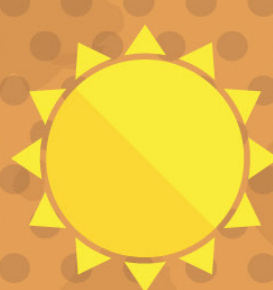
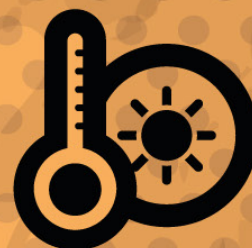


CURSO DE FORMAÇÃO DE EDUCADORES AMBIENTAIS

MÓDULO V – MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AMBIENTAIS



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria do Meio Ambiente

FICHA DA EQUIPE TÉCNICA

GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ

Camilo Sobreira de Santana

VICE-GOVERNADORA DO ESTADO DO CEARÁ

Maria Izolda Cella de Arruda Coelho

SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE

Artur José Vieira Bruno

SECRETÁRIO ADJUNTO DO MEIO AMBIENTE

Fernando Faria Bezerra

SECRETÁRIA EXECUTIVA

Maria Dias Cavalcante

COORDENADOR DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ARTICULAÇÃO SOCIAL - COEAS

Ulisses José de Lavor Rolim

ORIENTADOR DA CÉLULA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Sérgio Augusto Carvalheda Mota

ORIENTADOR DA CÉLULA DE ARTICULAÇÃO SOCIAL

Milton Alves de Oliveira

EQUIPE TÉCNICA DE ELABORAÇÃO - AMBIENTAGRO

Daniel Moreira de Oliveira Souza

Rodrigo dos Santos Silva

Déborah Praciado de Castro

Daniele Guilherme Carneiro de Araújo

Gabriela Cavalcante de Melo

Diogo Martin Ferreira Barbosa

Sávia Poliana da Silva

Lorena Silva Carvalho Freire

Beatriz Azevedo de Araújo

Cecília Perdigão Barreto

EQUIPE TÉCNICA DE ELABORAÇÃO - SEMA

Genario Azevedo Ferreira

Maria Jovelina Gomes Silva

Milton Alves de Oliveira

Sérgio Augusto Carvalheda Mota

Ulisses José de Lavor Rolim

EQUIPE DE COLABORADORES - SEMA

Emília Feitosa Freitas Mamede

Hugo de Andrade Marques

Israel Rodrigues Joca

Katiane Almeida Nogueira

Osmarina Fernandes Ferreira

Suelde de Melo Guimarães

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S1e Soluções Ambientais, Ambientagro.
CURSO MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AMBIENTAIS / Ambientagro Soluções Ambientais. –
Edição revisada e ampliada, 2017.
72 f. : il. color.
Fortaleza, 2017. Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará.

SUMÁRIO

Introdução	6
1. Clima do passado e clima do presente	7
2. Causas das mudanças climáticas	16
3. Consequências das mudanças climáticas	20
4. O cenário internacional de combate às mudanças climáticas	39
5. O cenário brasileiro de combate às mudanças climáticas	48
6. O papel da educação ambiental e da escola	60
Referências	70

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas globais, como o próprio nome pressupõe, são mudanças no clima da Terra. Apesar de também poder ter causas naturais, o fenômeno que presenciamos hoje é associado ao aumento das emissões de gases estufa na atmosfera por atividades antrópicas. Estes gases passaram a ser lançados com mais intensidade a partir da Revolução Industrial, no século XVIII, e na segunda metade do século XX, com a expansão da produção (INPE, 2018).

Mudanças climáticas e aquecimento global são fenômenos interligados, mas diferentes. Aquecimento global é o aumento propriamente dito nas temperaturas médias do planeta, ou seja, dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra, pelo efeito estufa. Este fenômeno pode ter causas naturais ou oriundas das atividades humanas. A intensificação do efeito estufa presenciado hoje é ocasionado pelas atividades antrópicas, que lançam grandes volumes de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera.

As mudanças climáticas são fruto do desequilíbrio energético do planeta decorrente do aquecimento global e tem resultados diversos, não apenas os diretamente relacionados a um aumento de temperatura, como o derretimento de calotas polares. São também consequências das mudanças climáticas as ondas de frio extremas presenciadas em alguns países, por exemplo.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (mais conhecido como IPCC, sua sigla em inglês), indica que as décadas de 1990 e 2000 foram as mais quentes dos últimos 1000 anos, e que nos próximos 100 anos pode haver um aumento da temperatura média global entre 1,8°C e 4,8°C, o suficiente para afetar de maneira significativa as atividades humanas e os ecossistemas terrestres e marinhos (INPE, 2018).



Imagem 1: Reunião do IPCC, em 2014. Fonte: Ciência e Clima, retirado de <<https://cienciaeclima.com.br/o-que-e-o-ipcc/reuniao-ipcc/>>, acesso em 20 fev. 2018.

É importante frisar que mudanças no clima não acontecem de um dia para o outro, como as mudanças no tempo, em que um dia chove e no outro faz sol. Alterações no clima do planeta envolvem escalas de tempo muito grandes, como centenas ou milhares de anos e seus impactos não são imediatos.

Por isso, para analisar alterações no clima da Terra é necessário conhecer os ciclos de temperatura presenciados em eras geológicas passadas e comparar com o que vivemos hoje, e detectar mudanças no padrão. Conhecer os motivos que impulsionam essas repetições nos grandes eventos de mudanças climáticas ao longo da história da Terra ajuda a detectar até que ponto as mudanças presenciadas nas últimas décadas são fruto da atividade humana.

1. CLIMA DO PASSADO E CLIMA DO PRESENTE

Acompanhando a variação climática da Terra nos últimos 800 mil anos, pode-se perceber diversas variações no ciclo de gelo e degelo. Todas essas variações são naturais. Nos últimos 400 mil anos, ocorreram quatro ciclos glaciais e interglaciais distintos, sendo que nos glaciais a temperatura está mais baixa e nos interglaciais, mais alta. Essa oscilação entre períodos quentes e frios no planeta é natural. Atualmente, nos encontramos em um pico interglacial cuja temperatura está aproximadamente 5°C ou 6°C mais elevada que o último pico glacial, há 20 mil anos (NOBRE; REID; VEIGA, 2012).

À primeira vista, 5°C pode parecer uma variação pequena de temperatura, mas foi suficiente para transformar a paisagem global de um lugar coberto de gelo para o que temos hoje. É por isto que os cientistas estão preocupados com as consequências de aumentos na temperatura aparentemente pequenos, como de 2°C, mas que em realidade são extremamente significativos para alterar a vida no mundo como conhecemos hoje.



Imagem 2: A Terra já passou por extremos climáticos anteriores. Na imagem está retratado um período de resfriamento intenso do planeta, a Era glacial, também conhecida como Era do Gelo. Fonte: Estudo prático. Retirado de <<https://www.estudopratico.com.br/era-glacial-pre-historia/>>, acesso em 20 fev. 2018.

Deve-se ressaltar também que no último período interglacial da Terra a temperatura estava um pouco mais alta que a atual. Contudo, o aquecimento global ocasionado pelo homem se evidencia pela velocidade com que a temperatura começou a se elevar nos últimos 150 anos, muito maior que o ritmo registrado até então, e não pela temperatura atual em si (NOBRE; REID; VEIGA, 2012).

Desde a última glaciação, há 20 mil anos, até o início do período interglacial que vivemos hoje, a Terra levou 10 mil anos para aquecer. Nas últimas duas décadas, está sendo registrado um ritmo de aquecimento 50 vezes mais rápido que o registrado nos ciclos glaciais-interglaciais naturais. Essa discrepância no padrão de velocidade de aquecimento da Terra é ocasionada pela interferência humana, ao aumentar a concentração de GEE na atmosfera por causa de suas atividades (NOBRE; REID; VEIGA, 2012).

1.1 Evidências científicas

Alguns dados científicos são evidências de que as mudanças climáticas são fruto de ação antrópica. De acordo com o quinto relatório do IPCC, de 2014, a Terra já aqueceu cerca de 0,85°C, e se as emissões de GEE continuarem a seguir a taxa atual, pode ser registrado um aumento de até 4,8°C em 2100. Esses relatórios são elaborados com base em levantamento de artigos científicos com metodologias robustas publicados em todo o mundo sobre o tema das mudanças climáticas.

Foi registrado um aumento sem precedentes na concentração de GEE na atmosfera. Somente o CO₂ registrou aumento de 40% em sua concentração se comparado com os períodos pré-industriais. Isto resulta no aquecimento dos oceanos e da atmosfera, diminuição da cobertura de gelo e neve e subida do nível do mar. Desde 1950, houve aumento no número de noites quentes e diminuição das noites frias, além de ondas de calor na Ásia, Austrália e Europa e chuvas frequentes e intensas na América do Norte e na Europa.

Estima-se com bom grau de confiabilidade que os oceanos armazenaram 90% da energia acumulada entre 1971 e 2010, ocasionando um aumento de temperatura em sua camada superficial, até 700 metros de profundidade.

O nível do mar aumentou 19 cm entre 1901 e 2010, e a estimativa é que em 2100 ele esteja muito acima do máximo registrado no último período interglacial, 5m maior que o atual. A subida do nível do mar está relacionada não só com o degelo de geleiras, mas também com a expansão térmica dos oceanos pelo aumento de temperatura.

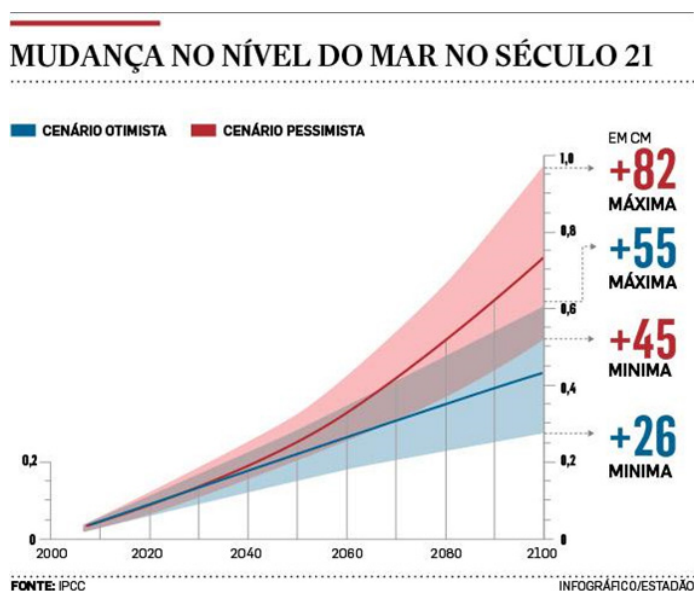


Imagem 3: Variação no nível do mar em 2100 de acordo com previsões otimistas e pessimistas contidas no 5º relatório do IPCC. Fonte: Estadão. Retirado de <<http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,concentracao-de-co2-na-atmosfera-e-a-maior-em-800-mil-anos-diz-ipcc,1079435>>, acesso em 20 fev. 2018.

O Ártico sofreu degelo de 4,1% de 1979 a 2012, e a camada de solo permanentemente congelada da Sibéria (conhecida como permafrost siberiano) tem sofrido redução considerável em sua espessura e extensão. Além disso, estão sendo registradas perdas na cobertura de gelo também na Groelândia e nas geleiras em quase todo o mundo.



Imagem 4: Permafrost – camada de gelo sob o solo. Fonte: Eco4U. Retirado de <<https://eco4u.wordpress.com/2012/11/28/por-que-as-mudancas-climaticas-podem-ser-catastroficas-para-a-russia/>>, acesso em 20 fev. 2018.

As evidências científicas e práticas das mudanças climáticas assumem papel fundamental na tomada de decisões e na adoção de medidas de mitigação. Mesmo sendo um problema alertado há, pelo menos, 50 anos pela academia, para a população e para os governantes mundiais, as consequências do aquecimento global pareciam uma realidade abstrata e distante naquela época. Atualmente, já estamos vivenciando os efeitos do lançamento excessivo de GEE na atmosfera, e uma completa mudança de postura global é necessária para reduzir ao máximo os impactos negativos das alterações do clima terrestre, uma vez que de 15% a 40% do CO₂ emitido permanece na atmosfera por mais de 1000 anos (IPCC, 2014).

Leitura Complementar

Quinto relatório do IPCC mostra intensificação das mudanças climáticas

Caso as emissões de gases do efeito estufa continuem crescendo às atuais taxas ao longo dos próximos anos, a temperatura do planeta poderá aumentar até 4,8 graus Celsius neste século –

o que poderá resultar em uma elevação de até 82 centímetros no nível do mar e causar danos importantes na maior parte das regiões costeiras do globo.

O alerta foi feito pelos cientistas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), da Organização das Nações Unidas (ONU), que divulgaram no dia 27 de setembro de 2013, em Estocolmo, na Suécia, a primeira parte de seu quinto relatório de avaliação (AR5). Com base na revisão de milhares de pesquisas realizadas nos últimos cinco anos, o documento apresenta as bases científicas da mudança climática global.

De acordo com Paulo Artaxo, professor do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) e um dos seis brasileiros que participaram da elaboração desse relatório, foram simulados quatro diferentes cenários de concentrações de gases de efeito estufa, possíveis de acontecer até o ano de 2100 – os chamados “Representative Concentration Pathways (RCPs)”.

“Para fazer a previsão do aumento da temperatura são necessários dois ingredientes básicos: um modelo climático e um cenário de emissões. No quarto relatório (divulgado em 2007), também foram simulados quatro cenários, mas se levou em conta apenas a quantidade de gases de efeito estufa emitida. Neste quinto relatório, nós usamos um sistema mais completo, que leva em conta os impactos dessas emissões, ou seja, o quanto haverá de alteração no balanço de radiação do sistema terrestre”, explicou Artaxo, que está em Londres para a FAPESP Week London, onde participou de um painel sobre mudança climática.

O balanço de radiação corresponde à razão entre a quantidade de energia solar que entra e que sai de nosso planeta, indicando o quanto ficou armazenada no sistema terrestre de acordo com as concentrações de gases de efeito estufa, partículas de aerossóis emitidas e outros agentes climáticos.

O cenário mais otimista prevê que o sistema terrestre armazenará 2,6 watts por metro quadrado (W/m^2) adicionais. Nesse caso, o aumento da temperatura terrestre poderia variar entre $0,3^\circ\text{C}$ e $1,7^\circ\text{C}$ de 2010 até 2100 e o nível do mar poderia subir entre 26 e 55 centímetros ao longo deste século.

“Para que esse cenário acontecesse, seria preciso estabilizar as concentrações de gases do efeito estufa nos próximos 10 anos e atuar para sua remoção da atmosfera. Ainda assim, os modelos indicam um aumento adicional de quase 2°C na temperatura – além do $0,9^\circ\text{C}$ que nosso planeta já aqueceu desde o ano 1750”, avaliou Artaxo.

O segundo cenário (RCP4.5) prevê um armazenamento de $4,5 \text{ W/m}^2$. Nesse caso, o aumento da temperatura terrestre seria entre $1,1^\circ\text{C}$ e $2,6^\circ\text{C}$ e o nível do mar subiria entre 32 e 63 centímetros. No terceiro cenário, de $6,0 \text{ W/m}^2$, o aumento da temperatura varia de $1,4^\circ\text{C}$ até $3,1^\circ\text{C}$ e o nível do mar subiria entre 33 e 63 centímetros.

Já o pior cenário, no qual as emissões continuam a crescer em ritmo acelerado, prevê um armazenamento adicional de $8,5 \text{ W/m}^2$. Em tal situação, segundo o IPCC, a superfície da Terra poderia aquecer entre $2,6^\circ\text{C}$ e $4,8^\circ\text{C}$ ao longo deste século, fazendo com que o nível dos oceanos aumente entre 45 e 82 centímetros.

[...]

Segundo Artaxo, o aquecimento das águas marinhas tem ainda outras consequências relevantes,

que não eram propriamente consideradas nos modelos climáticos anteriores. Conforme o oceano esquenta, ele perde a capacidade de absorver dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera. Se a emissão atual for mantida, portanto, poderá haver uma aceleração nas concentrações desse gás na atmosfera.

“No relatório anterior, os capítulos dedicados ao papel dos oceanos nas mudanças climáticas careciam de dados experimentais. Mas nos últimos anos houve um enorme avanço na ciência do clima. Neste quinto relatório, por causa de medições feitas por satélites e de observações feitas com redes de boias – como as do Projeto Pirata que a FAPESP financia no Atlântico Sul –, a confiança sobre o impacto dos oceanos no clima melhorou muito”, afirmou Artaxo.

[...]

Ao analisar as mudanças já ocorridas até o momento, os cientistas do IPCC afirmam que as três últimas décadas foram as mais quentes em comparação com todas as anteriores desde 1850. A primeira década do século 21 foi a mais quente de todas. O período entre 1983 e 2012 foi “muito provavelmente” (90% de probabilidade) o mais quente dos últimos 800 anos. Há ainda cerca de 60% de probabilidade de que tenha sido o mais quente dos últimos 1.400 anos.

No entanto, o IPCC reconhece ter havido uma queda na taxa de aquecimento do planeta nos últimos 15 anos – passando de 0,12 °C por década (quando considerado o período entre 1951 e 2012) para 0,05°C (quando considerado apenas o período entre 1998 e 2012).

De acordo com Artaxo, o fenômeno se deve a dois fatores principais: a maior absorção de calor em águas profundas (mais de 700 metros) e a maior frequência de fenômenos La Niña, que alteram a taxa de transferência de calor da atmosfera aos oceanos. “O processo é bem claro e documentado em revistas científicas de prestígio. Ainda assim, o planeta continua aquecendo de forma significativa”, disse.

Há 90% de certeza de que o número de dias e noites frios diminuíram, enquanto os dias e noites quentes aumentaram na escala global. E cerca de 60% de certeza de que as ondas de calor também aumentaram. O relatório diz haver fortes evidências de degelo, principalmente na região do Ártico. Há 90% de certeza de que a taxa de redução da camada de gelo tenha sido entre 3,5% e 4,1% por década entre 1979 e 2012.

As concentrações de CO₂ na atmosfera já aumentaram mais de 20% desde 1958, quando medições sistemáticas começaram a ser feitas, e cerca de 40% desde 1750. De acordo com o IPCC, o aumento é resultado da atividade humana, principalmente da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento, havendo uma pequena participação da indústria cimenteira.

Para os cientistas há uma “confiança muito alta” (nove chances em dez) de que as taxas médias de CO₂, metano e óxido nitroso do último século sejam as mais altas dos últimos 22 mil anos. Já mudanças na irradiação solar e a atividade vulcânica contribuíram com uma pequena fração da alteração climática. É “extremamente provável” (95% de certeza) de que a influência humana sobre o clima causou mais da metade do aumento da temperatura observado entre 1951 e 2010.

“Os efeitos da mudança climática já estão sendo sentidos, não é algo para o futuro. O aumento de ondas de calor, da frequência de furacões, das inundações e tempestades severas, das variações bruscas entre dias quentes e frios provavelmente está relacionado ao fato de que o sistema climático

está sendo alterado”, disse Artaxo.

