queima de combustíveis fósseis têm sido fontes de preocupação devido aos graves problemas ambientais que acarretam, incluindo a poluição do ar e a contaminação dos recursos hídricos. Essas atividades contribuem para a degradação do meio ambiente, comprometendo a qualidade de vida de seres humanos, animais e plantas.

Um dos principais problemas relacionados à extração e queima de combustíveis fósseis é a poluição do ar. Durante a queima desses combustíveis, ocorre a liberação de poluentes atmosféricos, como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), material particulado e compostos orgânicos voláteis. Esses poluentes afetam diretamente a qualidade do ar, contribuindo para a formação de neblina tóxica, chuva ácida e smog fotoquímico<sup>9</sup>. Além disso, a poluição do ar está associada a problemas respiratórios, cardiovasculares e até mesmo câncer em seres humanos, comprometendo a saúde e o bem-estar das populações expostas.

A contaminação dos recursos hídricos é outra consequência preocupante da extração e queima de combustíveis fósseis. Durante o processo de extração, podem ocorrer vazamentos de óleo e produtos químicos utilizados, resultando em derramamentos que contaminam rios, lagos e oceanos. Esses derramamentos têm impactos devastadores na vida aquática, afetando peixes, aves marinhas e outros organismos que dependem desses ecossistemas. Além disso, a contaminação dos recursos hídricos pode comprometer a qualidade da água potável, tornando-a inadequada para consumo humano e para uso na agricultura.

É importante ressaltar que a poluição do ar e a contaminação dos recursos hídricos não se limitam apenas às áreas próximas aos locais de extração e queima de combustíveis fósseis. Devido à dispersão dos poluentes e à dinâmica dos ecossistemas aquáticos, esses problemas podem se estender por longas distâncias, afetando regiões distantes e até mesmo ecossistemas marinhos.

---

<sup>8</sup> Referências:

1. Agência Nacional de Águas (ANA). (2021). Poluição hídrica por petróleo e derivados. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/assuntos/agua-e-saude/poluiçao/poluicao-hidrica-por-petroleo-e-derivados>
2. United States Environmental Protection Agency (EPA). (2021). Oil Sp

<sup>9</sup> Smog fotoquímico: NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> e hidrocarbonetos suspensos na atmosfera e que podem reagir à radiação solar. Veja em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4667583/mod\\_resource/content/1/2019\\_PHA3203%20-%20Aula%2008%20-%20Poluic%CC%A7a%CC%83o%20Atmosfe%CC%81rica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4667583/mod_resource/content/1/2019_PHA3203%20-%20Aula%2008%20-%20Poluic%CC%A7a%CC%83o%20Atmosfe%CC%81rica.pdf)



Diante desses problemas, é fundamental buscar alternativas mais limpas e sustentáveis para suprir nossas necessidades energéticas. A transição para fontes de energia renovável, como solar, eólica e hidrelétrica, é essencial para reduzir a dependência dos combustíveis fósseis e mitigar os impactos ambientais negativos. Além disso, políticas públicas e regulamentações adequadas são necessárias para controlar e minimizar os impactos da extração e queima de combustíveis fósseis, garantindo a preservação dos ecossistemas e a saúde das populações afetadas.

### 3. De que forma nós podemos destacar a finitude dessas fontes de energia e os riscos econômicos e geopolíticos associados à sua dependência<sup>10</sup>?

As fontes de energia fósseis, como o petróleo, o carvão e o gás natural, são recursos não-renováveis que estão se esgotando rapidamente. **A extração desses combustíveis fósseis pode levar à degradação ambiental e social**, e sua queima é uma das principais causas das mudanças climáticas. Além dos problemas ambientais, há também questões econômicas e geopolíticas associadas à dependência dessas fontes de energia.

Do ponto de vista **econômico**, a dependência dos combustíveis fósseis pode ser arriscada, uma vez que os preços desses recursos podem ser voláteis e sujeitos a flutuações no mercado internacional. Isso pode levar a crises econômicas, especialmente para países que são altamente dependentes dessas fontes de energia para a sua economia. Além disso, a concentração da produção de petróleo em alguns países, muitos deles instáveis ou politicamente conflituosos, cria **riscos geopolíticos** para os que dependem desses recursos para o seu abastecimento energético. A competição pela posse e controle desses recursos pode levar a conflitos internacionais, tanto diplomáticos quanto militares.

