



5

# A ENERGIA E SEUS IMPACTOS

Implicações socioambientais



The background image shows a vast, flat landscape of parched, cracked earth in shades of orange and brown, extending to the horizon. The sky above is a clear, vibrant blue, dotted with soft, white clouds. The overall scene conveys a sense of extreme drought and environmental hardship.

NOSSAS SOCIEDADES SE FUNDAMENTAM NA PREMISSE DA ENERGIA A BAIXO CUSTO. O BARATEAMENTO DA ENERGIA INSTAUROU UMA SÉRIE DE PADRÕES HUMANOS DE COMPORTAMENTO, PRODUÇÃO E CONSUMO, QUE HOJE NOS COLOCAM FRENTE A GRANDES DESAFIOS COMO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS, A POLUIÇÃO E O EMPOBRECIMENTO DA BIODIVERSIDADE. O PROBLEMA É QUE ESSES PADRÕES NÃO SÃO FACILMENTE ADAPTÁVEIS NO CASO DE OCORRER UMA MUDANÇA BRUSCA NA DISPONIBILIDADE OU NO USO DE FONTES DE ENERGIA CONVENCIONAIS.

EMBORA OS PROCESSOS TECNOLÓGICOS DE TRANSFORMAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ENERGIA tornem a nossa vida mais confortável, eles provocam impactos ambientais diversos, muitas vezes irreversíveis, tais como a destruição de habitats e alterações em populações e comunidades naturais.

## Os impactos ambientais

Dentro de uma visão tradicional, um impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração no meio ambiente que resulte das atividades humanas e afete o funcionamento dos sistemas. Exemplos desses impactos são frequentemente registrados e vêm sendo discutidos, como o efeito estufa, o desmatamento, a extinção de espécies e seus efeitos sobre o bem-estar humano e a saúde dos ecossistemas.

Entretanto, é importante ressaltar que existem impactos ambientais resultantes de fenômenos naturais como tempestades, terremotos, furacões, dentre outros. Estes fenômenos também ocasionam alterações nos ecossistemas, sem necessariamente originar-se de atividades humanas.

As interferências negativas do homem sobre o meio ambiente aumentaram após a Revolução Industrial, e particularmente no século XX. Esses impactos ambientais foram impulsionados pelo crescimento populacional e o aumento do consumo per capita de energia, em especial nos países industrializados. Hoje, países como Estados Unidos, China, Rússia, Índia e Japão são considerados os maiores poluidores do planeta.

O impacto no meio ambiente associado à geração de energia pode ter seus efeitos e sua magnitude restritos a uma localidade, uma região, ou ampliados globalmente.

### Exemplos de impactos ambientais e suas consequências



#### **Impactos locais**

São os impactos cujos efeitos se dão exclusivamente na área da atividade humana ou do empreendimento, como a contaminação do solo e a poluição do ar de uma localidade, pela queima do carvão de uma usina termelétrica.

*Usina termelétrica no Reino Unido.*

*A poluição do ar de uma cidade pela queima de carvão é um exemplo de impacto local.*

***Impactos regionais***

São aqueles cujos efeitos afetem diretamente a região do empreendimento ou atividade humana, na sua totalidade ou em parte, podendo se estender ao território de dois ou mais estados.

***Impactos globais***

Aqueles cujas consequências afetam todo o planeta. As mudanças climáticas decorrentes do aquecimento do globo são um exemplo. Considerado um dos maiores impactos associados à geração e ao uso de energia, esse aumento gradual da temperatura média da superfície terrestre é resultado da elevada emissão de gases de efeito estufa, principalmente o  $\text{CO}_2$ . Tais mudanças interferem negativamente na história do século XXI, fazendo com que reformulemos diversas atividades humanas, como o uso de combustíveis fósseis – petróleo, por exemplo –, as queimadas, o desmatamento.

## Os elementos das mudanças climáticas

O carbono é o elemento básico na composição de todos os organismos vivos do planeta. Átomos deste elemento encontram-se estocados na atmosfera, nos oceanos, solos e rochas sedimentares, além de estarem presentes em abundância nos combustíveis fósseis como o petróleo e o carvão mineral. A queima de matéria-prima contendo carbono gera a emissão de gás carbônico, principal gás de efeito estufa, para a atmosfera. Esse composto é também conhecido como “dióxido de carbono” ou “anidrido carbônico” e é constituído por um átomo de carbono (C) e dois átomos de oxigênio (O), sendo representado quimicamente por  $\text{CO}_2$ . Embora outros gases emitidos pelas atividades humanas, como o metano ( $\text{CH}_4$ ), os clorofluorcarbonos (CFCs), e os óxidos de nitrogênio (NO,  $\text{NO}_2$ ), possam também comprometer o equilíbrio climático do planeta, o  $\text{CO}_2$  é o principal gás de efeito estufa, e isto graças ao elevado aumento de sua concentração verificado nas últimas décadas.