Impacto persistente

Na avaliação do IPCC, muitos aspectos da mudança climática vão persistir durante muitos séculos mesmo se as emissões de gases-estufa cessarem. É “muito provável” (90% de certeza) que mais de 20% do CO₂ emitido permanecerá na atmosfera por mais de mil anos após as emissões cessarem, afirma o relatório.

“O que estamos alterando não é o clima da próxima década ou até o fim deste século. Existem várias publicações com simulações que mostram concentrações altas de CO₂ até o ano 3000, pois os processos de remoção do CO₂ atmosférico são muito lentos”, contou Artaxo.

Para o professor da USP, os impactos são significativos e fortes, mas não são catastróficos. “É certo que muitas regiões costeiras vão sofrer forte erosão e milhões de pessoas terão de ser removidas de onde vivem hoje. Mas claro que não é o fim do mundo. A questão é: como vamos nos adaptar, quem vai controlar a governabilidade desse sistema global e de onde sairão recursos para que países em desenvolvimento possam construir barreiras de contenção contra as águas do mar, como as que já estão sendo ampliadas na Holanda. Quanto mais cedo isso for planejado, menores serão os impactos socioeconômicos”, avaliou.

Os impactos e as formas de adaptação à nova realidade climática serão o tema da segunda parte do quinto relatório do IPCC, previsto para ser divulgado em janeiro de 2014. O documento contou com a colaboração de sete cientistas brasileiros. Outros 13 brasileiros participaram da elaboração da terceira parte do AR5, que discute formas de mitigar a mudança climática e deve sair em março.

De maneira geral, cresceu o número de cientistas vindos de países em desenvolvimento, particularmente do Brasil, dentro do IPCC. “O Brasil é um dos países líderes em pesquisas sobre mudança climática atualmente. Além disso, o IPCC percebeu que, se o foco ficasse apenas nos países desenvolvidos, informações importantes sobre o que está acontecendo nos trópicos poderiam deixar de ser incluídas. E é onde fica a Amazônia, um ecossistema-chave para o planeta”, disse Artaxo.

No dia 9 de setembro, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) divulgou o sumário executivo de seu primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN1). O documento, feito nos mesmos moldes do relatório do IPCC, indica que no Brasil o aumento de temperatura até 2100 será entre 1° e 6 °C, em comparação à registrada no fim do século 20. Como consequência, deverá diminuir significativamente a ocorrência de chuvas em grande parte das regiões central, Norte e Nordeste do país. Nas regiões Sul e Sudeste, por outro lado, haverá um aumento do número de precipitações.

“A humanidade nunca enfrentou um problema cuja relevância chegasse perto das mudanças climáticas, que vai afetar absolutamente todos os seres vivos do planeta. Não temos um sistema de governança global para implementar medidas de redução de emissões e verificação. Por isso, vai demorar ainda pelo menos algumas décadas para que o problema comece a ser resolvido”, opinou Artaxo.

Para o pesquisador, a medida mais urgente é a redução das emissões de gases de efeito estufa – compromisso que tem de ser assumido por todas as nações. “A consciência de que todos habitamos

o mesmo barco é muito forte hoje, mas ainda não há mecanismos de governabilidade global para fazer esse barco andar na direção certa. Isso terá que ser construído pela nossa geração”, concluiu.

Fonte: Agência Fapesp, 2013, retirado de <http://agencia.fapesp.br/quinto_relatorio_do_ipcc_mostra_intensificacao_das_mudancas_climaticas/17944/>, acesso em 19 fev. 2018.

Saiba mais

Síntese do quinto relatório do IPCC, 2014, em português:

http://www.iee.usp.br/sites/default/files/Relatorio_IPCC_portugues_2015.pdf

Resumo

As mudanças climáticas globais, como o próprio nome pressupõe, são mudanças no clima da Terra. Apesar de também poder ter causas naturais, o fenômeno que presenciamos hoje é associado ao aumento das emissões de gases estufa na atmosfera por atividades antrópicas.

Mudanças climáticas e aquecimento global são fenômenos interligados, mas diferentes. Aquecimento global é o aumento propriamente dito nas temperaturas médias do planeta, ou seja, dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra, pelo efeito estufa.

As mudanças climáticas são fruto do desequilíbrio energético do planeta decorrente do aquecimento global e tem resultados diversos.

Acompanhando a variação climática da Terra nos últimos 800 mil anos, pode-se perceber diversas variações no ciclo de gelo e degelo. Todas essas variações são naturais. Esta oscilação entre períodos quentes e frios no planeta é natural. Atualmente, nos encontramos em um pico interglacial cuja temperatura está aproximadamente 5°C ou 6°C mais elevada que o último pico glacial, há 20 mil anos. À primeira vista, 5°C pode parecer uma variação pequena de temperatura, mas foi suficiente para transformar a paisagem global de um lugar coberto de gelo para o que temos hoje.

Deve-se ressaltar também que no último período interglacial da Terra a temperatura estava um pouco mais alta que a atual. Contudo, o aquecimento global ocasionado pelo homem se evidencia pela velocidade com que a temperatura começou a se elevar nos últimos 150 anos, muito maior que o ritmo registrado até então, e não pela temperatura atual em si.

Foi registrado um aumento na sem precedentes na concentração de GEE na atmosfera. Somente o CO₂ registrou aumento de 40% em sua concentração se comparado com os períodos pré-industriais. Isto resulta no aquecimento dos oceanos e da atmosfera, diminuição da cobertura de gelo e neve e subida do nível do mar.

O Ártico sofreu degelo de 4,1% de 1979 a 2012, e a camada de solo permanentemente congelada da Sibéria (conhecida como permafrost siberiano) tem sofrido redução considerável em sua espessura e extensão.

As evidências científicas e práticas das mudanças climáticas assumem papel fundamental na tomada de decisões e na adoção de medidas de mitigação.

This image shows a single page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, leaving small margins at the top and bottom. There is no handwriting or other markings on the paper.

2. CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas são fruto do aquecimento global, que, por sua vez, são fruto do agravamento do efeito estufa. O efeito estufa é um fenômeno natural no qual parte da energia solar que chega à Terra, que seria irradiada de volta ao espaço, permanece na atmosfera devido à presença de gases de efeito estufa, que mantêm a temperatura do planeta em níveis que possibilitam a vida no planeta. Os três principais GEE são o gás carbônico (CO_2), o gás metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). O problema que vivenciamos hoje se deve ao agravamento do efeito estufa pelo aumento na concentração de GEE na atmosfera, desestabilizando os processos naturais de troca de calor, causando aquecimento global (O ECO, 2013).

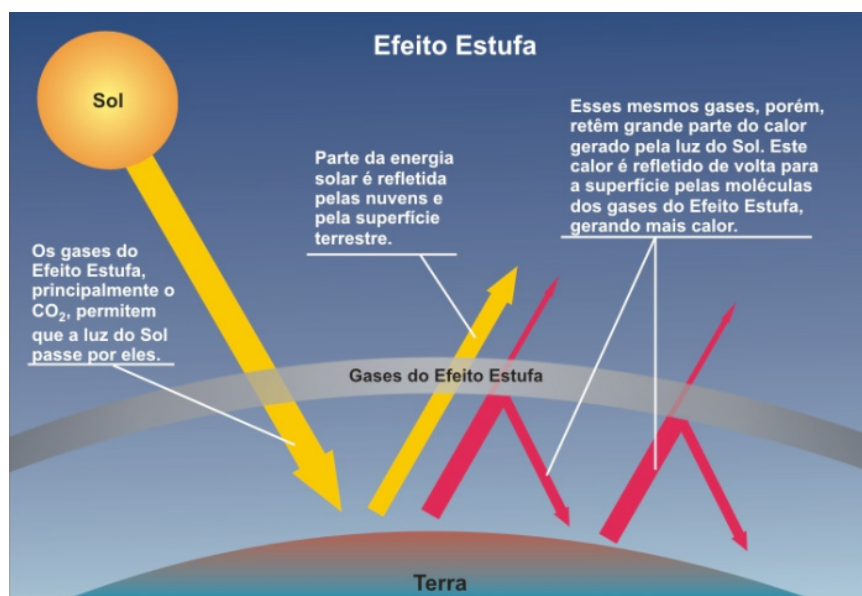


Imagem 5: Esquema simplificado do Efeito Estufa. Fonte: Sequestrar Carbono. Retirado de <<https://sequestrarcarbono.com/efeito-estufa/>>, acesso em 20 fev. 2018.

A influência da atividade humana sobre o clima é complexa, fruto do que consumimos, do que comemos, do tipo de energia que produzimos e utilizamos, se vivemos no campo ou na cidade, da nossa idade e do nosso poder aquisitivo (JACOBI et al., 2011). Isto porque nosso modo de vida reflete diretamente na maior ou menor emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera.

Um dos grandes desafios que dificultam a mudança de atitudes culturais para combater as mudanças climáticas é falta de percepção das conexões diretas existentes entre nossas ações cotidianas e a emissão de GEE. Os resíduos que descartamos influenciam no aumento do nível do mar; os meios de transporte que optamos diariamente podem aumentar a temperatura da Terra; o desmatamento da Mata Atlântica e da Amazônia pode refletir em desertificação no Sul do país (JACOBI et al., 2011). Nos falta a noção de todo e de pertencimento à Natureza para perceber que as causas das mudanças climáticas são diversas, e mais próximas da nossa realidade do que imaginamos.

As principais atividades humanas que causam o aquecimento global são a queima de combustíveis fósseis (derivados do petróleo, carvão mineral e gás natural), o desmatamento e a conversão do uso do solo, a pecuária e o descarte de resíduos sólidos (WWF, 2018).

A queima de combustíveis fósseis para a geração de energia, para atividades industriais e no transporte são a principal forma de emissão de GEE para a atmosfera atualmente, contribuindo com 80% das emissões de CO₂ para a atmosfera (MMA, 2018).



Imagem 6: Ao andarmos de carro, estamos contribuindo para a emissão de GEE para a atmosfera, pela queima do combustível. Fonte: Sustentabilidade blog. Retirado de < <https://sustentabilidade.blog/poluicao/combustiveis-fosseis/>>, acesso em 20 fev. 2018.

O desmatamento também contribui para as mudanças climáticas uma vez que árvores são responsáveis por retirar grandes volumes de CO₂ da atmosfera no processo de fotossíntese. Além disso, em seu processo de decomposição há liberação de grandes volumes de metano, ou de carbono resultante da queima dessas árvores. Podemos relacionar ao desmatamento e as queimadas à conversão do uso do solo, que consiste em retirada da vegetação nativa para transformar o local em área de pastagem, por exemplo, alterando o ciclo do carbono, e aumentando as emissões de CO₂ (JACOBI et al., 2015).



Imagem 7: Desmatamento na Amazônia e conversão do uso do solo para pastagem. Fonte: Época. Retirado de <<https://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/10/1-bilhao-de-arvores-foram-derrubadas-na-amazonia-para-pastos-hoje-abandonados.html>>, acesso em 20 fev. 2018.

A pecuária é fonte de óxido nitroso e de metano para a atmosfera. O óxido nitroso é proveniente, principalmente, da decomposição dos resíduos animais, transformando o nitrogênio dos nitratos em

suas formas gasosas através da atividade bacteriana. Estima-se que a criação de bovinos e suínos para fins comerciais seja responsável por lançar 1,6 milhões de toneladas por ano de nitrogênio na atmosfera. O gás metano é oriundo do processo de digestão de animais ruminantes, como os bovinos, ovinos e caprinos. É liberado para a atmosfera através da flatulência dos animais. Estima-se que 6% de todo o alimento consumido pelo gado no mundo se converta em metano (SBV, 2018).

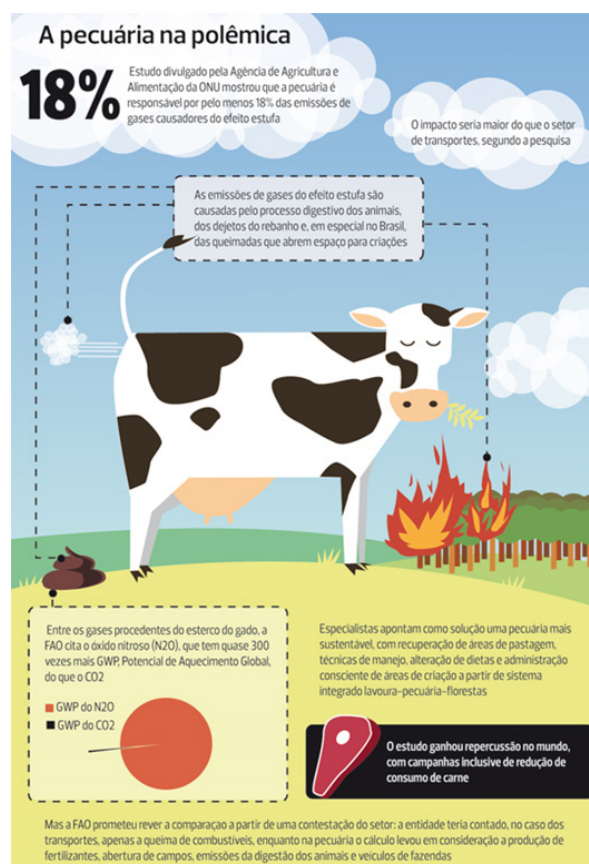


Imagem 8: Contribuição da pecuária na emissão de GEE para a atmosfera. Fonte: Correio 24h.

O descarte de resíduos sólidos aumenta a concentração de GEE na atmosfera. Quando em lixões ou aterros, o processo de decomposição anaeróbica da matéria orgânica libera gás metano e as emissões perduram vários anos após a disposição do lixo nestes locais. Quando incinerados, os resíduos emitem gás carbônico e óxido nítrico no processo de queima (IMAFLOA; ICLEI, 2014).

This image shows a single page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, leaving small margins at the top and bottom. There is no handwriting or other markings on the paper.

3. CONSEQUÊNCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas se caracterizam pela interação complexa e constante de diferentes fatores naturais, resultando em um fenômeno instável, irreversível e não-linear, com consequências diversas (REIS; SILVA, 2017). Os efeitos das mudanças climáticas são gatilho para migrações em massa, destruição de meios de sustento, alterações na economia e no desenvolvimento de países e até na acentuação da desigualdade entre os sexos, uma vez que homens e mulheres tem acesso desigual a direitos e oportunidades (JACOBI et al., 2011).

O Brasil, assim como os demais países, sofre os efeitos das mudanças globais, com impactos nos ecossistemas naturais, na distribuição de biomas e, consequentemente, sobre a biodiversidade, os recursos hídricos e a agricultura, além de anomalias na precipitação. Sudeste e Sul sofrem os efeitos de chuvas fortes e enchentes, como desmoronamentos, inundações, mortes e deslocamento de grandes contingentes populacionais para fora das áreas de risco, conhecidos como “refugiados ambientais” (JACOBI et al. 2011).



Imagem 9: Vista aérea da cidade de Itajaí – SC, durante inundação em 2008. Foto: Filipe Araújo. Fonte: G1. Retirado de <http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,,MUL1184802-9356,00-ITAJAI+ESPERA+QUE+SEDE+DA+BRASIL+FOODS+AJUDE+A+RECUPERAR+PREJUIZO+DAS+ENCHE.html>, acesso em 20 fev. 2018.

Cenários futuros englobam climas ainda mais quentes e secos no Norte e Nordeste, decorrentes dos desmatamentos, com maior probabilidade de incêndios florestais e possível transformação de ecossistemas tropicais, como a Amazônia, em savanas e a desertificação do Nordeste brasileiro (JACOBI et al., 2011).



Imagem 10: A paisagem da Amazônia pode se assemelhar a esta no futuro, devido ao processo de savanização decorrente das mudanças climáticas e alterações no uso do solo. Fonte: Brasil Escola. Retirado de <<http://brasilecola.uol.com.br/brasil/savanizacao-amazonia.htm>>, acesso em 20 fev. 2018.

As consequências da alteração do clima são, portanto, fruto de um campo complexo, que envolve, além da dinâmica natural do clima terrestre, a interação entre ser humano e Natureza. As decisões econômicas, políticas e sociais diretamente associadas à tomada de decisão sobre mudanças climáticas fazem parte de um jogo de interesses conflituoso e controverso, envolvendo questões como ganhos econômicos por trás das negociações de redução de emissões de combustíveis fósseis e a concepção política dos governantes que se adequam ou não às medidas de mitigação (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015).

3.1 Eventos climáticos extremos e desastres naturais

O aquecimento do planeta afeta padrões regionais de precipitação e de evapotranspiração, repercutindo no regime hidrológico e biológico de todo o mundo. Essas alterações no ciclo hidrológico provocam eventos climáticos extremos, como a ocorrência de secas e inundações periódicas, aumento da frequência e intensidade de ciclones e furacões e ondas de frio (SANTOS et al., 2013).

Nos últimos anos, houve um aumento na ocorrência de eventos extremos de tempo e clima em todo o planeta, relacionados às mudanças climáticas globais. São considerados eventos extremos de tempo aqueles fenômenos atmosféricos que ocorrem com pouca frequência, como chover em um dia a média mensal de uma região (JACOBI et al., 2015).

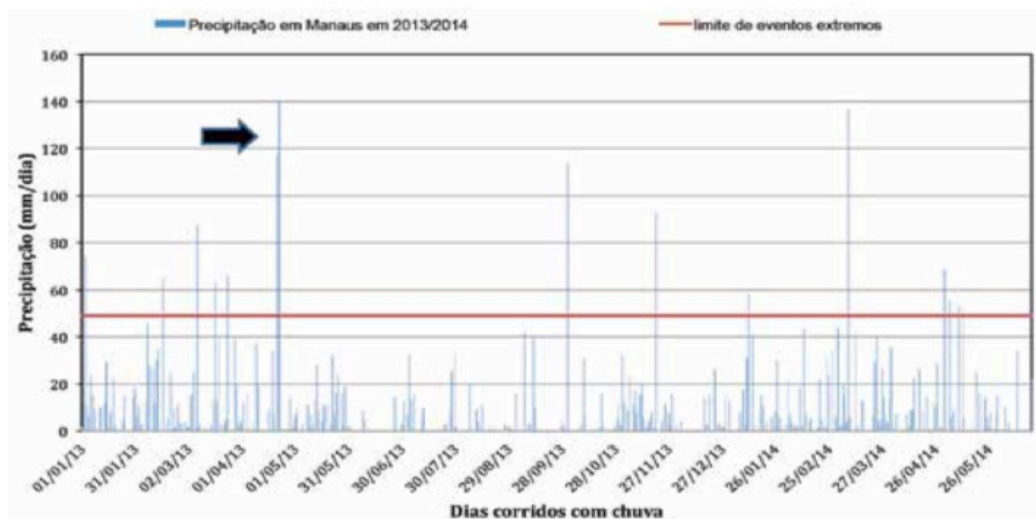


Imagem 11: Evento extremo de tempo em Manaus, em 2013/2014, com chuva diária acima da média a apontada pela seta preta. A linha vermelha demarca o limite entre evento normal de chuva e evento extremo. Fonte: Jacobi et al., 2015.

Já um evento extremo climático é fruto de uma sucessão de eventos extremos de tempo. Por exemplo, a seca registrada no Sudeste brasileiro em 2013/2014, que culminou com o esvaziamento de reservatórios de água e crise hídrica em São Paulo e outras regiões, foi um evento climático extremo pois se constituiu em uma sucessão de dias secos, com chuva abaixo da média (JACOBI et al., 2015).