Para lidar com os problemas econômicos e geopolíticos relacionados a extração de combustíveis fósseis, é necessário investir em fontes de energia

---

<sup>10</sup> Referências:

1. Artigo "Os desafios da transição energética no Brasil", disponível em [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=36743](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=36743)
2. Artigo "Os riscos geopolíticos do petróleo e as alternativas para o Brasil", disponível em [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_2408.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2408.pdf)
3. Artigo "O esgotamento dos combustíveis fósseis e a necessidade de transição energética", disponível em <https://www.scielo.br/j/reveh/a/ZcV7zWqLHvX9zF2QvvgG7Kj/?lang=pt>
4. Documentário "Antropoceno: A Humanidade em Marcha", disponível na plataforma Netflix com legendas em português.



limpa e renovável, como a energia solar, eólica e hidrelétrica, a fim de reduzir a dependência desses combustíveis e reduzir os impactos ambientais, econômicos e geopolíticos associados a eles<sup>11</sup>.

### Parte 3: ENERGIAS RENOVÁVEIS

#### 1. Como introduzir o conceito de energias renováveis, dentro do ensino básico, explicando suas principais fontes, como solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica?

Introduzir o conceito de energias renováveis no ensino básico, explicando suas principais fontes, como solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica, é uma maneira importante de conscientizar os estudantes sobre a importância da transição para fontes de energia mais sustentáveis. Abaixo está uma sugestão de como abordar esse tema de forma didática.

#### Apresentação do conceito de energias renováveis

As energias renováveis são aquelas obtidas a partir de fontes naturais que são virtualmente inesgotáveis e se regeneram de forma rápida e constante. Ao contrário dos combustíveis fósseis, que são finitos e contribuem para o efeito estufa antropogênico, as energias renováveis são consideradas limpas e menos impactantes ao meio ambiente.

Alguns tipos de energias renováveis são:

- *Energia solar:* A energia solar é gerada a partir da luz do Sol. Os painéis solares captam a luz solar e a convertem em eletricidade. Essa forma de energia é abundante e amplamente disponível em todo o planeta, além de ser uma fonte limpa e renovável.
- *Energia eólica:* A energia eólica é produzida pela força do vento. Aerogeradores capturam a energia cinética do vento e a transformam em eletricidade. Essa fonte de energia é amplamente utilizada em parques eólicos, especialmente em regiões com ventos constantes.
- *Energia hidrelétrica:* A energia hidrelétrica é gerada a partir do movimento da água. Barragens são construídas em rios para

---

<sup>11</sup> Segundo Meneguim (201-), de acordo com a Organização Internacional do Trabalho, empregos verdes são "postos de trabalho decentes que contribuem para reduzir emissões de carbono ou para melhorar/preservar a qualidade ambiental". Veja mais em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/temas-e-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/emprego-verde-e-inclusao-social>



acumular a água e, em seguida, essa água é liberada em alta velocidade, acionando turbinas que geram eletricidade. A energia hidrelétrica é uma das fontes mais antigas e amplamente utilizadas em todo o mundo. Apesar de ser uma energia renovável, é necessário ter algumas ressalvas quanto às usinas hidrelétricas, pois elas são causadoras de grandes impactos ambientais, como o alagamento de grandes áreas, gerando morte de animais e plantas, além de produzir dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e metano pela decomposição da matéria orgânica que acaba sendo alagada. As hidrelétricas também causam grandes impactos sociais às populações que vivem na região.

- **Energia biomassa:** A energia biomassa é produzida a partir de matéria orgânica, como resíduos agrícolas, madeira, resíduos de alimentos e esterco animal. Esses materiais são queimados ou decompostos para gerar calor, vapor ou eletricidade. A energia biomassa é considerada renovável, pois utiliza resíduos que de outra forma seriam descartados.

A produção de energia a partir da biomassa é um processo que envolve várias etapas:

- **Coleta de Biomassa:** A biomassa é coletada a partir de várias fontes. Isso pode incluir resíduos agrícolas, como palha e cascas, resíduos florestais, como galhos e folhas, e resíduos urbanos, como lixo orgânico e esgoto. As culturas energéticas, como o milho e a cana-de-açúcar, também podem ser cultivadas especificamente para a produção de biomassa.
- **Preparação:** A biomassa coletada é então preparada para a conversão em energia. Isso pode envolver a secagem para reduzir o conteúdo de água, o corte ou a trituração para reduzir o tamanho das partículas, e a compactação para aumentar a densidade de energia.
- **Conversão de Energia:** A biomassa preparada é então convertida em energia. Existem várias formas de fazer isso, mas as mais comuns são a combustão, a gaseificação e a fermentação.
- **Combustão:** A biomassa é queimada para produzir calor, que pode ser usado diretamente para aquecimento ou para gerar eletricidade por meio de uma turbina a vapor.
- **Gaseificação:** A biomassa é exposta a altas temperaturas em um ambiente com pouco oxigênio, fazendo com que ela se decomponha em gases combustíveis, que podem ser queimados para produzir eletricidade ou convertidos em biocombustíveis.