***Efeito estufa***

Certos componentes da atmosfera são capazes de reter parte da radiação infravermelha do Sol, os raios UV, refletidos pela superfície terrestre, ocasionando o chamado efeito estufa. Dentre esses componentes estão o vapor d’água, o dióxido de carbono, o ozônio, o metano, e outros já citados aqui. O efeito estufa ajuda o planeta a manter uma temperatura estável, sem grande amplitude térmica. Ele é um fenômeno de vital importância. A vida na Terra, como a conhecemos, depende de uma temperatura média do planeta em torno dos  $15^\circ\text{C}$ . Sem o efeito estufa, estima-se que essa temperatura média do planeta seria de aproximadamente  $6^\circ\text{C}$  negativos.

***Aquecimento global***

O clima depende de muitos fatores, dentre eles a composição da atmosfera. Sem os gases de efeito estufa, nosso planeta seria um lugar gelado, mais parecido com Marte, onde as temperaturas médias ficam em torno de  $-23^\circ\text{C}$ . Por outro lado, com o excesso de gases de efeito estufa, a Terra se assemelharia mais a Vênus, onde as temperaturas estão em torno de  $460^\circ\text{C}$ . Para a vida adaptada às condições climáticas de nosso planeta, são cruciais as mudanças nos gases de efeito estufa.

## O efeito estufa

1. A radiação solar atravessa a atmosfera terrestre.
2. A Terra absorve a radiação solar, emitindo parte desta para o espaço, sob a forma de calor.
3. Alguns gases, como o dióxido de carbono ou metano, entre outros, impedem que esta energia escape, o que aumenta a temperatura da superfície terrestre: é o efeito de estufa.



O aquecimento global é consequência do agravamento do efeito estufa. As grandes mudanças climáticas pelas quais a Terra passou, como a Era do Gelo, que terminou há 11.500 anos, tiveram causas naturais, com variações na órbita do planeta afetando a incidência de raios solares. Nestes casos, os ciclos de aquecimento e resfriamento acontecem ao longo de milênios. Por sua rapidez e escala, as mudanças climáticas atuais configuram um episódio diferente nessa história.

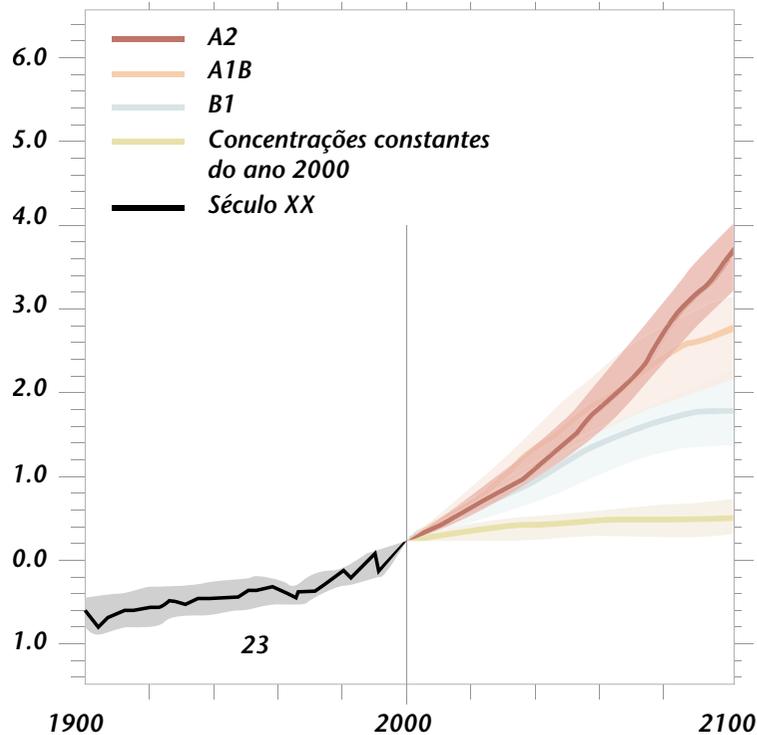
Foi a partir do século XIX que a humanidade passou a manipular a energia com mais intensidade, aumentando a emissão de gases de efeito estufa. Desde 1750, a concentração de  $\text{CO}_2$  passou de 280 ppm (partes por milhão) na atmosfera do planeta para mais de 380 ppm atuais. Um crescimento de 36%.

Foi esse acréscimo na concentração de  $\text{CO}_2$  que desencadeou o aumento da capacidade da atmosfera de reter calor. As emissões de  $\text{CO}_2$  continuam a crescer e a concentração desse gás, segundo pesquisadores, pode alcançar 550 ppm até o fim do século.

Em 2007, o quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que reúne mais de 2.500 cientistas ligados à Organização das Nações Unidas (ONU), concluiu que as emissões de gás carbônico geradas pelas atividades humanas – queima de combustíveis fósseis e queimadas, principalmente – são a principal causa do aquecimento global. As emissões de  $\text{CO}_2$  seguidas por outros gases do efeito estufa, como o metano, levaram a uma elevação de quase  $1^\circ\text{C}$  na temperatura global no último século, mais acentuadamente nos últimos 30 anos. E o quadro pode se agravar. Os cenários mais otimistas preveem um aumento de temperatura de  $1,8^\circ\text{C}$  até 2100, o que desencadeará mudanças climáticas que podem pôr em risco o equilíbrio dos ecossistemas e a sobrevivência dos seres vivos. A humanidade nunca esteve diante de um desafio tão grande quanto reverter os efeitos negativos que suas atividades causaram ao planeta.