Esses eventos de extremos de tempo e de clima podem causar desastres naturais, que são definidos como a ocorrência de fenômenos naturais em áreas habitadas pelo homem, causando danos. Eventos secos extremos podem causar prejuízos à agricultura, à geração de energia elétrica e ao abastecimento de água da população. Eventos de extremos chuvosos tem correlação direta com fenômenos atmosféricos como tornados e ciclones extratropicais, frentes frias e tempestades severas, e podem causar a enchente de rios, com consequente inundação áreas próximas ou cidades, deslizamentos de terra e prejuízos à agricultura, por exemplo. Ondas de frio e de calor também geram consideráveis impactos ao homem, inclusive pondo a vida das pessoas em risco, especialmente crianças, idosos e pessoas em situação de vulnerabilidade (JACOBI et al., 2015).



Imagem 12: Seca no sistema Cantareira, que abastece a cidade de São Paulo com água, 2014.

Leitura complementar

Eventos climáticos extremos exigem novo planejamento

Diante da ocorrência de eventos climáticos extremos, como estiagens significativamente mais severas que a média histórica ou chuvas mais volumosas que os registros passados, é necessária uma nova abordagem para o planejamento de gestão de recursos hídricos, não mais baseado em séries históricas, mas em cenários probabilísticos. Isso, no entanto, levará à execução de projetos mais complexos e caros, apontam especialistas.

“O Brasil tem que se preparar para eventos sempre mais extremos”, disse o professor José Marengo Orsini, coordenador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e membro do comitê científico do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da ONU (IPCC, na sigla em inglês). Segundo ele, o esvaziamento dos reservatórios, como observado em São Paulo neste ano, é exatamente o tipo de fenômeno climático extremo previsto entre os impactos do aquecimento global.

Para a professora da Escola Politécnica da USP Mônica Porto, as cidades brasileiras sequer estão preparadas para variabilidade climática conhecida, mesmo fazendo um planejamento com base em série históricas, mas precisam se adaptar para um planejamento que incorpore previsões futuras.

“Não podemos mais nos dar ao luxo de analisar a probabilidade de falha apenas pelo ponto de vista da série hidrológica histórica estacionária, mas temos que trabalhar com cenários, mudar a forma como olhamos o risco”, disse, salientando que com a previsão de ocorrência mais frequentes de eventos extremos, aumenta a exposição ao risco.

Ela admitiu que tal abordagem de planejamento resultará em projetos maiores e sistemas mais complexos e custosos, mas sugeriu que paralelamente se deveria atuar com medidas de proteção, como gestão da demanda, programas de uso racional e incentivo ao reúso e mudanças no uso e ocupação do solo.

O superintendente de planejamento de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA), Sérgio Rodrigues Ayrimoraes, defendeu que o processo de tomada de decisão de investimento deveria ganhar agilidade e ser antecipado, especialmente no caso dos projetos mais complexos. “Mesmo com um processo com tomada de decisão antecipada, (a região) não está livre de enfrentar problemas com a ocorrência de um evento extremo, mas, em existindo, possivelmente estará melhor preparada”, disse.

Ele se lembrou do estudo coordenado pela agência e concluído em 2010, o chamado Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água, que apontou a necessidade de R\$ 22 bilhões em investimentos até 2015, para garantir o abastecimento de água.

Agora, indicou a agência, está em fase de elaboração de um plano nacional de segurança hídrica que deverá definir diretrizes, conceitos e critérios que permitam a seleção e detalhamento das principais intervenções estratégicas do País para garantir oferta de água para o abastecimento humano e para uso em atividades produtivas e reduzir os riscos associados a eventos críticos, como secas e inundações. Ele não indicou, porém, quando o trabalho será concluído.

Fonte: Estadão, 2014, retirado de <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,eventos-climaticos-extremos-exigem-novo-planejamento,1587967>>, acesso em 21 fev. 2018.

Aquecimento global: o Ceará no olho do furacão

Secas prolongadas, invernos extremos, aumento de temperatura, destruição de manguezais. O aquecimento global diz a que veio no Ceará.

As mudanças climáticas causadas pelo aquecimento global dizem muito ao Ceará. O estado e sua população já sofrem com consequências das emissões desregradas de gases de efeito estufa. E o mais preocupante é que inexistem políticas locais para reverter este quadro. Assim como inexistem estratégias para se preparar para as mudanças inevitáveis nem para minimizar seus efeitos indesejados.

Quem garante é o pesquisador Alexandre Araújo Costa, doutor em Ciências Atmosféricas pela Colorado State University, com pós-doutorado na Universidade de Yale, e professor efetivo da Universidade Estadual do Ceará (Uece).

Alexandre traz para a realidade do sertão e litoral cearenses o que às vistas leigas estaria restrito às longínquas calotas polares no Hemisfério Norte. E aponta o que nos afeta no relatório do Grupo Intergovernamental de Especialistas sobre as Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) divulgado no Japão, há uma semana.

“Pelo menos quatro grandes questões levantadas pelo IPCC têm relação direta com o Ceará”, afirma o pesquisador, em entrevista ao O POVO. “A primeira é o aumento de temperatura. A segunda, as secas prolongadas. A terceira, o aumento do volume de enchentes. Por fim, a elevação no nível dos oceanos”, aponta Alexandre.

De acordo com o IPCC, o aumento da temperatura média global, que já é uma realidade, levará ao crescimento na frequência de eventos climáticos extremos em todo o planeta.

“Mesmo que nós tenhamos um aquecimento global médio de 2 graus, como está sendo considerado, ele será muito maior no interior do Nordeste. Em todos os estudos feitos até agora, as áreas continentais tendem a aquecer mais e mais rápido que os oceanos, esta é uma questão simples de física. A tendência é termos um calor extremo com mais frequência e intensidade”, analisa Alexandre.

Com o aumento da temperatura, além de períodos de seca mais rigorosos e extensos também sofreremos aqui no Ceará com tempestades mais intensas. Segundo o pesquisador da Uece, a explicação para esse fenômeno, aparentemente contraditório, é que com as altas temperaturas, as nuvens precisam de um volume maior de água evaporada para se formar, em decorrência, demoram mais para estarem “carregadas”, e, assim, quando formadas, as nuvens terão uma quantidade maior de água.

“Os dois extremos se intensificam. É seca de um lado, enchente de outro. Além de secas mais extremas, a gente também deve esperar cheias mais intensas. Nenhum dos dois é bom para a sociedade. Além do prejuízo no campo, temos as sérias consequências para a cidade, como o aumento no risco de desabamentos”, alerta Alexandre.

O relatório do IPCC também indica que os oceanos podem se elevar, globalmente, em até 84 centímetros, por conta da emissão de CO₂, até o final deste século. Alexandre acrescenta a este índice um agravante: o derretimento das calotas polares, que pode aumentar indefinidamente, ainda mais esta quantidade.

“Este aumento terá grande impacto nas zonas costeiras. Aqui no Ceará, temos muitas comunidades litorâneas que, obviamente, serão atingidas. O aumento no nível dos oceanos tem impacto significativo na dinâmica dos ecossistemas litorâneos, como os manguezais por exemplo”, frisa o pesquisador.

Uma das consequências diretas destas mudanças climáticas, sinalizada pelo IPCC, é a migração de populações afetadas por elas. Também neste ponto, o Ceará corre o risco de ser afetado, com novos fluxos migratórios daqueles que não puderem permanecer no Sertão e no Litoral.

O 5º relatório de avaliação (AR5) do IPCC foi redigido por 309 autores, e teve 436 colaboradores e 66 revisores técnicos de 70 países, depois de uma semana de trabalho em Yokohama.

Fonte: O Povo, 2014, retirado de

<<https://www20.opovo.com.br/app/opovo/dom/2014/04/05/noticiasjornaldom,3231583/aquecimento-global-o-ceara-no-olho-do-furacao.shtml>>, acesso em 31 mar. 2018.

3.2 Oceanos

Os oceanos são extremamente sensíveis às elevações de temperatura. Isso porque 90% do calor é absorvido pelos oceanos, taxa cerca de 20% maior que o absorvido pela atmosfera. Sinais do aquecimento global são vistos em todos os oceanos (WAINER, 2012), e as principais consequências deste aquecimento são a subida do nível do mar, o aumento da temperatura das camadas superficiais da água e a acidificação dos oceanos.

Os oceanos têm papel fundamental na regulação do clima do planeta e, uma vez que o

aquecimento global altera temperatura, salinidade, densidade e, consequentemente, padrões de correntes, características de massas d'água oceânicas e solubilidade dos gases na água do mar, há alterações em todo o clima global, com mudança nos padrões atmosféricos, na formação de nuvens, na ocorrência de chuvas e na intensidade dos ventos.

De acordo com o último relatório do IPCC, entre 1900 e 2012, o nível dos oceanos já subiu, em média, 20 centímetros. A elevação do nível do mar, quando na maré alta, aumenta a capacidade de erosão das áreas costeiras, além de inundar cidades litorâneas, deslocando o contingente populacional do litoral para áreas mais ao interior pelo recuo da linha de costa. A erosão do litoral também compromete ecossistemas e habitats litorâneos como praias e manguezais. Essa subida do nível do mar é causada pela expansão térmica da água pelo aumento de temperatura e pelo degelo. Além disso, com maior entrada de água salgada em direção ao continente, há a possível salinização de lençóis freáticos e alteração de ambientes antes de água doce (JACOBI et al., 2015).



Imagem 13: A erosão costeira tende a se agravar com a elevação do nível do mar. Na foto, parte do litoral cearense erodido. Fonte: Diário do Nordeste. Retirado de <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/regional/sem-terremotos-desordem-no-atlantico-sul-afeta-o-ceara-1.1821206>>, acesso em 20 fev. 2018.

Outro impacto das mudanças climáticas sobre os oceanos é a acidificação, processo que ocorre pelo aumento da concentração de CO_2 , gás que se dissolve na água do mar, reduzindo o pH dos oceanos. O CO_2 reage naturalmente com a água formando ácido carbônico, que se dissocia em íons H^+ e HCO_3^- , que são ácidos. Quando o excesso de CO_2 atmosférico é absorvido pelos oceanos, há um desequilíbrio nas reações químicas na água, ocasionando em excesso na produção de ácido carbônico, reduzindo o pH da água do mar, que é naturalmente alcalina. Essa acidificação é capaz de provocar grandes impactos na biodiversidade marinha, dissolvendo carapaças calcárias de animais, impactando o metabolismo de certas espécies e alterando a estrutura de comunidades biológicas inteiras, com reflexo em toda a teia alimentar (JACOBI et al., 2015).

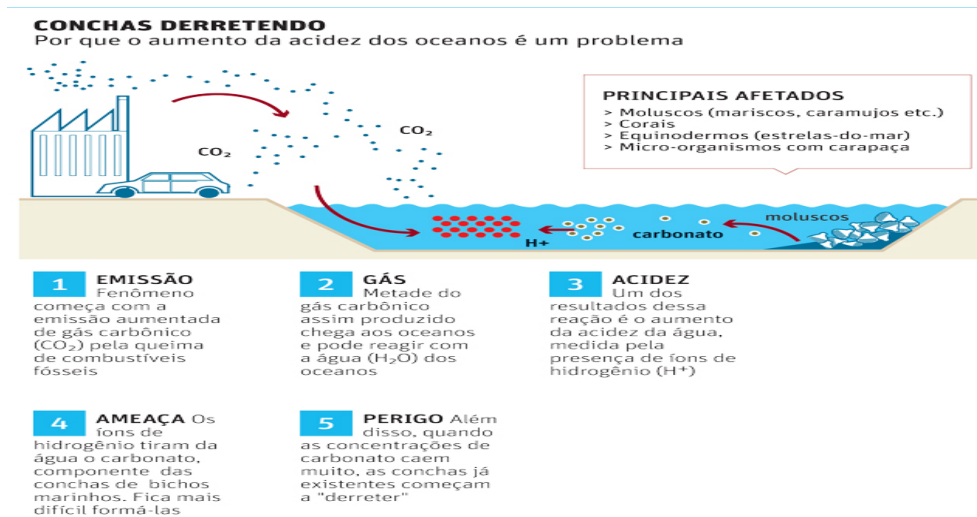


Imagem 14: Acidificação dos oceanos. Fonte: Folha. Retirado de <<http://www.tabernaculonet.com.br/blog/?p=737>>, acesso em 20 fev. 2018.

Leitura complementar

Mudanças climáticas têm grande impacto no oceano Austral (Sul)

O aumento na concentração de gases que causa o efeito estufa está diretamente relacionado com a elevação na temperatura média da atmosfera. Cerca de 90% desse calor promovido pelo aquecimento global é absorvido pelos oceanos que, por sua vez, o transportam para suas camadas mais profundas.

Desde 1955, os oceanos absorveram 20 vezes mais calor do que a atmosfera. O aquecimento dos oceanos tende a piorar, uma vez que as temperaturas globais estão aumentando. Projeções apontam que as mudanças são mais acentuadas em altas latitudes.

Segundo Ilana Wainer, professora do Departamento de Oceanografia Física do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, os oceanos são uma “espécie de ar condicionado do planeta” e o oceano Austral (Sul) – sem barreiras e com correntes intensas em resposta a ventos fortes – é peça fundamental nas mudanças do clima.

“O oceano Austral é a principal conexão entre as maiores bacias oceânicas e é também responsável pela comunicação do oceano profundo com a atmosfera, permitindo que sinais de anomalias na temperatura, por exemplo, sejam carregados das camadas superficiais para maiores profundidades. Em suma, o oceano Austral tem um papel importante nas mudanças do clima”, disse.

A pesquisadora destaca que o clima global depende diretamente das massas de água. Wainer foi uma das palestrantes na FAPESP Week Montevideo, realizada dias 17 e 18 de novembro de 2016 na capital uruguaia. O evento foi organizado pela FAPESP em colaboração com a Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM) e a Universidad de la República (UDELAR).

Um dos principais componentes do oceano Austral é a Corrente Circumpolar Antártica, que reúne o sistema composto pelas frentes Polar, Subantártica e Subtropicais.

Wainer analisou mudanças nesse sistema entre os períodos 1050 a 1950 e 1970 a 2000, por meio de um conjunto de simulações com o uso do Modelo de Sistema Terrestre do National Center for Atmospheric Research, dos Estados Unidos.

“Os resultados, considerando a média dos experimentos, revelaram que a Frente Polar se deslocou para o sul cerca de 0,7 grau de 1990 a 2000, em comparação com a média para o período de 1050 a 1950. Isso é estatisticamente significativo por ser duas vezes o desvio padrão da variabilidade de 1050 a 1950”, disse a especialista em interação oceano-atmosfera e clima que integra o Projeto Temático “Impacto do Atlântico Sul na célula de circulação meridional e no clima”, apoiado pela FAPESP.

“Esse efeito é causado pelo deslocamento para o sul da Corrente Circumpolar Antártica, que por sua vez é promovida também pelo desvio para sul da latitude onde se encontra o valor máximo do cisalhamento do vento zonal”, disse.

Cisalhamento é o fenômeno de deformação ao qual um corpo está sujeito quando as forças que sobre ele agem provocam um deslocamento em planos diferentes, mantendo o volume constante.

“Fizemos uma análise de correlação e observamos que o deslocamento para o sul da posição do valor máximo do cisalhamento do vento zonal está fortemente relacionado com alterações na região da Corrente Circumpolar Antártica no período de 1970 a 2000. As mesmas correlações para o período de 1050 a 1950, em comparação, são bem mais fracas”, disse Wainer.

Essas mudanças levam a um importante impacto ambiental, afetando, por exemplo, o nível do mar, a temperatura dos oceanos, o sequestro de carbono e as funções ecossistêmicas.

Apesquisadora participa do comitê gestor do INCT-Criosfera—um dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia sediados no Rio Grande do Sul com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e FAPERGS –, onde também contribui com pesquisas em modelagem do clima para entender o papel do gelo marinho e plataformas de gelo da Antártica na circulação do oceano e impactos climáticos. O aquecimento global tem levado ao aumento no fluxo de gelo para os oceanos.

Fonte: Agência FAPESP, 2016, retirado de <http://agencia.fapesp.br/mudancas_climaticas_tem_grande_impacto_no_oceano_austral/24342/>, acesso em 21 fev. 2018.

3.3 Biodiversidade

As alterações climáticas alteram o ambiente natural, transformando ecossistemas e o habitat de animais marinhos e terrestres. O impacto sobre os ecossistemas terrestres altera a disponibilidade de água, a fertilidade e conservação do solo e, conseqüentemente, a biodiversidade (SANTOS et al.,

2013). Os ecossistemas são compostos por relações complexas, uma vez que é difícil precisar todas as consequências à biodiversidade fruto das mudanças climáticas, mas já se afirma com certeza que as alterações nas funções e composições dos ecossistemas representam uma ameaça grave aos seres vivos do planeta (MARENGO, 2006).

As mudanças climáticas são capazes de alterar o ambiente de tal maneira que espécies podem não se adaptar o suficiente às novas condições, resultando em fenômenos de extinção em massa. Pode também beneficiar a disseminação de outras espécies adaptadas, modificando as comunidades de fauna e flora regionais. Alterações na temperatura também podem alterar rotas de migração de pássaros e outros animais terrestres, tudo isso com consequências imprevisíveis para o ecossistema global (MARENGO, 2006).

No ecossistema marinho, o fitoplâncton, organismo de base da cadeia, sofre diretamente com o aquecimento das águas do mar, com impactos em toda a teia aquática, refletindo em diminuição da ocorrência de peixes maiores, de interesse para a pesca. A alteração na temperatura também reflete em mudanças no mecanismo de determinação do sexo de tartarugas marinhas, aumentando a ocorrência de fêmeas. Há também a redução da taxa fotossintética de algas e a morte de corais, dentre outras consequências capazes de modificar a estrutura de comunidades de organismos marinhos (JACOBI et al., 2015).



Imagem 15: Branqueamento de corais na Austrália, resultado das mudanças climáticas. Fonte: Uol notícias. Retirado de <<https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2016/06/22/australia-pode-perder-um-milhao-de-turistas-por-branqueamento-de-corais.htm>>, acesso em 20 fev. 2018.

Na Caatinga, a biodiversidade é adaptada às secas. Contudo, com o agravamento do cenário de aridez, como resultado das mudanças climáticas, a vulnerabilidade das espécies tende a ser maior devido ao quadro de desertificação acelerada. O resultado é que espécies nativas estão morrendo naturalmente durante a seca, fato que não era comum, sendo observado durante a seca de 2010-2017. Desta maneira, medidas que reforcem a resiliência do bioma necessitam ser adotadas em grande escala (SEYFFARTH; RODRIGUES, 2017).

Mudanças climáticas ameaçam extinguir 1 em 6 espécies

Uma em cada seis espécies pode ser extinta se nada for feito para reverter mudanças climáticas, de acordo com analistas.

