

# **Mudanças Climáticas e Ambientais: Contextos Educacionais e históricos**



**Carlos Magno Lima Fernandes e Silva**

# ***Mudanças climáticas e ambientais:***

*Contextos educacionais e históricos*

**Presidente da República**

Dilma Vana Rousseff

**Ministro da Educação**

Aloizio Mercadante

**Secretaria de Educação Profissional Tecnológica**

Marcelo Machado Feres

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande  
do Norte (IFRN)**

**Reitor**

Belchior de Oliveira Rocha

**Diretor do Campos Central de Parnamirim**

Ismael Felix Coutinho Neto

**Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação**

José Yvan Pereira Leite

**Coordenador da Editora do IFRN**

Samir Cristino de Souza

**Conselho Editorial**

André Luiz Calado de Araújo

Dante Henrique Moura

Jerônimo Pereira dos Santos

José Yvan Pereira Leite

Samir Cristino de Souza

Valdenildo Pedro da Silva

CARLOS MAGNO LIMA F. E SILVA

---

**Mudanças climáticas e ambientais:**

Contextos educacionais e históricos

---

Editora do IFRN

Natal

2015

Mudanças climáticas e ambientais: Contextos educacionais e históricos

© Copyright 2010 da Editora do IFRN

Todos os direitos reservados

Nenhuma parte dessa publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora do IFRN.

### **Ficha catalográfica**

(Ficha elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca Nísia Floresta Brasileira Augusta do IFRN Campus Parnamirim)

---

SI586m Silva, Carlos Magno Lima Fernandes e.

Mudanças climáticas e ambientais: contextos educacionais e históricos/. Carlos Magno Lima Fernandes e Silva. — Natal:IFRN, 2015.

329p.:il.

ISBN: 978-85-8333-150-6

1. Educação ambiental. 2. Meio ambiente — Mudanças climáticas. 3. Sustentabilidade. I. Título.

---

CDU 502:37

---

**Genival Teixeira Vasconcelos Filho**

Revisão linguística

**Reben Rudson Mendes Gomes**

Diagramação e Capa

*Este livro é dedicado as três rosas do meu jardim:*

*Roseane, Júlia e Cecília*

---

## ***Agradecimentos***

---

- A Reben Gomes por formatar o livro e me ensinar a operar no programa Latex.
- Ao orientador do doutorado, Francisco Alexandre, pela ideia de escrevê-lo.
- Ao professor Gilvan Borba por suas sugestões de estudo.
- Ao professor Carlos Chesmann pelo convite para fazer o doutorado.
- Ao Departamento de Física da UFRN, em especial a todos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas.
- Ao revisor em anonimato pelos apontamentos de correção.
- À vida por me dar a oportunidade de chegar a concluir este trabalho a um bom termo.

---

## ***Prefácio***

---

“Dada a crise generalizada que vivemos atualmente, toda e qualquer educação deve incluir o cuidado para com tudo o que existe e vive. Sem o cuidado, não garantiremos uma sustentabilidade que permita o planeta manter sua vitalidade, os ecossistemas, seu equilíbrio e a nossa civilização, seu futuro. Somos educados para o pensamento crítico e criativo, visando uma profissão e um bom nível de vida, mas nos olvidamos de educar para a responsabilidade e o cuidado para com o futuro comum da Terra e da Humanidade. Uma educação que não incluir o cuidado se mostra alienada e até irresponsável.”

O trecho acima, extraído de um dos inúmeros artigos do teólogo Leonardo Boff, evidencia a importante interface que deve haver entre educação e sustentabilidade, temática muito instigante na atualidade e que me tem inquietado como educador e dirigente de uma instituição de educação profissional e tecnológica.

Em face disso, foi com muita satisfação que recebi o convite do Prof. Carlos Magno Lima Fernandes e Silva para prefaciar este seu livro, que trata justamente da educação como elemento indispensável para mitigar as causas e os efeitos das mudanças climáticas e ambientais que vivenciamos em nossos dias: desmatamento, elevação das temperaturas,

geração de resíduos sem tratamento adequado, poluição dos mananciais, escassez de água potável etc.

Obra didática, cuidadosamente produzida como fruto de diversos anos de estudo e experiência do autor, que é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – onde atuou inicialmente no Campus Ipanguaçu, uma de suas unidades agrícolas que vem sustentando alguns aspectos desse debate em seus cursos técnicos e superiores na área de agroecologia e meio ambiente – o trabalho aqui apresentado tem como finalidade principal despertar a consciência para a sustentabilidade como uma das metas da educação.

Para o autor, esse deve ser o trabalho da educação, promover o convencimento das pessoas para ter atitudes socioambientais, o que, segundo ele, passa por mudanças no estilo de vida e tomada de decisões com características solidárias. Para tanto, ao longo do livro, são discutidas as intervenções antrópicas no meio ambiente, os diversos movimentos ambientalistas emergentes, passando pela análise do modelo desenvolvimentista e sua relação com as florestas, a crise da água, entre outros aspectos relevantes. Nesse contexto, este livro constitui, pois, importante material para subsidiar educadores e educandos no desenvolvimento de sua consciência para responder aos desafios dos nossos tempos. Não se trata somente de obter uma sólida base de conhecimentos, desenvolver a capacidade de análise, reflexão e criação e dominar as novas e diferentes tecnologias. É necessário, além disso, estar atento ao apelo para uma formação que

conduza ao exercício da cidadania e ao trabalho em prol do bem comum e da Terra.

**Belchior de Oliveira Rocha**

Reitor do IFRN

# Sumário

INTRODUÇÃO . . . . .	1
1 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AMBIENTAIS . . . . .	5
2 A IMPORTÂNCIA DO PASSADO AMBIENTAL	29
3 O MOVIMENTO AMBIENTALISTA E O IPCC .	65
4 O QUINTO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO IPCC . . . . .	107
5 CONTEXTO HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE	145
6 DESENVOLVIMENTISMO E FLORESTAS . . . .	181
7 A CRISE DA ÁGUA . . . . .	213
8 EDUCAÇÃO NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AMBIENTAIS . . . . .	251
9 EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL . . . . .	277
REFERÊNCIAS . . . . .	297

---

## **Introdução**

---

A elaboração deste livro exigiu pesquisas em diversas áreas do conhecimento, pois seu tema central, a mudança climática e ambiental, possui uma natureza interdisciplinar exigindo um diálogo entre saberes de ordem ambiental, social, econômica, educacional e histórica.

A degradação ambiental e a aceleração da mudança climática imposta ao Planeta, nos últimos dois séculos, são referenciadas em diversos trabalhos, livros, relatórios e artigos científicos. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) é uma das fontes de validação para a afirmação de que existe um aumento do efeito estufa. Os objetivos do IPCC, sua organização e estrutura foram examinados, bem como a polêmica científica em relação aos seus dados e cenários. Um capítulo do livro foi dedicado ao exame do quinto relatório de avaliação do IPCC, buscando focalizar os temas de mitigação, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade.

O principal agente da degradação ambiental e aceleração da mudança climática é o consumismo praticado pela

sociedade. O consumo irrefletido dos recursos naturais da Terra, entre outras causas, resultou da explosão populacional acontecida no século XX e da adoção do desenvolvimentismo como modelo de progresso. A interpretação equivocada do meio ambiente pelo desenvolvimentismo criou uma visão deturpada do planeta possuir recursos infinitos refletindo, em parte, o tipo de educação que está sendo ensinada e praticada. Uma educação racionalista, científica, conteudista, tecnicista, competitiva e desvinculada do saber ambiental não forma pessoas com valores ambientais nem educa para o consumo sustentável.

Educar no contexto da mudança climática e ambiental é desenvolver no ser humano a consciência do real valor do meio ambiente, e essa conscientização pode ser alcançada pelo estudo do contexto histórico. Os exemplos de algumas civilizações que ruíram ao degradarem o meio ambiente, e também as pesquisas sobre a evolução do movimento ambiental, a descoberta da mudança climática, o desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, educam quando trazem à tona questões de ordem política, pessoal e social.

Contudo, mesmo com o exemplo dos erros do passado, da confirmação dos dados de pesquisas em órgãos oficiais e um razoável consenso científico a respeito da mudança climática, o consumismo continua a degradar os solos, suprimir a biodiversidade, desmatar as florestas, poluir e exaurir os recursos hídricos. A agressão à floresta e à água, dois recursos naturais imprescindíveis à vida e aos ecossistemas, essencialmente ligados à mudança climática e ambiental,

demonstra de forma incontestável a deficiência do sistema educacional e do modelo social.

Água, floresta, mudança climática e ambiental, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade estão ligados à teia de influência da educação e serão tratados com mais detalhes no decorrer do livro. A educação ambiental e a educação para o desenvolvimento sustentável tiveram seus pressupostos e objetivos examinados. Uma contextualização histórica dessas vertentes educacionais, suas possíveis contribuições tanto para a implementação de mitigação da mudança climática e ambiental quanto para o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade foram apontadas.

O livro não ousa ser uma palavra final em nenhum dos assuntos tratados. O seu objetivo é educar através da divulgação científica dos efeitos da atividade antrópica na Terra. Dessa forma, se a leitura remeter a uma reflexão sobre a crise socioambiental do mundo, o livro estará educando, pois também se educa quando se ensina conhecimentos que para muitos estavam ocultos, inexistentes e improváveis até então.



## **A importância do estudo das mudanças climáticas e ambientais**

---

*Para a Terra o ser humano é completamente dispensável,  
mas para o ser humano a Terra é insubstituível.  
Teilhard de Chardin, teólogo e filósofo francês*

O ser humano nasce, cresce e se desenvolve dentro do meio ambiente. É também no meio ambiente que ele habita, respira e retira o sustento de sua sobrevivência, estabelecendo entre a dimensão humana e ambiental uma relação de elevada dependência. A interação entre humanidade e meio ambiente acontece naturalmente por meio das relações inexoráveis de suas existências, e é marcada, especialmente, pelo usufruto dos serviços ambientais ao longo de milênios.

Durante milhares de anos atrás, o homem coletor/caçador viajou pelas extensões da Terra, sendo limitado pelas margens dos oceanos e tendo suas mudanças de moradia or-

denadas por longas secas e intensos invernos, numa época longínqua onde o meio ambiente ainda era preservado. Dessa forma, o ser humano enfrentou estações climáticas adversas, adaptando-se às mudanças de habitats e aperfeiçoando-se em retirar os recursos da natureza.

A humanidade levou mais de 99% do tempo de sua existência praticando um nomadismo ocioso e sedentário, sempre em busca de lugares com melhores condições de comida, água e conforto, utilizando-se dos serviços ambientais oferecidos pela natureza. Contudo, cerca de 10.000 anos atrás — um pequeno tempo na existência humana — a Terra presenciava o nascimento de uma força social no seio da humanidade que a transformou numa sociedade com o poder de manipular e dominar a natureza. Essa modificação aconteceu quando o homem descobriu a agricultura e a domesticação dos animais, tornando obsoleta a necessidade de se deslocar atrás de alimentos. Assim, ele se fixou em lugares com condição de sobrevivência, multiplicou-se formando vilas e cidades, e com isso começou a modificar o meio ambiente.

Há aproximadamente um século, o homem entrou na era da tecnologia moderna transformando rapidamente a paisagem e provocando mudanças ambientais sem precedentes na natureza. Hoje, em certos centros urbanos, a vegetação se resume a pontos isolados de árvores, e o que se vê é uma grande selva de concreto e campos de asfalto, as novas formas das paisagens urbanas da sociedade atual. As trilhas das matas com grande biodiversidade deram lugar às ruas

congestionadas de carros, o ar puro filtrado pelas árvores foi substituído pelo ar poluído emitido pelas indústrias e motores, e os grandes edifícios quase impedem a visualização do firmamento azul celeste (SAGAN, 1996b).

É importante lembrar que as mudanças do meio ambiente e do clima, um de seus componentes, não são causadas somente pela atividade humana, mas também pela dinâmica de transformação do planeta através de processos naturais como glaciação, vulcanismo, deriva continental e outros eventos geológicos. Estes processos naturais, apesar de possuírem o poder de transformar o clima e meio ambiente de forma significativa, não serão avaliados neste livro.

Com efeito, qualquer mudança no planeta está interligada com todos os seus ecossistemas, e por isso as mudanças do clima estão fortemente conectadas com as alterações ambientais. Inserido nessas transformações climáticas ambientais está o ser humano, vivendo, interagindo e modificando, um agente que influencia e é influenciado pelas mudanças ecossistêmicas da Terra. As relações entre o homem, o clima e o meio ambiente têm implicações de várias ordens, estabelecendo fortes interações com aspectos econômicos e políticos, ligadas ao modo de produção, consumo e desenvolvimento da sociedade.

Essas mudanças geradas pela intervenção do homem no meio ambiente aconteceram mais fortemente a partir da primeira revolução industrial, e vêm se intensificando até os dias atuais, ao ponto de extinguir espécies e ecossistemas, consumindo os recursos naturais de uma forma nunca

antes vista (CAPRA, 1982). As intervenções na natureza, chamadas de ações antrópicas, estão avançando e atingindo o limite crítico em alguns ecossistemas<sup>1</sup>, tornando irreversível a possibilidade de recuperá-los no tempo de uma existência humana.

Dessa forma, sem a recuperação dos ecossistemas, com a diminuição da biodiversidade e a crescente degradação do meio ambiente, gera-se um clima de insegurança ambiental global a respeito do futuro da humanidade, levantando dúvidas e críticas ao modelo de desenvolvimento atual usado pela sociedade (RIBEIRO, 2001).

Essas preocupações fomentaram grande quantidade de estudos sobre a mudança climática e ambiental nas décadas anteriores, em diversas áreas do conhecimento. Desses estudos emergiram dúvidas em alguns setores da sociedade: a humanidade conseguirá se perpetuar, mantendo sua maneira de interagir com a natureza? Permanecendo com o padrão atual de vida, o nível de sobrevivência será precário, com poucos recursos na Terra? E por último, o pior cenário. A possibilidade de extinção! (SUGUIO, 2008). São inúmeros os apontamentos e as incertezas sobre os efeitos das atividades antrópicas na natureza nos últimos anos, sem falar no messianismo catastrófico propalado por algumas pessoas e setores da mídia.

Esses cenários são importantes porque trazem à tona alertas sobre a interferência do homem na mudança climá-

---

<sup>1</sup> Limites críticos de vários ecossistemas já foram atingidos e serão tratados nos próximos capítulos.

tica, pois o clima ao longo da história submeteu, submete e submeterá a humanidade, por um lado, a momentos difíceis de fome e sofrimento e, por outro lado, a momentos prósperos de progresso, bonança, épocas de paz e desenvolvimento.

O clima atual da Terra em média ainda é confortável<sup>2</sup>, todavia em algumas partes do planeta acontecem eventos climáticos extremos que trazem graves problemas para a população dessas regiões. Tais eventos podem ser classificados por: aquecimento global, impactos de El Niño/La Niña, ciclones, inundações e secas (MENDONÇA, 2000). Nesse contexto, o clima se torna um dos principais elementos da interação entre a natureza e a sociedade, transformando-se num centro de debates relevantes sobre a problemática socioambiental, sobretudo no que diz respeito à magnitude dos riscos e impactos ambientais oriundos da atmosfera.

Os estudos das mudanças climáticas têm despertado interesse de boa parte da sociedade, principalmente no que concerne os efeitos provocados pelas atividades antrópicas com consequências diretas no meio ambiente, visto que tais atividades provocaram uma crise ecológica (CAPRA, 1982; IPCC, 2014b). Nesse sentido, existe um consenso entre boa parte dos pesquisadores de que os impactos ambientais oriundos das mudanças climáticas podem alterar de forma vital as estruturas básicas da sociedade (IPEA, 2011).

Conforme um dos cenários do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas — Intergovernmental Panel on

---

<sup>2</sup> Segundo (SUGUIO, 2008, p.14), “Os últimos 10.000 anos podem ser considerados como de clima interglacial pós-Würm. Nós estamos vivendo em ambiente natural favorável muito agradável”.

Climat Change — um aquecimento global com elevação de temperatura entre 1,8 °C e 4,0 °C até 2100 causaria modificações extremas no meio ambiente com consequências drásticas (IPCC, 2014b). Segundo o Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas (IPEA, 2011), os efeitos de um aumento de temperatura global dessa magnitude ocasionariam um aumento da intensidade de eventos extremos, trazendo uma maior ocorrência de secas e enchentes, devido às mudanças nos valores de precipitação das chuvas. Esses estudos demonstram que, além de colocarem em risco a vida de populações inteiras, por aparecimento de epidemias e pragas, trariam também implicações na infraestrutura de abastecimento de água e luz, nos sistemas de transporte e em outros serviços.

Os prejuízos estimados de um aquecimento global são significativos e têm sido divulgados com certa frequência, tornando-se conhecidos — mesmo que superficialmente — pelo cidadão de leitura regular, devido a uma exposição significativa em diversos tipos de mídia que, em boa parte, apresentam o fenômeno com uma abordagem catastrófica e fatalista, quase sempre com informações muito concisas e algumas vezes imprecisas (MARENGO, 2007).

No início do século XX, a pesquisa em mudanças climáticas engendrou estudos e alimentou debates sobre suas causas e consequências, incentivando a criação de órgãos, fóruns e reuniões de cientistas em diversos campos do conhecimento, nas universidades e nos centros de pesquisas. Destaca-se sobretudo que a influência do clima e do meio

ambiente consegue transcender as pesquisas, fazendo a mobilização de forças políticas, da sociedade civil e de agências governamentais e não governamentais (WEART, 2004).

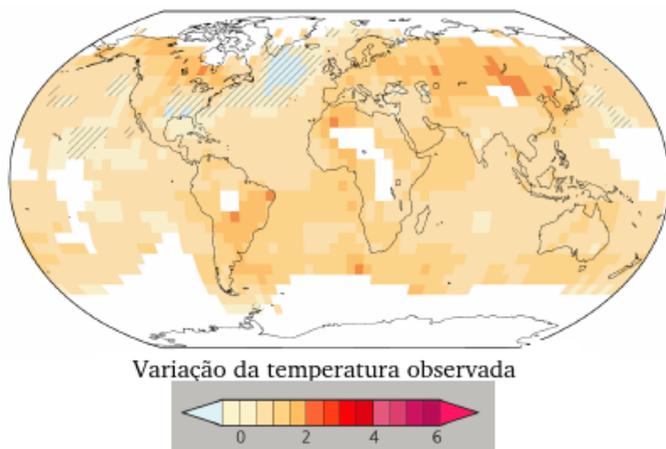
Vale salientar que o estudo do aumento da temperatura global já possui aproximadamente quase dois séculos de existência (ARRHENIUS, 1896; TYNDALL, 1873). A busca de obtenção, análise e estudo de dados climáticos e ambientais, para chegar ao século XXI com estimativa madura baseada em argumentos sólidos sobre o aumento da temperatura do planeta, não foi fácil. Exigiu e exige dedicação de inúmeros cientistas em várias nações, através de um trabalho cumulativo, contínuo e cooperativo, durante algumas gerações. Segundo o Físico e Historiador da Ciência Climática, Spencer Weart, a convicção do aquecimento global e suas consequências são recentes (WEART, 2004, p.viii),

Em 2001, uma extraordinária mobilização organizada por milhares de cientistas em todo o mundo descobriu o aquecimento global, como um fenômeno mensurável, que começava a afetar o clima e era susceptível de ficar muito pior.

Na figura 1 vê-se o gráfico gerado por modelos do IPCC 2014 contendo informações a respeito da variação de temperatura superficial da Terra, entre 1901 e 2012, resultado da compilação de quase um século de dados envolvendo muitas áreas de estudo.

Os estudos das mudanças climáticas e ambientais têm demandado um tempo significativo de pesquisa, necessitando de altos investimentos em recursos financeiros, uma

Figura 1 – Variação na temperatura de superfície da Terra entre 1901-2012.



Fonte: (IPCC, 2014b) (Traduzido e adaptado pelo autor). Áreas territoriais do Brasil, próximo a Natal (RN), uma variação de temperatura com maior valor.

vez que o entendimento do meio ambiente e do clima requer estudos com um número elevado de dados, pesquisas em locais geográficos de difícil acesso e equipamentos de alta tecnologia em várias áreas do conhecimento.

Esses estudos são divulgados por alguns órgãos oficiais, validando um aquecimento global. O IPCC é um desses órgãos<sup>3</sup>, e no sumário de política do seu quinto relatório (IPCC, 2013, p.121), informa que as atividades humanas

<sup>3</sup> O IPCC tem o objetivo de compilar e avaliar os estudos científicos sobre a mudança climática. Um tratamento mais detalhado do IPCC será feito mais à frente.

estão interferindo no balanço de energia da Terra, nas propriedades de sua superfície e na concentração de gases de sua atmosfera. Dessa forma, já existe um consenso de boa parte da comunidade científica afirmando que a atividade antrópica é um dos principais agentes de aceleração da mudança climática e, com maior certeza, de mudanças no meio ambiente. Veremos mais adiante que o alerta dado por ambientalistas e estudiosos da atmosfera, no início da década de 1970, sobre os perigos das atividades antrópicas gerando consequências maléficas ao clima e ao meio ambiente vem sendo confirmado, através dos dados coletados por vários grupos de pesquisas (IPEA, 2011; MENDONÇA, 2000; IPCC, 2013).

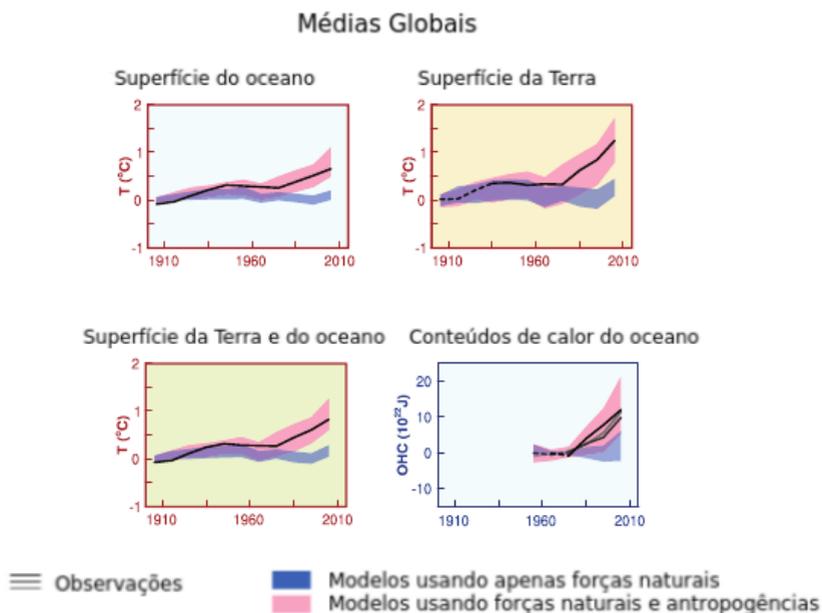
Além da confirmação dos dados das pesquisas, os efeitos das mudanças climáticas e ambientais sobre a humanidade se tornaram mera questão de observação. As consequências das mudanças do clima sobre a atividade humana são diretas, e mesmo aquelas que não apresentam efeitos diários e imediatos estão presentes de forma marcante, em eventos extremos de curta e longa duração, gerando, entre outros fatores: prejuízos socioeconômicos, causando a diminuição da produção de alimentos devido a secas severas; e enchentes em cidades urbanas e regiões rurais, prejudicando a infraestrutura dos municípios e dos estados (IPEA, 2011).

A figura 2 nos dá uma boa noção das mudanças ocorridas na temperatura do oceano, na superfície da Terra e na quantidade de calor nos oceanos, ao longo do último século. Os gráficos mostram as diferenças de valores da tempera-

## Mudanças climáticas e ambientais

tura, considerando as forças naturais da Terra e as forças antrópicas somadas as naturais. Percebe-se claramente uma tendência à elevação da temperatura quando as atividades antrópicas estão presentes.

Figura 2 – Mudanças das médias globais.



Fonte: (IPCC, 2013). Comprovações da influência antrópica no clima. (Traduzido e adaptado pelo autor)

Em vista disso, tanto as causas quanto os efeitos das ações do homem no clima e no ambiente são complexos e acontecem no seu dia a dia de múltiplas formas: vivendo ele numa metrópole ou num sítio rural; dependendo da

idade, do tipo de alimento consumido e da energia usada e produzida; se pertence a uma classe rica ou pobre, sobretudo perpassando o regime social e influenciando direitos civis com o poder de destruir os meios de sustento, enfraquecer o desenvolvimento e eclodir migrações (JACOBI, 2011).