A maior parte da comunidade científica admite cenários que resultam em aumento da temperatura média global de 1°C a 6°C, dependendo do tipo e do nível de consumo de energia que as mais importantes nações do mundo adotarem nas próximas décadas. Se os modelos estiverem corretos, o aquecimento global desencadeará fortes alterações na evaporação e na precipitação, com regimes de secas e de enchentes mais rigorosos. As consequências para a agricultura serão críticas. A saúde humana também será afetada com a expansão dos vetores de doenças tropicais. O parasita *Plasmodium*, principal agente da malária, se espalhará por novas áreas, aumentando a incidência da doença. A extinção de espécies vai acelerar. O derretimento de parte das calotas polares, ocasionando o aumento no nível dos oceanos em mais de seis metros, bem como um aumento na frequência e intensidade de furacões e tornados com alto poder destrutivo são alguns dos piores eventos catastróficos previstos. Cientistas especulam que já estamos observando o começo desses efeitos do aquecimento global. O furacão Katrina, que atingiu a cidade de Nova Orleans (EUA), em 2005, seria um exemplo disso. +

### Aquecimento da Superfície Global (°C)



Fonte: IPCC, 2000.



Para saber mais: Mudanças Climáticas da Agência de Notícias dos Direitos da Infância (Andi)  
[www.mudancasclimaticas.andi.org.br](http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br)



*Urso polar no Ártico. O derretimento das geleiras pode gerar a extinção da espécie.*

## Consequências do aquecimento global

Nenhum lugar está aquecendo mais rápido que o Ártico. As temperaturas no Polo Norte estão aumentando duas vezes mais que no resto do planeta. As calotas polares estão encolhendo e o *permafrost* – solo permanentemente congelado do Ártico – experimenta um derretimento de grandes proporções, ameaçando animais como o urso polar.

A Geleira Gangotri, no Himalaia, é outro exemplo das mudanças climáticas. Perdeu dois mil metros em 150 anos. Ela tem agora apenas 25 km. E o ritmo do derretimento está se acelerando. É do degelo da Gangotri que nasce o rio Ganges, na Índia. A redução glacial do Gangotri pode deixar sem água 500 mil pessoas e 37% da terra irrigada da Índia. Cientistas calculam que, em função do aumento do nível das águas, quando chegarmos a 2050, milhões de pessoas que vivem em deltas de rios terão sido removidas, constituindo um novo tipo de migração dos “refugiados do clima”.

As temperaturas ficarão mais baixas apenas em parte do hemisfério Norte. O resto do mundo ficará mais quente, gerando grandes alterações na disponibilidade da água, nas condições meteorológicas das regiões costeiras, no resultado da agricultura, na saúde das pessoas e no equilíbrio dos ecossistemas.

## Aquecimento global no Brasil

De acordo com o IPCC, nenhuma região do planeta escapará dos efeitos das mudanças climáticas. Simulações e pesquisas indicam que um aumento na temperatura média da região norte do Brasil possa provocar a “savanização” da Amazônia. A floresta densa e de alta biodiversidade registraria mais incêndios florestais e menor nível de água em seus rios. Uma consequência direta da savanização da Amazônia é a redução da pluviosidade na região Sudeste. Estima-se que cerca de 75% das chuvas que caem em São Paulo sejam produzidas na Amazônia. Isso afetaria diretamente a vida nos centros urbanos da região, onde moram mais de 50% da população do país.

CONSULTE A FICHA

**Número 10 – Energia e Cidadania / O aquecimento global e o homem**

Nela você encontrará sugestões para abordar este tópico e desenvolver atividades com seus alunos.

De maneira geral, os estudos indicam que as mudanças climáticas podem afetar fortemente a agricultura brasileira. A queda de produtividade e o fim da produção de uva e café em muitas regiões é um exemplo. A disponibilidade de água para a geração de energia hidrelétrica é outro aspecto da economia que pode ser impactado. Porém, o cenário mais crítico é o da região Nordeste, como aponta o estudo “Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o Nordeste brasileiro, 2000-2050”, elaborado para a Embaixada Britânica pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Universidade Federal de Minas Gerais e pelo Centro de Pesquisas René Rachou, da Fundação Oswaldo Cruz.

Segundo o estudo, o semi-árido, onde chove pouco (em média 600 milímetros por ano) e com pouca frequência, pode se transformar em algo semelhante a um deserto: mais seco, com solos mais pobres, vegetação com pouca diversidade biológica e alguns lugares inabitáveis. Com a diminuição das chuvas, menos água penetra no solo, prejudicando o reabastecimento dos reservatórios subterrâneos. Desse modo, pode haver uma redução de até 70% na recarga dos aquíferos dessa região, onde vivem cerca de 20 milhões de pessoas. Um aumento de quase 4°C como prevê o cenário mais drástico de mudanças climáticas deverá reduzir, de maneira significativa, o ritmo de crescimento da economia nordestina. O PIB continua a crescer, mas, em média, 11,4% menos do que aumentaria sem o impacto das alterações climáticas. Essa perda equivale a sacrificar cerca de dois anos de expansão da economia da região.