Se as emissões de carbono continuarem no ritmo atual e as temperaturas subirem 4 graus até 2100, 16% dos animais e vegetais se perderão, segundo a pesquisa. O estudo, publicado na revista científica *Science*, mostra que os riscos são maiores na América do Sul, Austrália e Nova Zelândia. Mark Urban, da Universidade de Connecticut, nos EUA, analisou dados de 131 estudos específicos sobre risco de extinção devido à mudança climática.

Alguns deles haviam sugerido que as mudanças climáticas poderiam afetar até 54% das espécies - outros diziam que quase nenhuma seria afetada.

Urban descobriu que, a cada grau que a temperatura aumenta, a taxa de perda de biodiversidade acelera. Se as temperaturas subirem 2 graus no futuro em comparação com o período pré-industrial, o risco de extinção global vai subir dos 2,8% atuais para 5,2%.

“Se o mundo não se unir e controlar as emissões de gases de efeito estufa e nós permitirmos que a Terra se aqueça consideravelmente, vamos enfrentar uma perda potencial de uma em cada seis espécies”, disse Urban.

“Muitas espécies serão capazes de mudar seu habitat e se adaptar às alterações climáticas, mas outras não conseguirão, porque seu habitat desapareceu ou porque não podem mais chegar a ele.”

Habitats únicos

Os riscos de extinção mais elevados estão previstos para a Austrália, Nova Zelândia e América do Sul, onde há muitas espécies adaptadas a habitats que não existem em outros lugares.

Comentando a pesquisa, o professor John J. Wiens, da Universidade do Arizona, disse que o risco de extinção devido a alterações climáticas pode ser ainda maior do que 16%, já que a maioria dos estudos analisados foram da Europa e América do Norte, onde os riscos de extinção são menores.

“Na América do Sul, o risco de extinção foi estimado em 23%”, disse ele.

“Infelizmente, esse número mais elevado pode refletir melhor o número de espécies que podem ser extintas devido às alterações climáticas em um nível global, se considerarmos a forma como as espécies do mundo são distribuídas.”

Mike Barrett, diretor de Ciência e Política da WWF-UK, disse que as descobertas ecoam seu relatório *Planeta Vivo*, que constatou que populações de espécies de vertebrados caíram pela metade desde 1970.

“Este relatório olha para a frente e descobre que muitas espécies estão ameaçadas de extinção se não formos capazes de combater as alterações climáticas.”

3.4 Cidades, economia e saúde humana

O aquecimento global altera também a dinâmica das cidades, a economia e a saúde humana. Os impactos na economia podem ser sentidos pelo aumento dos gastos com medidas de adaptação, pela redução da produção agrícola e da pesca, pelos impactos negativos no turismo e pelo aumento dos gastos com saúde pública e realocação de refugiados ambientais, por exemplo. Nas cidades, é importante ressaltar que a impermeabilização do solo facilita a ocorrência de eventos de inundações, assim como o aumento da sensação térmica ocasionado pelas ilhas de calor.

As condições climáticas podem afetar a saúde humana de forma direta ou indireta, e afetam as pessoas em maior ou menor intensidade de acordo com seu grau de vulnerabilidade. Dentre os efeitos diretos sobre a nossa saúde, podemos citar a desidratação, fruto das ondas de calor intensas, e a cólera ou outras doenças diarreicas oriundas de um acesso à água de baixa qualidade, seja pela escassez ou por eventos de deslizamento de terra, por exemplo. Como efeito indireto, podemos citar a proliferação de vetores de doenças, como mosquitos transmissores de dengue, zika, chikungunya, que se beneficiam de eventos de chuva, ou da subnutrição causada pelos impactos na produção agrícola, por exemplo. Pessoas mais vulneráveis, como as em situação de rua, ou moradores de áreas de risco, ou crianças ou idosos, são mais impactados (JACOBI et al., 2015).

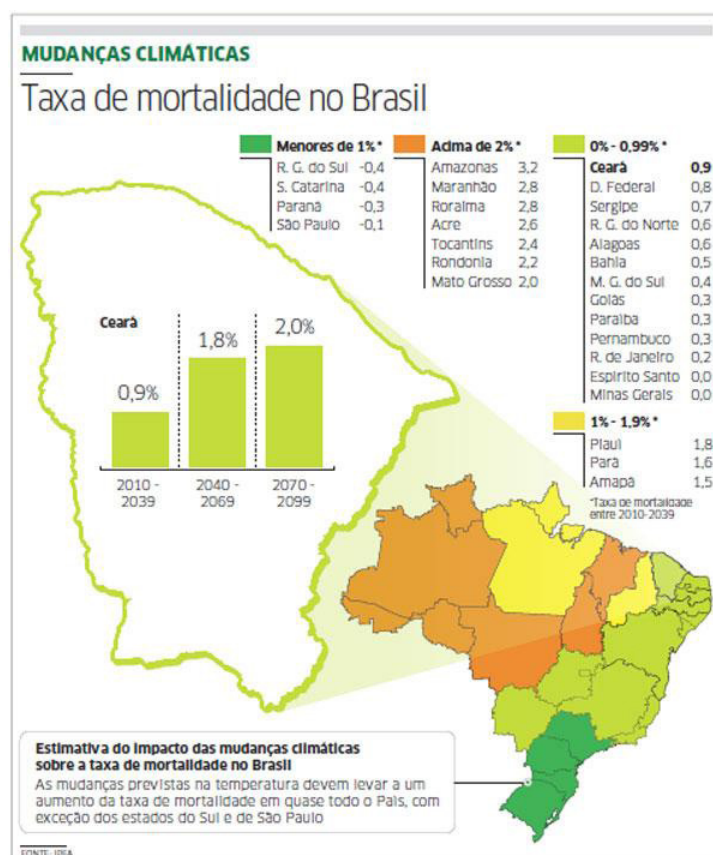


Imagem 16: Taxa de mortalidade no Brasil com o advento das mudanças climáticas. No Ceará, haverá aumento médio na taxa de mortalidade em 0,9%, de 2010 a 2039, de acordo com relatório

do IPEA. Fonte: Diário do Nordeste, 2013. Retirado de <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/qual-o-impacto-das-mudancas-climaticas-na-saude-do-planeta-1.791028>>, acesso em 20 fev. 2018.

Leitura complementar

Cidades costeiras são mais vulneráveis a mudanças do clima

As cidades brasileiras situadas em zonas costeiras são mais vulneráveis às mudanças climáticas, em especial ao aumento do nível do mar, mas também a eventos como fortes chuvas, tempestades, inundações e erosão costeira, que causa destruição e impactos à infraestrutura desses municípios.

O dado consta do relatório especial Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas, que o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) divulga hoje (5) no Rio de Janeiro. Este é o segundo documento sobre mudanças climáticas e cidades elaborado pelo organismo científico criado em 2009 pelos ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovação e Meio Ambiente. O primeiro foi divulgado durante a Conferência das Partes da Convenção do Clima (COP 21), da Organização das Nações Unidas (ONU), no Marrocos, em 2016.

No relatório especial, foram avaliados os cenários de mudanças climáticas para o Brasil e como essas cidades poderão ser impactadas pelo aquecimento global. De acordo com o estudo, 18 das 42 regiões metropolitanas brasileiras se encontram na zona costeira ou sofrem influência dela. O documento abordou municípios costeiros das regiões Nordeste, Sudeste e Sul.

Nível do mar

Os cenários mais pessimistas citados no relatório apontam que o nível do mar pode chegar a subir 40 centímetros até 2050, provocando perdas econômicas de até US\$ 1,2 bilhão para as 22 maiores cidades costeiras latino-americanas. Não há ainda, entretanto, mensuração no Brasil dos custos econômicos provocados pelas mudanças climáticas.

De acordo com a presidente do comitê científico do PBMC, Suzana Kahn, professora do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ), a elevação do nível do mar e das temperaturas têm impacto muito maior no Brasil, porque grande parte das regiões está localizada nas áreas litorâneas. “Não há como evitar os danos, mas sim implantar soluções, no sentido de que possamos nos adaptar a uma nova realidade”, externou.

Além do nível do mar, os eventos extremos de chuvas também são citados como causas dos problemas ambientais nas regiões costeiras, acarretando riscos de deslizamento de terras, enxurradas e enchentes. Também foi constatada nas cidades litorâneas a forte emissão de gases poluentes. De acordo com o relatório do PBMC, o Rio de Janeiro se destaca com a maior emissão de gás carbônico (CO₂) por habitante, da ordem de 3,47 toneladas.

Mapeamento

Entre as cidades mais vulneráveis estão o Rio de Janeiro, Santos, Fortaleza, Recife, Salvador e, no Sul do Brasil, o Vale do Itajaí. A costa de Santa Catarina, apresenta risco não só o aumento do nível do mar, mas também a possibilidade de se tornar rota de furacões. As fortes tempestades na região, com ventos superiores a 80 quilômetros por hora, já são indicativo da tendência, disse à Agência Brasil a secretária executiva do comitê científico do PAINEL, Andrea Santos.

O relatório recomenda que sejam realizadas novas avaliações de risco de desastres associados, de aumento na frequência de extremos de clima e aumento do nível do mar nas cidades costeiras, sobretudo no Norte e Nordeste do país. Segundo o comitê científico do PAINEL, esses estudos podem permitir a reavaliação dos riscos para os quais municípios e populações estão preparados.

O Rio de Janeiro e Santos são os únicos municípios que já estão investindo em relação às mudanças do clima, aponta o estudo. “São duas cidades que estão atuando em política pública no sentido de promover ações de adaptação”, disse Andrea.

O relatório atesta que a maioria das cidades que fizeram políticas de clima não conseguem monitorar as metas anunciadas. “A gente não tem visto o acompanhamento dessas políticas, tanto de mitigação, para redução das emissões de gases de efeito estufa, tanto das políticas e ações integradas no âmbito de medidas de adaptação”, afirmou a secretária-executiva do comitê.

Medidas

A secretária executiva do comitê indicou que a infraestrutura de todas essas cidades costeiras está suscetível a impactos físicos, em razão das mudanças climáticas e seus efeitos. O documento faz recomendações de políticas públicas que sejam construídas pela União, estados e municípios para atenuar esses impactos. Ela citou, como exemplos novamente, o Rio de Janeiro e Santos, que “estão pensando no planejamento de médio e longo prazo, mas também têm ações que podem ser feitas no curto prazo”.

Entre elas, destacou a construção de um piscinão na Praça da Bandeira, centro do Rio de Janeiro, que durante anos passou por inundações e alagamentos. Andrea Santos considerou que reservatório subterrâneo construído naquela área pode ser considerado uma medida de adaptação, já que, na prática, evitou novas enchentes.

Além de barreiras de proteção contra a elevação do nível do mar, a secretária do comitê científico do PBMC recomendou que as cidades costeiras preservem seus ecossistemas. O mangue tem um papel fundamental ao conter o avanço da água salina.

Medidas de curto prazo como a integração do transporte público também são recomendadas. O transporte rodoviário é o mais afetado em inundações e sistemas integrados podem diminuir o impacto das chuvas no dia a dia de usuários. Outra medida simples, em que a população tem um papel a cumprir, diz respeito à destinação de resíduos. “Se a população não joga lixo na rua, isso facilita”, observou.

Fonte: Agência Brasil, 2017, retirado de <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-06/cidades-costeiras-sao-mais-vulneraveis-mudancas-do-clima>>, acesso em 21 fev. 2018.

Mudanças climáticas e cidades: Relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas:

http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf

Mudança climática e saúde: Um perfil do Brasil:

http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/mudanca_climatica_saude.pdf

3.5 Consequências para o Ceará

As projeções climáticas futuras apontam o semi-árido como uma das áreas mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas no Brasil. A diminuição da frequência das chuvas, o empobrecimento do solo e a perda de biodiversidade podem, inclusive, tornar alguns lugares inabitáveis. De acordo com o cenário mais pessimista do relatório do IPCC, a região Nordeste ficará de 2°C a 4°C mais quente e de 15% a 20% mais seca. Os altos índices de evaporação podem reduzir o nível de água dos açudes, e o baixo índice de chuvas pode reduzir o volume do lençol freático, impactando a biodiversidade na caatinga e a agricultura de subsistência e a saúde a população (CEDEPLAR; FIOCRUZ, 2008).



Imagem 17: Área produtiva do Ceará poderá sofrer redução de 79,6% até 2050. Fonte: Crato Notícias. Retirado de <<https://cratonoticias.wordpress.com/2010/05/21/area-produtiva-do-ceara-tera-reducao-de-796/>>, acesso em 20 fev. 2018.

Pelo seu grau de vulnerabilidades, o Ceará é um dos Estados do Nordeste mais susceptíveis a sofrer os impactos negativos das mudanças climáticas. Será, juntamente com Maranhão, Bahia e Alagoas, o Estado com maior dificuldade para lidar com os efeitos das mudanças climáticas sobre as doenças infecciosas e a saúde infantil, dentre elas a dengue, a leishmaniose visceral e a leptospirose, sofrendo aumento nos gastos de saúde. Além disso, é um dos Estados com mais dificuldades para enfrentar problemas com a desertificação e a taxa de migração, e juntamente com Pernambuco e Bahia deve enfrentar maiores problemas de adaptação às alterações provocadas pelas mudanças

climáticas (CEDEPLAR; FIOCRUZ, 2008).

Haverá piora na qualidade de vida, em especial de crianças e idosos, nos municípios cearenses situados no semi-árido. A desaceleração do PIB do Estado pode atingir 16,4%, acompanhada de uma redução no número de empregos e de 79,6 % na área total cultivável. Isso reflete numa redução do consumo em 16,9% (CEDEPLAR; FIOCRUZ, 2008).



Imagem 18: Marcha do Ceará no Clima contra a queima de combustíveis fósseis. Fonte: Instituto Verdeluz. Retirado de <<https://www.estudopratico.com.br/era-glacial-pre-historia/>>, acesso em 20 fev. 2018.

Leitura complementar

Erosão costeira avança mais de 10 metros por ano em alguns pontos do litoral cearense

O Ceará é bastante afetado pela erosão. A própria existência das famosas falésias do litoral leste cearense já é um indicativo desse fenômeno. Segundo o geólogo Luís Parente Maia, diretor do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (UFC), que estuda o assunto, em alguns lugares do Ceará, a erosão causada pelo mar avança 10 metros por ano.

Em Caucaia, município onde foi decretada situação de emergência no último dia 3, o avanço varia de 8 a 10 metros. Em Caponga, no município de Cascavel, a leste de Fortaleza, a taxa anual de erosão chega a 13 metros. Já em Icapuí, na divisa com o Rio Grande do Norte, o avanço do mar ameaça a existência de uma comunidade inteira de pescadores.

“Em Icapuí, tem uma comunidade pesqueira que [vive] embaixo das falésias. Embaixo do morro, uma taxa de erosão de um metro significa que neste ano eu perco o guarda-corpo da pista, depois de dois anos perdi toda a pista, no quarto ano já perdi o colégio e a minha casa”, disse o pesquisador.

Maia explica que a erosão severa pode ser, em parte, explicada por intervenções humanas, como o Porto do Mucuripe, em Fortaleza, e os açudes do interior do Ceará, que reduzem a vazão dos rios e a capacidade de transportar sedimentos que poderiam recompor as praias cearenses.

Além da intervenção humana, o problema no Ceará é ampliado por questões naturais, como a

seca, que amplifica o poder dos ventos e, consequentemente das ondas, e até furacões do Atlântico Norte. Segundo ele, o Furacão Sandy, por exemplo, que destruiu cidades do Caribe e dos Estados Unidos, provocou grandes ondas (swells) no litoral do Ceará.

Ele acredita que as mudanças climáticas terão um efeito de longo prazo, que poderão piorar a situação das erosões. Uma mudança sentida segundo Maia, é o aumento da frequência das tempestades que atingem a costa cearense. “No passado, demorava de seis a oito anos para ter um temporal grande [como o Sandy, que provoca swells no Ceará]. Agora, a cada seis meses, temos um temporal”, disse.

Fonte: Ecodebate, 2013, retirado de <<https://www.ecodebate.com.br/2013/04/08/erosao-costeira-avanca-mais-de-10-metros-por-ano-em-alguns-pontos-do-litoral-cearense/>>, acesso em 31 mar. 2018.

Resumo

As mudanças climáticas se caracterizam pela interação complexa e constante de diferentes fatores naturais, resultando em um fenômeno instável, irreversível e não-linear, com consequências diversas.

O Brasil, assim como os demais países, sofre os efeitos das mudanças globais, com impactos nos ecossistemas naturais, na distribuição de biomas e, consequentemente, sobre a biodiversidade, os recursos hídricos e a agricultura, além de anomalias na precipitação.

Cenários futuros englobam climas ainda mais quentes e secos no Norte e Nordeste, decorrentes dos desmatamentos, com maior probabilidade de incêndios florestais e possível transformação de ecossistemas tropicais, como a Amazônia, em savanas e a desertificação do Nordeste brasileiro.

As consequências da alteração do clima são, portanto, fruto de um campo complexo, que envolve, além da dinâmica natural do clima terrestre, a interação entre ser humano e Natureza. O aquecimento do planeta afeta padrões regionais de precipitação e de evapotranspiração, repercutindo no regime hidrológico e biológico de todo o mundo. Estas alterações no ciclo hidrológico provocam eventos climáticos extremos, como a ocorrência de secas e inundações periódicas, aumento da frequência e intensidade de ciclones e furacões e ondas de frio. Esses eventos de extremos de tempo e de clima podem causar desastres naturais, que são definidos como a ocorrência de fenômenos naturais em áreas habitadas pelo homem, causando danos.

Os oceanos são extremamente sensíveis às elevações de temperatura. Isso porque 90% do calor é absorvido pelos oceanos, taxa cerca de 20% maior que o absorvido pela atmosfera. Sinais do aquecimento global são vistos em todos os oceanos e as principais consequências deste aquecimento são a subida do nível do mar, o aumento da temperatura das camadas superficiais da água e a acidificação dos oceanos.

As alterações climáticas alteram o ambiente natural, transformando ecossistemas e o habitat de

animais marinhos e terrestres. O impacto sobre os ecossistemas terrestres altera a disponibilidade de água, a fertilidade e conservação do solo e, conseqüentemente, a biodiversidade. No ecossistema marinho, o fitoplâncton, organismo de base da cadeia, sofre diretamente com o aquecimento das águas do mar, com impactos em toda a teia aquática, refletindo em diminuição da ocorrência de peixes maiores, de interesse para a pesca. A alteração na temperatura também reflete em mudanças no mecanismo de determinação do sexo de tartarugas marinhas, aumentando a ocorrência de fêmeas. Há também a redução da taxa fotossintética de algas e a morte de corais, dentre outras conseqüências capazes de modificar a estrutura de comunidades de organismos marinhos.

As condições climáticas podem afetar a saúde humana de forma direta ou indireta, e afetam as pessoas em maior ou menor intensidade de acordo com seu grau de vulnerabilidade. As projeções climáticas futuras apontam o semiárido como uma das áreas mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas no Brasil. A diminuição da frequência das chuvas, o empobrecimento do solo e a perda de biodiversidade podem, inclusive, tornar alguns lugares inabitáveis. Pelo seu grau de vulnerabilidades, o Ceará é um dos Estados do Nordeste mais susceptíveis a sofrer os impactos negativos das mudanças climáticas.