- **Fermentação:** A biomassa é decomposta por microrganismos em um ambiente sem oxigênio, produzindo biogás (metano e dióxido de carbono), que pode ser queimado para gerar eletricidade.

Em relação à emissão de gases de efeito estufa, a produção de energia a partir da biomassa é considerada neutra em carbono ou próxima a isso. Isso ocorre porque as plantas que fornecem a biomassa absorvem dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera durante o processo de fotossíntese enquanto estão crescendo. Quando essa biomassa é queimada ou decompõe-se, ela libera novamente o CO<sub>2</sub> para a atmosfera, completando o ciclo. No entanto, existem algumas ressalvas a considerar. As emissões de gases de efeito estufa podem ocorrer durante a coleta, preparação e transporte da biomassa. Além disso, se as florestas forem desmatadas para produzir biomassa, o balanço de carbono pode ser negativo, pois as florestas são importantes sumidouros de carbono. E ainda, a queima de biomassa pode resultar na emissão de outros poluentes, como o monóxido de carbono e os óxidos de nitrogênio.

Enquanto a produção de energia a partir da biomassa tem o potencial de ser uma fonte de energia renovável e neutra em carbono, é importante que seja feita de maneira sustentável e responsável para minimizar quaisquer impactos ambientais negativos.

- **Energia geotérmica:** A energia geotérmica aproveita o calor proveniente do interior da Terra. Ela é obtida por meio do uso de poços ou sistemas de troca de calor para capturar o calor do subsolo e convertê-lo em eletricidade. Essa forma de energia é mais comum em regiões vulcânicas ou com fontes de água quente subterrâneas.

Ao introduzir essas fontes de energia renovável, é importante destacar seus benefícios, como a redução das emissões de gases de efeito estufa, a diversificação da matriz energética, a criação de empregos verdes e a preservação dos recursos naturais. É fundamental incentivar a conscientização e a adoção de práticas sustentáveis desde cedo, preparando os estudantes para um futuro mais sustentável e resiliente.



## **2. Como apresentar as vantagens das energias renováveis, incluindo a redução das emissões de gases de efeito estufa, a diversificação da matriz energética e a criação de empregos sustentáveis<sup>12</sup>?**

As energias renováveis estão no centro das discussões globais sobre a transição energética e a luta contra as mudanças climáticas. Entre as principais vantagens dessas fontes de energia estão a redução das emissões de gases de efeito estufa, a diversificação da matriz energética e a criação de empregos sustentáveis.

Em primeiro lugar, as energias renováveis são fundamentais na redução das emissões de gases de efeito estufa. Elas geram eletricidade com menor emissão de dióxido de carbono e outros gases que contribuem para o aquecimento global, diferentemente dos combustíveis fósseis. Segundo o relatório do IPCC (2018), para limitar o aquecimento global a 1,5°C, é necessário que cerca de 70-85% da eletricidade seja gerada por fontes renováveis até 2050.

A diversificação da matriz energética. A dependência dos combustíveis fósseis não é apenas prejudicial ao meio ambiente, mas também arriscada em termos de segurança energética. A diversificação através de fontes renováveis como solar, eólica, hidroelétrica e biomassa, pode ajudar a reduzir essa dependência e tornar os sistemas de energia mais resilientes (IRENA, 2020).

Finalmente, a transição para as energias renováveis pode gerar empregos sustentáveis. Segundo um relatório da IRENA (2021), a energia renovável poderia empregar mais de 42 milhões de pessoas globalmente até 2050, quatro vezes mais que os empregos no setor em 2020. Esses empregos não apenas ajudam a impulsionar a economia, mas também são essenciais para uma transição energética justa, garantindo que os benefícios da transição para as energias renováveis sejam compartilhados amplamente.

Para uma visão mais lúdica e empolgante da revolução das energias renováveis, o documentário "The Age of Renewable Energy" (2022) é uma boa referência. O filme mostra como a energia renovável está transformando

---

<sup>12</sup> Referências:

1. IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report.
2. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020). Renewable Power Generation Costs in 2019.
3. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2021). World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway.
4. "Energias Renováveis" (<https://www.youtube.com/watch?v=M60dwtNk6sY>). Documentário.



comunidades ao redor do mundo e impulsionando a luta contra as mudanças climáticas.