Essa desaceleração da economia do Nordeste, com possível queda na disponibilidade de empregos, decorrerá especialmente dos efeitos do aumento da temperatura sobre a agropecuária, base da subsistência de milhões de famílias. Em consequência, trabalhadores rurais e suas famílias se deslocarão para outras regiões de seus estados ou do país e para setores menos afetados da economia, gerando migração e deslocamento de capital.

## A camada de ozônio

Na estratosfera, situada entre 15 e 50 km de altitude, a luz do sol reage com o oxigênio para formar o ozônio, que absorve 99% da radiação ultravioleta (UV) que penetra a atmosfera. Antes de haver oxigênio, não havia camada de ozônio e a vida na Terra se restringia ao meio subaquático. A camada de ozônio funciona como um filtro solar protegendo a vida no planeta por bilhões de anos.

Nos anos 1930, o engenheiro norte-americano Thomas Midgley inventou o Freon, o primeiro dos clorofluorcarbonados (CFC), mais tarde amplamente empregado como solvente orgânico, gás para refrigeração e propelentes em extintores de incêndio e aerossóis. O CFC é derivado de hidrocarbonetos saturados obtidos mediante a substituição de átomos de hidrogênio por átomos de cloro e flúor, e veio substituir gases tóxicos e inflamáveis usados na refrigeração. A virtude dos CFCs é que são gases bastante estáveis e reagem com quase nada até que atinjam a estratosfera. Lá, eles reagem com a radiação UV, liberando agentes que quebram as moléculas de ozônio.

Várias décadas se passaram até que pudéssemos detectar com precisão o efeito dos clorofluorcarbonados. O aparecimento do buraco na camada de ozônio sobre a Antártica foi detectado pela primeira vez em 1974, mas não foi levado a sério. Somente em 1985 é que se confirmaram as suspeitas de que de fato ele existiria e, em seguida, detectaram-se outros buracos no Chile, na Austrália e em vários pontos no hemisfério Norte.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) calcula que cada 1% de perda da camada de ozônio cause 50 mil novos casos de câncer de pele e cem mil novos casos de cegueira em todo o mundo. Todas as formas de vida, inclusive as plantas, podem ser debilitadas. Acredita-se que níveis mais altos da radiação possam diminuir a produção agrícola, o que reduziria a oferta de alimentos. A vida marinha também ficaria seriamente ameaçada, em especial o plâncton (animais e vegetais microscópicos que vivem na coluna d'água). Esses organismos estão na base da cadeia alimentar marinha e absorvem mais da metade das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) do planeta.

A restauração da camada de ozônio ocorre naturalmente, porém de forma lenta, e o ritmo da destruição atual não permite a plena restauração. Em 1980, a Agência Espacial Americana (Nasa) divulgou que o buraco na camada de ozônio tinha chegado a mais de 28 milhões de quilômetros quadrados. Para lidar com esse problema, em março 1985 estabeleceu-se a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio, um esforço internacional para tratar desta questão, tal como ocorre hoje com o Protocolo de Kyoto em relação às mudanças climáticas. Metas concretas para a redução e posterior

### CONSULTE A FICHA

#### **Número 9 – Energia e Cidadania / Os clorofluorcarbonos e a destruição da camada de ozônio**

Nela você encontrará sugestões para abordar este tópico e desenvolver atividades com seus alunos.

eliminação no uso dos CFCs foram estabelecidas no Protocolo de Montreal, assinado em 16 de setembro de 1987. Esse protocolo previu o congelamento da emissão dos CFCs, a partir de 1º de julho de 2000, nos níveis registrados entre 1995 e 1997. A eliminação total está prevista para 2010.

De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente, o consumo de CFC no país caiu 95% desde 2001. A destruição potencial passou de 6.230 toneladas de ozônio em 2001 para 318 toneladas em 2007. Hoje, a maior parte da indústria está livre de CFC e o consumo e uso remanescentes desses gases estão praticamente limitados à manutenção de equipamentos domésticos e comerciais de refrigeração, condicionadores de ar automotivos, resfriadores centrífugos e nas bombinhas de asma. A derrubada do CFC, no entanto, não é definitiva. A Índia e a China são hoje ainda os maiores produtores e consumidores de CFCs.

## Soluções para o enfrentamento das mudanças climáticas

### ***Conferência Mundial do Clima***

Em 1992, o mundo deu o primeiro passo para enfrentar o problema do aquecimento global. Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, conhecida como ECO-92 ou Rio-92, foi assinada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, hoje um dos acordos com maior visibilidade no cenário internacional. O acordo busca meios de reduzir as emissões dos gases de efeito estufa que causam o aquecimento global. Esse documento também reconheceu as mudanças climáticas como problemas sérios, que devem ser combatidos por meio de uma ação global.