Anotações

[illegible]

4. O CENÁRIO INTERNACIONAL DE COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A partir da década de 70, a crise ecológica ganhou evidência no cenário internacional. Assim, sucessivas conferências foram realizadas, na tentativa de levar os países a tomarem decisões compatíveis com a sustentabilidade ambiental. Dentre elas merecem destaque a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972), a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio de Janeiro, 1992), e a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20).

Nesse contexto, algumas problemáticas ambientais passaram a ter negociações internacionais específicas para tentar solucioná-las. Isso porque o dano ambiental é transfronteiriço, ou seja, não respeita fronteiras. Assim, um problema ambiental de proporções globais tem que ser discutido na mesma proporção.

O primeiro problema a chamar atenção para a proteção da atmosfera do planeta foi o buraco na Camada de Ozônio, causado pela emissão de gases clorofluorcarbonetos (CFC) utilizados em aerossóis e refrigeração. A camada filtra uma frequência de luz dos raios solares, a frequência ultravioleta, a qual pode ter efeitos nocivos para a vida na Terra. Com a sua diminuição, não só a vida humana seria prejudicada.

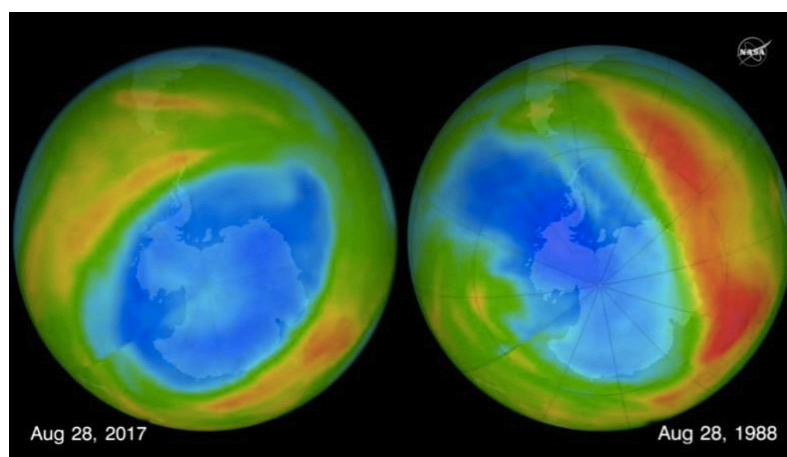


Imagem 19: Graças aos esforços internacionais, o buraco da Camada de Ozônio está finalmente diminuindo. Fonte: Vix, 2018, retirado de <<https://www.vix.com/pt/ciencia/554889/gracas-a-acao-humana-buraco-na-camada-de-ozonio-esta-finalmente-diminuindo>>, acesso em 25 fev. 2018.

Foi, então, aprovada a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio, em 1985. Posteriormente, foi aprovado o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, em 1987. Ambos os instrumentos serviram para que os países proibissem a emissão de CFC's, o que finalmente resultou na diminuição do buraco na Camada de Ozônio. Dessa forma, surgiram os primeiros instrumentos que influenciaram decisivamente na proteção global do clima (LIMA, 2011).

Na década de 80, a preocupação com as mudanças climáticas começou a aparecer no cenário internacional, porém se tratava de um desafio muito mais complexo do que a proteção da camada de ozônio. Diante da necessidade de melhor compreender o problema, o Programa das Nações

Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criaram, em 1988, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).



Imagem 20: Fotos relevam os efeitos das mudanças climáticas em 100 anos no Ártico. O trabalho fotográfico foi feito pelo sueco Christian Åslund, que trabalha para o Greenpeace. Os registros antigos e os atuais foram feitos nas geleiras de Svalbard, na Noruega – as fotos atuais começaram a ser realizadas em 2002. O objetivo é estimular a discussão sobre mudanças climáticas e protestar contra as campanhas de petróleo da Noruega, que perfuram regiões do Ártico e contribuem para o derretimento dessas geleiras.

Fonte: MegaCurioso, 2017, retirado de <<https://www.megacurioso.com.br/mundo-verde/102108-estas-fotos-revelam-mudancas-climaticas-ao-longo-de-100-anos-no-artico.htm>>, acesso em 25 fev. 2018.

O IPCC é o órgão internacional responsável por avaliar a ciência do clima e elaborar relatórios periódicos sobre as bases científicas da mudança do clima, seus riscos e impactos, assim como opções de mitigação e de adaptação. Os relatórios fornecem aos governos, no âmbito de negociação das Nações Unidas, as informações necessárias para construção de políticas de combate às mudanças climáticas (IPCC, OMM; 2018).



Imagem 21: Sessão do IPCC realizada em Copenhagen, em 2014. Fonte: Climate Observer, 2014, retirado de <<http://climateobserver.org/climate-change-threatens-irreversible-dangerous-impacts-need-will-change-ipcc-says/>>, acesso em 20 fev. 2018.

Desde a sua criação, o IPCC elaborou 5 relatórios, sendo o primeiro de 1990 e o último de 2014. Nesse ínterim, a incerteza inicial quanto às causas antropogênicas das mudanças climáticas reduziu gradualmente. O quarto relatório já afirmava que a mudança do clima é certa e irreversível. Todavia, seus impactos ainda seriam possíveis de serem administrados se o aumento da temperatura da Terra, em relação a níveis pré-industriais (1750), não ultrapassar 2 graus Celsius (IPCC, 2016).

A divulgação do primeiro relatório ensejou o início das negociações que culminaram na aprovação da **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima**, em 1992, na ECO-92.



Imagem 22: Negociações no âmbito da Convenção de Mudanças Climáticas da ONU. Fonte: Oxfam, 2017, retirado de <<https://politicsofpoverty.oxfamamerica.org/2017/09/a-small-but-important-climate-victory-in-the-senate/>>, acesso em 20 fev. 2018.

A Convenção tem como objetivo alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático, num prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima que assegure que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável. O acordo apresenta obrigações gerais, mas não precisa o nível de compromisso dos países, pois se tratava de uma convenção-quadro que deveria

ser regulamentada por um instrumento posterior.

Esse instrumento foi o **Protocolo de Kyoto**, aprovado em 1997. Todavia, ele só entrou em vigor em 2005. Isso porque os países signatários deveriam representar pelo menos 55% das emissões globais, o que só foi possível com a entrada da Rússia, em 2004 (UNFCCC, 2005).



Imagem 23: Em Kyoto, os países negociaram o futuro do Planeta Terra e da própria humanidade. Fonte: Sou Mais Enem, 2018, retirado de <<http://soumaisenem.com.br/geografia/o-meio-ambiente/protocolo-de-kyoto>>, acesso em 20 fev. 2018.

O Protocolo estipulou metas globais de redução de emissões somente para os países desenvolvidos. Os países em desenvolvimento, por sua vez, não tinham obrigação de reduzir suas emissões. Essa determinação se construiu com base no princípio das “responsabilidades comuns porém diferenciadas”, levado pelo Brasil para as negociações. De acordo com esse princípio, já que os países desenvolvidos tinham sido historicamente responsáveis por causar as mudanças climáticas, eles deveriam reduzir suas emissões, pois já tinham tido sua chance de desenvolvimento movido à queima de combustíveis fósseis. Assim, os países em desenvolvimento não deveriam ser responsabilizados e poderiam continuar crescendo economicamente (ARAÚJO, 2016). Pode-se perceber nesse contexto a visão de desenvolvimento a qualquer custo ainda disseminada por alguns países, inclusive o Brasil.

Como consequência, países como os Estados Unidos decidiram ficar de fora do acordo, argumentando que sua entrada prejudicaria seu crescimento econômico, pois reduziria sua vantagem competitiva em relação a outros países, como a China, por exemplo, que não estaria obrigada a reduzir suas emissões, por ser um país em desenvolvimento. Assim, o acordo não foi tão bem sucedido quanto se esperava, vez que ficaram de fora do acordo os grandes poluidores do século XXI (ARAÚJO, 2016).

Após o fracasso do Protocolo de Kyoto, os países se reuniram novamente, dessa vez em Copenhague, em 2009, na tentativa de construir um acordo global que resolvesse de vez o problema das crescentes emissões de gases de efeito estufa. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas tinha acabado de lançar seu quarto relatório em 2007, divulgando dados alarmantes acerca do futuro do planeta. Então, havia muita esperança de que as nações iriam tomar atitude e chegar em um acordo com metas de redução de emissões para todos (ARAÚJO, 2016).



Imagem 24: Conferência de Copenhague em 2009. Fonte: SOS Matas, 2011, retirado de <<http://www.sosmatas.com.br/conferencia-de-copenhague-cop-15>>, acesso em 20 fev. 2018.

Todavia, mais uma vez, as negociações fracassaram, principalmente por falta de vontade política em solucionar a questão. O resultado foi a elaboração do **Acordo de Copenhague**, o qual não foi assinado por todos os países, portanto, não foi adotado pela conferência. Ele não continha metas de redução de emissões, mas criava uma plataforma para que os países lançassem metas voluntárias, se desejassem (ARAÚJO, 2016).

A última tentativa de construção de um acordo global para reverter as mudanças climáticas se deu em Paris, em 2015. O **Acordo de Paris** foi, então, aprovado por 195 países e tinha como principal objetivo manter o aumento da temperatura global abaixo de 2 graus Celsius, preferencialmente mantendo esse aumento em até 1,5 grau Celsius. Aproveitando a estratégia do Acordo de Copenhague, o Acordo de Paris também deu para os países uma plataforma para que submetessem suas contribuições voluntárias de redução de emissões (ARAÚJO, 2016).



Imagem 25: Foto da Plenária da COP 21, Paris. Fonte: Paulo de Araújo, MMA, 2015.

O Protocolo de Kyoto tinha tentando obrigar os países a reduzirem suas emissões, o que não funcionou. Aprendendo a partir das experiências passadas, o Acordo de Paris inovou ao deixar com os Estados a responsabilidade por apresentarem suas contribuições. Assim, o Acordo já foi ratificado por 174 países, tendo entrado em vigor em novembro de 2016 (UNFCCC, 2018).

Apesar da aceitação global do Acordo, existe ainda um impasse quanto à continuidade dos Estados Unidos. O acordo tinha sido ratificado na administração do Presidente Obama. Contudo, após assumir, o Presidente Trump anunciou a saída do acordo, apresentando a mesma justificativa apresentada pelos Estados Unidos quando da saída do Protocolo de Kyoto. Segundo Trump, a redução de emissões apresentada por seu país resultaria em uma desvantagem competitiva na economia mundial. Até quando a economia mundial será utilizada como desculpa para a destruição do Planeta? É possível manter uma economia na Terra se o meio ambiente estiver esgotado e não tiver mais condições de sustentar vida?

Vale ressaltar que, por conta do teor do tratado, a retirada efetiva de um país signatário somente acontecerá em 2020. Então, embora tenham anunciado sua saída, os Estados Unidos ainda estão vinculados ao Acordo de Paris.

TRUMP ANUNCIA RETIRADA DOS EUA DO ACORDO DE PARIS SOBRE O CLIMA



Imagem 26: Trump anuncia retirada dos EUA do Acordo de Paris sobre o Clima. Fonte: Amarildo, 2108, retirado de <Amarildo.com.br>, acesso em 20 fev. 2018.

Outro impasse do Acordo de Paris é que as contribuições voluntárias de redução de emissões dos países ainda não são suficientes para cumprir seu objetivo de manter o aumento da temperatura global em 2 graus Celsius até 2100. De acordo com relatório do PNUMA, mesmo que as contribuições sejam cumpridas, o que não é garantido, o aumento de temperatura será de, no mínimo 3 graus Celsius (UNEP, 2017). Se os Estados Unidos realmente saírem do acordo, a situação será muito pior. Os países precisam, então, nas próximas negociações, aumentar seu nível de ambição de suas contribuições voluntárias para que o objetivo do Acordo de Paris se realize, principalmente o Brasil, como se verá a seguir.

Leitura Complementar

Mar subirá 20 cm para cada 5 anos de atraso no Acordo de Paris

Conclusões são de estudo liderado por cientistas do Instituto Postdam, na Alemanha, e publicado hoje na revista "Nature Communications". Por Fábio de Castro, do Estadão Conteúdo.

São Paulo – Nos próximos 200 anos, a elevação média do nível dos oceanos será de 70 centímetros a 1,2 metro, caso seja cumprida a meta do Acordo de Paris que limita o aquecimento global a um máximo de 2°C até o final do século.

Mas a estimativa só vale caso as médias globais de temperatura cheguem ao seu pico até 2020 e comecem a cair em seguida. Após 2020, cada cinco anos de atraso para atingir o pico de aquecimento correspondem a 20 centímetros a mais no nível dos mares.

As conclusões são de um estudo liderado por cientistas do Instituto Postdam para Pesquisas sobre o Impacto Climático (Alemanha) e publicado nesta terça-feira, 20, na revista “Nature Communications”.

No artigo, os pesquisadores também concluíram que não existe mais a possibilidade de uma estabilização do nível dos oceanos, ainda que as metas do Acordo de Paris sejam rapidamente atingidas.

“As mudanças climáticas provocadas pelo homem já deixaram pré-programada uma certa quantidade de elevação do nível dos oceanos para os próximos século e, com isso, pode parecer para alguns que nossas ações atuais não fazem grande diferença. Mas nosso estudo mostra como essa percepção é errada”, disse o autor principal do estudo, Matthias Mengel, do Instituto Postdam.

“A cada cinco anos de atraso para chegar ao pico das emissões, entre 2020 e 2035, poderemos ter um aumento adicional de 20 centímetros do nível dos oceanos – o que é a mesma medida da elevação registrada nas costas de todo o mundo desde o início da era pré-industrial”, explicou Mengel.

De acordo com Mengel, a elevação global do nível dos oceanos é causada pelo aquecimento e consequente expansão da água do mar, assim como pelo derretimento dos glaciares, mantos de gelo e das vastas plataformas de gelo da Groenlândia e da Antártica.

Esses fatores respondem de diferentes maneiras e em diferentes escalas de tempo ao clima mais quente, variando de séculos a milênios.

Para analisar a elevação do nível dos oceanos sob o Acordo de Paris e as consequências dos atrasos na mitigação do problema, os cientistas utilizaram uma combinação de modelos climáticos e marítimos.

Os modelos então foram alimentados com um conjunto de cenários de reduções de emissões alinhados com as metas do Acordo de Paris, simulando distintas taxas de redução, com picos de emissão em diversos anos.

O modelo utilizado pelos cientistas representa individualmente os fatores que contribuem para o aumento do nível do mar, refletindo assim suas diferentes respostas a um mundo em aquecimento.

Os autores incorporaram ao estudo novos dados científicos que levam em conta a extrema sensibilidade do manto de gelo da Antártica ao aquecimento da atmosfera.

“De fato, a incerteza sobre a futura elevação do nível dos oceanos é atualmente dominada pela resposta da Antártica. Com o conhecimento atual sobre a instabilidade do manto de gelo, uma grande perda de gelo na Antártica parece provável mesmo com um modesto cenário de aquecimento

alinhado com o Acordo de Paris”, afirmou Mengel.

“Até mesmo uma elevação do nível do mar de três metros até 2.300 não pode ser descartada completamente, já que ainda não temos sobre como o manto de gelo da Antártica responderá ao aquecimento global”, disse o cientista.

“O Acordo de Paris estabelece que se chegue ao pico de emissões o mais rápido possível. Isso pode soar como uma frase vazia para alguns, mas nossos resultados mostram que haverá consequências quantificáveis caso as ações sofram atrasos.

Assim, mesmo no alcance do Acordo de Paris, uma rápida mitigação climática é crucial para limitar riscos adicionais. Para milhões de pessoas que vivem em áreas costeiras, cada centímetro pode fazer uma enorme diferença”, disse outro dos autores da pesquisa, Carl-Friedrich Schleussner, também do Instituto Postdam.

Fonte: EXAME, 2018, retirado de <<https://exame.abril.com.br/ciencia/mar-subira-20-cm-para-cada-5-anos-de-atraso-no-acordo-de-paris/>>, acesso em 21 fev. 2018.

Resumo

As mudanças climáticas despontaram como uma preocupação internacional nas décadas de 1970 e 1980, quando passaram a fazer parte das discussões da agenda internacional ambiental. Em 1992, foi criada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, durante a ECO-92, tendo como objetivo reduzir as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera e assim controlar a mudança do clima. A Convenção, por ser um tratado mais amplo, não trazia metas de redução de emissões para os países.

Essas metas foram estabelecidas pelo Protocolo de Kyoto, negociado em 1997. Ele diferenciava países desenvolvidos de países em desenvolvimento, de forma que somente os primeiros eram obrigados a reduzir suas emissões, já que tinham sido os responsáveis históricos pelas mudanças climáticas. Em decorrência disso, países como os Estados Unidos não ratificaram o Protocolo, argumentando que teriam uma desvantagem econômica em relação à China, por exemplo, que, por ser um país em desenvolvimento, não deveria assumir metas de redução de emissões. Assim, o tratado fracassou pois não conseguiu vincular os maiores poluidores do século XXI. Em 2009, houve uma nova tentativa de construção de um acordo global, dessa vez em Copenhague, mas ela também fracassou.

Finalmente, em 2015, foi aprovado o Acordo de Paris, que reuniu 195 países na tentativa de limitar o aumento de temperatura global em 2 graus Celsius até 2100. O tratado deixa para os países decidirem com quanto podem contribuir para a redução de suas emissões. Os dois maiores desafios do acordo são a saída dos Estados Unidos, por conta do Presidente Trump, e as contribuições voluntárias insuficientes dos países signatários, os quais têm que aumentar seu nível de ambição nas próximas negociações se quiserem manter o Acordo de Paris vivo.

This image shows a single page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, leaving small margins at the top and bottom. There are no vertical margin lines, text, or other markings on the page.

5. O CENÁRIO BRASILEIRO DE COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Para compreender o que o Brasil pode fazer para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa é importante, primeiramente, compreender seu perfil de emissões, ou seja, de onde vêm os gases de efeito estufa brasileiros. O gráfico abaixo mostra o perfil de emissões brasileiro de 1990 a 2016. As fontes de gases de efeito estufa estão divididas em 5 setores principais: energia, agropecuária, mudança de uso da terra e floresta, processos industriais e resíduos. Como se pode ver, historicamente, a atividade responsável pela maior emissão é a mudança de uso da terra e floresta, também conhecida como desmatamento.