Os processos supracitados ocorrem simultânea e velozmente, tendo sido, nas últimas décadas, continuamente aumentados e impulsionados, pelo aumento natalidade e pelo poder da tecnologia, alterando todos os aspectos físicos e químicos no lugar onde agem. Os resultados negativos dessas intervenções humanas no meio ambiente se apresentam de diversas formas: poluição do ar com material particulado e da água com contaminantes; desmatamento de áreas verdes; aumento do consumo dos recursos naturais sem sustentabilidade; produção de grandes concentrações de lixo urbano, e outros problemas. A esse respeito ainda é válido o alerta de Capra, dado há mais de três décadas, apontando um sério problema (CAPRA, 1982, p.227),

A tecnologia humana está desintegrando e perturbando seriamente os processos ecológicos que sustentam o meio ambiente natural, e que são a própria base de nossa existência. Uma das mais sérias ameaças, quase que totalmente ignorada até recentemente, é o envenenamento da água e do ar por resíduos químicos agrotóxicos.

Assim, o problema da mudança climática é inerente às alterações do meio ambiente, tendo o homem como um dos agentes, protagonista dessas modificações e ao mesmo tempo

vítima de seus próprios atos. Mesmo na posição de algoz e vítima do meio ambiente, e apesar de *ciente* de sua total dependência dos recursos naturais oferecidos pela natureza, como o ar puro, água potável, solo produtivo, clima ameno e biodiversidade, a humanidade continua numa rota insana de depredação (DIAS, 2013).

Diante dos problemas expostos, o estudo da mudança climática e ambiental se torna relevante para uma melhor capacitação em propor soluções aos seus efeitos. O aumento da compreensão científica sobre a complexidade das mudanças climáticas e ambientais, da dinâmica de influências e das dependências da ação antrópica na natureza impulsionará a implementação de mitigação em busca de uma sociedade mais sustentável, diminuindo os problemas socioambientais causados pelo modelo de desenvolvimento praticado atualmente. Portanto, a importância do estudo da mudança climática e ambiental se centra também em examinar a dicotomia entre a sustentabilidade e o desenvolvimentismo.

## Sustentabilidade e desenvolvimentismo

O modelo desenvolvimentista<sup>4</sup> praticado pela sociedade é claramente insustentável, por diversos motivos. Entre alguns, está provocando a aceleração da mudança climática,

---

<sup>4</sup> Modelo que usa qualquer tipo de política econômica baseada na meta de crescimento da produção industrial e da infraestrutura, com participação ativa do estado, tendo como base da economia o aumento do consumo. O desenvolvimentismo e a sustentabilidade serão tratados com mais detalhes posteriormente.

uma crise ambiental e o agrave da desigualdade social. Construído sobre as regras do capitalismo, que impõe a expansão contínua da produção e do consumo, o desenvolvimentismo aliena o homem a um único objetivo de vida — a prática do ter, fazendo-o esquecer de um sentido maior, o exercício do ser.

Tal perspectiva de vida gera uma crise intersetorial, atingindo todas as camadas sociais e alterando os valores humanos de virtude e ética, promovendo uma alienação consumista que já ultrapassou os limites de resiliência de alguns ecossistemas. Os sintomas do consumismo desenvolvimentista perpassam a diversas áreas da existência humana, afetando a intelectualidade, a moralidade e a espiritualidade, refletindo na saúde, relações sociais, economia, política, tecnologia e na qualidade ambiental (CAPRA, 1982; VIOLA; FRANCHINI, 2012).

É notório que as forças conservadoras no capitalismo fazem oposição ao processo de conscientização de um novo paradigma, uma vez que parte de seus interesses são o de manter a lógica da produção e do consumo em massa de muitos produtos supérfluos de maneira acrítica, sem se preocupar com os recursos naturais no futuro (ASSADOURIAN, 2010).

Para convencer a sociedade dos benefícios do consumo insustentável e manter a sua dinâmica, o capital possui diversas ferramentas, entre elas: vastos recursos financeiros direcionados à corrupção da mídia e da política, objetivando a alienação da população; compra de argumentos de escri-

tores, pensadores e pesquisadores, na busca de falsear os alertas ecológicos, confirmando a influência do capital sobre o cientista (BASTOS, 1988).

Entretanto, tais esforços, mesmo com apoio financeiro, argumentações e alienações, se mostram agora ineficientes, pois já não conseguem esconder a crescente visibilidade do aumento dos problemas ambientais no mundo (CARVALHO; FARIAS; PEREIRA, 2011). Ainda assim, apesar da visibilidade da degradação do meio ambiente e da diminuição da biodiversidade, na maioria dos fóruns, debates e conferências, as preocupações com a sustentabilidade e as falhas do desenvolvimentismo são tratadas como mera retórica. Nas grandes reuniões internacionais, as preocupações ambientais ficam no campo da divulgação, enquanto ao final de cada negociação política, o que têm prevalecido são defesas de interesses das nações em manter suas vantagens econômicas (RIBEIRO, 2001; LAGO, 2006).

Para o desenvolvimentismo, o lucro está acima da vida. E mesmo com a sua insustentabilidade se mostrando clara, cruel e real, as estratégias de suas forças econômicas buscam ocultar e descredenciar as evidências negativas de suas ações. O objetivo central do desenvolvimentismo consumista é manter as bases de suas estruturas inalteradas, mesmo sob ataque de diversos setores da sociedade. Esse confronto de intenções, entre o desenvolvimentismo e a sustentabilidade, tem sido apontado por alguns estudiosos conforme relata Born (BORN, 2009, p.1),

Enquanto cientistas, ambientalistas e ativistas de diversos movimentos sociais e grupos da sociedade civil reiteram suas demandas por políticas e ações robustas, efetivas e urgentes para lidar com as causas antrópicas e os efeitos das mudanças de clima, com o atendimento de princípios de justiça, direitos humanos e equidade, continuamos a presenciar o jogo de forças poderosas que se valem de argumentos e estratégias diversas, para evitar a alteração dos paradigmas e modelos de desenvolvimento.

Nesse jogo de poder quem perde é o meio ambiente, e existem poucos *beneficiados*. Bilhões e Bilhões de dólares engordam as contas bancárias dos concentradores do capital<sup>5</sup> às custas da degradação ambiental e expropriação da classe de maior vulnerabilidade, os pobres. Os beneficiados de hoje, com suas atitudes destruidoras de florestas e poluidoras da água, na verdade também serão as vítimas de amanhã. Estão envenenando a si mesmos e aos próprios filhos no futuro, fazendo que o valor pago por esse péssimo e excessivo hábito cultural seja a contínua diminuição da qualidade de vida presente no ar contaminado que se respira, na água poluída que se bebe, no alimento com conservantes que se come e no meio ambiente degradado onde se vive (SRINIVASANA; CAREY; HALLSTEIN, 2008; CAPRA, 1982).

Fazer previsões pessimistas para o futuro é fácil, podem argumentar alguns defensores do modelo desenvolvimentista. Todavia, existem os fatos evidentes. A mata atlântica

---

<sup>5</sup> Agropecuaristas, ramo petrolífero e indústria farmacêutica, são três exemplos entre outros.

foi destruída em 95% e o bioma do cerrado está a meio caminho do esgotamento. Será que precisaremos ver a floresta amazônica totalmente destruída para poder crer? Será que é necessário se passar de um bilhão de famintos a três bilhões, para perceber que os recursos naturais da Terra são limitados? Por que persistimos nessa jornada de destruição do meio ambiente em nome de um *progresso* que nunca chega? Qual a ferramenta a ser utilizada para fazer o ser humano perceber que, frente a degradação do meio ambiente, ele só tem a perder e nada a ganhar? (DIAS, 2013; IPEA, 2011)

A busca dessas respostas urge e encontrar essa ferramenta conscientizadora pode iniciar uma melhor compreensão entre a complexa questão da mudança climo-ambiental e a sociedade de risco. A espera da certeza por dados científicos para agir não reduzirá os perigos não palpáveis ou visíveis dessa mudança na vida cotidiana. O que se percebe na área de redução do risco climático ambiental são ações paliativas acompanhadas por grande omissão social. Por mais que sejam divulgadas previsões catastróficas das mudanças climáticas, a inércia comportamental da sociedade é grande, e quase nada de concreto e duradouro se faz a respeito. Esperar pela validação de dados globais dos trabalhos para um consenso científico e pela visibilidade ou cronicidade dos efeitos dessas mudanças fará com que seja tarde, para se ter a eficiência nas mitigações aplicadas (GIDDENS, 2010). Assim fica clara a importância do alerta do Físico James Hansen (HANSEN, 2012): pagar o preço pela demora em esperar para ver, com certeza sairá bem mais caro.

Mais do que nunca o tempo avança e as mitigações de agora já estão em atraso. A transformação para uma sociedade mais sustentável, sem queimadas criminosas de florestas, toneladas de alimentos desperdiçados, poluição de rios e mananciais de água, produção de lixo não reciclado e grande desigualdade social, só ocorrerá com o aumento da consciência ambiental e do uso de instrumentos sustentáveis. Esses fatores determinantes só serão obtidos através de uma ampla reforma do sistema educacional que considere a educação como uma forma eficaz de mitigação das mudanças climáticas e ambientais.

## Educação: uma mitigação das mudanças climáticas e ambientais

As pesquisas em mudanças climáticas, apesar de apresentarem um traço quantitativo e objetivo das ciências exatas, exigem um conhecimento cooperativo em várias áreas, delineando um estudo interdisciplinar com suporte em diversas disciplinas. A pluralidade de conhecimentos relacionados aos estudos das mudanças do clima e do meio ambiente aponta que, além das disciplinas exatas, existem outros vieses de estudos importantes transcendendo o olhar das quantificações objetivas e adentrando na metodologia interdisciplinar de aspectos sociais, históricos e educacionais da nossa sociedade. Nessa perspectiva a mudança do sistema consumista atual passa indiscutivelmente por uma reforma

educacional, pelo entendimento do contexto histórico e social (LEFF, 2000).

Qual instrumento deve ser usado para minimizar essas ações consumistas dos recursos da natureza? Defendo que a resposta é a consciência ambiental. Como adquiri-la? Pelo processo educativo. Realizar uma educação que mude a consciência e o sentimento das pessoas, desenvolvendo uma massa crítica intelecto ambiental, formadora de opinião, que alterará as decisões políticas e econômicas, transformando as velhas práticas poluidoras e insustentáveis em práticas ecológicas e sustentáveis (GADOTTI, 2008; BRANDÃO, 2008; FREIRE, 2000). Exercitar uma forma pedagógica centrada em virtudes ecológicas, facilitando a transformação do cidadão político para o cidadão sociopolítico ambiental. Uma mudança verdadeira e urgente como afirma Paulo Freire (FREIRE, 2000, p.31),

Urge que assumamos o dever de lutar pelos princípios éticos como do respeito à vida dos seres humanos, à vida dos outros animais, e das aves. Não creio na amorosidade [...], entre os seres humanos, se não nos tornamos capaz de amar o mundo. A ecologia ganha uma importância fundamental neste fim de século. Ela tem que estar presente em qualquer prática educativa de caráter radical, crítico ou libertador [...]. Neste sentido me parece uma contradição lamentável fazer um discurso progressista, revolucionário, e ter uma prática negadora da vida. Prática poluidora do mar, das águas, dos campos, devastadoras das matas, destruidora das árvores, ameaçadora dos animais e das aves.

A transformação desse comportamento poluidor só ocorrerá por meio da prática da educação para a sustentabilidade, da educação para o desenvolvimento sustentável ou da educação ambiental, durante toda a vida. Em essência, essas educações guardam os mesmos princípios básicos: o respeito ao meio ambiente e aos seus recursos naturais, o respeito pela vida, sua diversidade e a igualdade social, isto é, essas educações possuem em comum os alicerces da sustentabilidade. Alicerces firmes de um paradigma teórico holístico, mas frágeis no contexto de sua prática pela sociedade (ENGELMANN, 2013).

A prática desses princípios deve ser iniciada na infância, ensinando as crianças a desenvolver amor pela natureza, capacitando-as a contribuir de forma ativa e significativa no mundo (GADOTTI, 2008; BRANDÃO, 2008), tal como se encontra no princípio 14 na Carta da Terra: “integrar, na educação formal e na aprendizagem ao longo da vida, os conhecimentos, valores e habilidade necessárias para um modo de vida sustentável” (BRASIL, 1992, p.6)

A implementação de uma educação com esses princípios não se consolida num curto prazo, pelo contrário, necessita um trabalho sistemático de longo prazo com ações perseverantes e constantes, com o objetivo de reduzir a distância do sonho ideal e a execução do plano real. O foco dessa educação é a busca da mudança do atual estilo de vida da sociedade, por meio de conscientização das gerações futuras sobre a importância do meio ambiente para a humanidade. Educar para cientificar as pessoas de que o mundo possui

recursos finitos com restrições ambientais frágeis, e não suportará o estilo de vida exemplificado por tanto tempo pelo ocidente rico, para os 9 bilhões de pessoas projetadas para 2050 (JACKSON, 2008).

As educações sustentáveis e ambientalistas citadas anteriormente promoverão uma mudança de entendimento do mundo, do meio ambiente, do modo de vida e da transformação para a nova civilização. Uma civilização pautada em sólidos conceitos de ambientalismo, ecologismo, sustentabilidade, solidariedade e outras características condizentes com uma nova moral (CARVALHO; FARIAS; PEREIRA, 2011; BRANDÃO, 2008). Uma moral ecológica profunda<sup>6</sup>.

Sabidamente Rubens Alves afirmou que *da educação pode nascer um povo* (ALVES, 2007). O nascer de um povo gerado pela educação é um nascimento de um povo criativo. Por meio do processo criativo, a educação transforma a sociedade. E pelo processo repetitivo, ela coíbe as mudanças e impede o poder de examinar e argumentar, e engessa a capacidade de trazer o novo como alternativa às velhas concepções. A força da educação, nesse sentido, pode ser sintetizada pelo raciocínio de Paulo Freire quando afirma (FREIRE, 2000, sn): “Se a educação sozinha não transformar

---

<sup>6</sup> As moralidades ecológicas têm expressão tanto na preocupação com a solução de problemas relacionados ao desenvolvimento das sociedades industriais, quanto no surgimento de novos padrões de comportamentos individuais e coletivos, normas éticas e religiosas, regramentos nos campos político e jurídico, de certo modo fundados em um senso mais ou menos compartilhado sobre modos de superar a condição crítica das relações sociais com o ambiente (CARVALHO; FARIAS; PEREIRA, 2011).

a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda”. A educação é o instrumento social que faz o educando se tornar crítico construtivo e se perceber no mundo com o mundo (FREIRE, 1987), podendo, como prática educativa, gerar consciência de intervenção no modelo de desenvolvimento da nossa sociedade.

A força educacional pode muitas coisas, mas é importante ter os pés no chão e não entrar em caminhos ideológicos imaturos achando que a educação por si só — em base teórica — realiza o objetivo a contento. Se há outros processos ou planejamentos de mudança de paradigma, com certeza a influência da educação está presente. Porque é a educação que dá a condição de se realizar como seres humanos, quando se experimenta as vivências da existência e se toma ciência delas (CARVALHO; TOMAZELLO; OLIVEIRA, 2009; LOUREIRO, 2004). A mudança pela educação não é uma tarefa fácil, exige uma mudança nela própria e existem empecilhos, cuidados e condições de contorno, entretanto existe um entendimento comum. A educação pode fazer emergir uma busca de soluções para a complexa relação das mudanças climáticas e ambientais com as atividades antrópicas. Neste sentido comenta Carvalho (CARVALHO; TOMAZELLO; OLIVEIRA, 2009, p.15):

Está posta a relação direta que se estabelece entre a solução dos problemas ambientais e a educação. A não ser que estejamos dispostos a fechar os olhos para as evidências, não nos parece ter alternativa se não a de procurarmos mais profundamente tal proposição [...].

Com essa condição a educação se coloca como o elemento reformador do atual modo de vida, da maneira de produzir e consumir, sendo a única capaz de despertar o amor à vida e ao meio ambiente. O trabalho da educação conscientizadora não é fácil, tamanha é a envergadura dos seus objetivos ao denunciar a danosa inversão de valores, na qual o homem coloca a dimensão econômica como absoluta, estabelecendo a todo elemento da vida um preço, ao mesmo tempo que se desvaloriza as virtudes da condição humana.

Ao mesmo tempo que a nova educação almeja extrair as raízes do analfabetismo ambiental plantadas pelas grandes corporações e cultivada por parte da mídia alienante<sup>7</sup>, ambas comprometidas com os lucros obtidos na manutenção do atual sistema de produção e consumo (DIAS, 2013). Tais objetivos redentores dessa educação podem parecer para alguns um sonho. Entretanto sonhar e propor ideias trará menos prejuízo do que a omissão ou a contribuição com o modelo vigente, consumidor da energia do mundo. Uma discussão maior sobre o potencial da educação para implantar sistemas sustentáveis está nos capítulos finais.

Além da educação, dentro do amplo corpo de pesquisa que abrange a relação antrópica na natureza, um breve estudo a respeito da história da mudança climática e ambiental se mostra importante. O exame da história das causas e consequências nocivas da antiga degradação ambiental torna

---

<sup>7</sup> A mídia alienante é aquela que promove o consumismo irrefletido e não conscientiza a população de sua responsabilidade na interação com o meio ambiente. A mídia usada de forma correta é uma importante ferramenta de mitigação da mudança climática e ambiental.

o cidadão mais consciente e o capacita a realizar melhores ações no agora. Com efeito, o estudo da mudança climática e ambiental é importante para os nossos atos no presente e no futuro. Esses estudos estimularão a sociedade a dar uma maior atenção ao recente alerta do IPCC no seu mais novo relatório (IPCC, 2014f, p.137) “A mudança climática é, definitivamente, um dos desafios mais graves que os seres humanos enfrentam”, e também evidenciará que as tomadas de decisão do agora dependerão, em muito, da nossa consciência das intervenções antrópicas do passado.



## 2

---

# A importância do passado ambiental

---

*A destruição do passado — ou melhor, dos mecanismos sociais que vinculam nossa experiência pessoal à das gerações passadas — é um dos fenômenos mais característicos e lúgubres do final do século XX. Quase todos os jovens de hoje crescem numa espécie de presente contínuo, sem qualquer relação orgânica com o passado público da época em que vivem.*

*Eric Hobsbawm, A era dos extremos.*

**N**a sociedade atual, preenchida com uma quantidade de informações astronômicas e sujeita a uma tecnologia que avança em bom ritmo, o passado fica esquecido rapidamente quanto mais distante estiver (CASTELLS, 2000). Parte dessa amnésia social é causada pelo modelo desenvolvimentista defensor da ideia de um crescimento econômico

essencial e imediato, muitas vezes fusionando presente e futuro, com inovações de mídias, processos de globalização e transmissão rápida de informação. Nessa focalização excessiva do presente e do futuro, o passado é relegado a um depósito de memórias, quase sempre sem nenhuma reflexão sobre sua importância.

A humanidade tem deficiências no que diz respeito às suas memórias, as lembranças são esparsas e obscuras sendo, em alguns momentos, tratadas sem interesse ou como narrativas históricas de direitos, deveres e datas (CHEW, 2008). Dessa forma, o passado para maioria das pessoas é colocado em segundo plano, diminuindo ainda mais a possibilidade de se aprender com ele. Assim, somente nas áreas especializadas em pesquisas restritas nas universidades e em outras instituições acadêmicas é que o passado se torna um campo de estudo no qual se analisa a sua importância social e sua possível influência no futuro. Contudo, por meio desses estudos cresce a compreensão de que a história da interação dos seres humanos com a natureza pode auxiliar a esclarecer quais as melhores vias de gerenciamento do nosso interligado sistema global (COSTANZA; GRAUMLICH; STEFFEN, 2007).

O passado tem muito a nos ensinar. Somente tendo o conhecimento de como se deu a evolução de diversos fenômenos, tais como a expansão da população, mudança do clima e do ambiente, propagação das doenças, cultura, guerra e suas influências nas mudanças de atitudes humanas ao longo da história, poderemos compreender completamente a

nossa condição atual. Um exame do passado e do presente, mais ampliado e fino, dá a capacidade de imaginar com mais clareza e certeza que os problemas sociais do amanhã são naturalmente dependentes da interação do homem com o meio ambiente hoje.

Dizendo de outra forma, os processos de degradação ambiental do passado, a exemplo de inundações, cobertura e erosão do solo, transgressões de limiares ecológicos, entre outros, podem ensinar a melhorar as atividades humanas futuras em relação aos ecossistemas. Com efeito, a humanidade não pode fazer previsões certas a respeito do futuro, todavia, se puder compreender o presente e o passado satisfatoriamente poderá fazer uso benéfico e influenciar as decisões de agora, na busca de criar um mundo mais sustentável no futuro (DIAMOND, 2006).

Entretanto, fazer a defesa de que o estudo das complicações ambientais do passado trará a solução para os problemas do presente é uma infantilidade. Além do conhecimento histórico, características de cada civilização influenciam para a defesa das consequências da mudança climática e ambiental. Na presente sociedade, fatores como população mais numerosa, ciência aplicada e medicina mais avançada possibilitam melhores condições de defesa e mais resiliência aos graves desastres climáticos e ambientais. Contudo, essas vantagens não isentam a sociedade dos riscos, pois apesar da atual consciência a respeito dos danos ambientais ser maior que em séculos atrás, a percepção a respeito do esgotamento dos recursos naturais parece não ter mudado.

O raciocínio de não valorizar o passado como se deve é presente no contexto da mudanças climáticas. Quando a problemática da mudança climática ou ambiental entra em cena, dois aspectos emergem com frequência: as discussões sobre suas consequências e as possibilidades de caminhos futuros. Para alimentar essa lógica imediatista, munição é o que não falta. Diariamente existe um bombardeio de informações recém-nascidas a respeito da temperatura de superfície global, sobre o nível dos oceanos, do desmatamento, das perigosas consequências para a reprodução da vida e uma gama de assuntos correlacionados (CHEW, 2008; DIAMOND, 2006).

Tamanha é a atenção dada ao presente e ao futuro na sociedade atual, que a pergunta a respeito do passado do sistema climático é quase imperceptível, isto é, feita por poucas pessoas. Será que a atividade antrópica sobre o meio ambiente no passado existiu de forma significativa? Se existiu, será que essa lembrança pode nos ensinar a não repetir o erro?

Sem saber as respostas sobre o que ocorreu nas épocas antigas, ficamos a olhar para um futuro com muitas incertezas. Caminhar para um futuro incerto, sem ter ciência das falhas antigas, pode ser um atalho perigoso para repetir um passado obscuro e duvidoso de certas civilizações. Nesse sentido, podemos entender de forma mais fácil o alerta das palavras enigmáticas do ecologista Chew em *Ecological Futures*, “É para o futuro que nós olhamos e não para o passado que nos voltamos” (CHEW, 2008, p.11).

## Interferências antrópicas do passado

Desde tempos remotos o ser humano vem interferindo na natureza, fazendo modificações em sua estrutura. A capacidade humana de transformar o meio ambiente aumenta por vários fatores, entre eles o aumento da população, o crescente avanço da tecnologia e o seu modo de vida consumista. Tais transformações na natureza geram inúmeras consequências no mundo contemporâneo, sendo boa parte delas prejudiciais ao meio ambiente, fato constatado em diversos exemplos pelo uso abusivo e descontrolado dos recursos naturais.

A humanidade ainda não percebeu com clareza a existência de uma nociva e inversa correlação entre a destruidora intervenção humana local e seus efeitos extensivos regionais e até mundiais. Colocando de outra forma, as intervenções humanas que geram impactos ambientais podem ser feitas localmente, mas as degradações ambientais possuem efeitos globais, porque estão conectadas geográfica e biologicamente, atingindo todos os ecossistemas em certo grau (WWF, 2014).

Um exemplo nítido atual é o desmatamento da amazônia alertado pelos ambientalistas e cientistas há quase duas décadas, apresentando suas consequências em outras regiões<sup>1</sup>. A atenção do ser humano para com os efeitos das mudanças climáticas e ambientais deve estar sempre em prontidão para que não se repita o que ocorreu em várias civilizações dos tempos antigos. Antropólogos e arqueologistas (CHEW,

---

<sup>1</sup> O desmatamento da amazônia será examinado no capítulo sete.