A Convenção-Quadro tem o propósito principal de estabilizar a concentração de gases geradores de efeito estufa na atmosfera em um nível que não coloque em risco os ecossistemas e a humanidade. Estabeleceu um conjunto de princípios e obrigações a serem adotados pelos países signatários.

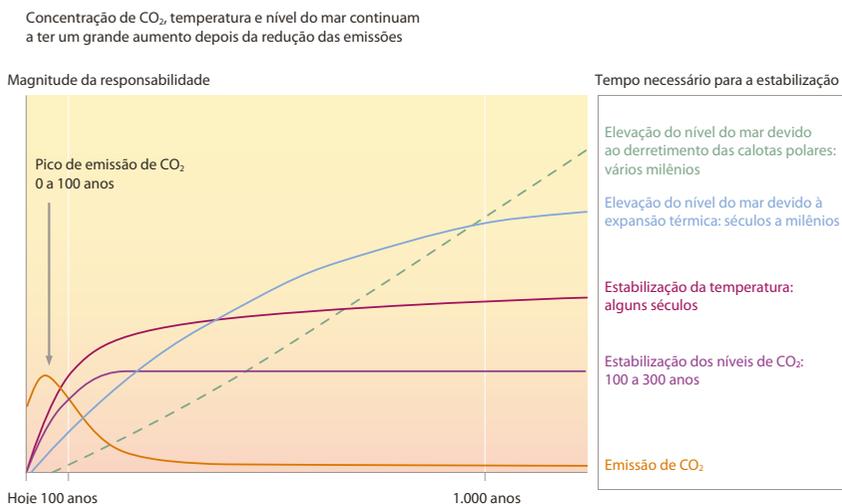
As obrigações coletivas dos signatários do acordo:

- Proteger o sistema climático com base na equidade e conforme suas responsabilidades, comuns, mas diferenciadas.
- Tomar a iniciativa no combate à mudança do clima e seus efeitos.
- Promover o desenvolvimento sustentável e as medidas de combate às mudanças do clima não devem se constituir em meio de discriminação ou restrição ao comércio internacional.

E um conjunto de obrigações para as partes:

- Os países devem elaborar e divulgar seus inventários nacionais de emissões de gases e promover programas de redução dessas emissões.
- Os países devem promover ações de educação, treinamento e conscientização sobre o problema das mudanças climáticas e também cooperar para o intercâmbio pleno, aberto e imediato de informações científicas, tecnológicas, técnicas e socioeconômicas sobre o tema.
- Os países desenvolvidos devem adotar políticas e medidas de limitação das suas emissões de gases geradores de efeito estufa e também financiar e facilitar aos países em desenvolvimento o acesso à implantação de medidas semelhantes.
- Os países devem examinar medidas para atender às necessidades específicas dos países em desenvolvimento mais ameaçados pelas mudanças climáticas (países insulares, países propensos a desastres naturais, países afetados pela desertificação), e também dos países em desenvolvimento que podem ser afetados pelas medidas de combate às mudanças do clima (aqueles altamente dependentes da renda gerada pela produção de combustíveis fósseis).
- Realização de reuniões anuais das partes signatárias da Convenção (Conference of Parties/COPs) para regulamentação e discussão da estratégia de mitigação, adaptação e estabelecimento de políticas globais.

## Cenários de estabilização frente à redução das emissões



Fonte: IPCC, 2008.

Também foi preciso estabelecer metas concretas, já que as projeções apontavam para cenários futuros em que, mesmo com a estabilização das emissões, seriam necessários até mil anos para controlar o problema do aquecimento global.

A Conferência Mundial do Clima, com base nas pesquisas dos cientistas do IPCC, trabalha com vários cenários extremos sobre o aquecimento global. Os mais importantes são descritos a seguir:

### ***Cenário otimista***

De acordo com as melhores previsões até 2100, nas quais novas políticas, tecnologias e comportamentos de consumo freiam o aumento da concentração de carbono na atmosfera, teremos um aumento médio de temperatura de cerca de 2°C. No Brasil, a elevação de temperatura fica entre 1°C e 5°C, dependendo da região do país, como mostra o Relatório de Clima do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. As chuvas serão mais intensas e irregulares nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e reduzidas no Nordeste e na Amazônia.

### ***Cenário pessimista***

Nos piores cenários, continuaremos a lançar carbono na atmosfera nos níveis atuais. A temperatura média da Terra será entre 4,5°C e 6°C mais elevada. Na hipótese do derretimento da massa de gelo da Groenlândia, o nível dos oceanos pode subir até 20 metros. No Brasil, acrescentaríamos 2°C a 8°C à temperatura média, dependendo da região. Sul, Sudeste e Centro-Oeste experimentariam aumento nas chuvas intensas e irregulares, enquanto o Nordeste e a Amazônia teriam suas chuvas reduzidas entre 15-20%.