### **3. Como podemos discutir os desafios associados às energias renováveis, como a intermitência e a necessidade de infraestrutura adequada para sua implementação em larga escala<sup>13</sup>?**

Embora as energias renováveis sejam essenciais para combater as mudanças climáticas e diversificar a matriz energética, elas também apresentam desafios significativos. Entre os mais notáveis, estão a intermitência de algumas fontes de energia renovável e a necessidade de infraestrutura adequada para sua implementação em larga escala.

A intermitência é uma característica de certas fontes de energia renovável, como a solar e a eólica, que não produzem energia de maneira constante, mas variam de acordo com a luz do sol e a velocidade do vento (IRENA, 2015). Isso representa um desafio para a integração dessas energias no sistema de energia, que precisa ser capaz de atender à demanda a qualquer momento. Isso pode ser particularmente problemático em sistemas energéticos que dependem fortemente dessas fontes intermitentes. A solução passa pelo desenvolvimento de tecnologias de armazenamento de energia eficientes e acessíveis, que podem armazenar o excesso de energia produzido em períodos de pico e liberá-la quando a produção é baixa (Twidell & Weir, 2015).

Além disso, a implementação de energias renováveis em larga escala requer a construção e aprimoramento de infraestruturas adequadas. Isso inclui não apenas geradores de energia renovável, mas também redes de transmissão e distribuição capazes de lidar com a natureza descentralizada da produção de energia renovável. Também é necessário um investimento

---

<sup>13</sup> Referências:

1. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2015). Battery Storage for Renewables: Market Status and Technology Outlook.
2. Twidell, J., & Weir, T. (2015). Renewable Energy Resources. ([https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=P9JJEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=2.+Twidell,+J.,+%26+Weir,+T.,+\(2015\).+Renewable+Energy+Resources&ots=pJ9RxmT2dn&sig=L1NZwpa7FuTkf/Wp1nMmOCqVAAc#v=onepage&q=2.%20Twidell%2C%20J.%2C%20%26%20Weir%2C%20T.%20\(2015\).%20Renewable%20Energy%20Resources&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=P9JJEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=2.+Twidell,+J.,+%26+Weir,+T.,+(2015).+Renewable+Energy+Resources&ots=pJ9RxmT2dn&sig=L1NZwpa7FuTkf/Wp1nMmOCqVAAc#v=onepage&q=2.%20Twidell%2C%20J.%2C%20%26%20Weir%2C%20T.%20(2015).%20Renewable%20Energy%20Resources&f=false))
3. Jacobson, M. Z., Delucchi, M. A., Bauer, Z. A. F., Goodman, S. C., Chapman, W. E., Cameron, M. A., Bozonnat, C., Chobadi, L., Clonts, H. A., Enevoldsen, P., Juhl, R. B., Koomey, J. G., Pellow, M. A., Plea, Q., Shu, S., Feliciano, D., Verma, P., & Willner, S. (2018). 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World. *Joule*, 2(1), 118-119. ([https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351\(17\)30012-0?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2542435117300120%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(17)30012-0?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2542435117300120%3Fshowall%3Dtrue))



significativo em pesquisa e desenvolvimento para continuar aprimorando a eficiência e a eficácia das tecnologias de energia renovável (Jacobson et al., 2018).

Apesar desses desafios, as vantagens das energias renováveis tornam crucial a busca por soluções para superá-los. A combinação de políticas de apoio, pesquisa contínua e cooperação global é necessária para garantir que as energias renováveis possam desempenhar seu papel na transição para um sistema de energia sustentável.

#### **4. Quais são os exemplos bem-sucedidos de países e comunidades que estão adotando energias renováveis como soluções viáveis<sup>14</sup>?**

A transição para as energias renováveis já é uma realidade em vários lugares do mundo, com países e comunidades adotando essas fontes de energia como soluções viáveis para a produção de energia limpa e sustentável.

Um exemplo notável é a Dinamarca, que tem como meta se tornar independente dos combustíveis fósseis até 2050. O país já é um líder mundial em energia eólica, com quase 50% de sua eletricidade proveniente dessa fonte em 2019, conforme destacado em uma reportagem da BBC Brasil (2019).

Outro exemplo é a Costa Rica, que gera mais de 98% de sua eletricidade a partir de fontes renováveis, incluindo hidrelétricas, geotérmicas, solares e eólicas, segundo o Instituto Costarricense de Eletricidade (ICE, 2020). O país tem como objetivo ser totalmente carbono neutro até 2050.