2008; DIAMOND, 2006) levantam possibilidades de que civilizações antigas ruíram devido a aspectos econômico, sociais e culturais, fortemente ligados à degradação ambiental.

Práticas inadequadas do passado são realizadas hoje, evidenciando a insistência humana em não valorizar a natureza. Degradação de recursos minerais, aumento significativo da população urbana e do consumo inadequado, desconhecimento de limites dos recursos naturais, antropocentrismo exacerbado, entre outros desmandos, são práticas antigas amplificadas na sociedade atual e que contribuem a cada dia para o aumento da emissão dos gases do efeito estufa. A história aponta algumas civilizações<sup>2</sup> que trilharam esse caminho e não chegaram ao fim da caminhada, porque o combustível acabou, isto é, os ecossistemas que mantinham essas civilizações não suportaram a contínua agressão e faliram (CHEW, 2008; DIAMOND, 2006).

Essas ruínas civilizacionais são apontamentos da história humana buscando ensinar a humanidade a não repetir os erros do passado, testificando que os alertas a respeito das mudanças ambientais e climáticas já foram dados desde os tempos antigos, mas a humanidade, movida por ideias de imediatismo e desenvolvimento sem sustentabilidade, não tem escutado. Nos tempos remotos, sem a presença da tecnologia com base em máquinas movidas a combustão e

---

<sup>2</sup> Algumas sociedades serão comentadas mais a frente, entretanto, existem outras que passaram por processo parecido: civilização Maia, Groenlândia medieval e o povo Anasazi. Os fatores que levaram algumas sociedades a colapsarem foram vários e não exclusivamente por causa de danos ambientais (DIAMOND, 2006).

eletricidade, com uma população bem menor do que a de hoje, a humanidade interferia na natureza de forma mais amena. Diversos fatores contribuíram para essa pequena pegada ecológica<sup>3</sup>, baixa velocidade na extração dos recursos naturais, a exigência de uma menor quantidade de alimentos e o modo de vida do ser humano requerendo pouca energia extra (COSTANZA; GRAUMLICH; STEFFEN, 2007).

A interferência do homem no meio ambiente é algo inerente à sua existência e necessário à sua sobrevivência. Desde que a nossa espécie — o Homo Sapiens — evoluiu, de aproximadamente 200.000 anos até 10.000 anos atrás, em comparação com a época atual, ela interferiu na natureza de forma branda, principalmente com o uso do fogo para alimentação e aquecimento. De forma progressiva, o homem foi usando os recursos naturais para transformar a paisagem construindo cidades, estradas e grandes obras de engenharia realizando conquistas e aumentando suas posses. Além disso, quando ameaçado usou recursos para fortalecer sua defesas.

Paralelamente a essas atividades, as civilizações degradaram o meio ambiente poluindo, esterilizando e desflorestando, deixando em todas as eras as marcas de seus feitos na natureza. Apesar das degradações ambientais serem mais amenas e as tecnologias menos sofisticadas do que as atuais, é um engano achar que os povos antigos não transformavam o ambiente onde viviam. Mesmo sem a tecnologia da soci-

---

<sup>3</sup> A relação entre a quantidade de recursos naturais que a Terra consegue repor e a que a humanidade consome é conhecida como *pegada ecológica*.

idade contemporânea, a transformação do meio ambiente foi tamanha que segundo Chew (2008, p.45), na Idade das Trevas “as condições ambientais desempenharam papel significativo na organização das sociedades, reinos, impérios e civilizações”.

A falta de entendimento dessas sociedades a respeito dos limites da natureza somada às suas práticas insustentáveis terminaram exaurindo os recursos naturais e, juntamente com outros fatores, as levaram a um ecocídio (suicídio ecológico) como afirma o Arqueologista Diamond (DIAMOND, 2006, p.6),

... desmatamento e destruição do habitat, problemas com o solo (erosão, salinização e perda de fertilidade), problemas com o controle de água, sobrecaça, sobrepesca, efeitos da introdução de outras espécies sobre as espécies nativas e aumento per capita do impacto do crescimento demográfico.

Civilizações da Idade Antiga<sup>4</sup>, como a mesopotâmia, a grega e a romana, utilizaram a madeira para usos diversos, no consumo doméstico e urbano, em várias modalidades de construção, provocando um desmatamento quase que total das áreas onde povoavam. Na Mesopotâmia, tais práticas combinadas com o cultivo de pastagens assorearam os sistemas de irrigação e, somando a isso, uma acentuação da salinização feita por um sistema de irrigação inadequado fez

---

<sup>4</sup> Foi o período que se estendeu desde a invenção da escrita até a queda do Império Romano do Ocidente (476 d.C.)

entrar em curso uma forte degradação ambiental (DIAMOND, 2006).

Por volta do ano 900 a.C., a situação foi agravada pelo aumento do consumo quando as camadas mais periféricas da sociedade tentaram igualar o estilo de vida das elites provocando a exaustão do já deficiente ecossistema. Consequentemente, em poucas décadas aconteceu o declínio mesopotâmico (TAINTER, 2006; COSTANZA; GRAUMLICH; STEFFEN, 2007).

O Império Romano foi responsável por um significativo desflorestamento nos tempos antigos: só para mineração e metalurgia, cerca de 500 milhões de árvores foram cortadas durante 400 anos de fundição de prata na Península Ibérica (TAINTER, 2006). Madeira vinda das Florestas de Marrocos, da Judeia, Síria e outros locais era usada para construir navios, portos e cidades estados para administração dos governadores de Roma.

O desmatamento na Roma antiga gerou consequências sérias: as terras sofreram erosão e foram desgastadas, a agricultura diminuiu, a mineração se tornou inviável e houve escassez de alimentos. A força do desmatamento e a degradação ambiental foram tão intensas que suas consequências corroeram a estrutura do Império Romano, ao ponto de alguns autores elencarem a degradação ambiental como uma das causas do seu colapso (HUGHES, 1981; CHEW, 2008). Outras civilizações também colapsaram com os efeitos da degradação ambiental, como afirma Diamonds (DIAMOND, 2006, p.6),

## Mudanças climáticas e ambientais

Há muito tempo se suspeita que muitos desses abandonos misteriosos foram, pelo menos parcialmente, desencadeadas por problemas ecológicos: pessoas, inadvertidamente, destruindo os recursos ambientais em que suas sociedades são dependentes [...] as consequências incluem escassez de comida, fome, guerras onde muita gente luta por poucos recursos e a derrubada de elites governantes pelas massas desiludidas [...]

Há vários registros históricos com interpretações na quais as mudanças do clima tem relações com a atividade humana, remontando a um tempo anterior à era cristã, todavia sendo difícil precisar uma data e a pessoa que primeiro iniciou esses estudos. Aristóteles, na Grécia antiga, realizou estudos<sup>5</sup> a respeito das nuvens, da chuva, do vento, do trovão, do orvalho e das condições de tempo associadas ao clima. Teofrasto<sup>6</sup>, aluno de Aristóteles, considerado por muitos o primeiro estudioso das interferências humanas sobre o clima, escreveu O livro dos Sinais (CPTEC, 2014), onde descreve oito maneiras de previsão de chuvas e centenas de provérbios sobre a previsão do tempo. Segundo relatos de Teofrasto, a interferência humana no clima acontecia (ONÇA, 2011):

- 1) No século III a.C, num distrito próximo a Larissa, na Tessália, uma parte da região tinha aparências de pântano e quando a água foi drenada o distrito ficou mais frio, afetando as oliveiras e as videiras;

---

<sup>5</sup> Aristóteles, 384 a.C. a 322 a.C., filósofo grego que estudou as mais diversas áreas do conhecimento, entre elas, a meteorologia.

<sup>6</sup> Filósofo da Grécia Antiga nascido em Eresos, 372 a.C. - 287 a.C.

- 2) Nos arredores de Filipos, cidade do império romano, os campos tornaram-se mais quentes porque foram drenados e isso foi atribuído ao desmatamento para a agricultura.

O avanço da transformação feita pelas atividades humanas nas regiões do planeta é relatado em diversas áreas geográficas. Algumas regiões desérticas do Oriente Médio e África são exemplos dessas atividades, e um caso significativo na história é a Líbia. No passado a desértica Líbia destacava-se pela sua produção, sendo uma grande fornecedora de grãos para o Império Romano. Práticas agrícolas destrutivas reduziram a produção e incentivaram o avanço da desertificação (HUGHES, 1981). Inúmeros outros exemplos de ações humanas sem planejamento no meio ambiente podem se encontrados na literatura de desertificação.

Na idade média<sup>7</sup> um importante e misterioso exemplo a não ser seguido é o da Ilha de Páscoa. A ilha de Páscoa, localizada a 3700 quilômetros a oeste da costa do Chile no oceano Pacífico, apresenta maravilhas impressionantes: 887 moais, estátuas gigantes do torso humano masculino, com altura média de 5,0 m e pesando em torno de 10 toneladas, onde alguns são apoiados sobre imensas plataforma de pedras como mostra a figura 3. Qualquer pessoa que as vê rapidamente é remetida a uma reflexão e pergunta: como aconteceu sua construção e transporte? Arqueologistas estimam que em torno de 900 d.C. os primeiros seres humanos chegaram à ilha de Páscoa para a construção de

---

<sup>7</sup> Idade média: 476 d.C. até 1453 d.C.

estátuas, plataformas, ferramentas de trabalho e transporte, consumindo muito energia do meio ambiente a ponto de ultrapassar o seu limite crítico (DIAMOND, 2006).

Figura 3 – Um ahu com seis moais símbolos da Ilha de Páscoa.



Fonte: Wikipédia.

Para esculpir as estátuas era necessário alimentar vinte escultores durante um mês, e o transporte delas exigia em torno de 50 a 500 pessoas, e com isso um volume maior de comida era requerido<sup>8</sup>. Durante o pico da construção — a qual durou aproximadamente 300 anos — a produção

---

<sup>8</sup> A maior estátua da ilha de Páscoa é a do Ahu Tongariki, pesa 88 toneladas e tem 20 m de altura.

e transporte das estátuas aumentou em 25 % o consumo de comida. Estima-se que os pascoenses usaram cordas muito grossas feitas com casca de árvores e os seus troncos, afim de transportar e posicionar os moais fazendo da ilha de Pascoa a mais desflorestada da polinésia, um exemplo radical de destruição da floresta.

A retirada da madeira teve péssimos resultados e influenciou diretamente na falta de combustível para aquecer e alimentar a população, uma vez que os barcos de madeira usados para pescar não podiam ser construídos. Todo o ecossistema da ilha sentiu o desequilíbrio ecológico e respondeu com a diminuição das sementes de palmeira e da produção dos frutos, além da redução do número pássaros e moluscos. O pouco alimento restante contido nos frutos das poucas plantas existentes foi corroído pela proliferação de ratos disseminando doenças que se alastraram pela população desnutrida. A devastação ambiental da fauna e flora chegou ao auge em 1400 d.C erodindo os solos, trazendo fome, doenças e rebeliões, e por volta de duzentos anos depois a civilização da ilha de Páscoa entrou em colapso (DIAMOND, 2006).

A primeira revolução industrial, a filosofia e as colonizações no meio ambiente

Quando o assunto das atividades humanas influenciando a temperatura da Terra vem à tona, a maioria das opiniões identificam sua origem na primeira revolução industrial, com

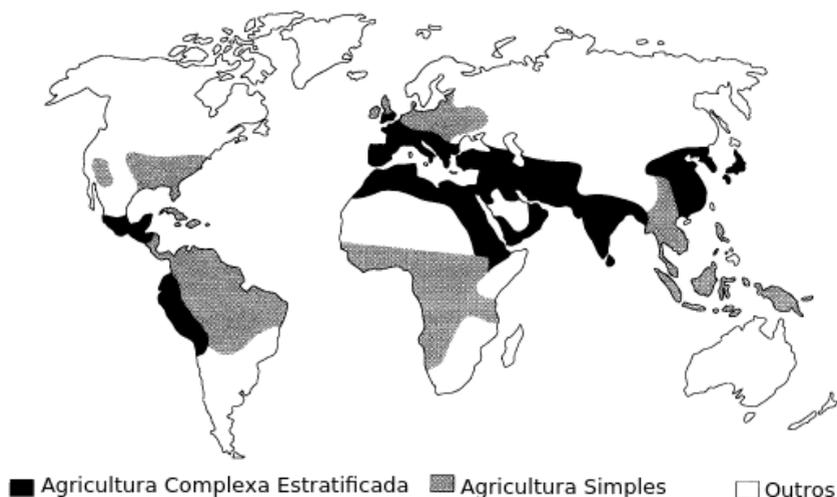
o surgimento das fábricas e indústrias movidas a carvão mineral, dando início ao processo de emissão significativa de  $CO_2$  para a atmosfera. Essa interpretação é quase um consenso, todavia, pelo que foi exposto acima, a interferência humana no meio ambiente e no clima — mesmo de forma mais amena — é mais antiga, e conseqüentemente as emissões de  $CO_2$  também são.

O paleoclimatologista William F. Ruddiman concorda com essa hipótese num artigo que escreveu, desafiando boa parte do consenso científico a respeito do fenômeno do aquecimento global. Segundo a Teoria de Ruddiman, agricultores da América do Norte e da Europa deveriam ser gratos aos povos antigos, pois sem eles o clima seria em torno de 4,0 graus Celsius mais baixo, tornando inviável a agricultura atual naquelas regiões (RUDDIMAN, 2003).

No passado, bem antes da era industrial, existiu emissão significativa de gases de efeito estufa por agricultores, dando contribuições ao aumento de sua concentração na atmosfera. Em diversas regiões do mundo antigo, os gases estufas foram emitidos inicialmente pela prática da agricultura camponesa simples e da estratificada feita por civilizações mais avançadas. A figura 4 no trabalho de Ruddiman (2003) informa o tipo de agricultura e onde elas foram desenvolvidas.

Toda polêmica abriga questões pertinentes, tal qual a seguinte: como populações com poucos indivíduos, somente com agricultura e sem tecnologia avançada podem gerar efeitos globais de aquecimento? As respostas estão nos números

Figura 4 – Áreas de agricultura simples e estratificada



Fonte: (RUDDIMAN, 2003) Áreas de agricultura estratificada do leste da China, da Índia e do Império Romano, os quais tinham sido áreas naturalmente florestadas.

fornecidos pelo gelo antártico, relacionados às pandemias<sup>9</sup> da humanidade. A ligação está no grande número de mortes provocadas por pandemias que ruíram determinadas comunidades, e estas tiveram seu relevo reflorestado em torno de 50 anos, aumentando a absorção de  $CO_2$  (RUDDIMAN, 2003).

Esses exemplos tipificam que o aspecto populacional de uma civilização e suas atividades afetam o consumo e libe-

<sup>9</sup> As doenças epidêmicas amplamente difundidas.

ração de  $CO_2$ . Portanto, na balança da troca de dióxido de carbono, a variável de origem epidêmica é um parâmetro a ser considerado. No contexto histórico algumas epidemias foram marcantes na humanidade, dizimando até 40 % da população. E entre as mais relevantes está a peste bubônica por volta dos anos de 540 (a Peste de Justiniano) e 1350 na Europa (a terrível Peste Negra), além da varíola trazida pelos brancos que matou 50 milhões de índios na colonização das Américas.

O aumento da população deu mais força à crescente interferência no meio ambiente, como também impulsionou as grandes navegações, o desbravamento de novas terras e as colonizações em busca de explorar suas riquezas. Fortes modificações e degradações ambientais vieram com a expansão do mundo colonial europeu e seus assentamentos no mundo tropical, gerando uma rápida transformação de áreas cobertas por florestas em monoculturas e minas (GROVE, 1995). Dessa forma, a concepção das ideias modernas sobre o clima foi se desenvolvendo juntamente com os relatos e notícias da expansão marítima europeia através de colonizadores, exploradores e viajantes.

Com a expansão territorial das colônias europeias, os conhecimentos oriundos de várias formas, de ambientes naturais, sociedades e culturas desconhecidas, auxiliariam as primeiras tentativas de explicar o clima. Essas explicações eram baseadas na luz do determinismo ambiental<sup>10</sup>(FLEMING,

---

<sup>10</sup> O determinismo ambiental justificava a expansão territorial, através da criação de colônias de exploração e de povoamento em regiões temperadas, a serem ocupadas pelo excedente demográfico europeu.

1998). Ainda com a ciência quantitativa incipiente, sem um método científico definido, a filosofia detinha um grande poder de influência nas decisões do conhecimento a respeito do clima e meio ambiente. As bases filosóficas sobre mudanças do clima que dominavam a discussão na segunda metade do século XVIII eram centradas nas ideias de Du Bos, Montesquieu e Hume.

Jean-Baptiste Du Bos foi diplomata, historiador, crítico membro da Academia Francesa (mais tarde secretário perpétuo) e autor de livros. Charles Louis de Secondat Baron de Montesquieu foi filósofo iluminista, autor de diversas obras, destacando-se entre elas, *O Espírito das Leis*, de 1748. David Hume foi filósofo, historiador e ensaísta escocês, e se tornou célebre por seu empirismo radical e seu ceticismo filosófico. Segundo Fleming<sup>11</sup> (FLEMING, 1998):

- 1) Du Bos desenvolveu uma teoria ambiental da ascensão e queda das eras criativas;
- 2) Montesquieu estava mais interessado no desenvolvimento da capacidade dos homens para governar, mesmo em climas inóspitos;
- 3) Hume especulou diretamente sobre mudanças climáticas nas Américas.

Nessa época prevalecia o pensamento de que a mudança do clima iria acontecer fazendo a derrubada da vegetação.

---

<sup>11</sup> James Rodger Fleming, historiador da ciência e da tecnologia, especializado em meteorologia e mudanças climáticas.

Isso favorecia o aumento do fluxo solar, tornando o ar mais puro e o clima mais agradável. A defesa dessa tese era comum. Na Irlanda e na América do Norte, por exemplo acredita-se que, as chuvas e neblinas excessivas atraídas por suas florestas provocavam uma densa umidade e traziam doenças aos seus habitantes (FLEMING, 1998). Concordando com essa lógica, John Evelyn, conselheiro da Royal Society de Londres, afirmava que o desflorestamento permitiria maior entrada de ar e luminosidade, tornando o clima mais saudável e melhor.

Na busca de implantar no estudo do clima mais sistematização de dados e menos filosofia, o polímata Thomas Jefferson<sup>12</sup> defendia uma política prática que influenciaria o pensamento posterior sobre a pesquisa climática. Jefferson afirmava: “As medições do clima americano devem começar imediatamente, antes que o clima mude muito drasticamente. Estas medições devem ser repetidas em intervalos regulares” (FLEMING, 1998, p.19).

Essas medidas regulares de temperatura e precipitação — observações sistemáticas e construção de séries de dados — marcam o nascimento da climatologia, meteorologia e ciências afins.

---

<sup>12</sup> Thomas Jefferson, 1743 - 1826, foi o terceiro presidente dos Estados Unidos (1801-1809) e se destacou, entre outras coisas, como horticultor, líder político, arquiteto, arqueólogo, paleontólogo, músico, inventor e fundador da Universidade da Virgínia.

## Antigos avisos científicos das mudanças climáticas

*... se a quantidade de carbono aumenta em progressão geométrica, a temperatura irá variar em progressão aritmética.*

*Svante Arrhenius, Worlds in the Making: The Evolution of the Universe.*

As primeiras medidas registradas de grandezas físicas relacionadas ao clima já possuem séculos de idade. O termômetro, o higrômetro, o pluviômetro e o barômetro foram inventados por volta do século XVII e com eles começou a busca por saber como mudava o tempo e o clima, através de registros de temperatura, precipitação e pressão. Assim, ano após ano foram se formando grandes sequências de dados e informações construindo as séries meteorológicas (BALLOT, 1872).

Nos dias atuais se tem séries longas com anos e décadas de registros climáticos contínuos. Todavia, séries de dados meteorológicos com 200 anos ou mais existem em poucas localidades, e a mais longa série de temperaturas foi compilada a partir de 1659, com base em diversas séries de dados da Inglaterra, pelo pesquisador Gordon Manley<sup>13</sup>. O início dessas medições pode ser encontrado em Flemming, (FLEMING, 1998, p.34),

---

<sup>13</sup> Gordon Valentine Manley, 1902 - 1980, climatologista Inglês.

## Mudanças climáticas e ambientais

O primeiro sistema documentado de observações meteorológicas uniformes foi o da Accademia del Cimento, em Florença, fundado pelo Grão-duque Fernando II de [...]. As instruções foram emitidas pelo padre jesuíta Luigi Antinori, em 1654, e as observações foram feitas por membros da ordem com barômetros, termômetros ("ampolla") e higrômetros em sete locais na Itália (Florença, Pisa, Vallombrosa, Curtigliano, Bolonha, Parma, Milan) e quatro no exterior (Osnabrück, Innsbruck, Varsóvia, Paris).

Várias pesquisas sobre o clima já estavam sendo desenvolvidas no início de 1800 e os dados a seu respeito eram fornecidos por várias regiões da Europa. Em 1853 iniciou-se a coordenação internacional formal de observações meteorológicas a partir de navios (QUETELET, 1854). Dados sobre as propriedades físicas dos sistemas climáticos, como pressão, temperatura, precipitação, montante e jusante para a previsão do tempo atravessavam fronteiras nacionais, e por isso as organizações de meteorologia começaram a ser criadas, a exemplo da Organização Meteorológica Internacional (OMI) em 1873 (BALLOT, 1872) e a sua sucessora, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) em 1950. O interesse pelo clima era crescente e no final do século XIX foram feitas observações sistematizadas do tempo em quase todas as regiões com habitações no mundo.

O cientista Joseph Fourier<sup>14</sup> vivenciou uma parte inicial desse processo e desenvolveu vários trabalhos, entre eles a

---

<sup>14</sup> Jean-Baptiste Joseph Fourier, 1768 - 1830, matemático e físico francês.

pesquisa a respeito da temperatura da atmosfera. Fourier perguntava: porque a Terra não esquentava ou esfriava continuamente? Em 1820, Fourier estimou com base na distância da Terra ao Sol, que ela deveria ser mais fria e devia existir algum adicional de calor para manter a sua temperatura média. Ele então pensou a Terra como uma estufa<sup>15</sup>, com sua superfície aquecida emitindo radiação infravermelha e a atmosfera funcionando como um isolante. Fourier tentou explicar isso comparando a Terra e sua cobertura de ar a uma caixa coberta com um painel de vidro (WEART, 2004).

Algumas décadas depois do trabalho de Fourier, interessado sobre as propriedades radiativas de vários gases, o cientista britânico John Tyndall<sup>16</sup> iniciou uma série de cuidadosos experimentos em seu laboratório no ano de 1859. Tyndall confirmou suspeitas antigas de que os principais gases na atmosfera, oxigênio e nitrogênio, são quase transparentes a radiação infravermelha. Quando estava prestes a sair do laboratório pensou em testar o gás de carvão, um gás industrial produzido pelo carvão de aquecimento, que continha metano, o qual era utilizado para a iluminação (WEART, 2004). Tyndall descobriu opacidade nesse gás equivalente à madeira, e motivado pelo resultado resolveu testar o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), na época chamado de ácido carbônico. O resultado encontrado foi positivo, o  $CO_2$  apresentava opacidade à radiação infravermelha e assim poderia provocar o

---

<sup>15</sup> A Terra funcionando como retentor de calor, mantendo assim uma temperatura estável na atmosfera.

<sup>16</sup> John Tyndall, 1820 - 1893, físico britânico, descobridor do efeito Tyndall.

aquecimento do ar, mesmo sendo encontrado na atmosfera da Terra em apenas algumas partes em dez mil (WEART, 2004).