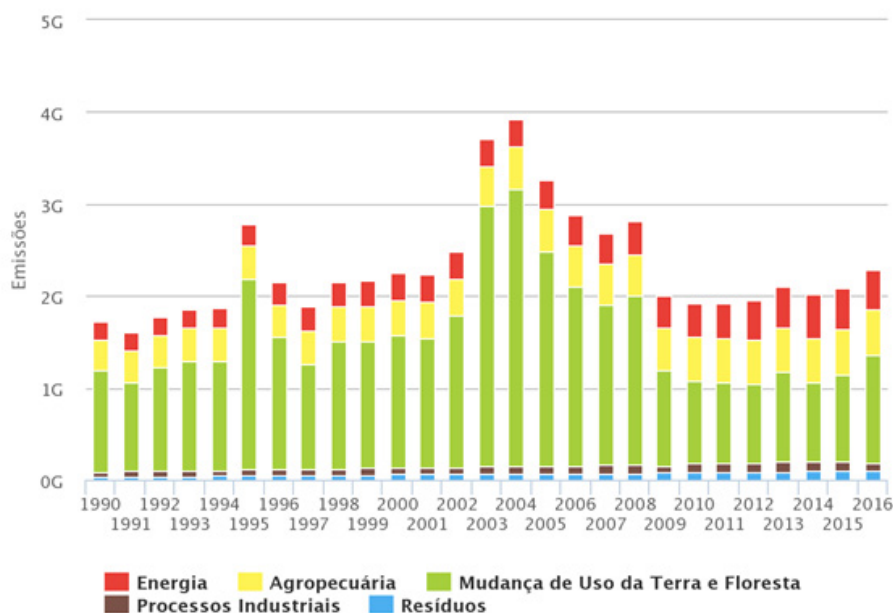


Imagem 27: Gráfico de emissões do Brasil em giga toneladas de CO₂, de 1990 a 2016. Fonte: SEEG, 2018, retirado de <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>, acesso em 25 fev. 2018.

As emissões brasileiras diminuíram a partir de 2004, chegando ao ponto mais baixo em 2010 e 2011, mas voltando a subir novamente a partir de 2012, com aumentos de emissão principalmente no setor de energia e por conta da retomada do desmatamento. A seguir, serão analisados como se deram esses dois processos: o de redução de emissões (2004-2011) e o de aumento das emissões (2012-presente).

Em 2004, o Brasil criou o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), o grande responsável pela redução de emissões nos anos seguintes, justamente porque reduziu consideravelmente o desmatamento na Amazônia. O plano aprimorou o sistema de monitoramento via satélite da cobertura florestal, disponibilizando toda a informação na internet, o que permitiu que a sociedade civil pudesse supervisionar a ação governamental e o combate ao desmatamento. O Brasil também se tornou referência internacional em ações de medir, relatar e verificar (MRV) as reduções de emissões por desmatamento, devido à melhoria de sua estrutura técnico-científica. Além disso, até 2010, o plano já tinha sido responsável pela criação de 25 milhões de hectares de unidades de conservação federais e 28 milhões de hectares de unidades de conservação estaduais. Por fim, o sucesso do plano também foi resultado de uma rede de

governança em que governo federal, governos estaduais e sociedade civil atuaram conjuntamente na sua implementação (CARVALHO, 2011).



Imagem 28: Gráfico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mostrando a queda no desmatamento da Amazônia.

Graças aos esforços conjuntos de redução do desmatamento na Amazônia, de 2004 a 2011, as emissões brasileiras provenientes do setor de mudança de uso da terra e floresta despencaram, colocando o Brasil em uma posição vantajosa internacionalmente. Assim, durante a Conferência de Copenhague, em 2009, o Brasil apresentou compromissos voluntários de redução de emissões de gases de efeito estufa. Sendo que a redução que o Brasil prometeu já tinha acontecido, pois a partir de 2009 (quando foi feito o compromisso) as emissões estabilizaram, antes de aumentar novamente. Ou seja, com o sucesso na redução do desmatamento, o Brasil reduziu suas emissões e, com base no resultado já alcançado, prometeu internacionalmente algo que já tinha feito (ARAÚJO, 2016).

Posteriormente, esses compromissos foram incluídos na Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC). A política previa a redução de emissões por meio, dentre outras iniciativas, da redução do desmatamento na Amazônia e no Cerrado, da restauração de pastagens, do aumento da eficiência energética, do uso de biocombustíveis e de energias renováveis. É importante salientar que o Brasil não estabeleceu meta para a redução no consumo de combustíveis fósseis, vez que todos os dispositivos da política que previam a transição para uma economia de baixo carbono foram vetados. Como já colocado, o compromisso se baseava principalmente na redução do desmatamento na Amazônia já alcançado, uma forma barata de reduzir emissões, em comparação ao custo de uma transição para uma economia de baixo carbono (ARAÚJO, 2016).

Compromissos de redução de emissões brasileiras na PNMC

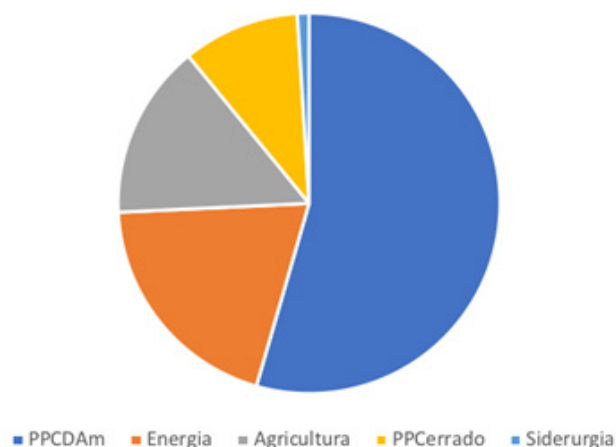


Imagem 29: Gráfico com os compromissos de redução de emissões brasileiras divididos por setor, de acordo com a Política Nacional de Mudanças Climáticas. Como se pode ver, a redução do desmatamento na Amazônia era responsável por 54% do compromisso brasileiro. Fonte: ARAÚJO, 2016.

Portanto, em 2010, quando a política foi aprovada, não foram previstos grandes avanços em relação aos que já tinham sido alcançados. O compromisso de descarbonização da economia não foi assumido, o que motivou o aumento de emissões no setor de energia nos anos seguintes, como será discutido em seguida. Conclui-se, então, a análise do primeiro período de emissões brasileiras, de 2004 a 2011.

De 2012 ao presente, as emissões brasileiras voltaram a subir. Contribuíram para esse aumento a maior participação dos combustíveis fósseis na matriz energética brasileira, principalmente com o incentivo à instalação de termelétricas e o crescimento do setor do petróleo, e a retomada do desmatamento após a aprovação do Novo Código Florestal. A nova lei foi a grande responsável pelo aumento do desmatamento no segundo período analisado. Dentre outras determinações, o novo código anistiou o desmatamento ilegal realizado até 2008 em áreas rurais consolidadas de até 4 módulos fiscais, desobrigando os proprietários a reflorestarem a área devastada (ARAÚJO, 2016).



Imagem 30: O desmatamento na Amazônia está próximo de não ter volta. Fonte: UOL, 2018, retirado de <<https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2018/02/22/desmatamento-na-amazonia-esta-proximo-de-nao-ter-volta-dizem-especialistas.htm>>, acesso em 25 fev. 2018.

O contexto de emissões brasileiro é bastante esclarecedor quando se parte para a análise da contribuição voluntária que o Brasil apresentou junto ao Acordo de Paris. O país é atualmente o sétimo maior emissor de gases de efeito estufa, atrás da China, Estados Unidos, União Europeia, Índia, Indonésia e Rússia, nessa ordem (CAIT, 2018). Então, quando se fala que os países signatários do Acordo de Paris precisam aumentar o nível de ambição para alcançar seu objetivo, o Brasil tem grande responsabilidade.

O governo brasileiro apresentou em 2016 seu compromisso voluntário, com a meta absoluta de redução de emissões 37% até 2025 e de 43% até 2030, em relação a 2005. Sendo que, conforme visto anteriormente, o Brasil já havia reduzido suas emissões em 41% até 2012 em relação a 2005. Ou seja, uma redução de 37% até 2025 é, na verdade, um aumento de emissões (ARAÚJO, 2016).

META PELO CLIMA

Brasil planeja redução de 43% de emissões de gases do efeito estufa até 2030

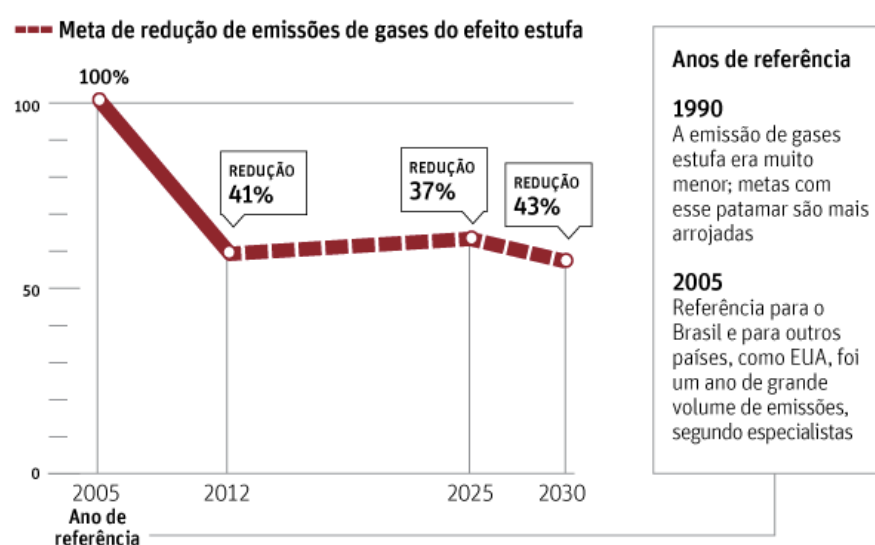


Imagem 31: Gráfico evidenciando que o compromisso voluntário apresentado pelo Brasil junto ao Acordo de Paris prevê, na verdade, um aumento de emissões, não uma redução. Fonte: Folha de São Paulo, 2016, retirado de <http://www.carvaomineral.com.br/interna_noticias.php?i_conteudo=529>, acesso em 25 fev. 2018.

Conclui-se, então, que o Brasil precisa novamente mudar os rumos do que considera “desenvolvimento”. Apesar de ter reduzido consideravelmente suas emissões (41% até 2012) por conta do combate ao desmatamento na Amazônia, o país tem revertido o fluxo e aumentado suas emissões. Em um cenário global em que as mudanças climáticas precisam ser mitigadas com urgência, isso é inadmissível. A volta do aumento do desmatamento na Amazônia, somado ao crescente investimento do governo brasileiro em combustíveis fósseis pode levar o país e o mundo a uma crise global sem precedentes.

Nas emissões do setor energético, destacam-se as emissões relativas ao uso do petróleo como combustível no setor de transportes e a participação das termelétricas no setor de energia elétrica. É necessário não somente que se pare o desmatamento, mas também que sejam incentivadas formas alternativas de energia, como a energia solar, e que os combustíveis fósseis sejam abandonados.



Imagem 32: Plataforma de petróleo da Petrobrás. O petróleo foi responsável por 70% das emissões de gases de efeito estufa do setor de energia em 2012. Foto: O Petróleo, 2016, retirado de <<http://www.opetroleo.com.br/produtividade-do-pre-sal-sobe-e-da-alivio-petrobras/>>, acesso em 25 fev. 2018.

Para que o governo tome as decisões corretas quanto do futuro do Planeta, a sociedade precisa se informar do assunto e entender sua importância. Nesse sentido, mais uma vez a educação ambiental é fundamental, pois é a partir da sensibilização que a mudança acontece. Todo cidadão brasileiro tem um poder enorme nas mãos de pressionar seus governantes por decisões que realmente levem em conta o futuro da humanidade, não somente os interesses passageiros de um grupo de pessoas que lucra com a destruição do meio ambiente. Além da cobrança aos governantes, pequenas ações no dia-a-dia podem representar uma grande mudança quando somadas. Esses dois tópicos serão analisados com mais detalhes mais à frente.

Leitura Complementar

Desmatamento na Amazônia está prestes a atingir limite irreversível

21 de fevereiro de 2018

Elton Alisson | Agência FAPESP – O desmatamento da Amazônia está prestes a atingir um determinado limite a partir do qual regiões da floresta tropical podem passar por mudanças irreversíveis, em que suas paisagens podem se tornar semelhantes às de cerrado, mas degradadas, com vegetação rala e esparsa e baixa biodiversidade.

O alerta foi feito em um editorial publicado nesta quarta-feira (21/02) na revista Science Advances. O artigo é assinado por Thomas Lovejoy, professor da George Mason University, nos Estados Unidos, e Carlos Nobre, coordenador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas – um dos INCTs apoiados pela FAPESP no Estado de São Paulo em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – e pesquisador aposentado do Instituto Nacional

“O sistema amazônico está prestes a atingir um ponto de inflexão”, disse Lovejoy à Agência FAPESP. De acordo com os autores, desde a década de 1970, quando estudos realizados pelo professor Eneas Salati demonstraram que a Amazônia gera aproximadamente metade de suas próprias chuvas, levantou-se a questão de qual seria o nível de desmatamento a partir do qual o ciclo hidrológico amazônico se degradaria ao ponto de não poder apoiar mais a existência dos ecossistemas da floresta tropical.

Os primeiros modelos elaborados para responder a essa questão mostraram que esse ponto de inflexão seria atingido se o desmatamento da floresta amazônica atingisse 40%. Nesse cenário, as regiões Central, Sul e Leste da Amazônia passariam a registrar menos chuvas e ter estação seca mais longa. Além disso, a vegetação das regiões Sul e Leste poderiam se tornar semelhantes à de savanas.

Nas últimas décadas, outros fatores além do desmatamento, começaram a impactar o ciclo hidrológico amazônico, como as mudanças climáticas e o uso indiscriminado do fogo por agropecuaristas durante períodos secos – com o objetivo de eliminar árvores derrubadas e limpar áreas para transformá-las em lavouras ou pastagens.

A combinação desses três fatores indica que o novo ponto de inflexão a partir do qual ecossistemas na Amazônia oriental, Sul e Central podem deixar de ser floresta seria atingido se o desmatamento alcançar entre 20% e 25% da floresta original, ressaltam os pesquisadores.

O cálculo é derivado de um estudo realizado por Nobre e outros pesquisadores do Inpe, do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) e da Universidade de Brasília (UnB), publicado em 2016 na revista *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

“Apesar de não sabermos o ponto de inflexão exato, estimamos que a Amazônia está muito próxima de atingir esse limite irreversível. A Amazônia já tem 20% de área desmatada, equivalente a 1 milhão de quilômetros quadrados, ainda que 15% dessa área [150 mil km²] esteja em recuperação”, ressaltou Nobre.

Margem de segurança

Segundo os pesquisadores, as megassecas registradas na Amazônia em 2005, 2010 e entre 2015 e 2016, podem ser os primeiros indícios de que esse ponto de inflexão está próximo de ser atingido.

Esses eventos, juntamente com as inundações severas na região em 2009, 2012 e 2014, sugerem que todo o sistema amazônico está oscilando. “A ação humana potencializa essas perturbações que temos observado no ciclo hidrológico da Amazônia”, disse Nobre.

“Se não tivesse atividade humana na Amazônia, uma megasseca causaria a perda de um determinado número de árvores, que voltariam a crescer em um ano que chove muito e, dessa forma, a floresta atingiria o equilíbrio. Mas quando se tem uma megasseca combinada com o uso generalizado do fogo, a capacidade de regeneração da floresta diminui”, explicou o pesquisador.

A fim de evitar que a Amazônia atinja um limite irreversível, os pesquisadores sugerem a necessidade de não apenas controlar o desmatamento da região, mas também construir uma margem de segurança ao reduzir a área desmatada para menos de 20%.

Para isso, na avaliação de Nobre, será preciso zerar o desmatamento na Amazônia e o Brasil cumprir o compromisso assumido no Acordo Climático de Paris, em 2015, de reflorestar 12 milhões de hectares de áreas desmatadas no país, das quais 50 mil km² são da Amazônia.

“Se for zerado o desmatamento na Amazônia e o Brasil cumprir seu compromisso de reflorestamento, em 2030 as áreas totalmente desmatadas na Amazônia estariam em torno de 16% a 17%”, calculou Nobre.

“Dessa forma, estaríamos no limite, mas ainda seguro, para que o desmatamento, por si só, não faça com que o bioma atinja um ponto irreversível”, disse.

Fonte: Agência FAPESP, 2018, retirado de <http://agencia.fapesp.br/desmatamento_na_amazonia_esta_prestes_a_attingir_limite_irreversivel/27180/>, acesso em 25 fev. 2018.

5.1 O cenário cearense de combate às mudanças climáticas

O Ceará será um dos estados brasileiros mais afetados pelas mudanças climáticas, isso porque o estado já sofre com os efeitos da seca, os quais serão muitos mais severos com a mudança do clima. Além disso, boa parte da economia cearense gira em torno do turismo em suas praias, o qual será gravemente comprometido com o aumento do nível do mar e a erosão marinha decorrente.

Em dezembro de 2016, foi instituída a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Lei Estadual n. 16.146. Dentre seus objetivos, está a redução de emissões de gases de efeito estufa. A lei, contudo, não traz uma meta de redução de emissões, o que deverá estar previsto em plano a ser elaborado. Outros objetivos trazidos pela política são a adaptação à mudança do clima e a consolidação e expansão de áreas legalmente protegidas, assim como o reflorestamento e recuperação de áreas já degradadas (CEARÁ, 2016).



Imagem 33: Secas no Ceará serão intensificadas com a mudança do clima. Fonte: Diário do Nordeste, 2017, retirado de <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/mudancas-climaticas-devem-tornar-costa-do-ceara-mais-quente-e-arida-1.1777287>>, acesso em 25 fev. 2018.

Um importante instrumento da política foi a criação do Fórum Estadual de Mudanças Climáticas, Biodiversidade e Combate à Desertificação. O fórum conta com 32 instituições, as quais representam setores do governo e da sociedade civil, como Universidades, empresas e movimento ambientalista.

A política determina ainda a substituição gradativa dos combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia (CEARÁ, 2016). Em um estado como o Ceará, que tem um enorme potencial de produção de energia solar, o cumprimento desse dispositivo legal é de grande importância. Não só o estado tem seu potencial de geração de energia solar atualmente subutilizado, como o uso de fontes não renováveis, como o carvão mineral em termelétricas, tem causado seríssimos impactos para o meio ambiente e a população. Atualmente, o Ceará é o segundo maior emissor de gases de efeito estufa no setor de energia no Brasil, estando atrás apenas do Rio de Janeiro.

Além de ser o principal responsável pelas mudanças climáticas, o uso de combustíveis fósseis como fonte de energia consome uma quantidade enorme de água, incompatível com a escassez cearense. Ou seja, além de piorar a seca, por conta das mudanças climáticas, as termelétricas acentuam a escassez da água, sendo abastecidas com recursos hídricos que deveriam ser direcionados para o abastecimento humano, conforme determina as políticas nacional e estadual de recursos hídricos.



Imagem 34: Usina termelétrica do Pecém. Foto: Paulo S. Lima / 350.org Brasil, 2016.

Leitura Complementar

Mudanças climáticas devem tornar costa do Ceará mais quente e árida

Projeções indicam que vulnerabilidades do litoral, como avanço do mar e erosão, também seriam potencializadas

26.06.2017 por Vanessa Madeira – Repórter

Um Ceará cada vez mais quente, mais seco, marcado por extremos climáticos e pela maior vulnerabilidade a ameaças naturais, como estiagens, ressacas do mar e erosão costeira. Essas são as projeções do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) para os próximos anos no Estado e

em outros pontos da costa do País caso as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e outros fatores diretamente relacionados ao aquecimento não sejam desacelerados.