Em termos de comunidades, a ilha de Tilos, na Grécia, é um exemplo impressionante! Em 2017, se tornou a primeira ilha do Mediterrâneo a produzir

---

#### <sup>14</sup> Referências:

1. BBC Brasil. (2019). Como a Dinamarca quer zerar emissões de carbono até 2050. Disponível em: [https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2012/04/120409\\_dinamarca\\_energia\\_pai](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2012/04/120409_dinamarca_energia_pai)
2. Instituto Costarricense de Eletricidade (ICE). (2020). Energia renovável na Costa Rica. Disponível em: ([https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/04/150331\\_costarica\\_energia\\_limpa\\_pai](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/04/150331_costarica_energia_limpa_pai))
3. Deutsche Welle Brasil. (2017). Ilha grega de Tilos é totalmente abastecida com energia renovável. Disponível em: <https://pt.euronews.com/next/2017/11/13/a-ilha-grega-que-quer-tornar-se-autossuficiente-em-terminos-energeticos>
4. Agência Brasil. (2019). Cidade do Paraná produz energia renovável a partir de resíduos orgânicos. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/campos-gerais-sul/noticia/2022/04/09/energia-eletrica-produzida-com-lixo-organico-abastece-predios-publicos-de-ponta-grossa.ghtml#:~:text=A%20energia%20el%C3%A9trica%20produzida%20a.do%20munic%C3%ADpio%2C%20segundo%20a%20administra%C3%A7%C3%A3o.>



sua própria energia renovável, usando um sistema de energia eólica e solar, conforme relatado pela Deutsche Welle Brasil (2017).

No Brasil, a cidade de Palmas, no Paraná, também se destaca. A cidade é pioneira na geração de energia a partir de biogás, que é produzido a partir de resíduos orgânicos. A iniciativa permite que o município se beneficie de uma fonte de energia sustentável e ainda contribui para a redução da poluição e do impacto ambiental (Agência Brasil, 2019).

Esses exemplos bem-sucedidos demonstram a viabilidade das energias renováveis e a importância de políticas públicas e investimentos direcionados para essa transição energética.

#### **Parte 4: SOLUÇÕES E AÇÃO COLETIVA**

##### **1. Quais os principais acordos climáticos internacionais estabelecidos com o objetivo de combater as mudanças climáticas<sup>15</sup>?**

Alguns dos mais notáveis incluem:

- *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)*: Este é o principal tratado internacional sobre mudança climática. Adotada em 1992, estabeleceu um quadro para a ação internacional visando estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera e prevenir interferências perigosas no sistema climático.
- *Protocolo de Kyoto*: Adotado em 1997, foi o primeiro acordo vinculativo sob a UNFCCC. Estabeleceu metas e cronogramas específicos para a redução das emissões de gases de efeito estufa por parte dos países desenvolvidos.

---

<sup>15</sup> Referências:

1. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC). (2015). Acordo de Paris. Disponível em: UNFCCC.

2. Observatório do Clima. (2016). Por que o Acordo de Paris é importante? Disponível em: Risco para humanidade pode ser reduzido em até 85% se Acordo de Paris for cumprido - <https://www.oc.eco.br/publicacoes/>

3. Climate Equity Reference Project. (2018). Equidade e o Acordo de Paris. Disponível em: <https://climateequityreference.org/>

Nota: Para informações mais recentes sobre a ratificação do Acordo de Paris, consulte o site oficial da UNFCCC.



- *Acordo de Paris*: Adotado em 2015, construiu sobre a UNFCCC e o Protocolo de Kyoto. Estabelece o objetivo de limitar o aumento da temperatura global a bem abaixo de 2 graus Celsius e se esforçar para limitá-lo a 1,5 graus Celsius. Também introduz um mecanismo para aumentar a ambição das metas de redução de emissões ao longo do tempo.
- *Acordo de Copenhague*: Alcançado na COP15 em 2009, reconheceu a meta de limitar o aumento das temperaturas globais a 2 graus Celsius, embora não tenha estabelecido metas obrigatórias de redução de emissões.
- *Protocolo de Montreal*: Embora não esteja diretamente relacionado às mudanças climáticas, foi crucial para a proteção da camada de ozônio ao eliminar a produção de substâncias responsáveis pela depleção da camada de ozônio. Sua execução bem-sucedida teve um impacto indireto na mitigação das mudanças climáticas.

Esses acordos representam os esforços da comunidade internacional para combater as mudanças climáticas. Cada um tem suas próprias características e eficácia, dependendo do compromisso e da ação dos países participantes.