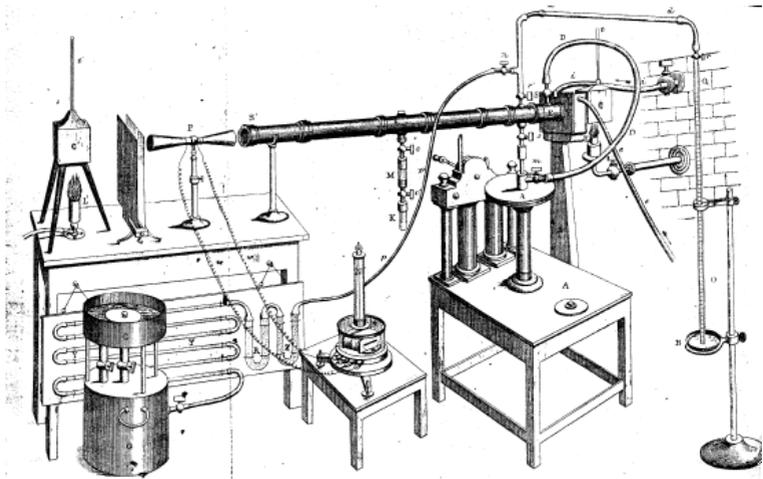
A suspeita de que o  $CO_2$  absorvia a radiação infravermelha transferindo calor para a atmosfera, e depois a atmosfera irradiando calor de volta para a Terra, tornou o  $CO_2$  um gás de efeito estufa, como é conhecido na sociedade atualmente. Apesar da descoberta do  $CO_2$  absorvendo radiação, Tyndall era ciente de que o gás com maior poder de efeito estufa é o vapor de água simples, com o poder de bloquear prontamente a radiação térmica infravermelha. Os estudos de Tyndall mostravam que a proporção de átomos de vapor aquoso para átomos de oxigênio e nitrogênio na atmosfera era de 1 para 200. Entretanto no que diz respeito à absorção, o vapor era 80 vezes mais poderoso, fazendo do vapor aquoso uma espécie de controlador da temperatura do ar.

De acordo com Tyndall (TYNDALL, 1873, p.423)

É perfeitamente certo que mais de dez por cento da radiação do solo da Inglaterra é barrada nos primeiros dez pés da superfície. Este fato é suficiente para demonstrar a imensa influência que esta propriedade recém-descoberta do vapor aquoso deve exercer sobre os fenômenos da meteorologia. Este vapor aquoso é um cobertor mais necessário à vida vegetal na Inglaterra do que as vestimentas são para o homem. Retire o vapor aquoso do ar que se estende pelo país por uma única noite de verão e você certamente destruiria cada planta por uma temperatura congelante.

O esforço de Jonh Tyndall foi significativo e importante, pois para conseguir esses resultados ele construiu um aparelho, mostrado na figura 5, que serviu de base aos posteriores espectrofotômetros de infravermelho.

Figura 5 – Experimento criado por Tyndall para medir absorção de radiação infravermelha pelos gases.



Fonte: (TYNDALL, 1873)

Às vezes no trabalho científico o objeto de pesquisa se modifica com a descoberta dos dados. O interesse de Tyndall era o estudo da idade do gelo pré-histórico, e os dados de sua pesquisa com o  $CO_2$  apontaram outro caminho. O Químico sueco Svante Arrhenius também mudou sua pesquisa do enigma da idade do gelo e resolveu estudar a emissão de  $CO_2$  retomando os estudos de Tyndall em 1896 (ARRHENIUS,

1896). Em seu artigo mais conhecido — A influência do ácido carbônico do ar sobre a temperatura de superfície da Terra<sup>17</sup> — defendia a tese de que o fenômeno das glaciações era provocado por reduções da quantidade de dióxido de carbono atmosférico (WEART, 2004; FLEMING, 1998).

Arrhenius usava elementos de diversos assuntos para explicar a elevação da temperatura, afirmando que isso poderia ocorrer se a quantidade de  $CO_2$  na atmosfera fosse alterada por uma série de erupções vulcânicas. Caso ocorresse um incremento de temperatura, o ar ficaria mais quente e reteria mais umidade. O aumento da umidade traria um aquecimento, uma vez que o vapor de água é um potente gás estufa. Entretanto, no sentido contrário, com absorção de  $CO_2$  pela Terra e pelos oceanos haveria um resfriamento, provocando menos vapor de água no ar, o que causaria mais refrigeração. Para Arrhenius esse é o tipo ciclo de auto-reforço que poderia ter iniciado uma era glacial (WEART, 2004).

Nesse ciclo de auto-reforço são diversas as variáveis do clima envolvidas, tornando o trabalho complexo. Numa atitude simplificadora, Arrhenius procurou avaliar os efeitos imediatos da mudança do nível de  $CO_2$ . Estimou cinco patamares diferentes de dióxido de carbono, tomando como base, o valor de 300 ppm que era a concentração padrão de sua época. Os níveis mais elevados foram obtidos multiplicando o valor padrão por ( $\times 1,5$ ;  $\times 2$ ;  $\times 2,5$  e  $\times 3$ ) e um nível menor com fator multiplicativo de ( $\times 0,67$ ) (ARRHENIUS, 1896).

---

<sup>17</sup> On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground.

Arrhenius também calculou a umidade atmosférica, a radiação que entra e sai da Terra para cada zona de latitude. Os dados não possuíam justificativas científicas, ignorando muitas características do mundo real, e estavam longe de ser confiáveis (WEART, 2004). Ainda assim, Arrhenius publicou seus resultados e anunciou nos seus trabalhos que o corte na quantidade de  $CO_2$  no ar pela metade iria esfriar o mundo por talvez 5 °C (ou seja, 8° Fahrenheit), mas isso poderia levar vários séculos. Esse processo, somado ao ciclo de auto reforço, como a neve adicional acumulada refletindo a luz solar poderia ser o suficiente para trazer uma era glacial (FLEMING, 1998).

Segundo Spencer (WEART, 2004), Arrhenius ainda não tinha descoberto o aquecimento global, apenas havia encontrado um conceito teórico curioso que indiretamente remetia à possibilidade dos seres humanos alterarem a composição da atmosfera. Contudo, isso não foi absorvido pela população. Nessa época, boa parte das pessoas certamente não possuía estudo para entender as problemáticas mais comuns, como o aumento da natalidade e suas consequências, muito menos entender que a atmosfera poderia esquentar e afetar suas vidas.

Vale ressaltar que, para Arrhenius e a congelante Suécia, o aquecimento não era uma coisa ruim e quase todo mundo no final do século XIX acreditava que qualquer mudança com previsão tecnológica seria o melhor. Um pouco diferente do que é dito hoje, Arrhenius afirmava que o clima poderia ser melhorado pelo aquecimento e o oceano absorveria a maior

parte do dióxido de carbono produzido pela queima de combustíveis fósseis. Nas suas próprias palavras<sup>18</sup> (FLEMING, 1998, p.74),

Pela influência do aumento da porcentagem de ácido carbônico na atmosfera, podemos esperar para desfrutar as idades com climas mais uniforme e melhor, especialmente no que diz respeito às regiões mais frias da Terra, eras em que a terra trará muito mais abundância do que em culturas atuais, propagando rápido benefício para a humanidade.

### ○ Sol e as mudanças climáticas

A Terra se aquece por causa do fluxo de energia emitida pelo Sol. Existem outros processos que contribuem para o aquecimento, mas o principal elemento regulador do clima da Terra é a radiação solar. Os estudos sobre a influência do Sol no clima começaram pela astronomia, com teorias envolvendo mudanças nos parâmetros orbitais do planeta, inicialmente desenvolvidas na Europa no século XIX. Elas objetivavam explicar a ocorrência das eras glaciais (WEART, 2004).

Astrônomo e compositor alemão do século XVIII, William Herschel<sup>19</sup> deu importante contribuição para a ciência descobrindo a radiação infravermelha e influenciando estudos

<sup>18</sup> Arrhenius (1906), citado por Fleming (1998), p. 74.

<sup>19</sup> William Herschel, 1738 - 1822, fez observações sobre o Sol mostrando seu brilho variável, brilhantes fâculas, granulações na superfície solar e manchas solares.

diversos na área climatológica. Uma importante ligação do Sol com o clima foi feita pelo Astrofísico Charles Greeley Abbot do Observatório Smithsonian, em 1913, indicando que a interferência entre as tempestades solares com o campo magnético da Terra poderia ter relação com clima (FLEMING, 1998).

O engenheiro sérvio Milutin Milankovitch<sup>20</sup> deu grande contribuição a respeito do comportamento da órbita solar influenciando vários pesquisadores do clima. Milankovitch melhorou os cálculos das distâncias variadas e ângulos da radiação do Sol, apresentou resposta quantitativa dos mantos de gelo e os relacionou com as mudanças na radiação solar. Em 1920, Milankovitch publicou um artigo demonstrando que as mudanças orbitais calculadas seriam suficientes para provocar mudanças no clima e causar uma era glacial (IMBRIE, 1982).

Segundo Milankovitch, o próximo período é relativamente livre do gelo, resultado da maior insolação no hemisfério norte no verão, fenômeno parecido com o ocorrido há 10.000 anos, onde a média de temperatura global era ligeiramente mais alta que a de hoje. As ideias dos ciclos orbitais de Milankovitch em 1950 foram aceitas, mas com o avanço de técnicas, volume de dados e pesquisas, foram praticamente esquecidas pelas provas geradas por datações de carbono. Pelo mesmo motivo que foram descartados, os ciclos orbitais de Milankovitch posteriormente foram confirmados por al-

---

<sup>20</sup> Milutin Milankovitch, 1879 - 1958, estudou a relação da idade do gelo com a órbita da terra.

guns pesquisadores em 1960, através de medições de urânio e outros isótopos radioativos em amostras cortadas de corais e recifes (WEART, 2004).

Um importante aspecto da influência do Sol no clima é a quantidade do fluxo de energia que ele fornece ao planeta e a forma da distribuição dessa energia. O valor aproximado da energia solar que atinge o topo da atmosfera da Terra a cada segundo, em uma superfície de um metro quadrado de frente para o Sol durante o dia, é de cerca de 1.370 Watts. Cerca de 30% da luz solar que atinge a parte superior da atmosfera é refletida de volta para o espaço (IMBRIE, 1982; IPCC, 2014d; IPCC, 2007b).

### A influência da emissão antrópica do dióxido de carbono nas mudanças climáticas

Apesar dos estudos de Arrhenius, o consenso dos especialistas era de que o homem e o  $CO_2$  não tinham relação com um provável aquecimento da atmosfera, mas em 1938 o engenheiro e inventor Guy Stewart Callendar (1898 -1964) pensava de forma diferente. Embora não sendo meteorologista profissional ou cientista, Callendar tinha interesse amador no clima, passando muitas horas reunindo estatísticas do tempo como um hobby. Mesmo sendo membro, mas sem credenciais acadêmicas, corajosamente Callendar se apresentou diante da Real Meteorological Society, em Londres, para falar sobre o clima mostrando números que

indicavam o aquecimento global, e apontava o seu responsável. Na visão de Callendar, a combustão dos recursos fósseis, realizada por diversos processos antrópicos, lançava dióxido de carbono na atmosfera, tornando-se a grande culpada (FLEMING, 2007).

O trabalho de Callendar sobre a variação da composição atmosférica ao longo dos períodos geológicos foi significativo. Para sustentar a hipótese do aquecimento, Callendar calculou: o uso mundial de combustíveis fósseis; os reservatórios estimados de carbono; a absorção do dióxido de carbono pela biosfera e oceanos; além de compilar medições históricas que mostraram um aumento nas concentrações de dióxido de carbono atmosférico (FLEMING, 1998). Segundo Callendar (1938), 150 bilhões de toneladas de dióxido de carbono foram lançadas na atmosfera, durante o último meio século, representando um aumento de 6% nas concentrações desse gás entre 1900 e 1936. Dos seus dados, apenas uma pequena parte foi considerada defeituosa, porque tais dados foram obtidos pela comparação entre diferenças de estações vizinhas (IPCC, 2007b).

Especulações e boatos algumas vezes rondam as atividades científicas, e por volta de 1940 circulava uma grande quantidade de suposições sobre a mudança do clima. Climatologistas e meteorologistas já tinham ouvido muitas ideias vistosas e pouco práticas, e nesse sentido o trabalho de Callendar era inovador. Os seus números e sua teoria proporcionaram um original desafio intelectual, real e contemporâneo, pois estudos das eras do gelo estavam em um pas-

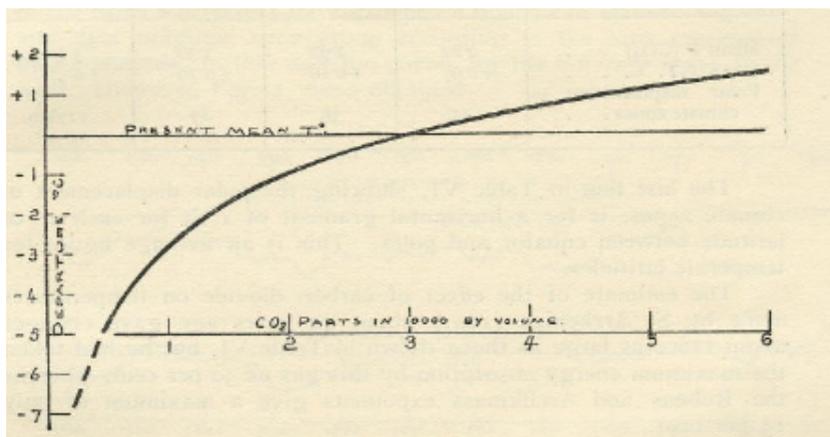
sado remoto sem uma pesquisa palpável e aparentemente sem nenhum interesse prático (WEART, 2004). Além da originalidade, os argumentos de Callendar traziam à tona especulações de muitos especialistas em mudança climática, fruto de pesquisas em publicações antigas e obscuras com medições de  $CO_2$  indicando que o nível do gás na atmosfera havia subido um pouco, desde o início do século XIX. O trabalho de Callendar trazia um problema da Terra para a Terra, muito embora ele tenha pensado, como Arrhenius e outros, que o aquecimento global seria uma coisa boa para a humanidade, ajudando culturas a crescer em abundância (WEART, 2004).

A mudança na opinião de vários cientistas, que passaram a concordar com Callendar, foi lenta e começou a ocorrer quando ele produziu, em 1941, outro artigo tratando de uma revisão das medições espectroscópicas das bandas de absorção do dióxido de carbono. Ao longo de duas décadas, Callendar focou seu trabalho na relação entre o dióxido de carbono atmosférico e a temperatura do planeta, influenciando e servindo de referencial teórico para futuras pesquisas. A figura 6 explicita a evolução da mudança da temperatura de superfície da Terra com absorção de dióxido de carbono pela atmosfera.

### Investimento militar no clima

Após a segunda guerra mundial o estudo do clima ficou sendo desenvolvido com mais ênfase para fins militares. A

Figura 6 – O gráfico de Callendar



Fonte: (CALLENDAR, 1938)

Guerra Fria exigia pesquisas militares com diversas finalidades: segurança nacional exigindo a previsão e o controle do clima, hegemonia econômica na produção de inteligência, tecnologia e fabricação de armas. Uma tensão provocada por um possível conflito nuclear, suas consequências catastróficas como ondas de frio, calor e a possibilidade do clima ser usado como arma de guerra, através da semeadura de nuvens, eram preocupações recorrentes (ONÇA, 2011).

Parte da pesquisa em computação era destinada aos lançamentos de satélites meteorológicos e à elaboração de sistemas de defesa nacional como o Nilo Azul, desenvolvido pelo Departamento de Defesa norte-americano. O Nilo Azul era empregado para testar a sensibilidade do clima em grandes

perturbações, incluindo possíveis intervenções soviéticas direcionadas à guerra nuclear ou ambiental (FLEMING, 1998). Como se vê, a situação de medo gerada pela Guerra Fria resultou em alguns frutos tecnológicos ligados ao clima.

A meteorologia se desenvolveu no início do século XX e se intensificou durante as guerras mundiais, com a criação de alguns grupos de pesquisas e empresas do ramo. Com o fim da segunda guerra mundial, muitas delas corriam o risco de ficar inoperantes, então o governo americano decidiu intervir e financiar a pesquisa básica, através de um novo Escritório de Pesquisa Naval. Tal incentivo motivou o desenvolvimento de algumas áreas de conhecimento ligadas à mudança climática, a exemplo da Física, das Geociências e da Meteorologia com atenção especial. Motivos não faltavam ao governo para o estudo do clima: a dinâmica dos ventos, previsão do tempo, nuvens, produção de chuva e consequente aumento da produtividade agrícola (FLEMING, 1998; WEART, 2004).

Um pesquisador que teve financiamento militar e gostou dos resultados dos trabalhos de Callendar foi o físico canadense Gilbert N. Plass. Plass fez parte de um grupo experimental na Johns Hopkins University, que estava estudando a radiação infravermelha apoiado pelo Escritório de Pesquisa Naval. Depois Plass mudou para a Califórnia com o objetivo de pesquisar armamentos relacionados à absorção de calor infravermelho. À ele noite escrevia sobre o efeito estufa (WEART, 2004). Nessa época, a tecnologia computacional de ponta era militar e Plass tinha acesso a

ela. Com novos dados e longos cálculos, Plass afirmou que a temperatura média global iria aumentar “à taxa de 1,1 °C por século”, por causa da atividade humana. O trabalho de Plass apontou que, num futuro próximo, o acúmulo de dióxido de carbono na atmosfera iria se tornar um sério problema climático. Segundo Plass (PLASS, 1956, p.387),

Se ao final deste século, as medições mostrarem que as quantidades de dióxido de carbono na atmosfera subiram apreciavelmente e ao mesmo tempo a temperatura continuar a subir pelo mundo, estará firmemente estabelecido que o dióxido de carbono é um importante fator de mudanças climáticas.

Contudo, os argumentos de Plass não convenceram alguns cientistas, mas ele apresentou a problemática do aquecimento global para um tempo próximo e com consequências negativas, ao contrário do que pensava Arrhenius e Callendar.

## O dióxido de carbono no ar e no mar

Charles D. Keeling<sup>21</sup> realizava grande parte de suas pesquisas no campo, em belas paisagens com montanhas e rios fazendo do monitoramento do nível de  $CO_2$  ao ar livre um trabalho agradável. Influenciado pela obra de Plass, Keeling procurou aumentar a precisão das medidas do nível de  $CO_2$

---

<sup>21</sup> Charles David Keeling, 1928 - 2005, climatologista americano.

na atmosfera (WEART, 2004; FLEMING, 1998). Keeling construiu seu próprio aparelho de medida e investigou por meses o nível de  $CO_2$  contido no ar nas proximidades da Califórnia e da Antártida, e para sua surpresa os locais mais inabitados apresentaram o mesmo nível de  $CO_2$  (KEELING, 1960).

As medições iniciadas por Keeling em 1958, com alta precisão na concentração de  $CO_2$  atmosférico, constituem uma série importante que documenta a mudança da composição atmosférica até o ano de 1998. Esta série representa um marco de singular valor, evidenciando o efeito das atividades humanas sobre a composição química da atmosfera global (WEART, 2004; IPCC, 2007b). Suas medidas do ciclo de carbono global feitas em Mauna Loa, no Havaí, tem precisão suficiente que propicia aos cientistas separar as emissões antrópicas daquelas devidas ao ciclo anual natural da biosfera. Demonstrem, assim, uma mudança de longo prazo na troca sazonal de  $CO_2$  entre a atmosfera, a biosfera e os oceanos (WEART, 2004).

O estudo sobre o carbono avançava e novas técnicas como a detecção por radiocarbono surgiram. O químico Austríaco Hans Suess, perito em radiocarbono, detectou em 1955 um valor baixo de carbono antigo da queima de combustíveis fósseis na atmosfera (IPCC, 2007b). O oceanógrafo Americano Roger Revelle se uniu a Suess em dezembro de 1955 para estudar o carbono nos oceanos. Em 1957 os dois escreveram o artigo descrevendo e explicando o comportamento em larga escala do dióxido de carbono antropogênico nos oceanos e na atmosfera (WEART, 2004).

Nesse trabalho, Revelle e Suess mostraram como e por que os oceanos possuem um estoque total de carbono (36 mil Gt), valor que em média é 50 vezes maior do que o estoque atmosférico (730 Gt) (REVELLE; SUESS, 1957). Revelle e Suess calcularam um ritmo de aumento das concentrações atmosféricas de dióxido de carbono de 2% a 10% por século. Mantida essa tendência, o resultado é um aumento de 20% a 40% no final do século em comparação às concentrações pré-industriais. Para reforçar esse contexto existiam ainda as ideias correlacionadas ao aquecimento global, como a explosão populacional de Keeling e a crescente industrialização apontada pelo geoquímico Harrison Brown, que relatou a inserção de uma quantidade colossal de gases estufa no planeta. Tais ideias eram conhecidas por Revelle, que as corroborou escrevendo (REVELLE; SUESS, 1957, p.19),

Os seres humanos estão agora realizando um experimento geofísico em grande escala de um tipo que não poderia ter acontecido no passado, nem ser reproduzido no futuro.

As descobertas foram colaborativas e acumulativas. Revelle<sup>22</sup> e Suess, como Arrhenius, Callendar, Plass e muitos outros, contribuíram para a descoberta do aquecimento global (WEART, 2004; FLEMING, 1998). Seus esforços e interesses fizeram emergir uma preocupação que poderia ter ficado ocultada por décadas, se não houvesse tanta dedi-

---

<sup>22</sup> Segundo Fleming (1998), Revelle usou bastante a mídia para promover a ideia do aquecimento global, sendo apontado por alguns jornais como seu avô ou padrinho.

cação. Obviamente existiu ajuda de fatores extras, como o investimento militar com largos financiamentos desde a década de 1940 e o próprio desenvolvimento da mídia, cada vez com mais alcance e influência, divulgando o aquecimento global. Assim, os financiamentos foram se alargando e se estendendo para outras esferas sociais, a exemplo da política, pesquisa, ambientalismo, sustentabilidade e educação ambiental (WEART, 2004; FLEMING, 1998).

### 3

---

## O movimento ambientalista e o IPCC

---

*A dúvida é se a civilização pode mesmo travar esta guerra contra a vida sem se destruir e sem perder o direito de se chamar de civilizada.*

*Rachel Carson, Silent Spring.*

As pesquisas sobre a emissão de dióxido de carbono após 1950 indicavam cada vez mais um possível aquecimento global, reacendendo e acentuando os sentimentos de ambientalismo e ecologismo, tendo como resultado uma crise ecológica iniciada na década de 1970. Esses sentimentos se afloraram ainda mais, com os diversos impactos ambientais que ocorreram durante o século XX. Suas raízes e acontecimentos, acarretando consequências políticas, sociais e ambientais foram se somando durante décadas, compondo a história do ambientalismo.

O livro *o Homem e a Natureza*, publicado em 1865 pelo norte-americano Georges Perkins Marsh<sup>1</sup>, é apontado por muitos historiadores ambientais como um dos marcos do movimento ambientalista. Esse livro trouxe um alerta ambiental denunciando a destruição provocada pela atividade humana desde a Antiguidade na fauna, florestas, águas e solos.

O alerta de Marsh era enfático quando afirmava que a atividade da humanidade estava quebrando o piso, as vigas, as portas e as janelas do nosso lugar de moradia (MARSH, 1865). As ideias de Marsh tiveram forte repercussão, atravessaram fronteiras e inspiraram a criação do primeiro parque nacional do mundo, o Yellowstone National Park (CZAPSKI, 1998).

Uma discussão importante da relação do homem com o meio ambiente foi feita em 1869 por Ernst Haeckel, biólogo e naturalista alemão, quando propôs o termo ecologia para os estudos das relações entre as espécies e o ambiente. A ecologia<sup>2</sup> influenciou fortemente várias áreas de estudos relacionadas às mudanças ambientais e também possuía ligações com várias especificações de movimentos voltados à natureza, como, o ambientalismo, o conservadorismo, o naturalismo, entre outros.

---

<sup>1</sup> George Perkins Marsh, 1801 - 1882, um diplomata e filólogo norte-americano considerado por alguns especialistas como o primeiro ambientalista da América.

<sup>2</sup> A palavra ecologia deriva do grego *oikos*, que significa casa, e *logos*, estudo.

No início do século XX a intervenção humana no meio ambiente se tornava cada vez mais incisiva, uma vez que os avanços científicos, sociais e tecnológicos resultaram numa nova revolução industrial. A fumaça das indústrias no ar, a devastação causada pelas guerras mundiais e ainda, a incipiente explosão do consumo e da população deixaram visível a possibilidade do planeta não suportar o ritmo de exploração do seus recursos.

A divulgação desse impactos ambientais e suas consequências futuras, por meio de uma mídia nascente, despertava preocupação — mesmo em uma quantidade pequena de pessoas — com o meio ambiente. Num movimento ainda embrionário, essa preocupação era restringida a pessoas ligadas à esfera governamental, resultando em tomadas de decisão meramente políticas e econômicas, cobrindo com panos transparentes a eclosão futura do movimento ambientalista de preservar a natureza (GALLI, 2007; SOUZA, 2004).