## **Protocolo de Kyoto**

Para evitar que o futuro seguisse os piores cenários do aquecimento global, foi feito um acordo mais rígido para o controle das mudanças climáticas. Os países signatários desse documento assumiram um compromisso de redução de emissões de gases do efeito estufa. Esse acordo foi batizado de Protocolo de Kyoto. O documento foi firmado durante a terceira Conferência das Partes da Convenção (COP 3), realizada em dezembro de 1997, em Kyoto, no Japão.

O Protocolo de Kyoto prevê um calendário segundo o qual os países-membros têm a obrigação, entre 2008 e 2012, de reduzir a emissão de gases do efeito estufa em, pelo menos, 5,2% em relação aos níveis de 1990. Esse período é também chamado de "primeiro período de compromisso". A proposta é atingir um ponto de estabilização do nível de gás carbônico lançado pelo homem na atmosfera, minimizando as chances de catástrofes climáticas. A primeira fase do Protocolo entrou em vigor no dia 16 de fevereiro de 2005. Hoje, 184 países são signatários do acordo.

O Protocolo dividiu os países signatários em dois grupos:

- Aqueles constantes do **Anexo I** da Convenção: países industrializados e desenvolvidos, grandes emissores de gases de efeito estufa, no qual se encontra a União Européia, por exemplo.
- Os países do chamado **não-Anexo I**: que não têm a obrigação legal de reduzir suas emissões durante o primeiro termo do Protocolo, ou seja, até 2012. Este é o caso do Brasil, que assumiu compromissos voluntariamente.

De acordo com o Protocolo de Kyoto, somente os países do Anexo I estão obrigados a reduzir suas emissões de gases geradores de efeito estufa em 5,2% em relação aos níveis de emissão de 1990. Essa obrigação deverá ser respeitada durante o primeiro período de cumprimento do Protocolo (entre 2008 e 2012). Os Estados Unidos, maiores emissores de gases de efeito estufa do planeta, se recusaram a assinar o Protocolo de Kyoto, apesar de emitirem 22% de todo o gás carbônico lançado na

### Mapa do Protocolo de Kyoto em 2009



- Países que assinaram e ratificaram o protocolo
- Países que assinaram, mas não aprovaram a ratificação
- Países que ainda não assumiram uma posição

atmosfera. O então presidente americano George Bush (2001-2009) alegou que a redução das emissões de gases do efeito estufa inibiria o crescimento econômico norte-americano. A esperança dos países signatários do acordo é que seu sucessor, o presidente Barack Obama, cumpra a promessa de campanha de rever a posição do país em relação às políticas de controle do aquecimento global.

A última Conferência do Clima das Nações Unidas, que aconteceu em dezembro de 2009 na capital dinamarquesa, Copenhague, não conseguiu selar um pacto para frear as emissões de gases de efeito estufa. Assinou-se um acordo sem poder de lei, que determina que o aumento da temperatura do planeta deve

ficar abaixo dos 2°C neste século. Porém, o documento não explica como isso será feito na prática. Em 2010, o esforço da sociedade civil organizada será fundamental para reacender o debate em torno das questões mal resolvidas em Copenhague. +

### Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

Como definido no Artigo 12 do Protocolo de Kyoto, o MDL prevê que países signatários do Anexo 1 financiem projetos de redução ou comprem os volumes de emissões de carbono resultantes de iniciativas realizadas em países em desenvolvimento.



**Para saber mais:** Website da Conferência do Clima (COP15) em Copenhague, em espanhol: <http://es.cop15.dk/>

O MDL foi desenvolvido a partir de uma proposta brasileira que previa a criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo. Ele seria o aporte financeiro dos países desenvolvidos que não cumprissem suas metas de redução. O Fundo não ganhou a simpatia dos países desenvolvidos, mas a ideia foi rediscutida até possibilitar que os países desenvolvidos financiassem projetos de redução de emissões de carbono nos países em desenvolvimento.

O MDL é um instrumento gerador de créditos de carbono com base em projetos, nos quais se faz necessária a certificação da redução de emissão.

## Impactos das usinas hidrelétricas

As usinas hidrelétricas são consideradas uma das fontes de geração de energia mais limpas do mundo. Apesar disso, esses empreendimentos também podem causar significativos impactos ambientais. Sua grande vantagem em relação à maioria das outras opções de geração de eletricidade reside no fato de os impactos estarem mais concentrados na sua implementação do que na fase de operação. A construção de uma usina hidrelétrica pode afetar todo o ambiente em seu entorno. Esses impactos vão desde a perda de biodiversidade até mudanças no traçado dos rios envolvidos no aproveitamento energético.

A estocagem de água para a geração de energia também pode provocar inundações em imensas áreas de floresta. Neste caso, quanto maior for o represamento de água, mais severos serão os impactos ambientais. Esses lagos artificiais interferem no fluxo de rios, levam à destruição de matas, perda de habitat, além de alterar a ocupação de territorial de comunidades ao redor do empreendimento.