Os resultados fazem parte do estudo “Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas”, lançado no início deste mês. Conforme o relatório, que avaliou a situação em cidades como Fortaleza, Salvador, Recife e Rio de Janeiro, localidades litorâneas já estão sofrendo efeitos das mudanças climáticas e podem vir a ser ainda mais afetadas no futuro. Vulnerabilidades já existentes na região, a exemplo de secas, ressacas do mar, extremos de temperatura e até o desenvolvimento de epidemias tendem a se intensificar pelas mudanças climáticas.

Projeções de chuvas, mudanças de temperatura e extremos climáticos presentes na análise indicam que, no futuro, a Capital e o restante da costa cearense poderão vivenciar maior quantidade de dias e noites quentes, ventos mais fortes e elevação do nível do mar. Nas simulações realizadas por pesquisadores, a possibilidade de haver alterações torna-se maior à medida que as concentrações de GEE crescem.

Seca

“Ainda não há certeza se o total de chuvas vai diminuir ou só ficar mais irregular, mas sabemos muito bem o que vai acontecer com evapotranspiração. Ela vai aumentar de maneira muito acentuada até o fim do século e isso implicará em aumento da aridez. Cerca de 80% dos modelos, mesmo em cenários que apresentam algum grau de mitigação, apontam para aumento de aridez, com formação de várias áreas áridas pelo Nordeste”, observa Alexandre Araújo, professor da Universidade Estadual do Ceará (Uece) e membro do PBMC.

Embora os resultados do estudo mostrem cenários futuros, as mudanças climáticas já demonstram efeitos no presente. No Ceará, o forte avanço do mar evidenciado no litoral e a intrusão salina (penetração de água salgada em zona de água doce) observada em lençóis freáticos da zona costeira são reflexos atuais de um processo que, conforme destaca o especialista, vem se acentuando desde o século passado. Nos últimos 100 anos, afirma Araújo, o mar subiu, em média, entre 30cm e 40cm, quantidade suficiente para potencializar danos à costa.

“Outro aspecto é a seca de 2012 a 2016. Não podemos afirmar que ela esteja estritamente vinculada às mudanças climáticas, isso requer mais investigação. Não obstante, é preciso que se afirme que foi uma sequência inédita de cinco anos com chuvas abaixo da média. O interessante é que somente um desses anos foi de El Niño forte. Em condições normais, talvez se esperasse que só esse ano fosse de seca severa”, ressalta.

Se, de um lado, a vulnerabilidade a fortes secas fica maior, de outro, o Estado pode atingir o outro extremo climático. Segundo Emerson Mariano, coordenador do mestrado da Uece em Climatologia e Aplicações nos Países da CPLP (Comunidade dos Países de Língua Portuguesa) e África, mesmo em períodos de estiagem, o Ceará vêm apresentando episódios de chuva extrema, oscilação que também pode ser interpretada como reflexo das mudanças climáticas. Um desses eventos, apontado pelo estudo do PBMC, foi a intensa precipitação registrada em março de 2004, que provocou alagamentos e inundações na Capital e afetou milhares de pessoas no Interior. “Em todo o Nordeste, têm acontecido chuvas torrenciais nos últimos anos, mesmo com seca. Aqui no Ceará, há relatos de

granizo em Sobral, Mauriti e outras cidades. Até a sabedoria popular diz que o clima está maluco”, diz Mariano.

Emissões

No Brasil, o Observatório do Clima, rede formada por entidades que discutem as mudanças climáticas no País, calcula estimativas de emissões de GEE em todos os estados. No que se refere ao Ceará, os dados mais recentes datam de 2015 e apontam uma emissão anual de 29 milhões de toneladas de gases, 10 milhões a mais que o número registrado uma década antes. Os setores de Energia (que inclui geração de eletricidade, transportes e indústria) e de Mudança de Uso da Terra e Floresta lideram a lista de fontes emissoras, sendo responsáveis por 48% e 25% das emissões, respectivamente. Os setores de Agropecuária (19%), Resíduos (6%) e Processos Industriais (2%) vêm em seguida.

Reverter o que indicam as previsões requer ações imediatas do poder público. A principal é o estabelecimento e o cumprimento de metas específicas de redução das emissões de GEE, algo que, no Ceará, e em boa parte dos estados, ainda não existe. O Brasil segue os objetivos determinados no Acordo de Paris, assinado em 2015 por 195 países, que prevê a diminuição de emissões de carbono em, pelo menos, 37% até 2025, e em 43% até 2030. Os percentuais levam em consideração o total de emissões do ano de 2005. Para alcançar essa meta, segundo Alexandre Araújo, o Estado teria que passar a emitir “apenas” 9 milhões de toneladas de GEE por ano, o que, diante dos números atuais, parece uma redução quase impossível de atingir.

Alternativas

Outra medida, a ser promovida paralelamente, seria o maior investimento em fontes de energia menos poluidoras. No Ceará, uma alternativa é óbvia: energia solar. No entanto, ainda não há grandes incentivos para que indústrias, empresas e a própria população passem a adotar o modelo no dia a dia.

“Medidas simples, como a diminuição de impostos, incentivos para empresas de importação do material para implantação de painéis solares, e linhas de financiamento com juros bem baixos poderiam fazer com que a energia solar se tornasse algo mais acessível”, diz o professor Emerson Mariano.

Conforme ressalta o docente, por conta da pouca oferta de materiais para montagem de sistemas de energia solar, implantar painéis residenciais chega a custar em torno de R\$ 20 mil. “Quem tem esse dinheiro para investir em nome da sustentabilidade?”, questiona Mariano. “Precisar haver mais vontade política de escutar a ciência para que se possa implantar essas soluções”, completa o professor.

Fonte: Diário do Nordeste, 2017, retirado de <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/mudancas-climaticas-devem-tornar-costa-do-ceara-mais-quente-e-arida-1.1777287>>, acesso em 25 fev. 2018.

As fontes de emissões de gases de efeito estufa brasileiras estão divididas em 5 setores principais: energia, agropecuária, mudança de uso da terra e floresta, processos industriais e resíduos. Historicamente, a atividade responsável pela maior emissão é a mudança de uso da terra e floresta, também conhecida como desmatamento.

As emissões brasileiras diminuíram a partir de 2004, chegando ao ponto mais baixo em 2010 e 2011, devido à redução do desmatamento na Amazônia. Em 2004, o Brasil criou o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), o grande responsável pela redução de emissões nos anos seguintes.

Assim, durante a Conferência de Copenhague, em 2009, quando o Brasil apresentou compromissos voluntários de redução de emissões de gases de efeito estufa, a maior parte do prometido já tinha sido alcançado. Posteriormente, esses compromissos foram incluídos na Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), aprovada em 2010.

De 2012 ao presente, as emissões brasileiras voltaram a subir. Contribuíram para esse aumento a maior participação dos combustíveis fósseis na matriz energética brasileira, principalmente com o incentivo à instalação de termelétricas e o crescimento do setor do petróleo, e a retomada do desmatamento após a aprovação do Novo Código Florestal.

O governo brasileiro apresentou em 2016 seu compromisso voluntário para o Acordo de Paris, com a meta absoluta de redução de emissões 37% até 2025 e de 43% até 2030, em relação a 2005. Sendo que o Brasil já havia reduzido suas emissões em 41% até 2012 em relação a 2005. Ou seja, uma redução de 37% até 2025 é, na verdade, um aumento de emissões!

O Brasil precisa, portanto, mudar de rumo para garantir o cumprimento do Acordo de Paris e o equilíbrio da vida na Terra. É necessário acabar de vez com o desmatamento e recuperar as áreas desmatadas. Além disso, os incentivos aos combustíveis fósseis precisam ser extintos, e essas fontes substituídas por energias renováveis limpas, como a energia solar.

Para que o governo brasileiro tome uma atitude mais coerente na luta contra as mudanças climáticas, é necessário que a sociedade entenda a importância do tema e cobre mudanças. Para tanto, a educação ambiental, mais uma vez, assume papel fundamental.

No Ceará, os efeitos da mudança do clima serão devastadores, com secas mais severas e aumento do nível do mar, os quais impactarão as principais fontes de renda do estado. Com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, foi aprovada a Política Estadual de Mudanças Climáticas, a qual prevê a substituição gradual de fontes fósseis de energia para fontes renováveis, como a energia solar. É de suma importância que o disposto na lei seja cumprido, pois, ao utilizar fontes fósseis de energia, o Ceará não só está subutilizando seu potencial para energias renováveis como a solar, como está causando impactos negativos para a população e para o meio ambiente. Além de promoverem as mudanças climáticas, fontes fósseis de energia consomem uma quantidade enorme de água, situação incompatível com a escassez de água cearense.

[illegible]

6. O PAPEL DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DA ESCOLA

Para solucionar a problemática das mudanças climáticas, a sociedade como um todo precisa se mover em direção a um novo estilo de vida e a uma nova concepção de desenvolvimento. A educação ambiental é central nesse processo, pois, somente a partir da compreensão da seriedade e complexidade do problema, as pessoas serão capazes de mudar seu comportamento.

A educação ambiental sobre mudança do clima deve partir da compreensão de duas dimensões: a da mitigação e da adaptação. A dimensão da mitigação é a compreensão das causas das mudanças climáticas e o desenvolvimento do conhecimento e competências necessárias para promover a mudança pessoal e social para corrigi-las. A causa das mudanças climáticas é a emissão de gases de efeito estufa, mas isso é, na verdade, apenas um efeito de como a sociedade está organizada, um resultado do modelo de desenvolvimento adotado. Então, a compreensão das causas do problema passa por conhecimentos acerca do consumo de energia, dos meios de transporte, do modelo do agronegócio, das formas de consumo individual, do desmatamento, da conservação ambiental etc. A educação sobre mitigação deve envolver, portanto, um entendimento amplo acerca do sistema econômico, estruturas sociais, padrões culturais, estilos de vida, consumismo, distribuição de riqueza e suas relações causais com a emissão de gases de efeito estufa (SELBY, 2014).



Imagem 35: A sociedade de consumo é a base do modelo de desenvolvimento responsável pela emissão de gases de efeito estufa na atmosfera que causam mudanças climáticas. Foto: Meio Ambiente Técnico, 2013, retirado de <<http://meioambientetecnico.blogspot.com.br/2013/08/consumismo.html>>, acesso em 26 fev. 2018.

A segunda dimensão é a da adaptação, a qual está focada na construção de resiliência e na redução das vulnerabilidades diante dos impactos da mudança climática que já está acontecendo ou que estão prestes a acontecer. É o exemplo das experiências de convivência com a seca no Semiárido Nordeste. Ambas as dimensões devem levar à compreensão da realidade da mudança climática e a uma mentalidade de alerta para perceber as mudanças que já estão acontecendo. O objetivo final é que, a partir dessa compreensão, se alcance uma mudança social global para um futuro mais seguro e sustentável (SELBY, 2014).

Na construção dessa compreensão, é necessário levar a aprendizagem sobre mudança climática

para fora da aula de ciências. Como visto, as causas da mudança climática são complexas, envolvendo desde o sistema econômico às estruturas sociais. A educação ambiental deve, portanto, examinar as conexões dinâmicas entre fatores ambientais, econômicos, sociais, culturais e políticos, permitindo uma análise profunda das forças e determinantes subjacentes à mudança do clima (SELBY, 2014).



Imagem 36: Para combater as mudanças climáticas, é necessário descompartmentalizar o conhecimento, uma verdadeira educação fora da caixa. Fonte: Em Alta, 2016, retirado de <<http://emalta.com.br/8-dicas-pensar-fora-da-caixa/>>, acesso em 26 fev. 2018.

É necessário que se questione o que é desenvolvimento. Será que o “progresso” vale a pena o sacrifício das gerações futuras? Quais padrões de vida, propósitos, sistemas de valores, aspirações, visões de mundo sustentam o modelo de desenvolvimento adotado pela sociedade? Além disso, é necessário promover um aprendizado emocional que se conecte com a beleza e diversidade da Terra, suas formas de vida, seus povos. É a partir também dessa conexão que pode vir a mudança desejada, pois tudo isso está sendo ameaçado pelas mudanças climáticas (SELBY, 2014).

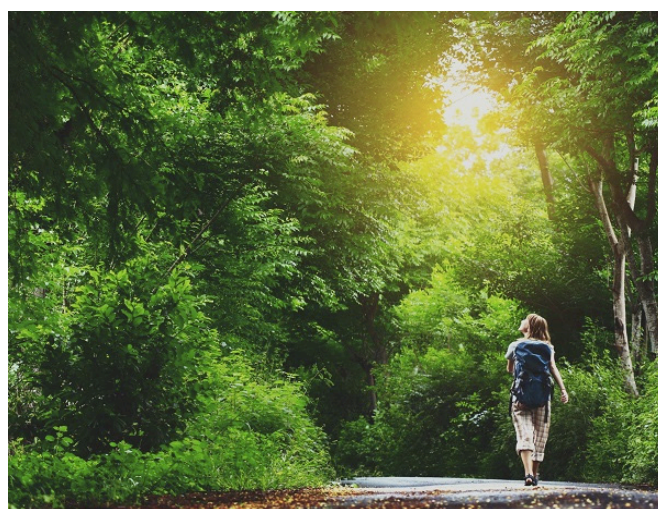


Imagem 37: A reconexão emocional com a Natureza é necessária para combater a mudança climática. Foto: Autossustentável, 2017, retirado de <<http://autossustentavel.com/2017/11/o-surgimento-do-self-ecologico.html>>, acesso em 26 fev. 2018.

A educação ambiental precisa romper as caixinhas do conhecimento, promovendo estruturas interdisciplinares e multidisciplinares. Por exemplo, ao estudar sobre petróleo, um professor de

ciências pode examinar as reações químicas da acidificação oceânica, ao passo em que professores de história e geografia podem explicar os processos socioeconômicos que levaram a sociedade ao modelo de desenvolvimento atual. Já o professor de matemática pode explorar as estatísticas e tendências de concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, calcular a temperatura média global ou perda de massa em uma geleira em derretimento. Por sua vez, o professor de física pode tratar nas aulas de termodinâmica sobre os mecanismos de distribuição e conservação do calor no sistema terrestre. Na aula de literatura, o professor pode abordar obras que tratem da convivência humana com eventos climáticos como a seca, são exemplos “Os Sertões”, de Euclides da Cunha, “O Quinze”, de Raquel de Queiroz, e “Vidas Secas”, de Graciliano Ramos. A mudança climática também pode ser tema de redações nas aulas de português e ser abordada nas aulas de filosofia e sociologia na perspectiva da ética ambiental necessária para promover o desenvolvimento sustentável e a justiça ambiental (SELBY, 2014).

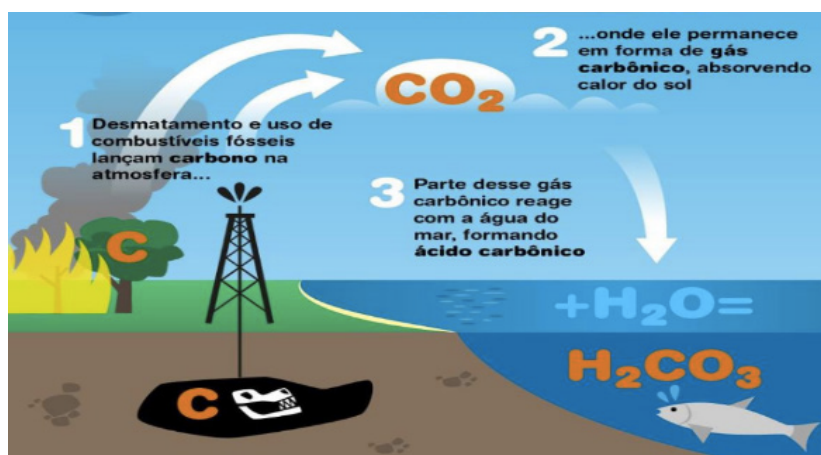


Imagem 38: A química da acidificação dos oceanos pode ser abordada em sala de aula. Fonte: Água, sua linda, 2018.

É possível organizar a inclusão da mudança climática e da sustentabilidade em todo o currículo e acompanhar o aluno de forma a verificar sua compreensão em relação à ética ambiental, que levará à transformação social. Quanto mais cuidadosa for feita a costura, mais interdisciplinar será a abordagem. Todos os professores podem contribuir a partir da lente específica de sua disciplina (SELBY, 2014).

A apresentação das causas físicas das mudanças climáticas e as formas de reduzir as emissões de gases de efeito estufa são temas que podem ser explorados nas áreas de ciência e tecnologia. Os fatores envolvidos na crise da mudança climática, como o modelo de desenvolvimento, podem ser abordados a partir de uma visão ética, por meio das ciências sociais, línguas e artes criativas. Os diversos impactos da mudança climática também podem ser abordados de forma interdisciplinar: os impactos na saúde humana; a mudança nos fluxos migratórios, extinção e reprodução de animais; a ameaça a estilos de vida indígenas ou tradicionais em função do aumento do nível do mar; incêndios sazonais recorrentes e crescente desertificação; aumento da fome e da desnutrição à medida que os solos se tornam áridos; imensos deslocamentos internos e externos de populações com a ameaça da discriminação dos migrantes; desestabilização das economias; ameaças à paz e à segurança; crescente injustiça climática global; impactos diferenciados sobre homens e mulheres, o que aprofunda ainda mais as desigualdades de gênero existentes; para citar apenas alguns (SELBY,

2014).



Imagem 39: Você sabia que o sexo das tartarugas marinhas é determinado no ovo de acordo com a temperatura da areia? Com a mudança climática haverá um desequilíbrio entre o número de machos e fêmeas, dificultando a reprodução, o que poderá piorar a situação da espécie que já é uma das mais ameaçadas de extinção.

Fonte: Eco4Planet, 2018, retirado de <<http://eco4planet.com/blog/aquecimento-global-faz-99-das-tartarugas-marinhas-nascerem-femeas/>>, acesso em 26 fev. 2018

Além de interdisciplinar, a educação ambiental em mudança climática precisa ter um foco local, conectado com o global. O sentimento de pertencimento ao local, aliado com a compreensão dos impactos locais das mudanças climáticas, pode ser um motivador para uma mudança ética e consequentemente no comportamento. A promoção de conhecimentos acerca do local, sobre sua fauna e flora, sua história e cultura, possibilita o surgimento de um sentimento de responsabilidade também local, a qual pode ser direcionada à ação. É possível sensibilizar as pessoas sobre o risco de perder essas características locais por conta dos impactos da mudança do clima (SELBY, 2014).

Ademais, ao promover a conexão dos alunos com o ambiente fora da sala de aula, sua comunidade e sua Natureza, a escola possibilita a construção de iniciativas locais que visem à mitigação, à adaptação e à redução de riscos de desastres relacionados à mudança climática. As populações locais são as que mais conhecem seu ambiente imediato, então, são as mais qualificadas para tomar decisões sobre como construir uma comunidade mais sustentável e resiliente à mudança climática. Esse engajamento pode ser fomentado por meio da educação ambiental, colocando em prática o conceito de democracia participativa local (SELBY, 2014).



Imagem 40: Iniciativas de convivência com o semiárido são fundamentais para a adaptação e a prevenção de riscos relacionados à mudança do clima. Fonte: Almacks, 2012, retirado de <<http://almacks.blogspot.com.br/2012/01/denocs-x-convivencia-com-o-semiarido.html>>, acesso em 26 fev. 2018.