Quando acabou a segunda guerra mundial, em 1945, foi criada a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO), órgão pertencente à ONU. A partir daquele momento teve início um debate em torno da educação de um modo geral, e também foram lançadas as primeiras ideias da educação ambiental (BARBIERI, 2011). A devastadora segunda guerra mundial, de forma contraditória e inusitada, despertou uma consciência ecológica e impulsionou o sentimento ambiental que cresceria nos anos vindouros, como se vê em Grün (GRUN, 1996, p.16),

## Mudanças climáticas e ambientais

Em julho de 1945, no deserto [...], Estados Unidos, o azul do céu transformou-se subitamente em um clarão ofuscante. A equipe científica liderada pelo físico R. Oppenheimer explodia experimentalmente a primeira bomba H. Apenas dois meses depois eram jogadas as bombas atômicas sobre as populações civis de Hiroshima e Nagasaki. O Homo Sapiens, esta espécie [...] surgida há pouco mais de um milhão e meio de anos, havia conquistado o poder de destruição total de si próprio e de todas as demais espécies sobre a face da Terra. Os seres humanos adquirem, então, a autoconsciência da possibilidade de destruição completa do planeta. Após o dia 6 de agosto de 1945 o mundo não seria mais o mesmo. Ironicamente, a bomba plantava as primeiras sementes do ambientalismo contemporâneo.

Em 1948 é fundada na Suíça a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), congregando instituições governamentais e não governamentais que eram pautadas pelo princípio de equidade e pelo uso ecologicamente sustentável dos recursos naturais. Em 1952 um impacto ambiental ocorreu no país da revolução industrial, e sua capital Londres foi atingida por uma forte poluição do ar, conhecida como *Big Smokes*. O evento trouxe ao menos algo positivo, gerou preocupação e impulsionou o movimento ambientalista que, por sua vez, pressionou a opinião pública conseguindo a aprovação da Lei do Ar Puro, em 1956, e a introdução da

temática ambiental no ensino de ciências (CZAPSKI, 1998).

Alguns materiais e práticas nocivas empregadas na segunda guerra mundial continuaram a ser usados em décadas posteriores com outras finalidades. Um exemplo equivocado foi o alto investimento financeiro na produção de armamento bélico e na sintetização de materiais químicos. Uma dessas substâncias químicas sintetizada no século passado, o organoclorado conhecido como (DDT) — Dicloro-Difenil-Tricloroetano — ocupou um papel importante na história do movimento ambientalista. Apesar de sintetizado em 1874, o seu alto potencial venenoso foi descoberto em 1939, para ser destinado a fins bélicos no combate ao tifo, contudo, pelo seu baixo preço e incentivo à produção industrial, o DDT começou a ser usado na agricultura como pesticida — defensor agrícola — tornando-se sucesso mundial de vendas (CZAPSKI, 1998; SOUZA, 2004), e sendo usado até a década de sessenta.

A bióloga escritora Rachel Carlson é uma referência na história da defesa do meio ambiente. Depois de lançar a trilogia sobre os oceanos<sup>3</sup> resolveu estudar a fundo a questão dos agrotóxicos e do pesticida DDT no ambiente<sup>4</sup>. O seu livro *Primavera Silenciosa* — *Silent Spring* — lançado em 1962, é um ícone na história do ambientalismo e provocou

---

<sup>3</sup> Sob o mar-vento (1941), O mar que nos cerca (1951) e Beira-mar (1955).

<sup>4</sup> A contaminação por Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT) pode estar relacionada à morte de 114 funcionários da Fundação Nacional de Saúde (Funasa) no Acre, entre os anos de 1994 até hoje.

um movimento em sua defesa. Com um texto envolvente e provocativo, Carlson colocava em cheque a confiança desmedida que o povo americano depositava na ciência. A sua denúncia sobre o uso do DDT, os seus malefícios atingindo todo o ecossistema, solo, águas, fauna e flora, contaminando a cadeia alimentar dos seres humanos, teve forte repercussão e conseguiu influenciar a sociedade. É sentido isso ao ler suas sábias palavras (CARSON, 1962, p.95),

Na medida em que o homem avança, no seu anunciado objetivo de conquistar a Natureza, ele vem escrevendo uma sequência deprimente de destruições; as destruições não são dirigidas apenas contra a Terra que ele habita, mas também contra a vida que compartilha o Globo com ele. [...]. De conformidade com a filosofia que agora parece que guia os nossos destinos, nada deve interferir na trajetória seguida pelo Homem, quando ele se acha armado da mangueira de pulverização ou de borrião. As vítimas incidentais desta cruzada contra os insetos não são levadas em linha de conta.

Primavera Silenciosa foi um livro que trouxe à tona a problemática das consequências da degradação do meio ambiente pelas atividades humanas e impôs, de alguma forma, um certo temor na sociedade quando alertava que a contaminação por substâncias químicas poderia extinguir várias espécies de animais e plantas, atingindo o ser humano a nível genético e biológico.

Esses e outros impactos ambientais ocorridos nas décadas de 1950, e gerados pela interferência do homem sobre o

meio ambiente deram impulso ao movimento pela proteção ambiental que ganhava cada vez mais adeptos e vigor<sup>5</sup>. O ar impuro em Nova York, entre 1952 e 1960, a diminuição da vida aquática em alguns dos grandes lagos norte-americanos e a contaminação do mar em grande escala causada pelo naufrágio do petroleiro Torrei Canyon em 1966 — veja a figura 7 — são alguns exemplos (CZAPSKI, 1998). Como resultado houve mudanças revolucionárias nas leis de preservação do ar, da terra e da água, com a criação, em 1970, da Agência de Proteção Ambiental Norte Americana, dando mais energia ao movimento ecológico das décadas posteriores.

O estudo ambiental cada vez interessava mais a diversos extratos profissionais da sociedade. No final da década de 1960, mais precisamente no ano de 1968, o industrial Arílio Peccei e o cientista escocês Alexander King lideraram um grupo de 30 especialistas de várias áreas — economistas, industriais, pedagogos, humanistas, cientistas, entre outros profissionais — fazendo reuniões em Roma para discutir a crise atual e o futuro da humanidade.

Tal grupo ficou conhecido como Clube de Roma. O Clube de Roma recebeu notoriedade em 1972, ano da publicação do relatório intitulado *Limites do Crescimento*, elaborado por uma equipe chefiada pela cientista ambiental Donella Meadows (CZAPSKI, 1998).

---

<sup>5</sup> Em 1953, a cidade japonesa de Minamata conheceu os piores efeitos da poluição por mercúrio, causada por despejos industriais: milhares de pessoas sofreram com problemas neurológicos e nascimento de bebês sem cérebro (anencefalia). O Mal de Minamata só foi confirmado nos anos 60, quando se repetiu em Niigata provocando a morte de 12.000 pessoas e deixando outras 100.000 doentes.

Figura 7 – Acidente ambiental com o Petroleiro Torrey Canyon.



Fonte: Blogmercante (2014). Ano do acesso à ilustração.

O Relatório Meadows — Limites do Crescimento — recebeu influência de diversos trabalhos, entre eles um livro — A Bomba Populacional — escrito pelo professor Paul Ehrlich, que chamou a atenção para as convulsões sociais, fome em massa e a inviabilidade da civilização moderna devido a superpopulação<sup>6</sup>. Embora o livro recebesse críticas pelo seu

<sup>6</sup> A preocupação com a superpopulação não é algo inventado pela moderna civilização. Ela está presente em registros históricos da Babilônia gravados em tábuas de barro e que datam de 1.600 a.C. Segundo Morán (1990) certas tribos indígenas da Amazônia usam estratégias de sobrevivência fazendo a manutenção do número de indivíduos de suas aldeias. Quando a população extrapolava um número a partir do qual não se manteriam com os produtos oriundos da florestas, faziam uma separação e criavam uma nova aldeia longe da original.

tom alarmista, como é mostrado na sua abertura contundente (EHRlich, 1968, p.xi):

A batalha para alimentar toda a humanidade acabou. Na década de 1970 centenas de milhões de pessoas vão morrer de fome, apesar de se iniciar agora qualquer choque de programas. A esta altura nada pode impedir um aumento substancial na taxa de mortalidade mundial [...].

O livro de Ehrlich apesar de polêmico e carregar mensagens catastróficas desempenhou um papel importante para o ambientalismo, pois trouxe à tona o perigo da exaustão de recursos naturais da Terra, um problema presente no debate atual e na essência das preocupações com a sustentabilidade no futuro.

Um outro ponto não relacionado à população, mas que evidenciou de forma visual os recursos limitados da Terra, veio do espaço como mostra a figura 8. A foto do espaço profundo feita em 1968 mostrando a imagem da metade do planeta envolto por uma atmosfera azul, trouxe uma consciência visual de que o Planeta era pequeno e com limites definidos. A gigante Terra, agora em tamanho pequeno, trazia uma lição clara de que o planeta era um ecossistema com muitas fragilidades e dependências, colocando o ser humano no lugar de responsável por manter o seu equilíbrio.

Figura 8 – A Terra em espaço profundo, fotografada pela Apollo 8.



Fonte: Nasa.

## O ambientalismo de 1970 até a criação do IPCC

*A busca obstinada da riqueza — ou seja, o materialismo — não cabe neste mundo, porque ela não contém em si nenhum princípio limitador, enquanto o meio ambiente onde se encontra é decididamente limitado.*

*Ernst Friedrich Schumacher, Small is Beautiful.*

A partir dos anos de 1970, os interesses de ordem climática e ambiental se uniam cada vez mais. O avanço em uma área incentivava os objetivos da outra, isto é, os dados de

ordem climática indicando alterações em parâmetros meteorológicos eram usados por pesquisadores da área ambiental e campos afins, para validarem suas ideias principais na defesa do meio ambiente.

Além da validação de alguns dados científicos, o ambientalismo foi reforçado pelo alerta do Relatório Meadows, que se tornou um Best-seller científico vendendo mais de 30 milhões de cópias em 30 idiomas, tornando-se o livro sobre ambiente mais vendido da história. Em linhas gerais, o Relatório Meadows modelava as consequências do crescimento rápido da população mundial considerando os recursos naturais limitados da Terra e tratando, também, de outros problemas diversos como energia, poluição, saneamento, saúde, ambiente e tecnologia.

Dentre todos esses temas o Relatório Meadows reservava uma atenção maior para analisar os contextos de alimentação da superpopulação e o consumo excessivo de recursos naturais da seguinte forma (MEADOWS; MEADOWS; RANDERS, 1972, p.20):

Se as atuais tendências de crescimento da população mundial, industrialização, produção de alimentos, poluição e da diminuição de recursos naturais continuarem, os limites de crescimento no planeta serão alcançados nos próximos anos e resultarão em declínio súbito e incontável da capacidade industrial.

Em 1972, paralelamente a divulgação do relatório Meadows, ocorreu a Conferência da Organização das Nações

Unidas sobre o Ambiente Humano, a Conferência de Estocolmo. Além de propor capacitação de professores e desenvolvimento de novos métodos e recursos instrucionais para a implementação da Educação Ambiental<sup>7</sup> nos diversos países, a conferência registrou, a nível internacional, a necessidade de políticas ambientais dando o reconhecimento à Educação Ambiental como o provável instrumento de solução dos problemas ambientais (MORADILLO; OKI, 2004). Desse encontro surge a Declaração de Estocolmo, expressando no princípio 1 a seguinte convicção (UNEP, 1972, p.3):

O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas em um meio ambiente de qualidade tal que lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar, tendo a solene obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras [...].

A crescente tendência da pesquisa em mudanças climáticas impulsionou o governo a criar organizações para estudar tanto o clima como o ambiente. Em julho de 1970, no congresso americano, foi feita uma declaração pelo presidente Nixon propondo a criação da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), com objetivo de estudar os oceanos e atmosfera. Quase dez anos depois do surgimento da NOAA, o congresso aprovou a Lei Nacional do Clima instituindo o Serviço Nacional do Programa do Clima,

---

<sup>7</sup> Os primeiros registros da utilização do termo Educação Ambiental, data de 1948, num encontro da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) em Paris.

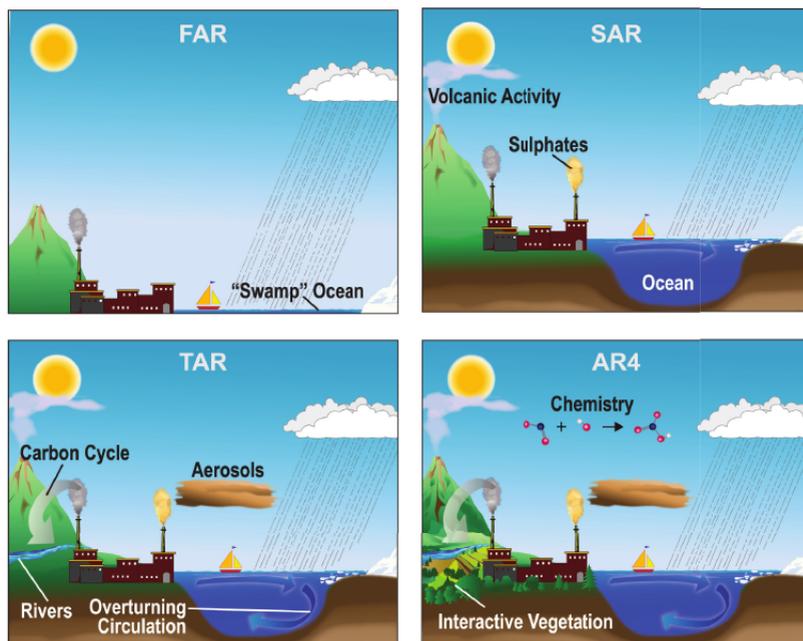
que possuía poucos recursos (WEART, 2004). Vale registrar que no ano 1972 é criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com sede em Nairóbi no Quênia e com várias atribuições, entre elas (PNUMA, 1972):

- 1) Manter o estado do meio ambiente global sob contínuo monitoramento;
- 2) Alertar povos e nações sobre problemas e ameaças ao meio ambiente;
- 3) Recomendar medidas para aumentar a qualidade de vida da população sem comprometer os recursos e serviços ambientais das futuras gerações.

Da década de 1970 em diante, os campos de estudo relacionados ao aquecimento global eram bastantes diversificados. Assim, o estudo do consumo de combustíveis fósseis e da consequente concentração de  $CO_2$  na atmosfera se tornaria uma ciência interdisciplinar. Os horizontes de estudos a cada dia se ampliavam, outros gases de efeito estufa — ( $CH_4$ ), ( $N_2O$ ) e (CFCs) — estavam sendo estudados (RAVAL A. E RAMANATHAN, 1989; WANG; YUNG; LACIS, 1976) e a importância dos efeitos de aerossóis em nuvens, refletindo a luz solar, era conhecida (TWONEY, 1974). Outro elemento a se destacar foi o aumento da capacidade computacional da década de 1970 até o presente momento, por um fator próximo de um milhão, fazendo com que os modelos atmosféricos cada vez mais incluíssem outras variáveis físicas no

## Mudanças climáticas e ambientais

Figura 9 – O aumento da complexidade dos modelos climáticos.

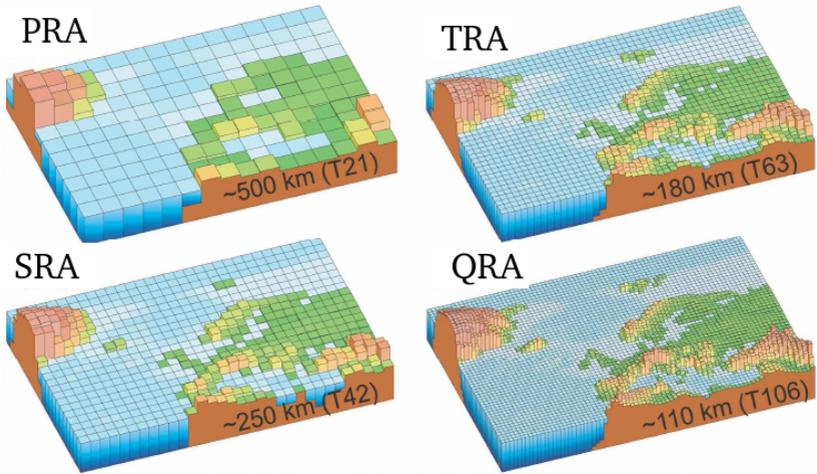


Fonte:(IPCC, 2007b). Quadros com diferentes variáveis físicas.

estudo da mudanças climáticas. As figuras 9 e 10 do IPCC 2007 (IPCC, 2007b) mostram essa evolução.

Em meados da década de 1970, parte dos especialistas tomaram posicionamento contrário ao aquecimento global divulgando na imprensa popular, com certo teor catastrófico, vários artigos sobre um possível resfriamento do planeta. As ideias do resfriamento global eram baseadas principalmente em dados de pesquisas das três décadas anteriores,

Figura 10 – Evolução das resoluções dos modelos nos quatro primeiros relatórios de avaliação do IPCC.



Fonte:(IPCC, 2007b)

indicando uma diminuição das temperaturas do Hemisfério Norte (HN) (GWYNNE, 1975).

Entretanto, em 1977 o discurso de resfriamento do planeta estava quase revertido. Essa reversão em parte se deve à National Academy of Sciences, que empreendeu um estudo sobre as tendências climáticas dominantes. Em seu relatório final, não apenas considerava improvável um resfriamento global a longo prazo, como acreditava num aumento das temperaturas dentro de um ou dois séculos (IPCC, 2007b; WEART, 2004; FLEMING, 1998).

Os cientistas favoráveis da ideia do aumento da temperatura global, como Revelle e Schneider, insistiam na divulgação desses temas em artigos científicos, principalmente na imprensa popular. Todos sabiam muito bem que a mídia era o meio mais potente para convencer os governantes através da pressão pública e dar a devida atenção ao estudo das mudanças climáticas. No início da década de 1980, o aquecimento global tornou-se suficientemente importante, ao ponto de ser inserido nas pesquisas de opinião pública. Em uma delas, em 1981, constatou-se que mais de um terço dos adultos norte-americanos alegaram ter ouvido ou lido sobre o efeito estufa (WEART, 2004).

Para aumentar a confiança na existência de um aquecimento global, mais evidências iam surgindo com novas pesquisas. Um exemplo foi o metano ( $CH_4$ ), outro gás de efeito estufa, o qual era produzido por bactérias em proliferação na lama de arrozais e na digestão ocorrida nos estômagos dos bovinos. Esta última descoberta colocou a atividade pecuária e seus desmatamentos para formação de pastos na lista de poluidores dos ambientalistas (IPCC, 2007b).

Outro passo importante foi o estudo da expansão do mar, provocada em parte pelo possível do derretimento das geleiras, uma vez que a maioria dos pequenos glaciares de montanha do mundo estava encolhendo. As preocupações eram grandes em relação a esse aspecto, pois, entre inúmeros prejuízos, a subida das marés nas regiões costeiras alagaria centenas de metros com água salgada, comprometendo os estuários e a reprodução marinha (WEART, 2004).

Na primeira conferência de Villach na Áustria, em 1980, aconteceu uma série de reuniões com especialistas sobre a atuação do ( $CO_2$ ) na variabilidade climática. Alguns dados climáticos do ano de 1980 eram preocupantes, a exemplo do aumento da temperatura média global de 1,5 °C a 3,5 °C, caso a concentração atmosférica de dióxido de carbono dobrasse (ROTTY; MARYLAND, 1980).

A segunda conferência de 1985 em Villach foi um evento bastante marcante para as ciências climáticas, porque deixou a mensagem de que o efeito estufa antropogênico não era mais considerado uma hipótese, mas um fato estabelecido, mesmo sem ter sido demonstrado seu funcionamento (ONÇA, 2011; FLEMING, 1998). Sobretudo, os especialistas chegaram a um consenso, na primeira metade do século seguinte, de que um aumento da temperatura média global poderia ocorrer e seria o maior na história da humanidade (WEART, 2004).

Após as conferências realizadas em Villach, os pesquisadores passaram a ser mais ativistas e pedir mais financiamentos usando a política e principalmente a mídia como forma de convencimento. Um assunto muito divulgado pela imprensa foi a descoberta, por um grupo britânico, de um buraco na camada de ozônio sobre a Antártida em 1985, criando uma polêmica entre grupos industriais que negavam prontamente a culpa de seus produtos. O CFC era o principal candidato e a sua posição de réu poderia gerar prejuízos às atividades econômicas na indústria química. Apoiando a perspectiva econômica, os funcionários da administração Re-

agan<sup>8</sup> em boa parte deram suporte as indústrias no embate contra os ambientalistas mais radicais (WEART, 2004).

A cada conferência, reunião ou pesquisa para estudar o clima, novas áreas de conhecimento eram exigidas, nascendo uma cooperação interdisciplinar entre universidades e centros de estudo que incentivavam coalizões de grupos de pesquisa em uma gama de variedade de campos. A exemplificação dessa união aconteceu em 1983, com a criação do Institute Geosphere Biosphere Internacional (IGBP), resultado do apoio de várias organizações para reunir todas as ciências geofísicas e biológicas. Essa coalização dos esforços científicos é relatada por Spencer (WEART, 2004, p.149),

Especialistas [...] da estratosfera, em vulcões, oceanos e até mesmo biologia, para não mencionar a matemática da computação, se encontraram compartilhando os mesmos órgãos de fomento, instituições e até mesmo edifícios. Também crescente e comum eram reuniões científicas dedicadas a um ou outro tema interdisciplinar. A colaboração foi uma forte tendência não só em geofísica, mas em todas as ciências. Com problemas de pesquisa cada vez mais com maior complexidade, os cientistas com diferentes tipos de competências trocaram ideias e dados, ou trabalharam diretamente juntos durante meses, se não anos.

---

<sup>8</sup> O governo Reagan — ocorrido entre os anos de 1981 e 1989 — desprezaria as questões ambientais e cortaria os financiamentos para pesquisas relacionadas ao dióxido de carbono, considerando-as desnecessárias.

O aspecto interdisciplinar das mudanças climáticas era crescente, claramente visto pela diversificada produção acadêmica sobre tópicos relacionados a área. Em 1986, o IGBP construiu uma grande estrutura de comitês, painéis e grupos de trabalho promovendo conexões interdisciplinares. Em 1988 ocorreu, em Montreal, a Conferência Mundial sobre a Mudança na Atmosfera: Implicações para a Segurança Global. Esse evento ficou conhecido como a conferência de Toronto e foi influenciado pelas ideias de Villach em 1985 (WEART, 2004), resultando no protocolo de Montreal, que estabeleceu metas internacionais e orientações aos governos, para a criação de suas próprias políticas, com o objetivo de enfrentar o aquecimento global.

A força política para impulsionar os estudos do ambiente e do clima tiveram o auxílio de Albert Gore. A entrada de Gore na bandeira do ambientalismo climático foi por volta do ano 1966, quando assistiu uma palestra de Roger Revelle sobre o futuro da Terra, para alunos da Universidade de Harvard. A tendência mostrada pela curva de Keeling (KEELING, 1965) da absorção de  $CO_2$  na atmosfera, indicando como o planeta respirava (FLANNERY, 2007), impressionou bastante Gore. A ideia da perspectiva do aquecimento global e de suas consequências seria defendida por Gore mais tarde, com sucesso relativo no cenário político.

A imprensa em 1988 teve bastante assunto para divulgar sobre mudanças climáticas e ambientais. Relatos de contaminantes químicos eram comuns em telejornais, secas severas eram noticiadas nos jornais, barcos encalhados no

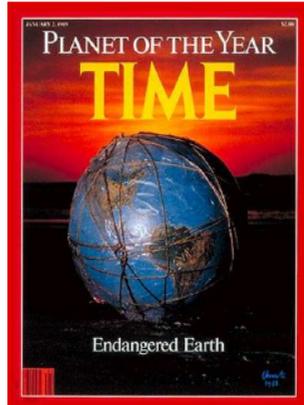
rio Mississípi eram fotografados e capas de revistas estampavam notícias de desastres ambientais. Outros eventos como furacões destruindo cidades, ventos provocando grandes erosões e incêndios florestais consumindo plantações também eram bastantes divulgados.