Com relação ao **Acordo de Paris**, em especial, trata-se de um tratado internacional adotado em 2015 durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21) da UNFCCC. Seu objetivo é combater as mudanças climáticas e seus impactos. Os principais pontos estipulados pelo Acordo incluem:

- I. Limitar o aumento da temperatura média global a bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e se esforçar para limitá-lo a 1,5°C.
- II. Definir, planejar e relatar regularmente os esforços nacionais dos países signatários para mitigar as mudanças climáticas por meio das Contribuições Determinadas Nacionalmente (NDCs).
- III. Almejar o pico das emissões de gases de efeito estufa o mais rápido possível, buscando equilibrar as fontes e os sumidouros desses gases na segunda metade do século.
- IV. Fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação aos efeitos adversos das mudanças climáticas, fornecendo apoio financeiro, técnico e de capacitação aos países em desenvolvimento.

No que diz respeito às críticas, algumas apontam que as metas do Acordo não são suficientemente ambiciosas e que falta um mecanismo formal de penalização para os países que não cumprirem suas promessas. Outra crítica se refere à insuficiência de financiamento para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas em países em desenvolvimento.



Apesar das críticas, o Acordo de Paris é amplamente reconhecido como um marco na luta contra as mudanças climáticas, representando uma consciência global da necessidade de ação urgente.

## **2. Como podemos argumentar a respeito da importância da ação individual e coletiva para a transição para uma economia de baixo carbono, levando em consideração o impacto do agronegócio nesse processo<sup>16</sup>?**

A transição para uma economia de baixo carbono é um esforço coletivo que requer a participação de todos os setores da sociedade, incluindo governos, empresas e indivíduos. Embora o agronegócio tenha um impacto significativo nas emissões de gases de efeito estufa, é importante reconhecer que as ações individuais também têm um papel importante.

Indivíduos podem contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa por meio de comportamentos sustentáveis, como a redução do consumo de carne, a escolha de meios de transporte de baixo carbono, a promoção da eficiência energética em suas residências e o apoio a empresas que adotam práticas ambientalmente sustentáveis. Estudos indicam que a adoção de dietas baseadas em vegetais pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa relacionadas à alimentação em até 70%.

Em um nível mais amplo, ações coletivas, como pressionar empresas e governos para adotarem práticas mais sustentáveis, podem ter um grande impacto. Nesse sentido, é crucial abordar o agronegócio, um setor que contribui significativamente para as emissões globais de gases de efeito estufa, principalmente por meio do desmatamento e da produção de ruminantes. A transformação para práticas mais sustentáveis no agronegócio é fundamental para alcançar uma economia de baixo carbono.

É importante lembrar que os agricultores e empresas agrícolas também enfrentam pressões econômicas e sociais, e muitas vezes precisam de apoio

---

<sup>16</sup> Referências::

Frumkin, H., et al. (2012). "Contribuição da Energia Humana à Mudança Climática." *The Lancet*, v. 379, n. 9815, p. 667-669.

Tilman, D., & Clark, M. (2014). "Dietas Globais Ligadas à Saúde e Impacto Ambiental." *Nature*, v. 515, n. 7528, p. 518-522.

Searchinger, T., et al. (2018). "Criando um Futuro Alimentar Sustentável: Um Menu de Soluções para Alimentar Quase 10 Bilhões de Pessoas até 2050." Relatório Final. World Resources Institute. Disponível em: <https://www.wri.org/our-work/project/world-resources-report> .



na transição para métodos de produção mais sustentáveis. Portanto, a ação coletiva também deve incluir o apoio a políticas que facilitem essa transição, fornecendo aos agricultores acesso a tecnologias, treinamento e recursos financeiros necessários.

### **3. Como podemos argumentar a respeito da importância das iniciativas de sustentabilidade em diferentes setores, como transporte, construção, agricultura e indústria<sup>17</sup>?**

Iniciativas de Sustentabilidade em Diferentes Setores:

- *Transporte*: No setor de transporte, há diversas iniciativas de sustentabilidade em andamento. A eletrificação da frota de veículos tem sido uma das principais estratégias, com a introdução de veículos elétricos e híbridos para reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Cidades ao redor do mundo estão investindo em infraestrutura para recarga de carros elétricos e oferecendo incentivos fiscais para a aquisição desses veículos. Além disso, programas de compartilhamento de carros e bicicletas e o investimento em transporte público de qualidade fazem parte das estratégias de sustentabilidade nesse setor.
- *Construção*: O setor da construção tem adotado várias práticas para aumentar a sustentabilidade. A utilização de materiais sustentáveis e técnicas de construção verde tem sido cada vez mais empregada. A construção de edifícios com eficiência energética, bom isolamento térmico e iluminação natural contribui para a redução do consumo de energia. Certificações como o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) têm incentivado a adoção dessas práticas.
- *Agricultura*: A agricultura sustentável é fundamental para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e da segurança alimentar. A agroecologia, que considera a interação entre os diferentes componentes do agroecossistema, é uma alternativa ao modelo

---

<sup>17</sup> Referências:

Sperling, D. (2018). Três Revoluções: Carros Elétricos, Automóveis Autônomos e Viagens Compartilhadas. Ed. Oficina de Textos.

Oliveira, D. P. (2018). Construções Sustentáveis: Edifícios Verdes. Ed. Oficina de Textos.

Altieri, M. A. (2012). Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Ed. UFRGS.

MacArthur, E. (2013). Rumo à economia circular: acelerando a escala de mudança. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Elle-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf> .



convencional de agricultura. Práticas como rotação de culturas, manejo integrado de pragas e diversificação de culturas contribuem para a resiliência e sustentabilidade da agricultura. Além disso, a agricultura orgânica, que exclui o uso de agroquímicos, é outra prática que contribui para a sustentabilidade.

- **Indústria:** No setor industrial, a economia circular é uma das principais iniciativas para promover a sustentabilidade. Esse conceito envolve o design de produtos duráveis, reutilizáveis e recicláveis, minimizando o desperdício e a necessidade de extração de novos recursos. Além disso, a eficiência energética e o uso de fontes de energia renováveis são aspectos relevantes para a sustentabilidade industrial.

#### **4. Como podemos argumentar a respeito da necessidade de educação (infantil, básico I e II, médio e superior) no Brasil e no mundo, e a conscientização para promover mudanças de comportamento em direção à sustentabilidade<sup>18</sup>?**

Educação e Conscientização para a Sustentabilidade:

A educação desempenha um papel crucial na formação de cidadãos conscientes e engajados na busca pela sustentabilidade. É por meio da educação, em todos os níveis, que podemos cultivar uma consciência ambiental e inculcar valores de responsabilidade e respeito pelo nosso planeta.

Desde a educação infantil e no ensino fundamental, é essencial introduzir conteúdos que abordem a importância do meio ambiente, a conservação de recursos, a problemática dos resíduos e os efeitos das mudanças climáticas. Essas questões complexas podem ser traduzidas em linguagem e atividades adequadas à idade, como projetos de jardinagem, programas de reciclagem na escola e atividades ao ar livre que estimulam a conexão com a natureza.

No ensino médio e superior, é possível aprofundar o enfoque, abordando temas como energia renovável, economia circular, desenvolvimento sustentável e as implicações socioeconômicas das mudanças climáticas. Nesses níveis, os

---

<sup>18</sup> Referências::

1. UNESCO (2019). Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370215>
2. Chawla, L. (2006). Learning to Love the Natural World Enough to Protect It. *Barn* nr. 2, 57-78.
3. Cortese, A. (2003). The Critical Role of Higher Education in Creating a Sustainable Future. *Planning for higher education*, v. 15, n. 15, p. 15-22.



estudantes podem ser incentivados a participar de projetos de pesquisa e ações comunitárias voltadas para a sustentabilidade.

A educação ambiental, tanto no Brasil quanto no mundo, não deve se limitar às salas de aula. É necessário envolver toda a sociedade nesse processo de aprendizado. Palestras, exposições, documentários e programas de TV podem desempenhar um papel importante na disseminação de conhecimentos e conscientização do público em geral.

Em resumo, a educação e a conscientização são ferramentas poderosas para promover mudanças de comportamento em direção à sustentabilidade. Ao formar cidadãos conscientes e engajados, podemos contribuir para a construção de uma sociedade mais sustentável e resiliente.