Outro problema é que muitas vezes não são retiradas as árvores antes da formação dos lagos artificiais. Com isso há uma grande massa de vegetação submersa que entra em processo de decomposição. Essa matéria orgânica altera a biodiversidade aquática e libera metano ( $\text{CH}_4$ ), um dos gases responsáveis pelo efeito estufa.

No Brasil, várias hidrelétricas ficaram conhecidas pelos impactos ambientais que provocaram. A usina de Balbina, no município de Presidente Figueiredo, no estado do Amazonas, é um dos casos mais ilustrativos. Sua construção começou em 1973, quando a cidade de Manaus era abastecida apenas por usinas termelétricas. Balbina, então, representava uma solução em tempos de crise do petróleo. Grupos ambientalistas se manifestaram contra o empreendimento. Previa-se que a obra causaria relevante impacto ambiental, como a mortandade de animais e a inundação de grandes áreas de floresta. A usina começou a funcionar parcialmente em 1988. Nessa época, até mesmo o governo federal reconheceria que a usina era uma verdadeira tragédia ecológica, social e econômica. A energia que a usina produzia, além de ter um alto custo, era insuficiente para abastecer até a cidade de Manaus.

Este exemplo é citado por cientistas e gestores de energia como um erro histórico. Além de seus impactos ambientais, a baixa capacidade de geração de energia em relação à área alagada são os principais problemas da usina. Com um lago de 2.360 km<sup>2</sup>, duas vezes maior que a área do município do Rio de Janeiro, o potencial energético de Balbina é de 250 MW. Com um lago de proporções parecidas, a hidrelétrica de Tucuruí, também na Amazônia, produz cerca de 4.240 MW, ou seja, 20 vezes mais!

Pesquisadores do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) estão buscando formas de capturar o metano liberado pela água que passa nas turbinas, para queimá-lo e gerar mais energia. Se tais tecnologias forem implementadas, podem ajudar as hidrelétricas a ampliar sua capacidade de produção em 50%, além de reduzir as emissões de metano.

### Transferência de populações

A exclusão social é um dos impactos menos debatidos quando se fala em geração de energia. O caso mais conhecido são as populações que precisam deixar suas moradias em razão da construção de reservatórios para grandes usinas hidrelétricas. Este problema se intensificou a partir dos anos 70, com as iniciativas governamentais de implementar projetos de grande porte. Na China, a construção da hidrelétrica de Yang-tzé desalojou cerca de 10 milhões de pessoas. Cidades com quatro mil anos de história foram demolidas e soterradas pelas águas do reservatório da hidrelétrica.

No Brasil, onde 80% da energia elétrica vêm de usinas hidrelétricas, este tipo de impacto gera muitas tensões sociais. A consequência mais comum é o surgimento de enorme massa de trabalhadores sem casa, terra ou trabalho. Muitos acabam incorporados ao movimento social dos sem-terra, outros tantos vão morar nas periferias das grandes cidades.

Estima-se que nos últimos 40 anos, 300 mil famílias perderam suas moradias. Cerca de 70% delas não receberam qualquer tipo de direito sobre a desapropriação, ficando sem alternativa de habitação. Essa situação levou à criação de uma organização social, o Movimento dos Atingidos por Barragem (MAB), entidade voltada para a defesa dos direitos e interesses dos desalojados pela construção de usinas. 



## Impactos do uso de energia sobre a saúde

O consumo de energia traz benefícios diretos para a população em geral. Com o uso de energia podemos iluminar e climatizar nossas residências, preparar e estocar alimentos, ter acesso às informações e às tecnologias dos mais variados tipos, realizar deslocamentos e trabalhos mecanizados, dentre muitas outras atividades. Esse acesso à energia tem contribuído para o aumento da expectativa de vida do homem e seu bem-estar físico e social.

Mas, conforme abordado no capítulo anterior, os processos de geração, transmissão, transporte e consumo de energia podem provocar impactos negativos sobre o ambiente. E esses danos ambientais diretos podem, em última instância, ter reflexos negativos sobre a saúde humana.

### Energia de combustíveis fósseis

As emissões atmosféricas oriundas da queima de combustíveis fósseis – e mesmo de biocombustíveis – poluem o ar que respiramos e representam uma das principais causas de doenças respiratórias nas grandes cidades. A forma mais evidente de poluição do ar rotineiramente encontrada em grandes centros urbanos são os resíduos produzidos pela queima de combustíveis, sobretudo o diesel que movimentam a frota de caminhões e ônibus.

A fumaça preta que sai dos escapamentos dos veículos a diesel é formada pela mistura de poluentes gasosos e particulados nocivos à saúde humana. Dentre eles alguns se destacam: óxidos de carbono, óxidos sulfúricos, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos aromáticos.

Cerca de 80% da fuligem – a fumaça negra que se vê saindo pelos canos de escapamento – estão carregados de substâncias inaláveis. São partículas com dimensões menores que 10  $\mu\text{m}$  que se depositam nos alvéolos de nossos pulmões. A maior parte desse material inalado tem ação tóxica e cancerígena. Quanto menor a partícula, maior a sua absorção nas trocas gasosas efetuadas pelo pulmão, levando consigo compostos nocivos que podem causar lesões não apenas locais, no sistema respiratório, mas também de ordem sistêmica, em qualquer outro órgão ou sistema do corpo humano.