Contribuíram para esse triste cenário uma das maiores ondas de calor e a seca devastando várias regiões dos Estados Unidos, fazendo as colheitas decaírem fortemente no meio oeste americano. Com isso, o gado teve de ser sacrificado por falta de alimentos. A nível mundial também ocorriam sérios problemas ambientais, a seca atingia parte da Ásia, principalmente a União Soviética, a China e o nordeste brasileiro. Por outro lado, chuvas torrenciais assolaram partes da África, Índia e Bangladesh (ONÇA, 2011; FLEMING, 1998; IPCC, 2007b).

De forma enfática no ano seguinte, em 2 de janeiro de 1989, representando a síntese da cobertura da mídia sobre os impactos ambientais, a capa da revista Time trazia uma foto um tanto diferente do seu padrão. Não era uma homenagem ao *homem do ano*, mas ao *planeta do ano*, um alerta ambiental com um chamativo título "Terra ameaçada", mostrado na figura 11.

Todos esses acontecimentos reforçaram ainda mais o movimento ambientalista, que interiorizou o aquecimento global como causa principal dos eventos climáticos. Nesse sentido, existiu uma canalização de forças da sociedade para reduzir os efeitos climáticos. Segundo Spencer (WEART, 2004, p.156),

Figura 11 – Capa da edição de 2 de janeiro de 1989 da revista Time.



Fonte: (Revista Time, 1989). Denúncia da degradação ambiental e do aquecimento global.

Grupos que tinham outras razões para a preservação das florestas tropicais promoveram a conservação de energia, a desaceleração do crescimento da população ou redução da poluição do ar, como causa comum e ofereceram várias maneiras de reduzir as emissões de  $CO_2$ . Somando suas vozes a esse coro, pessoas procuraram argumentos para enfraquecer o prestígio de grandes corporações e de pessoas prontas para repreender o desperdício. Para melhor ou pior, o aquecimento global tornou-se firmemente identificado como uma questão de "verde".

A resultante dessa convergência entre cientistas e ambientalistas aumentou a pressão sobre a opinião pública. Nos

Estados Unidos, no campo político, Al Gore e outros congressistas apareciam frequentemente em audiências alertando para os perigos das emissões de gases estufa. Em vários tipos de mídias, Revelle e Schneider insistiam na divulgação das ideias defendidas em seus artigos científicos, relacionados ao aquecimento global (WEART, 2004). No término de 1988, sob todas as pressões supracitadas, a Organização Meteorológica Mundial e a Organização das Nações Unidas reconheceram formalmente a ameaça do aquecimento global, e sob a presidência de Bert Bolin<sup>9</sup> foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

## O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas

Foi exposta uma pequena síntese das alterações ambientais e climáticas provocadas pela atividade humana, como também algumas pesquisas sobre o aumento da temperatura da Terra e das emissões antrópicas de  $CO_2$  para a atmosfera. O objetivo foi a busca de uma conscientização pelo processo histórico. Os diversos tipos de eventos, atividades, reuniões e pressões — científica, política, pública e ambiental — citados acima se somaram por quase vinte anos e foram os motivadores da criação do IPCC.

---

<sup>9</sup> Bert Bolin, 1925 - 2007, climatologista sueco, vencedor do Prêmio Nobel da Paz em 2007.

Contudo, o reforço de diversas evidências científicas obtidas por uma quantidade incomensurável de dados sobre variáveis climáticas, e sobretudo as ocorrências de impactos ambientais significativos tiveram uma relevância especial para a formação do IPCC. Nesta seção faremos uma análise superficial do IPCC e dos quatro primeiros Relatórios de Avaliação (RA), descrevendo sua estrutura, função e evolução, e observando suas conclusões relacionadas ao aquecimento global.

Todavia, antes de expor os dados e as estimativas do IPCC, examinar-se-á a polêmica criada por um grupo de cientistas que não concordam com a tese do aquecimento global antrópico. Tal polêmica teve início quando o tema das mudanças climáticas tornou-se recorrente e importante, assim as controvérsias foram se apresentando em duas linhas de pensamento discordantes. Os grupos contrários à opinião do IPCC se diferenciam da seguinte forma: um grupo não acredita na tese de que está existindo uma mudança climática, e outro grupo afirma que a mudança climática existe, mas não é acelerada pelas atividades antrópicas.

O grupo mais cético afirma que a mudança climática com aumento da temperatura média da Terra — aquecimento global — é uma falácia<sup>10</sup>, não acredita nas análises dos climatologistas, nos dados climáticos e nem nas previsões dos modelos computacionais. Tanto um grupo quanto o outro questiona as conclusões do IPCC e boa parte defende a hipótese de que os ciclos naturais da Terra em períodos de

---

<sup>10</sup> Ver (MOLION, 2008) e (ONÇA, 2011).

glaciação e inter glaciação são os responsáveis pelas mudanças do clima (CASAGRANDE, 2011; NETO, 2010).

Suas argumentações contraditórias se pautam na facilidade em contextualizá-las<sup>11</sup> devido à enorme quantidade de dados e incertezas inerentes a área de ciência climática. Para defender suas ideias publicam artigos, escrevem em sites, usam como exemplos eventos ou fatores climáticos isolados e não apresentam pesquisas com densidade, estudos globalizados de volume quando comparados com o estudo do IPCC (TAMAIO, 2010). Na defesa do IPCC, um dos seus membros, o cientista brasileiro Carlos Nobre, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), expõe em entrevista alguns aspectos por trás das críticas, comentando (NOBRE, 2010, sn):

Esses acontecimentos servem de impulso para os céticos porque não conseguem trazer qualquer fato científico novo, surpreendente, que coloque realmente em dúvida a ciência robusta e sólida do aquecimento global. Assim, se apegam a qualquer coisa — por exemplo, o inverno rigoroso no hemisfério norte — para contestar o aquecimento do planeta. Como não têm condições de debater no nível da ciência, por isso querem jogar o debate em um nível político. Existem aí enormes interesses econômicos afetados pela mudança do paradigma da geração de energia, pela troca de todo o sistema de produção a partir do qual construímos o bem estar moderno.

---

<sup>11</sup> O grupo, conhecido como “céticos” do aquecimento global, não reconhece os resultados do IPCC, possui poucos trabalhos publicados e, em geral, sem revisão por pares (TAMAIO, 2010).

A natureza do clima a nível global permite a entrada de polémica, porque sua mudança se dá numa escala de tempo muito superior à vida humana e pela falta de provas sólidas da relação do clima com os povos em eras antigas. Todavia, a maioria dos cientistas concorda com as análises do IPCC: a atividade antrópica tem provocado um aumento na injeção de gases de efeito estufa na atmosfera — dióxido de carbono ( $CO_2$ ), metano ( $CH_4$ ), óxido nitroso ( $NO_2$ ), perfluorocarbonos (PFCs), hidrofluorcarbonos (HFCs), hexafluoreto de enxofre ( $SF_6$ ) e clorofluorcarbonetos (CFCs) — e isso tem aumentado a temperatura da Terra nos últimos séculos. O presente trabalho concorda com as análises do IPCC (IPCC, 2014d).

A mudança do clima provocada pela atividade humana pode suscitar dúvidas, mas quanto às mudanças ambientais, — desmatamento e queimada das florestas, poluição dos recursos hídricos, ataque aos ecossistemas, degradação dos solos — elas são tão evidentes que não permitem a menor possibilidade de incerteza.

No mundo atual salta aos olhos a rapidez com que a atividade humana tem modificado e degradado o meio ambiente: mais da metade das florestas do mundo foi desmatada, boa parte para extração de madeira e para criação de pasto na atividade pecuária; a oferta de água potável tem diminuído pelo contínuo assoreamento e poluição de rios; o esgotamento de recursos minerais, a esterilização dos solos por uso de materiais tóxicos e um consumo crescente devido a explosão populacional impedem o planeta de recompor os seus recursos.

Infelizmente essas degradações ambientais estão contidas nos cenários dos relatórios de avaliação do IPCC, com alta confiança. Contudo, os relatórios também nos fornecem formas de agir para mitigar os cenários climáticos ligados aos problemas socioambientais. As formas de mitigações das emissões de gases estufa para atmosfera, buscando diminuir os efeitos das mudanças climáticas, e as indicações de como devemos nos preparar, realizando adaptações a essas mudanças, são as contribuições dos Relatórios de Avaliação (RAs) do IPCC para humanidade.

### IPCC: Estrutura, dados e objetivos

O IPCC é um tipo de assessor científico dos decisores políticos do mundo e reflete pontos de vistas de uma parcela da comunidade científica. Sendo um órgão intergovernamental, é compreensível que os decisores queiram exercer pressões políticas, uma vez que os cenários e previsões divulgados pelo IPCC podem influenciar conjunturas nacionais de ordem econômica, política e social.

Ao tratar de um assunto da complexidade do clima e do meio ambiente, fontes de uma enorme quantidade de dados e pesquisas, é concebível que algumas previsões apresentem falhas e suscitem alguma polêmica. No geral, os relatórios do IPCC são pautados em evidências científicas publicadas em artigos de revistas especializadas, pesquisas feitas em Institutos e Universidades de reconhecido valor (NETO, 2010).

Quais as finalidades do IPCC? As suas atribuições são várias, porque ele precisa cobrir um vasto campo interdisciplinar de conhecimento e avaliar uma gigantesca quantidade de dados climáticos fornecidos pela pesquisa em mudanças climáticas. Seu papel é fornecer ao mundo uma visão científica clara sobre o estado atual de conhecimento em mudanças climáticas e seus potenciais impactos ambientais (IPCC, 2010)<sup>12</sup>.

Para conseguir gerir essa responsabilidade, o IPCC possui uma considerável estrutura. Sua composição é formada por cientistas e pela sociedade civil, e atualmente são 194 estados-membros que produzem um fórum de exposição e discussão de ideias, dedicado especificamente ao tema das mudanças climáticas. De forma voluntária, milhares de cientistas em todo o mundo contribuem para o trabalho do painel, seja como autores, colaboradores ou revisores (IPCC, 2010).

A avaliação do contexto político, econômico e social é feita pelos representantes de estados que a priori não pressionam e nem influenciam os pesquisadores em busca de distorcer os resultados científicos. Os representantes se reúnem com centenas de funcionários e especialistas de agências dos países membros, formando sessões plenárias uma vez por ano, num trabalho orientado por um conjunto de princípios e procedimentos (IPCC, 2010). Quando se observa a magnitude

---

<sup>12</sup> O número de publicações relevantes na elaboração de um relatório cresceu de cerca de 5.000, entre 1991-1995, para cerca de 19.000 para o período de 2001-2005 [...]. Mais de 90 mil comentários foram revisados para o Quarto Relatório de Avaliação (IPCC, 2010, p.3).

dos números envolvidos é fácil ter uma ideia do tamanho da dificuldade do trabalho do IPCC, principalmente se for levada em consideração a meta de produzir consenso em meio a tantas diferenças e valores

Como resultado desse trabalho é gerada uma compilação revisada de uma crescente produção científica que almeja ser compreensiva, objetiva, transparente e aberta. Uma das funções mais importantes do IPCC é produzir relatórios numa média de quatro a cinco anos, e o principal tipo são os Relatórios de Avaliação (RAs). Foram produzidos até agora cinco RAs, publicados em 1990, 1995, 2001, 2007 e em 2014.

Quando prontos, formam volumosas compilações de informações científicas, técnicas e socioeconômicas sobre as mudanças climáticas<sup>13</sup>. A revisão de procedimentos dos relatórios de avaliação do IPCC feita em 2010 informa que seus objetivos (IPCC, 2010, p.7)

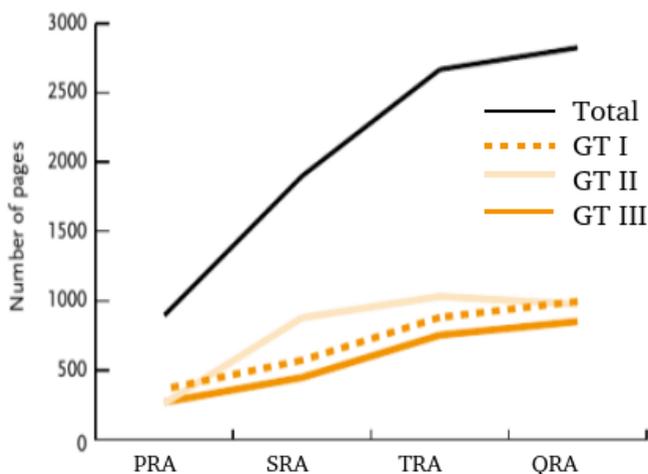
---

<sup>13</sup> Segundo a Revisão de procedimentos do IPCC (IPCC, 2010, p.2) a “[...] avaliação de clima intergovernamental é uma tarefa inerentemente difícil. Ela envolve milhares de pessoas com conhecimentos diferentes, culturas, interesses e expectativas. A informação disponível sobre a mudança climática é extensa, multidisciplinar e multinacional na natureza; estende-se através de múltiplas escalas espaciais e temporais; está sujeita a diferentes interpretações; e tem uma ampla gama de incertezas [...]. Os processos e procedimentos para a realização da avaliação devem ser detalhados, mas não demasiadamente normativos. Quanto aos representantes do governo, devem ter um papel importante na avaliação, devem exercer as suas funções sem perguntar aos cientistas questões de endereços que estão além da fronteira científica, sem distorcer as descobertas científicas.”

... são destinados a fornecer uma análise abrangente e objetiva da literatura disponível sobre a natureza e as causas das mudanças climáticas, seus potenciais impactos ambientais e socioeconômicos e possíveis opções de resposta.

Pode se ter uma ideia de como são significativos os números de artigos, dados e pesquisas, avaliados pelo IPCC em sua evolução a cada relatório, pelos números contidos na figura 12.

Figura 12 – Trabalhos avaliados nos relatórios do IPCC



Fonte: (IPCC, 2010) (Legenda do gráfico adaptada pelo autor.)

A constituição do IPCC é formada por três Grupos de Trabalho (GTs) — O GT I, O GT II e o GT III — e eles elabo-

ram os seus relatórios do IPCC. O GT I é o grupo que lida com a base física das alterações climáticas. O Grupo de Trabalho II com Mudanças Climáticas, Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade, e o Grupo de Trabalho III com Mitigação das Alterações Climáticas<sup>14</sup>. O GT II e o GT III são os grupos de estudo que descreveremos com mais detalhes.

Esse detalhamento será feito inicialmente nos quatro primeiros relatórios. Foi descrito um resumo deles, em ordem cronológica, buscando argumentos e dados sobre a tendência do aumento da temperatura da Terra provocado por atividades antrópicas. Dentro dos resumos são apontados elementos do desenvolvimento sustentável e formas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas voltadas ao contexto da educação.

### ○ primeiro relatório de avaliação

O primeiro relatório de avaliação (PRA) do IPCC foi apresentado em 1990 e confirmou a mudança climática como

---

<sup>14</sup> De forma mais específica:

- 1) O GT II: avalia a vulnerabilidade dos sistemas socioeconômicos e naturais às mudanças climáticas, suas consequências positivas e negativas, e as opções para se adaptar a ela;
- 2) O GT III: estuda a mitigação das mudanças climáticas em seus aspectos científicos, técnicos, ambientais, econômicos e sociais; avalia as opções políticas e tecnológicas para as mitigações, através de limitações ou impedimentos às emissões de gases de efeito estufa, e propõe atividades de aprimoramento que os remova da atmosfera.

um problema global e que possuía bases científicas. O GT III deste RA corrobora a existência de um aquecimento global em andamento quando afirma (IPCC, 1990, p.xxv),

Estamos certos de que emissões resultantes de atividades humanas estão aumentando substancialmente as concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa: dióxido de carbono, metano, clorofluorcarbonetos (CFC), e óxido nitroso. Estes aumentos irão aumentar o efeito estufa, resultando, em média, num aquecimento adicional da superfície da Terra.

O desenvolvimento sustentável — um dos pontos de estudo desse livro — se apresenta como um dos seus principais elementos no PRA, figurando como estratégia de resposta no enfrentamento das mudanças climáticas. Em qualquer sociedade existe a necessidade de crescer economicamente para diminuir índices como pobreza e escassez de recursos. Entretanto, frisa-se que a existência do crescimento econômico contínuo só terá êxito se for construída numa base formada no desenvolvimento sustentável com valores de conservação ambiental. Sendo isso verdade, o desenvolvimento sustentável só pode ser construído com a implementação de estratégia social, econômica e ambiental compatíveis com suas premissas e que só serão aperfeiçoadas com um maior entendimento das mudanças climáticas (IPCC, 1990).

Um exemplo são as políticas de curto prazo incentivando tecnologias, podendo aumentar a produtividade ou eficiência — por unidade de terra ou água — nos plantios, florestas,

pecuária, pescas e assentamentos humanos. Essas realizações configuram processos de mitigação buscando a redução da emissão de gases de efeito estufa, e o primeiro relatório do IPCC recomendava ações com ênfase na mitigação em políticas agrícolas e pecuárias (IPCC, 1990).

Quanto ao aspecto educacional, o que foi tratado? A educação pública — no sentido do grande público — foi considerada uma boa política de freamento das emissões, pois a população mundial bem informada, mesmo que superficialmente, é essencial para poder lidar com um problema tão complexo como o das mudanças climáticas. Nesse sentido, o IPPC orienta a adoção de uma série de ações nacionais e internacionais para difundir amplamente informações sobre as mudanças climáticas<sup>15</sup>.

O objetivo dessa difusão global é facilitar a adoção e implementação de mitigação necessária e apropriada<sup>16</sup>. Vale destacar que as abordagens educacionais e de informações, apesar de terem alcance global, devem ser singulares em suas características, para atender as necessidades especí-

---

<sup>15</sup> Segundo o IPCC (1990): incentivar a ampla participação de todos os setores da população de todos os países desenvolvidos e em desenvolvimento, na abordagem da problemática em mudança climática buscando o desenvolvimento de respostas adequadas; enfatizar especialmente principais grupos-alvo, tais como crianças e jovens, e também os indivíduos em níveis domésticos, políticos e líderes, mídia, instituições de ensino, cientistas, empresas e setores agrícolas.

<sup>16</sup> É orientado o seguinte princípio na política de mecanismo financeiro para uma opção de mitigação (IPCC, 1990, p.Li): “medidas que aumentem a capacidade dos países em desenvolvimento para desenvolver programas visando enfrentar a mudança do clima, inclusive atividades de pesquisa, desenvolvimento, conscientização pública e educação.”

ficas de determinados locais, países ou regiões, uma vez que será uma exigência da diversidade social, econômica e cultural envolvida no processo.

## O segundo relatório de avaliação

O Segundo Relatório de Avaliação (SRA) veio a público em 1995 e representou um marco importante para a proposição do Protocolo de Quioto em 1997. Este protocolo surgiu propondo um calendário de redução da emissão de gases de estufa, no período entre 2008 e 2012, pelos países ricos, de pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990, o qual não se cumpriu.

O SRA apresentou um nível de detalhamento maior e um olhar mais apurado sobre os efeitos socioeconômicos dos impactos das mudanças climáticas, propondo soluções antrópicas em curto e longo prazo, a nível regional e global (IPCC, 1995). Examinou o aspecto da vulnerabilidade<sup>17</sup> e reafirmou que as concentrações de gases de efeito estufa continuaram a aumentar, mas ressaltou a impossibilidade de se estabelecer firmemente uma ligação clara entre as mudanças climáticas e as atividades humanas.

---

<sup>17</sup> Vulnerabilidade é o grau pelo qual um sistema é susceptível ou incapaz de enfrentar efeitos adversos da mudança climática, incluindo a variabilidade e os extremos do clima. É função do caráter, magnitude, rapidez da mudança climática, da variação a que um sistema está exposto, de sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação (IPCC, 1995).

Algumas responsabilidades do GT II e GT III foram modificadas no segundo relatório (IPCC, 1995). O GT II adquiriu responsabilidade de avaliar a viabilidade técnica e econômica de uma série de medidas adaptativas e mitigatórias, que antes pertencia ao GT III. Uma gama de abordagens para reduzir as emissões e aumentar os sumidouros de gases do efeito estufa, com vistas a estabilizar suas concentrações atmosféricas, foram examinadas, mas não se tentou medir as potenciais consequências macroeconômicas. Um exemplo seria mensurar o custo em termos de empregos pela redução do consumo de energia a base de petróleo.

O SRA já alertava que a mitigação das emissões de gases estufa depende da redução das barreiras de difusão e transferência de tecnologia, da mobilização de recursos financeiros, de abordagens para ajudar na implementação de mudanças comportamentais e da geração de oportunidades tecnológicas, em todas as regiões do globo (IPCC, 1995). O IPCC reitera que as mitigações são importantes pois incentivam o desenvolvimento sustentável. Por outro lado, se tais barreiras não forem eliminadas, a interferência da atividade humana no clima e no ambiente podem atingir níveis perigosos trazendo danos sociais e ambientais consideráveis, talvez sem remediação.

A ligação entre o desenvolvimento sustentável e o aspecto ambiental é fortalecida pelas implementações de mitigação das emissões de gases estufa e das degradações no meio ambiente, ações que podem evitar uma interferência antropogênica perigosa no sistema climático. Preparar boas

condições para o melhoramento das componentes do desenvolvimento sustentável — dimensão econômica, social e ambiental — é o caminho para uma maior qualidade de vida. Segundo o relatório (IPCC, 1995, p.15),

A UNFCCC<sup>18</sup> observa que as respostas às alterações climáticas devem ser coordenadas com o desenvolvimento social e econômico de forma integrada, com vistas a evitar impactos adversos sobre este último, levando plenamente em conta as [...] necessidades prioritárias dos países em desenvolvimento para a realização do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza. A convenção também observa as capacidades comuns, mas diferencia as responsabilidades de todas as partes para proteger o sistema climático.

A recomendação da UNFCC, de integração do desenvolvimento social com o econômico, afim de erradicar a pobreza e implementar o desenvolvimento sustentável, está condicionada a uma melhoria no nível de educação. No âmbito da educação, o SRA cita a sua importância em alguns procedimentos de forma genérica, entre elas o seu poder em facilitar a penetração de tecnologias menos emissoras de gás estufa e a possibilidade de conseguir modificação dos padrões de consumo.

---

<sup>18</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change. Convenção regulada pelas Nações Unidas que estabelece um marco legal para as mudanças climáticas.

## O terceiro relatório de avaliação

A síntese do Terceiro Relatório de Avaliação (TRA) do IPCC foi lançada em 2001 e as responsabilidades dos GTs sofreram alguns ajustes. O GT III avaliou aspectos científicos, técnicos, ambientais, econômicos e sociais da mitigação das mudanças climáticas, aprofundando as conclusões do SRA e de outros relatórios especiais.

A certeza a respeito do aquecimento global antrópico aumentou, uma vez que o GT I trouxe significativas evidências com bases científicas em observações meteorológicas nos últimos 50 anos. O GT II se concentrou sobre a sensibilidade, a vulnerabilidade e a capacidade de adaptação dos sistemas naturais e humanos. A preocupação com a análise da dimensão social aumentou, e foram consideradas propostas de medidas para adaptação à mudança climática, à implementação do desenvolvimento sustentável e à ampliação da equidade social.

As políticas atuais e potenciais de mitigação das mudanças climáticas foram um dos temas centrais estudados pelo GT III, que avaliou as dificuldades operacionais de mitigação, seus custos e os benefícios gerados. A certeza da existência de uma forte relação entre a mitigação e o desenvolvimento sustentável estava impressa no TRA, sendo apontado que a eficácia do desenvolvimento sustentável ocorrerá se existirem políticas climáticas integradas às políticas de desenvolvimento, isto é, políticas climáticas de mitigação trazendo benefícios em certas áreas externas às mudanças

climáticas. Observe quais políticas voltadas às mudanças climáticas foram citadas no TRA:

- 1) Aumentar o emprego;
- 2) Reduzir os impactos ambientais negativos (como a poluição do ar);
- 3) Proteger e valorizar as florestas, solos e bacias hidrográficas;
- 4) Onerar através de impostos as atividades que aumentam as emissões de gases de efeito estufa;
- 5) Induzir a mudança tecnológica e sua difusão, contribuindo para os objetivos mais amplos do desenvolvimento sustentável (IPCC, 2001b, p.32).

Uma mitigação importante citada acima e que será tratada com mais detalhes é a parte relativa às florestas, terras agrícolas e outros ecossistemas terrestres. Já em 2001, o TRA mostrava um potencial significativo de mitigação do carbono se fosse feito o uso de estratégias adequadas nessas áreas (IPCC, 2001b). Por certo, a conservação das florestas significa também fazer a manutenção dos depósitos de carbono existentes, e um reflorestamento eficaz em áreas depredadas aumenta o tamanho dos reservatórios para sequestro carbonífero.