### **5. Como devemos proceder para incentivar o público a participar ativamente na busca por soluções, compartilhando dicas práticas para reduzir a pegada de carbono no dia a dia<sup>19</sup>?**

Estimular a participação ativa do público na busca por soluções para a redução da pegada de carbono requer uma abordagem multifacetada. Aqui estão algumas estratégias detalhadas para alcançar esse objetivo:

- *Educação e conscientização*: Como já mencionado, a educação é uma ferramenta fundamental para a promoção da sustentabilidade. Além de integrar temas ambientais no currículo escolar, é importante desenvolver campanhas de conscientização voltadas para o público em geral. Isso pode ser feito por meio de mídia tradicional, mídias sociais, eventos públicos, palestras e exposições. A informação deve ser apresentada de maneira clara, relevante e aplicável à vida cotidiana das pessoas.
- *Incentivos e benefícios*: As pessoas são mais propensas a mudar seus comportamentos quando percebem benefícios diretos. Isso pode incluir economias financeiras (por exemplo, redução do consumo de energia ou

---

<sup>19</sup> Referências::

1. UNESCO (2019). Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370215>
2. Gifford, R., & Nilsson, A. (2014). Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology*, 49(3), 141-157.
3. Agyeman, J., Devine-Wright, P., & Prange, J. (2009). Close to the edge, down by the river? Joining up managed retreat and place attachment in a climate changed world. *Environment and planning A*, 41(3), 509-513.
4. Cialdini, R. B., & Goldstein, N. J. (2004). Social influence: Compliance and conformity. *Annual Review of Psychology*, 55, 591-621.



escolha de produtos mais duráveis), benefícios para a saúde (por exemplo, adotando uma dieta mais baseada em vegetais ou aumentando a prática de exercícios físicos) ou benefícios sociais (por exemplo, reconhecimento público de comportamentos sustentáveis).

- *Infraestruturas e serviços de apoio*: Para facilitar comportamentos sustentáveis, é crucial ter infraestruturas e serviços adequados. Isso inclui sistemas eficientes de transporte público, acesso da população ao sistema de coleta seletiva e compostagem, e acesso a produtos e serviços sustentáveis.
- *Participação cidadã*: A participação cidadã pode ser promovida por meio de plataformas de engajamento público, onde as pessoas possam expressar suas opiniões, compartilhar ideias e colaborar em projetos de sustentabilidade. Isso pode incluir fóruns de discussão online, grupos de ação comunitária, programas de voluntariado e eventos públicos.
- *Modelagem de comportamento*: As pessoas são influenciadas pelo comportamento dos outros. Portanto, promover exemplos positivos de comportamento sustentável, seja por meio de líderes comunitários, celebridades ou pessoas comuns, pode ser uma estratégia eficaz para encorajar outros a seguirem o exemplo.

## Conclusão

O enfrentamento do aquecimento global é uma urgência de natureza coletiva, demandando transformações significativas em diversos setores da sociedade, sendo fundamental a participação ativa das políticas energéticas e a promoção da justiça energética.

No horizonte até 2030, é crucial a implementação de políticas energéticas eficientes que estimulem a transição para fontes renováveis e carbono-neutras de energia, como a biomassa. Tais políticas devem impulsionar a pesquisa e o desenvolvimento, facilitar o acesso às tecnologias limpas e fomentar a eficiência energética em todas as esferas da economia. Paralelamente, é imprescindível que sejam adotadas medidas que desestimulem a dependência contínua de combustíveis fósseis.

No entanto, ao implementar essas políticas, devemos assegurar que elas sejam pautadas pela justiça. A transição energética não deve acentuar a desigualdade social ou econômica, mas sim, atuar como um agente de mitigação. A justiça energética demanda que todos, independentemente de sua localização geográfica, status econômico ou social, tenham acesso à energia limpa, segura e acessível. Aqueles com menos recursos ou mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas necessitam receber um apoio adicional.



Além disso, o papel dos cidadãos nessa luta é insubstituível. Pequenas ações, quando adotadas coletivamente, podem ter um impacto significativo na redução das emissões de gases de efeito estufa. É fundamental um compromisso coletivo para modificar comportamentos e escolhas diárias, de forma a apoiar a sustentabilidade e minimizar nosso impacto climático.

É nesse contexto que a educação surge como uma ferramenta crucial. A formação dos cidadãos, desde cedo, sobre a importância das questões climáticas e o papel de cada indivíduo é fundamental para promover as mudanças de comportamento necessárias. Além disso, a educação é chave para o desenvolvimento de inovações em energias renováveis e para a formação de futuros líderes que poderão implementar políticas energéticas eficientes e justas.

Portanto, a mitigação das mudanças climáticas até 2030 é uma tarefa imensa que requer a colaboração de todos os segmentos da sociedade. A implementação de políticas energéticas robustas e justas, em conjunto com o uso de tecnologias renováveis como a fotovoltaica, a eólica, a biomassa, a transformação do comportamento individual e coletivo, e a utilização da educação como ferramenta de conscientização e mudança, constituem o caminho mais promissor para evitar os efeitos mais devastadores das mudanças climáticas.