Essa poluição afeta crianças e adultos e é responsável por muitas das internações hospitalares causadas por doenças respiratórias. As enfermidades mais comuns associadas à poluição são a asma, a doença pulmonar obstrutiva crônica, pneumonias, infecções do trato respiratório superior, quadros de insuficiência cardíaca, arritmias diversas e quadros isquêmicos coronarianos.

## Energia nuclear

A geração de eletricidade por meio da energia nuclear também pode oferecer riscos à saúde. Os principais problemas são os acidentes, como os vazamentos e a contaminação por material radioativo. Por ser uma energia ionizante, sua principal consequência é o desenvolvimento de cânceres. Além da explosão de Chernobyl, em 1986, outras usinas nucleares já contaminaram o meio ambiente.

No Japão, onde 70% da energia vêm de fontes nucleares, a presença de pequenos terremotos e a falta de cuidados técnicos causaram acidentes em várias centrais nucleares. Em alguns casos, houve vazamento de material radioativo no meio ambiente, como na usina subsidiária da Sumitomo Metal Mining Corporation, em Tokaimura, no ano de 1999. Um erro na manipulação do tanque de urânio provocou uma explosão e lançou radioatividade na atmosfera. O acidente contaminou 57 pessoas, entre funcionários, bombeiros e moradores das redondezas da fábrica.

Muitos dos efeitos da contaminação por radiação causam danos irreversíveis ao corpo humano. Os sintomas dependem do nível de radiação ao qual a pessoa foi exposta. Não se sabe ao certo por que algumas pessoas morrem, enquanto outras sobrevivem depois de serem expostas à mesma dose de radiação. A reação do organismo depende da saúde dos indivíduos, bem como de sua sensibilidade a infecções.



*Restos do reator da usina de Chernobyl, na Ucrânia. Foi o pior acidente em usina nuclear do mundo. Cerca de 30 mil pessoas foram contaminadas.*

Além da morte, há outros efeitos das altas doses de radiação sobre o organismo humano, como:

- Perda de cabelos e pelos.
- Esterilidade, temporária ou permanente, em homens e mulheres, dependendo da dose de radiação.
- Cataratas, decorrentes da absorção de nêutrons.
- Síndrome Aguda de Radiação, quando vários tecidos importantes e órgãos são danificados; apresentando sintomas iniciais, como náuseas, vômito, fadiga e perda de apetite.
- Mutações das células reprodutivas transmitidas aos descendentes da pessoa exposta.
- Câncer é o efeito mais significativo. Os principais tipos de câncer desenvolvidos pela exposição à radiação são os de pulmão, tireoide, seio, pele e a leucemia – comum entre sobreviventes de explosões de bombas nucleares.
- No caso das gestantes, os fetos também são prejudicados, podem ocorrer morte intrauterina, retardo do crescimento e desenvolvimento de anomalias e cânceres na infância.

## Energia elétrica

Mesmo as fontes de energia não ionizantes, como a energia elétrica que usamos em nossas casas, podem trazer prejuízos à saúde humana. Os efeitos nocivos à saúde humana seriam provocados pela exposição aos campos eletromagnéticos gerados pelas linhas de transmissão de energia elétrica.

O tema é controverso. Os efeitos da exposição a esses campos eletromagnéticos à saúde humana ainda não são de todo conhecidos. Os estudos científicos sobre o assunto são conflitantes e, no Brasil, pouco desenvolvidos. Algumas pesquisas indicam que tal exposição poderia causar doenças como distúrbios neurodegenerativos, problemas cardíacos e câncer. A leucemia em crianças é uma das principais preocupações. Certo número de evidências indica que a proximidade das residências às linhas de transmissão poderia provocar doenças.

A exposição eletromagnética a 60 Hz, espectro de frequência utilizado para a transmissão de energia elétrica, gera campos que criariam cargas elétricas na superfície do corpo humano. Ao mesmo tempo, os campos magnéticos penetrariam e criariam correntes internas no organismo. O desafio consiste em estudar como esses campos têm efeitos sobre a saúde.

Os problemas associados a esse tipo de exposição tendem a ser mais preocupantes em grandes centros urbanos como São Paulo, cidade que conta com cerca de 900 km de linhas de transmissão de alta tensão. Muitas dessas linhas passam a poucos metros de residências, sobretudo em habitações irregulares, na periferia.

Na Suécia, uma pesquisa em 500 mil residências localizadas a menos de 300 m de linhas de alta tensão mostrou que, quanto maior a proximidade das linhas, maior o risco de desenvolvimento de leucemia infantil.

A Agência Internacional para a Pesquisa do Câncer classificou os campos eletromagnéticos como “possíveis carcinogênicos” para humanos, sugerindo a proibição de linhas de transmissão de energia elétrica nas vizinhanças de escolas ou creches.



*Construção de linhas de transmissão. A proximidade desses campos magnéticos com cidades pode desencadear casos de câncer.*