São diversas as modalidades de mitigação propostas, no entanto elas também produzem consequências. Por exemplo, uma mitigação de natureza biológica — implantação

de biomassa energética — pode trazer benefícios e prejuízos ambientais, como perda de biodiversidade e poluição da água subterrânea. Este é um exemplo de uma barreira técnica, mas a implementação das opções de mitigação de gases estufa precisa superar outras barreiras de caráter político, comportamental, institucional, social e econômico.

Observe um caso de barreira social: os pobres de qualquer nacionalidade possuem oportunidades limitadas para adotar tecnologias ou mudar seu comportamento social, especialmente se eles não fazem parte de uma economia de circulação de capital. Os pobres não possuem recursos para possuir os produtos oferecidos por uma mitigação social com tecnologias limpas, embora essa mitigação traga um aumento de poder compra, beneficiando o comércio e o nível de consciência, diminuindo assim, a depredação e a emissão de poluentes.

Também foi descrito que a adaptação para as mudanças climáticas é uma estratégia necessária em todas as escalas e setores para complementar os esforços de mitigação. Contudo, mesmo que aconteçam as reduções de emissões de gases estufa até a estabilização das suas concentrações na atmosfera a um nível baixo, isso não vai impedir completamente as mudanças climáticas ou a elevação do nível do mar, e nem evitar seus impactos (IPCC, 2001a; IPCC, 2001b).

Muito pouco foi comentado a respeito da educação no TRA, a não ser uma citação apontando-a como uma das opções influenciadoras da capacidade de adaptação às mudanças climáticas. No que concerne o desenvolvimento sus-

tentável, foi ressaltado que deveria ocorrer sinergia entre as políticas do clima e as políticas gerais. Essas políticas deveriam ser redutoras das pressões sobre os recursos, melhorando a gestão dos riscos ambientais e aumentando o bem-estar dos membros mais pobres da sociedade (IPCC, 2001a, p.8).

### O quarto relatório de avaliação

*As evidências obtidas por meio de observações de todos os continentes e da maior parte dos oceanos mostram que muitos sistemas naturais estão sendo afetados pelas mudanças climáticas regionais, principalmente pelo aumento de temperatura.*

*Relatório Sintético do IPCC, 2007*

Os Grupos de Trabalho do quarto relatório de avaliação (QRA) tornaram públicas suas contribuições antes de finalizarem, ao término do ano de 2007. A existência do aquecimento global foi reafirmada pelo QRA com base num número maior de evidências e dados a respeito das mudanças climáticas. Um exemplo foram as observações do aumento na temperatura média global desde meados do século XX causado, muito provavelmente, pelo crescimento registrado nas concentrações antrópicas de gases de efeito estufa (GEE). Dessa maneira, o QRA foi enfático ao defender que existe uma menor incerteza a respeito da responsabili-

dade humana no aquecimento global, como está exposto nos formuladores de política (IPCC, 2007a, p.2):

O aquecimento do sistema climático agora é inequívoco e evidente, a partir de observações de aumento mundial de temperaturas médias do ar e do oceano, derretimento generalizado de neve, gelo e elevação do nível médio global do mar.

O GTI usou modelos climáticos mais complexos com simulações mais confiáveis e aumentou sua base científica constatando que as emissões de gás carbônico continuavam crescendo, mesmo com os avisos dos relatórios anteriores e com os compromissos assumidos pelos governos (IPCC, 2007a). O GT II manteve seu foco tratando dos impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas naturais e humanos, de sua vulnerabilidade e da capacidade de adaptação.

O GT III avaliou instrumentos e políticas de mitigação concluindo que se forem bem aplicadas, com o desenvolvimento sustentável, os benefícios econômicos da mitigação devem superar seus custos. Indo mais além dos relatórios anteriores, o QRA analisou os impactos de forma mais ampla, aprofundou o estudo da adaptação e reforçou que os danos do aquecimento global serão maiores nas regiões sub-desenvolvidas e em desenvolvimento. De forma progressiva, o QRA continuou os estudos dos relatórios anteriores examinando novos setores e sistemas até então não relatados (IPCC, 2007a).

O quarto relatório indica que a adaptação e a mitigação feitas sozinhas não evitam todos os impactos das mudanças

climáticas, mas podem reduzir significativamente seus riscos se forem executadas de forma mútua e complementar. Alguns benefícios e alertas da mitigação, além de sua lentidão de aplicação, são colocados no relatório da seguinte forma (IPCC, 2007a, p.19):

Muitos efeitos podem ser reduzidos, atrasados ou evitados pela mitigação. Os esforços de mitigação e de investimentos sobre as próximas duas ou três décadas terão um grande impacto sobre oportunidades para alcançar níveis de estabilização mais baixos. Reduções de emissões tardias restringem significativamente as oportunidades, para alcançar os níveis mais baixos de estabilização, e aumentam o risco de impactos mais graves da mudança climática.

Processos de mitigação, além de gerar benefícios diretos em longo prazo, podem gerar benefícios indiretos em curto prazo diminuindo uma parte substancial dos custos de sua implementação. Isso pode ser visto na melhoria da saúde, evitando gastos hospitalares devido à redução da poluição atmosférica. Há elevada concordância — jargão usado pelo IPCC — mostrando que mudanças no estilo de vida, padrões de comportamento e práticas de gestão podem contribuir para a mitigação das mudanças climáticas em todos os setores (IPCC, 2007a).

Pelo exposto, a mitigação, a adaptação e o desenvolvimento sustentável são bons instrumentos para diminuir as consequências das mudanças climáticas. Contudo, o relató-

rio informa que, mesmo com políticas de mitigação e práticas de desenvolvimento sustentável feitas em conjunto, haverá ao longo das próximas décadas um crescimento das emissões globais de GEE. Obviamente que se essas práticas forem executadas separadamente e fora do tempo previsto, não trarão os efeitos mitigadores desejados, e as emissões de GEE serão ainda maiores.

Assim fica cada vez mais claro que o desenvolvimento sustentável possui forte relação com os processos de mitigação e adaptação a serem implementados. Ressalta-se uma última informação a respeito do desenvolvimento sustentável contida no QRA: a implementação de uma rota para o desenvolvimento sustentável, como opção de resposta às mudanças climáticas, é feita sem retardamento quando se evita conflitos entre suas dimensões. Esses reverses entre o desenvolvimento econômico, ambiental e social serão tratados com mais detalhes no próximo capítulo. Quanto à educação, o relatório sintético não faz comentários precisos, contudo no sumário dos formuladores de política é informado, com generalidade, que a educação pode gerar impactos positivos na mitigação (IPCC, 2007a, p.59).

## 4

---

# O quinto relatório de avaliação do IPCC

---

*A influência humana sobre o sistema climático é clara e as emissões antrópicas de gases de efeito estufa recentes são as maiores da história. As recentes mudanças climáticas causarão impactos generalizados sobre os sistemas humanos e naturais.*

*Relatório Sintético do IPCC, 2014*

Agora vamos analisar pontos importantes do Quinto Relatório de Avaliação (QR5) para os objetivos deste livro. A presente análise se tornou um pouco mais extensa devido a esse relatório ser o mais recente e possuir conseqüentemente, mais dados e informações a serem examinados. Contudo, buscou-se manter o foco nos aspectos estudados nos RAs anteriores. Será sintetizado o previsto no QR5 na área de mitigação, adaptação e desenvolvimento sustentável. Essas

análises servirão para o contexto da educação, tema a ser trabalhado nos próximos capítulos.

Foi confirmado pelo QR5, com maior grau de certeza em relação aos estudos contidos nos RAs anteriores, que a interferência humana no sistema climático está ocorrendo, e uma mudança climática pode colocar em riscos os sistemas naturais e humanos (IPCC, 2014b).

O GT II contribui com a avaliação de impactos, adaptação e vulnerabilidade, calculando como os padrões de riscos e benefícios potenciais estão mudando devido às mudanças do clima. Com uma base de conhecimento substancialmente maior da literatura científica, técnica e socioeconômica, o GT II realizou uma avaliação abrangente através de um conjunto mais amplo de temas e setores (IPCC, 2014b). O Grupo de Trabalho III do QR5 toma como base o trabalho de avaliação do QRA, incorporando novas descobertas e resultados de pesquisas posteriores. O referido grupo avaliou a literatura da mitigação climática sobre os aspectos científicos, tecnológicos, ambientais, econômicos, sociais e ainda, suas diversas opções em diferentes níveis governamentais, em distintos setores da economia e suas implicações sociais em diferentes políticas (IPCC, 2014c).

## A mitigação e adaptação no QR5

No aspecto relativo à mitigação, o QR5 a define como uma ferramenta de intervenção humana para reduzir as fontes de

emissão ou ampliar os sumidouros de gases de efeito estufa (IPCC, 2014c), e alerta que políticas de Redução de Dióxido de Carbono (RDC) provavelmente precisam ser implantadas em grande escala e em pelo menos um século, para surtirem efeito e serem capazes de reduzir significativamente as concentrações de  $CO_2$  (IPCC, 2014d).

A adaptação segundo o QR5 é um ajustamento nos sistemas naturais ou humanos, em resposta a estímulos climáticos reais ou esperados, com objetivo de reduzir os impactos da mudança climática. De uma forma geral, as sociedades normalmente se adaptam aos impactos do tempo e do clima. Esses ajustamentos climáticos e ambientais estão ocorrendo na sociedade atual, todavia em escala e bases limitadas. As medidas de adaptação são efetivadas de forma rápida quando comparadas à mitigação, e geram benefícios por reduzirem as vulnerabilidades à variabilidade climática<sup>1</sup> e à mudança do clima.

O QR5 reafirmou que a adaptação e a mitigação podem reduzir os impactos e riscos da mudança climática, devendo ser implementadas com planejamento, uma vez que podem influenciar de forma positiva ou negativa<sup>2</sup> a realização de outros objetivos sociais. Em determinados casos, processos de mitigação e adaptação podem apresentar efeitos indesejáveis relacionados à saúde humana, à segurança alimentar,

---

<sup>1</sup> A variabilidade climática é uma variação das condições climáticas em torno da média climatológica.

<sup>2</sup> Alguns dos efeitos climáticos e ambientais de métodos de RDC, estão associados com albedo da superfície de arborização alterada, oxigenação, fertilização dos oceanos e as emissões de  $N_2O$  aprimorados (IPCC, 2014d).

à biodiversidade local, à qualidade ambiental, ao acesso à energia, aos meios de subsistência e ao desenvolvimento sustentável e equilibrado. Assim, é importante considerar as estimativas na precisão dos benefícios de uma mitigação e das diversas possibilidades de impactos que as mitigações podem trazer (IPCC, 2014c). Um destes benefícios é a redução da necessidade de futuras adaptações, uma vez que a mitigação e a adaptação são estratégias que guardam entre si uma relação inversa.

Os impactos das respostas de adaptação e mitigação são mais fortes nos excluídos de qualquer ordem, pessoas que são marginalizadas social, econômica, cultural, política e institucionalmente (IPCC, 2014b). Portanto, a situação para os mais desfavorecidos no contexto das mudanças climáticas não é agradável, pois qualquer que seja a opção escolhida, haverá um certo desconforto. Se não houver implementação de mitigação, sentirão mais fortemente os efeitos da mudança do clima e na segunda opção, com implementação de mitigação — embora sejam mais leves os efeitos — ficarão com a maior parte do ônus desagradável.

O IPCC é tácito ao afirmar que os pobres sofrerão mais, todavia alerta que as consequências das mudanças atingirão a todos, pois não há imunidade em processos climáticos e ambientais. Com efeito, processos atmosféricos ocorrem em escala global e todos são atingidos em determinado grau. A maioria dos gases de efeito estufa se acumula ao longo do tempo formando uma massa de gás homogênea compartilhada no mundo inteiro. Dessa forma, as emissões

por qualquer agente individual, comunidade, empresa ou país afetam outros agentes. Uma mitigação eficaz deve ser coletiva e colaborativa, anulando interesses individuais de qualquer natureza<sup>3</sup> (IPCC, 2014c; IPCC, 2014f).

Nessa busca por implementar mitigações para amenizar os efeitos das mudanças climáticas, o fator tempo é um elemento primordial. A demora na aplicação de mitigações dificultará ainda mais a transição para baixos níveis de emissões em longo prazo, e reduzirá a diversidade de opções consistentes para a manutenção da temperatura em níveis confortáveis. Em verdade, o atraso da implementação de mitigação não devia nem ser cogitado, já que o IPCC mostra a necessidade do aumento da densidade de mitigação para evitar um aumento da emissão de  $CO_2$  (IPCC, 2014f, p.10):

Na ausência de ações concentradas de mitigação, as próximas décadas iriam ver a tendência prolongada, com um crescimento contínuo das emissões globais impulsionadas principalmente pelas emissões crescentes dos países em desenvolvimento.

Outro fator importante a ser considerado são os limites de adaptação às mudanças climáticas, uma vez que eles podem dificultar o fornecimento de respostas e a implementação de mitigação. Tais limites podem ser físicos, ecológicos

---

<sup>3</sup> Uma mitigação eficaz não será alcançada se os agentes individuais promoverem seus próprios interesses de forma independente. Ela deve ser internacional, com características sintonizadas para as questões de mudança climática e em caráter colaborativo (IPCC, 2014c, p.4).

ou tecnológicos. Os limites físicos e ecológicos dependem de dois fatores: resiliência dos sistemas socioecológicos às mudanças climáticas e aparecimento de limites críticos<sup>4</sup>. Os limites tecnológicos dependem da adaptação da sociedade à tecnologia, podendo ser tecnologicamente possíveis, mas não economicamente viáveis ou culturalmente desejáveis (IPCC, 2014b; IPCC, 2014c).

Uma atenção especial deve ser dada aos limites ecológicos, região fronteira da vida ecossistêmica onde deve ser evitada qualquer aproximação! Mudanças climáticas de alta magnitude podem fazer com que os limites ecológicos sejam ultrapassados, e isso pode levar a falência sistemas biofísicos e criar estrangulamentos socioeconômicos, diminuindo sinergias positivas entre adaptação e mitigação, consequentemente destruindo os alicerces para a construção do desenvolvimento sustentável (IPCC, 2014b).

### Algumas importantes mitigações no QR5

Os tipos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas citados pelo QR5 são inúmeros e descrever todos é um processo exaustivo e desnecessário neste momento. Mesmo porque a mitigação aplicada às florestas e aos recursos hídricos será brevemente explanada por estar mais contextua-

---

<sup>4</sup> A resiliência dos sistemas socioecológicos guarda dependência com a magnitude das mudanças climáticas e da velocidade com que elas acontece. Os limites críticos são atingidos quando existe alteração radical do estado funcional e da integridade de ecossistemas, como florestais e recifes de corais.

lizada com os objetivos deste livro. Uma análise mais ampla desses dois sistemas será feita posteriormente.

Um bloco dessas mitigações importantes contidas no QR5 está relacionado com a Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU), desempenhando um papel central para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável. Mitigações nessas áreas oferecem o melhor custo-benefício da seguinte maneira (IPCC, 2014c; LOCATELLI et al., 2011):

- 1) Mais rentabilidade na silvicultura com reflorestamento, manejo florestal sustentável e redução do desmatamento;
- 2) Na agricultura pode-se obter mais rentabilidade com gestão de terras agrícolas, pastagens e recuperação de solos orgânicos.

Considerando só o setor de AFOLU, os processos de mitigações e adaptações podem ser incentivados por um número significativo de políticas em diversas áreas. Na área econômica podem ser criadas: linhas de crédito especiais para a agricultura de baixo carbono, silvicultura, práticas sustentáveis, créditos negociáveis e pagamento por serviços ambientais. Na área de regulação em forma de lei temos: aplicação da legislação ambiental protegendo os estoques de carbono florestal, redução do desmatamento e políticas de controle da poluição da água reduzindo a carga de nitrato e as emissões de  $N_2O$  (SCHOENEBERGER; BENTRUP; GOOIJER, 2012).

Em linhas gerais a redução das emissões de  $CO_2$  por meio da diminuição do desmatamento e da degradação florestal, além de serem políticas mitigatórias de rentabilidade, geram benefícios diretos e indiretos nas áreas ambiental, econômica e social, estendendo-se os benefícios para a conservação da biodiversidade, gestão dos recursos hídricos e redução da erosão do solo (IPCC, 2014c). Na silvicultura<sup>5</sup>, os vínculos entre a promoção de estratégias mitigativas — como o plantio de árvores, o desenvolvimento de sistemas agroflorestais ou a conservação diversificada de ecossistemas — somados à adaptação das pessoas para as mudanças climáticas têm sido amplamente reconhecidos como benéficos (SCHOENEBERGER; BENTRUP; GOOIJER, 2012).

As medidas de mitigação do setor de AFOLU estão relacionadas com o sistema de produção e consumo, isto é, incluem opções de mitigação da oferta e da demanda. O aumento do estoque de carbono através de sequestro em solo, a redução do desmatamento, a conservação da terra e a gestão dos animais são exemplos de medidas de mitigação do lado da oferta. Representando medidas do lado da demanda — mecanismo de mitigação em grande parte não declarado para AFOLU — temos o aumento da produção agrícola e florestal sem um incremento proporcional das emissões de GGE, além da redução de resíduos na cadeia de abastecimento alimentar e da mudança na dieta da população.

---

<sup>5</sup> Ciência dedicada ao estudo dos métodos naturais e artificiais de regenerar e melhorar os povoamentos florestais, com vistas a satisfazer as necessidades do mercado e ao mesmo tempo estudar a manutenção, o aproveitamento e o uso racional das florestas.

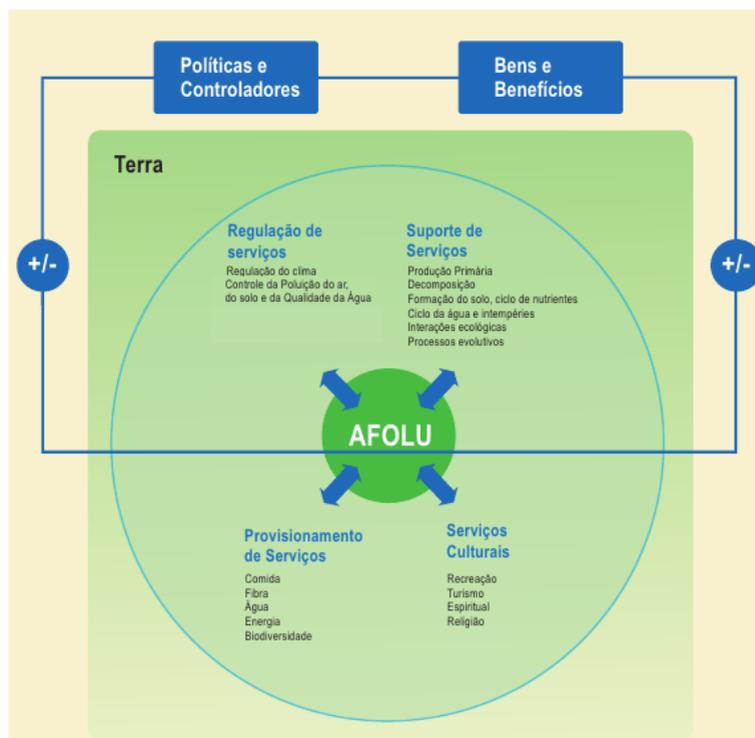
A conservação do solo é um recurso essencial para o setor de AFOLU, já que fibras e combustíveis saem do seio da Terra para atender diversas finalidades no mundo, inclusive a mais essencial, a alimentação e meios de subsistência para 7,3 bilhões de pessoas. A produção de alimentos depende da água, um dos principais elementos ligados à AFOLU, fonte da vida em abundância, diretamente ligada ao ciclo florestal, cuja ausência desertifica os solos.

Mitigações de manejo florestal, como florestamento e reflorestamento, e também o contrário, ou seja, debaste florestal e desmatamento, influenciam diretamente no rendimento de água. A qualidade da água pode ser trabalhada com redutores de erosão por meio de culturas com cultivo mínimo, reduzindo o desmatamento, reflorestando bacias hidrográficas e margens de rios (TOWNSEND; HARPE; BRENNAN, 2012). Também as terras com alto teor de salinidade, que possuem rebaixamento do lençol freático, podem ser remediadas com plantio de cinturões de árvores.

Dentre inúmeras responsabilidades, a regulamentação do clima por meio de mitigação é somente uma das funções da AFOLU. A figura 13 do QR5 mostra um diagrama com grande quantidade de informações sobre o setor AFOLU. Verifica-se que políticas climáticas podem aumentar ou diminuir os suportes de serviços, tais como os processos evolutivos e o ciclo da água. Também são apontadas múltiplas relações de troca da AFOLU com a dimensão socioambiental na regulação, suporte e provisionamento de serviços, bem como os serviços culturais.

## Mudanças climáticas e ambientais

Figura 13 – Serviços relacionados com o setor AFOLU.



Fonte:(IPCC, 2014a) (Traduzido pelo autor).

Existe uma dificuldade no setor AFOLU em separar as emissões de GEE naturais da terra das emissões antrópicas. Contudo, é sabido que no setor agrícola existe considerável emissão de  $CO_2$ ,  $CH_4$  e  $NO_2$  para a atmosfera, resultante do processamento de material orgânico e inorgânico. Com exceção do  $CO_2$ , o setor agrícola é considerado o maior emis-

sor de GEE, com 56% das emissões em 2005. Boa parte dessas emissões provem da fermentação entérica, estrume depositado em pastagem, fertilizantes sintéticos, cultivo de arroz, manejo de dejetos, resíduos de colheitas, queima de biomassa e adubo aplicado aos solos (SCHOENEGER; BENTRUP; GOOLJER, 2012).

É bom lembrar, a exemplo de outros setores, que as mitigações no setor de AFOLU alteram fluxos de GEE para atmosfera e afetam processos biofísicos — como a evapotranspiração<sup>6</sup> e o albedo<sup>7</sup> — podendo acelerar ou reduzir a mudança climática. Estudos indicam que a atividade antrópica no uso da terra, resultando em alterações na evapotranspiração vegetal e na rugosidade da superfície, provocou um aumento de albedo. A supressão vegetal com o contínuo desmatamento se enquadra nessas atividades, minimizando mitigações nas florestas e maximizando os riscos de secas invasivas (NOBRE, 2014b; SCHOENEGER; BENTRUP; GOOLJER, 2012)

A mitigação do setor AFOLU para o meio ambiente e o clima envolve inúmeros recursos interligados. Em termos mais amplos, as mudanças geradas por políticas climáticas em determinados setores afetam o comportamento de outros setores. Sem dúvida as mitigações são exemplos, pois possuem conexões múltiplas, fazendo com que seu processo de

---

<sup>6</sup> Evapotranspiração é a perda de água do solo por evaporação e a perda de água da planta por transpiração.

<sup>7</sup> Albedo é um importante parâmetro radiométrico adimensional, definido como a razão entre a irradiância electromagnética refletida (de forma direta ou difusa) e a quantidade incidente.

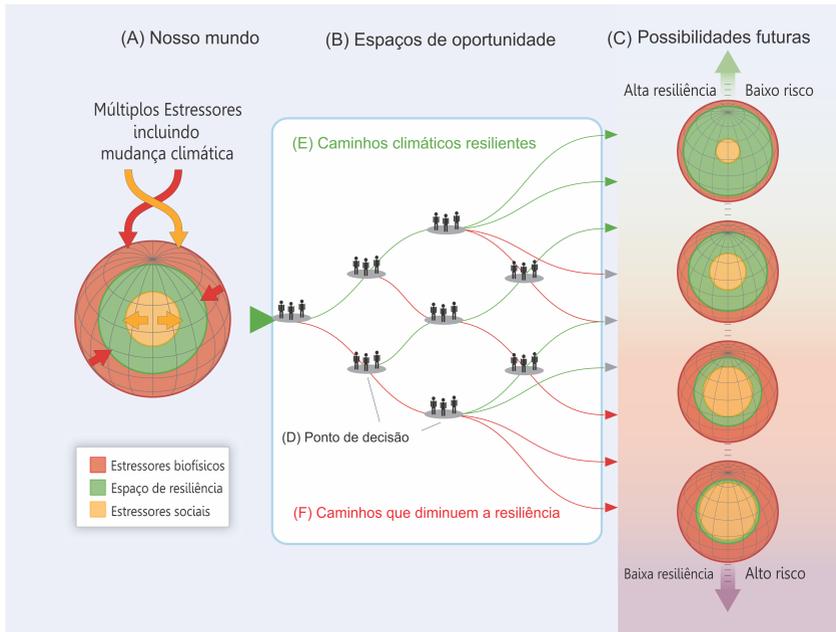
atuação em uma área com determinado objetivo influencie outra área numa finalidade diferente. É importante observar que as mitigações de reflorestamento possuem relações com melhorias de eficiência no sequestro de carbono, e influenciam mudanças de comportamento em relação ao consumo de recursos hídricos.