A partir do reconhecimento da realidade local, é necessário fechar o ciclo e reconectar a mudança climática com seu aspecto global. Como já abordado, essa compreensão pode ser alcançada a partir de conhecimentos acerca das causas globais da mudança climática, das sociedades e estilos de vida que são os principais responsáveis pelo surgimento do problema etc. Outra forma de estabelecer a conexão com o global é promover o debate acerca do que outros jovens no mundo estão fazendo e pensando. Promover um diálogo intercultural sobre mudanças climáticas é importantíssimo, pois proporciona a jovens cearenses saber sobre impactos das mudanças climáticas que jovens do outro lado do planeta já estão sofrendo (SELBY, 2014).



Imagem 41: As Filipinas são ilhas cuja própria existência está ameaçada com a elevação do nível do mar causada pelas mudanças climáticas. O país tem sofrido com eventos extremos, como tufões, chuvas torrenciais. Em 2014, 34 pessoas morrem em decorrência das chuvas que atingiram o país. Fonte: Exame, 2014, retirado de <<https://exame.abril.com.br/mundo/sobe-para-34-o-numero-de-mortos-por-chuvas-nas-filipinas/>>, acesso em 26 fev. 2018.

Outro enfoque importante a ser dado para a educação ambiental sobre mudança climática é o ético. De acordo com o relatório do *Global Humanitarian Forum* de 2009, a “crise silenciosa” da

mudança climática já está causando, em média, 300 mil mortes por ano, tem afetado seriamente 325 milhões de pessoas e deixado vulneráveis mais 4 bilhões de pessoas. E onde estão essas pessoas? Em sua maioria, em países em desenvolvimento, que não têm recursos para a adaptação e prevenção de desastres, além de não terem a infraestrutura necessária para suportarem a mudança climática com resiliência. Apesar de serem esses países os menos responsáveis pelas mudanças climáticas, já que têm baixos níveis de emissões de gases de efeito estufa, são os que mais sofrem com seus efeitos (SELBY, 2014).

Assim, o aprendizado sobre mudanças climáticas precisa passar pelo debate sobre justiça climática. É necessário debater se os países desenvolvidos, principais responsáveis pelas emissões históricas, devem ser responsabilizados pelos danos causados em outros países pela mudança do clima, se devem compensar o restante do mundo pela poluição atmosférica que causaram. Além disso, com a migração devido a efeitos das mudanças climáticas crescendo mais a cada ano, a educação ambiental precisa discutir sobre o destino e os direitos dos refugiados climáticos (SELBY, 2014).

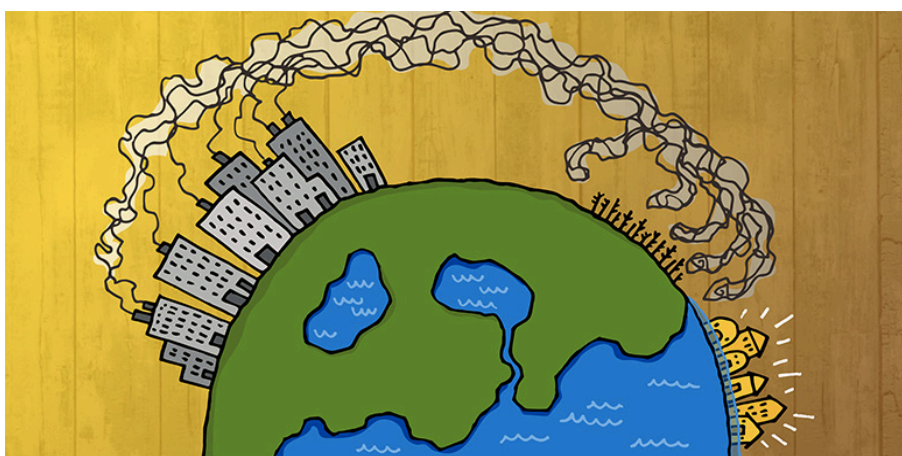


Imagem 42: O debate sobre mudanças climáticas precisa passar pela temática da justiça climática. Os efeitos da mudança do clima são transfronteiriços. Os países que quase não foram responsáveis por causar o problema são os que mais sofrem com seus impactos. Enquanto os países desenvolvidos, principais responsáveis pelas emissões, têm infraestrutura e recursos para suportarem os impactos. Fonte: Ben&Jerry's, 2015, retirado de <<https://www.benandjerry.com.br/valores/questoes-com-as-quais-nos-preocupamos/justica-climatica/justica-climatica>>, acesso em 26 fev. 2018.

Por fim, a escola como um todo precisa abordar a temática de mudanças climáticas e de sustentabilidade. Isso significa envolver no processo de educação toda a comunidade escolar: alunos, professores, funcionários, administradores, pais e membros da comunidade local. Essa abordagem é vital para enfrentar de forma eficaz os desafios colocados pela mudança climática e pela crise ecológica, porque a educação já começa prática e dando exemplos concretos de mudança.

Defende-se um modelo holístico dos 4C's: currículo, campus (meio físico), comunidade e cultura (institucional). A parte do currículo (primeiro C) já foi amplamente debatida. É necessário que o currículo escolar aborde mudanças climáticas e sustentabilidade de forma transversal, integrada, interdisciplinar e multidisciplinar.



Imagem 43: Escola Pública de Fortaleza vai funcionar com energia solar. Fonte: G1, 2017, retirado de <http://g1.globo.com/ceara/noticia/2017/03/escola-publica-de-fortaleza-vai-funcionar-com-energia-solar.html>, acesso em 26 fev. 2018.

Quanto ao campus (segundo C), existem várias iniciativas que podem ser implementadas na escola: hortas comunitárias, sistemas de reuso de água, sistemas de captação de águas da chuva, instalação de painéis solares, plantio de árvores nativas, utilização de alimentos orgânicos comprados de produtores locais na merenda escolar, instalação de ponto de coleta seletiva na escola em parceria com a comunidade local de catadores de resíduos sólidos, realização de compostagem, dentre várias outras possibilidades. As iniciativas são essenciais, pois representam o objetivo final da educação ambiental, que é a transformação social.

Nessas iniciativas, é muito importante envolver toda a comunidade (terceiro C) para que a mudança ultrapasse os muros da escola e tenha impacto local. Por fim, a esfera da cultura (quarto C) é alcançada quando a mudança é incorporada, e a cultura da participação ambiental se instala. Assim, a transformação social se consolida, começando no currículo, passando para o campus, atingindo a comunidade e se tornando cultura.

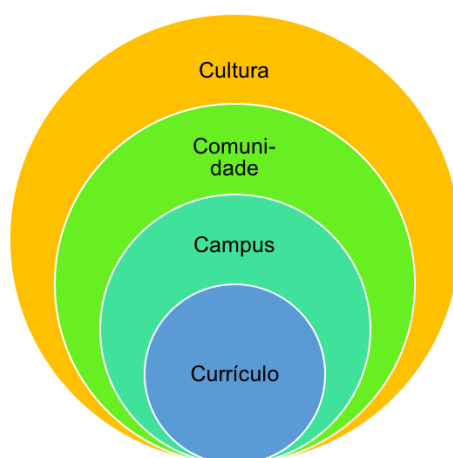


Imagem 44: Processo de transformação social da educação ambiental.

Outras propostas de atividades (PNUD, 2010):

- Planejar e iniciar uma cooperativa de uso da energia alternativa (solar, eólica etc);

- Mobilizar as pessoas para solicitar/pressionar o poder local para a construção de uma ciclovia;
- Promover numa escola, igreja ou parque do bairro uma mostra de filmes ambientais e debate;
- Plantar e cuidar de um jardim (ou horta) comunitário;
- Montar um grupo local de educação e fazer alguns spots e programas para rádios e TVs comunitárias (e comerciais ou públicas) que expressem em suas mensagens os compromissos de cada um ou de grupos para a mitigação;
- Implantar painéis solares em edifícios do seu bairro;
- Elaborar, em conjunto com os demais moradores de seu bairro ou cidade, um plano de mitigação às mudanças climáticas e apresentar aos gestores públicos de tal região;
- Incentivar o uso de bicicletas e criar estacionamentos próprios;
- Montar e apresentar peças teatrais, espetáculos circenses, saraus de músicas e poesias, exposições de fotos ambientais, exposição de artesanato local com materiais recicláveis etc;
- Resgatar, por meio de entrevistas, a história oral ambiental do seu bairro, ou seja, identificar os moradores mais antigos e registrar suas experiências, como eles viveram e presenciaram as mudanças ocorridas, e apresentar os resultados para a comunidade, para as crianças de uma escola e, ainda, apresentar em uma rádio comunitária ou publicar no jornal do bairro ou da cidade;
- Implementar um programa de reciclagem de resíduos;
- Reduzir as suas emissões em 10% em um ano (e aumentar progressivamente);
- Discutir políticas públicas para a sua cidade com fins à transição para uma sociedade de baixo carbono;
- Montar um viveiro com mudas nativas da região e distribuir para plantio no bairro;
- Melhorar uma área verde (parque, calçada etc) local;
- Realizar uma feira de trocas de roupas usadas, livros etc;
- Organizar mostra de sementes nativas locais e destacar a importância da conservação dos ecossistemas e áreas verdes regionais (sumidouros naturais de carbono) para o enfrentamento das mudanças do clima;
- Promover coleta seletiva de lixo no seu bairro e fazer uma triagem;
- Pintar um muro (com autorização) com frase e imagens educativas sobre as soluções para o aquecimento global;
- Instalar um aquecedor de água a energia solar (modelos baratos usados em projetos sociais);

- Pintar um telhado de branco;
- Construir um sistema de compostagem para o seu bairro, sua empresa, sua casa, sua escola etc.
- Colocar cartazes sobre o tema das mudanças do clima em locais públicos permitidos;
- Articular uma manifestação afirmativa em frente ao gabinete do seu representante político;
- Realizar um abaixo assinado contra uma área de impacto (lixão, desmatamento ilegal, central de carvão, indústria poluidora etc).
- Promover um debate sobre os impactos das mudanças do clima na vida das pessoas;
- Estimular a criação de um espaço coletivo educador para refletir e formular ações locais;
- Fazer uma atividade de campo com sua comunidade para visitar uma instalação de energias renováveis ou um área que impacta com alto teor de emissões;
- Organizar uma apresentação sobre como tornar a sua comunidade mais eficiente na emissão de carbono;
- Criar um blog com conteúdo local/regional sobre as questões das emissões e divulgar na sua região.

Para saber mais

A UNESCO organizou um curso para professores secundários (fundamental II e ensino médio) sobre educação em mudança climática e desenvolvimento sustentável (EMCDS), o qual foi utilizado como referência para escrever este capítulo. O material está disponível online no link:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002297/229737por.pdf>

Música para refletir

Seca do Nordeste - Fagner

Ô sol! sol escaldante

Terra poeirenta

Dias e dias, meses e m e s e s sem chover

E o pobre lavrador com a ferramenta rude

Bate forte no solo duro

Em cada pancada parece gemer

Hum, hum, hum, hum, hum, hum, hum

Geme a terra de dor ó ó ó ô

Não adianta o meu lamento meu senhor
Ó ó ó ô e a chuva não vem
Chão continua seco e poeirento
No auge do desespero uns se revoltam contra deus
Outros rezam com fervor
Nosso gado está sedento meu senhor
Nos livrai dessa desgraça
O céu escurece
As nuvens parecem grandes rolos de fumaça
Chove no coração do Brasil
E o lavrador retira o seu chapéu
E olhando o firmamento
Suas lágrimas se unem
Com as dádivas do céu
O gado muge de alegria
Parece entoar uma linda melodia

Resumo

Para solucionar a problemática das mudanças climáticas, a sociedade como um todo precisa se mover em direção a um novo estilo de vida e a uma nova concepção de desenvolvimento. A educação ambiental é central nesse processo, pois, somente a partir da compreensão da seriedade e complexidade do problema, as pessoas serão capazes de mudar seu comportamento.

A educação ambiental sobre mudança do clima deve partir da compreensão de duas dimensões: a da mitigação e da adaptação. A dimensão da mitigação é a compreensão das causas das mudanças climáticas e o desenvolvimento do conhecimento e competências necessárias para promover a mudança pessoal e social para corrigi-las. A dimensão da adaptação está focada na construção de resiliência e na redução das vulnerabilidades diante dos impactos da mudança climática que já está acontecendo ou que estão prestes a acontecer. O objetivo final é que, a partir da compreensão dessas dimensões, se alcance uma mudança social global para um futuro mais seguro e sustentável.

Na construção dessa compreensão, é necessário levar a aprendizagem sobre mudança climática para fora da aula de ciências. A educação ambiental precisa romper as caixinhas do conhecimento, promovendo estruturas interdisciplinares e multidisciplinares.

Além de interdisciplinar, a educação ambiental em mudança climática precisa ter um foco local, conectado com o global. O sentimento de pertencimento ao local, aliado com a compreensão dos impactos locais das mudanças climáticas, pode ser um motivador para uma mudança ética e consequentemente no comportamento.

Outro enfoque importante a ser dado para a educação ambiental sobre mudança climática é o ético. Assim, o aprendizado sobre mudanças climáticas precisa passar pelo debate sobre justiça climática.

Por fim, a escola como um todo precisa abordar a temática de mudanças climáticas e de sustentabilidade. Isso significa envolver no processo de educação toda a comunidade escolar: alunos, professores, funcionários, administradores, pais e membros da comunidade local. Defende-se um modelo holístico dos 4C's: currículo, campus (meio físico), comunidade e cultura (institucional).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Beatriz Azevêdo de. O Regime Internacional do Clima e as Implicações para o Brasil: O Desafio do Acordo de Paris. 2016. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Direito, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

CAIT. INDC. 2018. Disponível em: <<http://cait.wri.org/indc/>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

CARVALHO, Fernanda Viana de. A posição brasileira nas negociações internacionais sobre florestas e clima (1997-2010): do veto à proposição. 2011. Tese (Doutorado em Relações Internacionais) - Universidade de Brasília, Instituto de Relações Internacionais, 2011.

CEARÁ (Estado). Decreto nº 29.272, de 25 de abril de 2008. Institui o Fórum de Mudanças Climáticas e Biodiversidade, e dá outras providências. Decreto 29.272, de 25 de Abril de 2008. Fortaleza, CE, 2008.

CEARÁ (Estado). Lei nº 16.146, de 14 de dezembro de 2016. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas - PEMC. Lei 16.146, de 14 de Dezembro de 2016. Fortaleza, CE, 2016.

CEDEPLAR E FIOCRUZ. Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o Nordeste brasileiro 2000-2050. [s.l.]: Cedeplar e Fiocruz, 2008.

COMITÊ INTERGOVERNAMENTAL DE NEGOCIAÇÃO PARA A CONVENÇÃO-QUADRO SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. Convenção sobre mudança do clima. Tradução por Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil. Nova York, 1992. 27 p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5390.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2018.

GALILEU. Impacto do desmatamento sobre o clima é maior do que se imaginava. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/01/impacto-do-desmatamento-sobre-o-clima-e-maior-do-que-se-imaginava.html>> . Acesso em: 22 fev. 2018.

INICIATIVA VERDE. Sumário para os tomadores de decisão do quinto relatório de avaliação do IPCC (2014). São Paulo: Iniciativa Verde, 2015.

IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report, Summary for Policymakers. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 2014. 32p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2018.

JACOBI, Pedro Roberto et al (Org.). Temas atuais em mudanças climáticas para os Ensinos Fundamental e Médio. São Paulo: Ricargraf, 2015.

JACOBI, Pedro Roberto et al. Mudanças climáticas globais: a resposta da educação. Revista Brasileira de Educação, [s.l.], v. 16, n. 46, p.135-268, abr. 2011.

José A Marengo (Org.). Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2006.

LIMA, Raquel Araujo. O regime jurídico internacional de proteção do clima e a atuação do Estado brasileiro: aspectos constitucionais e infraconstitucionais. 2011. 210 p. Tese de conclusão de mestrado (Mestrado em Direito) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2011.

MMA. Combustíveis fósseis são maiores responsáveis pelo efeito estufa. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/4125-combustiveis-fosseis-sao-maiores-responsaveis-pelo-efeito-estufa>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

NETNATURE. O significado do termo “aquecimento global” e de “mudanças climáticas” – como medir a temperatura do planeta. Disponível em: <<https://netnature.wordpress.com/2017/08/23/o-significado-do-termo-aquecimento-global-e-de-mudancas-climaticas-como-medir-a-temperatura-do-planeta/>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

NOBRE, Carlos; REID, Julia; VEIGA, Ana Paula Soares. Fundamentos científicos das mudanças climáticas. São José dos Campos: Inpe, 2012.

OECD. O que é efeito estufa. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27698-o-que-e-o-efeito-estufa/>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

PNUMA; OMM. IPCC Factsheet: What is the IPCC?, 1988. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/factsheets/FS_what_ipcc.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.

REIS, Danielle Aparecida dos; SILVA, Luciano Fernandes; FIGUEIREDO, Newton. As complexidades inerentes ao tema: desafios e perspectivas para o ensino de física. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), [s.l.], v. 17, n. 3, p.535-554, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO).

REIS, Danielle Aparecida dos; SILVA, Luciano Fernandes. As complexidades do fenômeno “mudanças climáticas”: análise de teses e dissertações de educação ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. Anais... . Florianópolis: Enpec, 2017. p. 1 - 10.

SANTOS, José Ozildo et al. Os impactos produzidos pelas mudanças climáticas. Agropecuária Científica no Semiárido, Patos, v. 9, n. 1, p.1-8, jan. 2013.

SEYFFARTH, João Arthur Socal; RODRIGUES, Valdemar. Impactos da seca sobre a biodiversidade da Caatinga. Parc. Estrat, Brasília, v. 22, n. 44, p.41-62, jan. 2017.

SELBY, David. Mudança climática em sala de aula: curso da UNESCO para professores secundários (fundamental II e ensino médio) sobre educação em mudança climática e desenvolvimento sustentável (EMCDS). Brasília: Unesco, 2014. 374 p.

SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA. A Pecuária e as mudanças climáticas. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/home/205-vegetarianismo/saude/artigos/15-a-pecua-e-as-mudan>>

climcas>. Acesso em: 22 fev. 2018.

TAMAIÓ, Irineu. Documento descritivo contendo proposta de campanha sobre educação ambiental e mudanças climáticas, incluindo estratégia de execução. Brasília: Programa das Nações Unidas Para O Desenvolvimento (PNUD), 2010. 51 p.

UNEP. The Emissions Gap Report 2017: A UN Environment Synthesis Report. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP), 2017. 116 p.

UNFCCC. Paris Agreement - Status of Ratification. 2018. Disponível em: <http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php>. Acesso em: 26 fev. 2018.

UNFCCC. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. Kyoto Protocol to enter into force 16 February 2005. [S.l.], 2005. Disponível em: <https://unfccc.int/files/press/news_room/press_releases_and_advisories/application/pdf/press041118_eng.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2016.

WAINER, Ilana. A mudança do clima e seus impactos no Oceano Atlântico Sul. São Paulo: Iousp, 2012. Color.

WWF. As mudanças climáticas. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/>. Acesso em: 22 fev. 2018.



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria do Meio Ambiente