Diante do exposto, percebe-se uma caminhada longa a ser trilhada e os passos dados precisam ser coordenados, para não perder a rota em busca da sustentabilidade. Preparar o terreno com implementação de mitigação e adaptação, para reduzir os impactos das mudanças climáticas de forma planejada e no tempo apropriado, é preparar um caminho climático resiliente para o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, um elemento importante — a educação — será necessário para que transformações trazidas pelas decisões de ações econômicas, sociais, tecnológicas e políticas possam facilitar a construção de caminhos resistentes ao clima. É certo que nesse planejamento, além das mudanças climáticas, existem outros fatores estressantes envolvidos na construção desse caminho: espaços não resilientes, estressores biofísicos e sociais.

Observe a figura 14 do IPCC mostrando relações entre os espaços resilientes, estressores biofísicos e sociais, compondo caminhos, possibilidades futuras e seus riscos (IPCC, 2014c). A figura expõe grande quantidade de informações, entretanto são destacadas as seguintes:

- 1) Estressores biofísicos e sociais: alterações e variabilidade climática, mudança no uso da terra, a degradação

Figura 14 – caminhos climáticos resilientes



Fonte: (IPCC, 2014b) (Traduzido pelo autor)

dos ecossistemas, pobreza e desigualdade e fatores culturais afetando a capacidade de resiliência;

- 2) Espaço de oportunidade: resultado das escolhas feitas nos pontos de decisão, levando a caminhos com menos ou mais resiliência;
- 3) Vias superiores: caminhos climáticos resilientes obtidos pelo aumento do conhecimento científico, da adaptação e implantação de mitigação eficaz.

Vale ressaltar que nessa busca de caminhos resilientes<sup>8</sup>, aplicando mitigação e adaptação, os riscos são inerentes, pois em todos os cenários analisados onde existiu implementação, algum risco de impactos adversos permanecerá (IPCC, 2014b). Aspectos importantes da mitigação citados pelo QR5, como estilo de vida e mudanças comportamentais<sup>9</sup>, serão tratados de forma mais específica no assunto de desenvolvimento sustentável. Entretanto é válido registrar o alerta do IPCC “medidas de mitigação em atraso podem reduzir as opções para caminhos resilientes ao clima no futuro” (IPCC, 2014b, p.25).

## O desenvolvimento sustentável no QR5

No quinto relatório, os parâmetros influenciadores do desenvolvimento sustentável<sup>10</sup> vão muito além das mitigações e adaptações possuindo dependências diretas com o estilo de vida, os valores e o comportamento, o capital social e humano, o tipo de consumo e a produção da nossa sociedade. De forma sintética, outros fatores influenciadores do desenvolvimento sustentável serão expostos a seguir.

---

<sup>8</sup> Resiliência: no contexto das mudanças climáticas entende-se o quanto o agente em estudo está preparado para contornar as consequências trazidas pelo aquecimento global e se adaptar a elas.

<sup>9</sup> Cenários indicam que o estilo de vida e mudanças comportamentais poderiam reduzir os níveis atuais da demanda de energia em 20% no curto prazo, e em 50% até meados do século (IPCC, 2014c).

<sup>10</sup> O desenvolvimento sustentável e a equidade foram citados nos RAs anteriores, como elementos importantes para amenizar os efeitos das mudanças climáticas.

O desenvolvimento sustentável para as mudanças climáticas é primordial na ótica do QR5, posto que o capítulo 4 do relatório foi dedicado ao desenvolvimento sustentável e à equidade. O QR5 simulou para esta avaliação cerca de 900 cenários com diferentes níveis de mitigação, por meio de um banco de dados baseado em modelos integrados. Esses cenários apresentam variedades de opções tecnológicas e comportamentais, com diferentes características e implicações para a sua implantação (IPCC, 2014c).

Uma das bases do desenvolvimento sustentável é a equidade. Trata-se da igualdade que pode ser representada de diversas formas no desenvolvimento sustentável, sugerindo responsabilidades proporcionais à emissão de gases de efeito estufa e à diminuição da pobreza entre as nações do mundo. Uma atenção especial foi dada à pobreza, por ser considerada uma barreira ao estabelecimento do desenvolvimento sustentável, mas como opção para a sua redução foi indicada a implementação de medidas democratizando alguns serviços essenciais.

Para se ter uma dimensão do não partilhamento democrático dos serviços essenciais, cerca de 1,3 bilhão de pessoas no mundo não têm acesso a eletricidade, e cerca de 3,0 bilhões dependem de combustíveis sólidos tradicionais para cozinhar e se aquecer, expondo a própria saúde e a dos ecossistemas à poluição produzida, vulnerabilizando assim, a própria possibilidade de desenvolvimento (IPCC, 2014d).

Um clima estável e tomadas de decisões sobre as mudanças climáticas são componentes fundamentais do desen-

volvimento sustentável. Isso é de fácil constatação quando se vê algumas políticas climáticas gerando benefícios indiretos para o desenvolvimento humano e econômico, enquanto outras podem ter efeitos colaterais adversos e gerar riscos. Algumas tomadas de decisão são apontadas no QR5 pela sua relevância (IPCC, 2014f):

- 1) Mudança no estilo de vida e comportamento;
- 2) Escolhas tecnológicas corretas;
- 3) Procura do equilíbrio processual para tomada de decisão eficaz;
- 4) Exercício da ética e da distribuição equitativa dos encargos nas avaliações das respostas do clima.

Pelas diversas características das tomadas de decisão, realizar a transição para o desenvolvimento sustentável é um processo multifacetário que vem exigir uma continuidade política em várias gerações, um repensar na relação com a natureza, a valorização do ambientalismo em todas as suas vertentes e um acordo mundial onde todas as nações tem parcela a ceder. Vale ressaltar que o desenvolvimento sustentável e equitativo, para ser alcançado segundo o IPPC, (IPCC, 2014f, p.3) “precisa ter vencido barreiras de várias ordens, que estão profundamente enraizadas nos padrões sociais, atualmente insustentáveis e altamente inerciais”. Esse processo de transição possui dilemas sociais de curto prazo que podem conflitar com os interesses sociais a longo prazo. Um exemplo é a diminuição da taxa de natalidade

versus o envelhecimento da população, que cria desafios econômicos e sociais (IPCC, 2014f).

Nas subseções seguintes serão examinadas somente algumas características importantes abordadas pelo QR5, relevantes para a implementação do desenvolvimento sustentável e que podem guardar dependências diretas com a educação.

Importância da sustentabilidade, equidade e política climática no desenvolvimento sustentável

*Sustentabilidade está intimamente relacionada com a resiliência e a vulnerabilidade.*

*Equidade dentro de cada geração é muitas vezes considerada um componente intrínseco de desenvolvimento sustentável ligado ao pilar social.*

*Quinto Relatório do IPCC, 2014.*

O IPCC continua validando o conceito do relatório Brundtland<sup>11</sup> de desenvolvimento sustentável, e confirma a importância da implementação de mitigação nas dimensões econômica, social e ambiental. Essas dimensões são diretrizes básicas e estão sendo orientadas em vários documentos abrangentes na busca da sustentabilidade (CMMAD, 1987; IPCC, 2014b).

---

<sup>11</sup> O relatório Brundtland, também conhecido como *Nosso Futuro Comum*, será estudado com mais detalhes no próximo capítulo, na abordagem histórica do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade.

A sustentabilidade<sup>12</sup> quando direcionada à esfera social promove a qualidade das relações sociais, além da redução de conflitos e instabilidades representadas por: desigualdades excessivas, discriminações, pobreza, falta de acesso aos serviços básicos, recursos e instalações. Na esfera ambiental, a sustentabilidade conserva a biodiversidade, habitat e recursos naturais para a minimização de impactos no ecossistema em geral. A sustentabilidade no setor econômico se ocupa da preservação da qualidade de vida e convergência das economias em desenvolvimento, em direção ao nível dos países desenvolvidos.

Dois termos estão associados fortemente à sustentabilidade: a resiliência e a vulnerabilidade. Essas propriedades dos sistemas possuem características dependentes de algumas variáveis, e assim tornam a sustentabilidade um parâmetro de difícil quantificação. Aspectos como bem-estar, igualdade e preservação da natureza para atuais e futuras gerações são exemplos que dificultam a medição da sustentabilidade. Esses elementos apresentam certa subjetividade, e alguns modelos não conseguem identificar suas relações causais. Dessa forma, reduzem parâmetros de medição e simplificam ligações entre as dimensões perdendo muita informação contida nos indicadores subjacentes. Isso pode ser observado nas questões sociais e institucionais que são

---

<sup>12</sup> O conceito de sustentabilidade é complexo, pois pode ser aplicado de forma específica a uma dimensão econômica, ambiental e social. No sentido amplo é uma característica ou condição de um processo ou de um sistema que permite a sua permanência, em certo nível, por um determinado prazo.

deixadas de fora, pois não possuem um preço de mercado, isto é, não são quantificáveis. O IPCC conclui que na literatura em geral não há atualmente nenhum indicador<sup>13</sup> satisfatório de sustentabilidade (IPCC, 2014f; MARZZALL; ALMEIDA, 2000; GATERSLEBEN; WHITE; JACKSON, 2010).

A sustentabilidade está fortemente relacionada à equidade no QR5, uma vez que sistemas com grandes desigualdades sociais tendem a ser suscetíveis a processos beligerantes e sérios riscos de degradação ambiental. No estudo das mudanças climáticas a equidade apresenta duas características principais: a equidade processual e equidade distributiva.

A primeira característica vincula-se com a participação das nações em tomada de decisão nas negociações internacionais, um passo essencial quando se busca soluções eficientes para as mudanças climáticas. A equidade distributiva está relacionada à distribuição de bem-estar, no contexto mais amplo da justiça social e da distribuição de recursos como a repartição de encargos. A sustentabilidade, quando fundamentada numa equidade distributiva, pode diminuir o consumo nos estilos de vida que têm maior impacto ambiental, e isso pode trazer uma resposta global eficaz às mudanças climáticas (IPCC, 2014f).

Nas negociações políticas é recorrente o conceito de equidade, porque se discute partilha de encargos e alocação de

---

<sup>13</sup> Os indicadores são parâmetros selecionados e considerados isoladamente ou combinados entre si, sendo especialmente úteis para refletir sobre determinadas condições dos sistemas em análise. Eles determinam, em última instância, modelos de interpretação da realidade social ou visões de mundo. O desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade está em seu início (MARZZALL; ALMEIDA, 2000).

recursos para as mudanças climáticas. Dois pontos importantes nessa equidade precisam ser mencionados. Um deles é a moral, apontando direitos e deveres básicos entre as pessoas de uma nação e se estendendo também como direito para as pessoas de outras nações. O outro ponto é a divisão de responsabilidade na proteção do sistema climático em benefício da humanidade, e o compartilhamento do ônus equitativamente, conforme estabelecido na UNFCCC em 2002<sup>14</sup> (IPCC, 2014f; GATERSLEBEN; WHITE; JACKSON, 2010; ASSADOURIAN, 2010).

A figura 15 do IPCC mostra as relações de dependência da equidade, o desenvolvimento sustentável e os objetivos inter-relacionados como o desenvolvimento e a conservação. Inclui as variáveis de bem-estar e igualdade, mostrando as sinergias e compensações entre desenvolvimento sustentável, política climática, equilíbrio processual e interação de cada etapa, desde a conceituação até a implementação (IPCC, 2014f).

### Consumismo, estilo de vida e comportamento no desenvolvimento sustentável

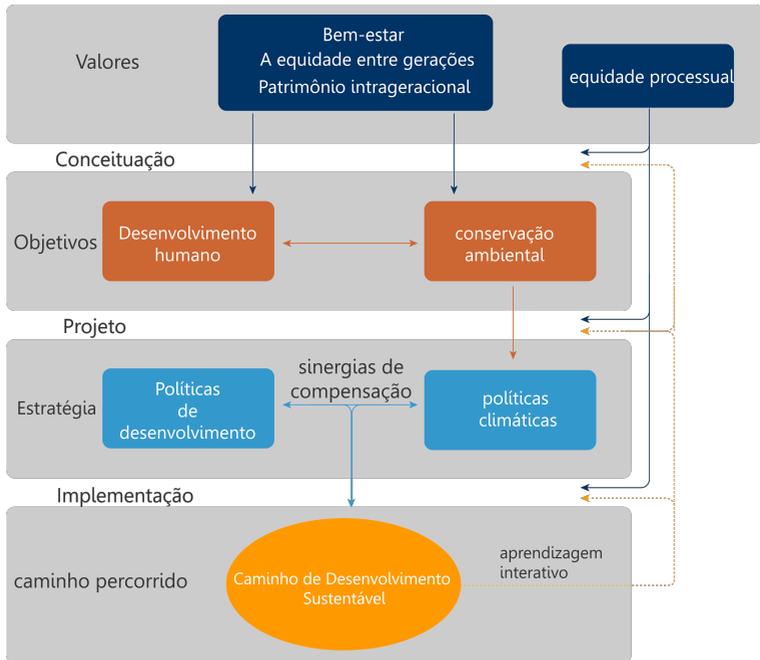
O consumismo em bens e serviços é o motor da degradação ambiental e da aceleração do aquecimento global. Com

---

<sup>14</sup> As partes devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras da humanidade, com base na equidade e em conformidade com suas responsabilidades comuns.

## Contextos: educacionais e históricos

Figura 15 – Desenvolvimento sustentável, equidade e política climática.



Fonte: (IPCC, 2014f)(Traduzido pelo autor).

prova robusta e alta concordância<sup>15</sup>, o relatório mostra que a causa está na grande disparidade do estilo de vida de alto consumo em alguns países, enquanto em outras nações grandes populações continuam a viver na pobreza<sup>16</sup>. Numa

<sup>15</sup> São nomenclaturas de designação para a avaliação de níveis de confiança usadas pelo IPCC.

<sup>16</sup> Perspectivas diferentes em relação ao consumo e à degradação ambiental podem ser encontradas em (FONTENELLE, 2013).

escalada crescente, o valor do consumo mundial em bens e serviços — representado pelo Produto Interno Bruto (o PIB global) — aumentou seis vezes desde 1960, enquanto as despesas de consumo per capita quase triplicaram (IPCC, 2014f).

Por outro lado, existe algo danoso ao ambiente que é o subconsumo, fator social excludente ligado a variáveis como a pobreza e a privação. Ainda não estão claros todos os parâmetros relacionados à pobreza e à privação, mas recentes estudos mostram correlações entre comportamento, estilo de vida, bem-estar, cultura e excesso de consumo. Os efeitos do subconsumo podem não ser diretos, mas são consideráveis. Um exemplo é o subconsumo de energia — pobreza e privação energética —, que limita a mitigação e a capacidade de adaptação provocando falta de resiliência e dificultando o acesso ao desenvolvimento sustentável (ASSADOURIAN, 2010; GATERSLEBEN; WHITE; JACKSON, 2010).

Do excesso de consumo nasce a pressão ambiental gerada principalmente pelo crescente estilo de vida de alto consumo da classe social mais favorecida. Entretanto, é errôneo concluir que os níveis de renda mais altos e o aumento do consumo guardam entre si exclusiva relação de proporcionalidade. Onde o consumismo é a norma cultural, as chances de consumir mais aumentam com a posse de mais de renda, mesmo em consumidores ecologicamente conscientes (ASSADOURIAN, 2010). Desse modo, a sociedade deve buscar um ponto de equilíbrio, evitando um desenvolvimento entre extremos de subconsumo e consumismo, fontes de de-

gradação socioambiental e obstáculos à implementação de mitigação, dificultando ainda mais a busca por um consumo sustentável.

Buscar soluções para um consumo mais consciente e igualitário deve ser uma meta bem implementada, para não engendrar certos caminhos utópicos e insustentáveis, como querer atender às necessidades da pobreza mundial repetindo os padrões de consumo e processos de produção das populações mais ricas. Por outro lado, qualquer tentativa de proteger o clima mantendo um padrão de vida baixo para grande parte da população mundial irá enfrentar forte resistência política e certamente irá falhar (IPCC, 2014f; ROCKSTRÖM; NOONE; PERSSON, 2009; ASSADOURIAN, 2010).

Na onda de consumo da sociedade contemporânea, apesar de uma parcela significativa da população consumir somente o necessário, está ocorrendo uma tendência de aculturação nociva e alienante, aonde as pessoas buscam significado, satisfação e aceitação no consumo excessivo. As classes mais favorecidas dos países em desenvolvimento imitam os estilos de vida consumistas dos países industrializados (GUPTA, 2011), externando com mais clareza a desigualdade social do mundo. Enquanto os pobres são incapazes de pagar bens e serviços mais básicos, os ricos usufruem de luxos e bens supérfluos que só eles podem pagar (KHOR, 2011; IPCC, 2014f). Estas características foram se consolidando no século anterior, erigindo um paradigma chamado consumismo, uma cultura de consumir

o desnecessário, um mundo onde o descarte de produtos está ligado à efêmera situação de conforto e destaque, traços de um comportamento social bem descrito por Assadourian (ASSADOURIAN, 2010, p.187):

A posse e o uso de um número crescente de bens e serviços variáveis é a principal aspiração cultural e o mais seguro caminho para a felicidade, percebida pessoalmente como status social e sucesso nacional.

Quais os fatores que influenciam os padrões de consumo? Quando se busca suas raízes descobre-se várias ramificações de caráter econômico, informativo, psicológico, sociológico e cultural, operando em diferentes camadas da sociedade. Além disso, o consumo possui ação a nível individual e coletivo, ação geográfica como a localização, o mercado e o local de trabalho. Também existem diversos instrumentos estruturais servindo tanto como limitadores quanto aceleradores do consumo: disponibilidade de produtos, normas culturais e crenças, condições de trabalho e exposição de mídia (SANNE, 2002).

Uma ênfase maior deve ser dada à mídia ou à informação, por sua capacidade de influenciar a opinião pública, a exemplo dos rótulos ecológicos e declarações pró-ambientais que têm se revelado uma ferramenta eficaz para transformar alguns comportamentos de consumo perdulários em atitudes sustentáveis. A rotulagem dos produtos com a sua pegada de carbono pode ajudar a criar novos objetivos — um exemplo é a promoção de ações para reduzir das emissões

de  $CO_2$  — incentivando programas ecológicos e a manutenção de atitudes pró-ambientais como o consumo de produtos sustentáveis<sup>17</sup> (WEBER; JOHNSON, 2012; IPCC, 2014f).

Os impactos ambientais e as emissões de GEE tem ligação direta com a relação produção/consumo, e por isso uma conscientização nas escolhas dos consumidores influenciará a base da produção. Nesse aspecto a educação tem forte participação, pois por meio de ensinamentos sustentáveis e conscientização é possível influenciar positivamente as escolhas dos consumidores que, por sua vez, possuem um amplo espectro de ação, indo da alimentação, mobilidade, habitação e se estendendo a fatores como segurança, limpeza de ambiente, laços familiares e amizades, mudando dessa forma os padrões de consumo (FABER; SCHROTEN; BLES, 2012).

Pensar somente em melhorar a produtividade dos recursos com soluções tecnológicas não é suficiente para minimizar o impacto ambiental do consumismo. É preciso aplicação de estratégias conjuntas — mitigação, adaptação, ecoeficiência na produção, estratégias de desenvolvimento sustentável — tendo a educação como base. O objetivo comum dessas estratégias é a mudança da cultura do consumismo para uma sociedade com menos aspirações materialistas (MONT; PLEPYS, 2001).

Dois fatores de especial importância gerados pela relação consumo/produção são o descarte e o desperdício. Boa parte da fome no mundo poderia ser saciada se houvesse

---

<sup>17</sup> A pegada de carbono mede a quantidade total das emissões de gases do efeito estufa causadas direta e indiretamente por uma pessoa, organização, evento ou produto.

uma melhor logística e gerenciamento de distribuição dos alimentos. Pesquisas apontam que de toda produção destinada à alimentação humana, um terço é desperdiçado — cerca de 1,3 bilhões de toneladas por ano — e como se não fosse prejuízo suficiente, o desperdício ainda produz emissões de GEE. Denotando ainda mais a falta de uma educação voltada ao ambiente e à sustentabilidade, esse desperdício é provocado pela classe mais abastada, isto é, pelos países desenvolvidos. Segundo a FAO<sup>18</sup>, enquanto na África Subsaariana e no Sul/Sudeste da Ásia o desperdício de alimentos é cerca de 6-11 kg/ano, na Europa e na América do Norte, o desperdício por parte dos consumidores é estimado em 95-115 kg/ano (FAO, 2011).

O desperdício de alimentos e o descarte de produtos sem reciclagem são características de um sistema de produção consumo insustentável. A transição do desenvolvimentismo para o desenvolvimento sustentável exigirá mudanças para o consumo e a produção sustentável, isto é, essa transição requer uma educação que conscientize que o consumo e a produção sustentável — demanda consciente e oferta responsável — são objetivos relevantes a se alcançar para alicerçar o paradigma da sustentabilidade.

Esse serviço da educação é importante, pois diante de tamanha diversidade na oferta de produtos, a escolha de consumir produtos sustentáveis precisa de conscientização e incentivo. Se não, qual a valia do trabalho do produtor

---

<sup>18</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations. Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas.

em produzir produtos sustentáveis, se o consumidor não os comprar (MOISANDER; MARKKULA; ERANRANTA, 2010)?

As barreiras e caminhos para o desenvolvimento sustentável

Apesar da degradação ambiental provocada pelo atual modelo desenvolvimentista, o QR5 registra um aumento da maturidade científica, na compreensão de que a mudança climática é apenas um exemplo de como a humanidade está se auto pressionando ao forçar os limites planetários (ROCKSTRÖM; NOONE; PERSSON, 2009; IPCC, 2014f). A possibilidade de contenção dessa degradação é produzir um caminho sustentável e equitativo através das mudanças climáticas, sendo consciente de que esse caminho não depende só da técnica, e sim de inúmeros fatores associados como educação e capacitação dos tomadores de decisão, destacando que qualquer abordagem para enfrentar o desafio do clima pode apresentar fracasso ou sucesso (IPCC, 2014f).

No caminho para fazer a transição ao desenvolvimento sustentável com equidade, dois componentes essenciais terão presença garantida: as barreiras e os condutores, chamados também de determinantes.

As barreiras representam as dificuldades de se programar redutores das emissões de carbono e normalmente são associadas ao caráter financeiro, político e institucional. Um exemplo de barreira seria a falta de recursos financeiros e tecnológicos para implementação de avanços sociais.

A solução para essas barreiras será através da cooperação internacional com apoio aos processos de mitigação e adaptação. Fora disso, a dificuldade de implementar um desenvolvimento sustentável é grande, e para suprir essa deficiência com mais eficácia vem ser preciso construir capacidades mitigadoras concentradas com adaptação (IPCC, 2014f).

Certos determinantes possuem várias características no contexto das mudanças climáticas, e têm importância singular para a construção do desenvolvimento sustentável, em razão de poderem agir como condutores quando se facilita sua implementação. Em caso contrário, agem como barreira tornando-se obstáculos à sustentabilidade. Os determinantes estão presentes na dinâmica da sociedade envolvendo aspectos materiais e culturais, nascendo das interações sociais e fluindo daí as suas características conforme registra o IPCC (IPCC, 2014f, p.18):

Referem-se a processos sociais, propriedades e artefatos, assim como os recursos naturais, que condicionam juntos e medeiam o curso do desenvolvimento da sociedade e, assim, as perspectivas para o desenvolvimento sustentável.

As barreiras e condutores examinados no IPCC são de várias ordens, envolvendo uma gama de fatores relacionados a diversas áreas de conhecimento. Alguns determinantes importantes para o desenvolvimento sustentável, que possuem dependências com fator educacional, estão listados abaixo:

- 1) Governança e política econômica;
- 2) População e demografia;
- 3) Valores e comportamento;
- 4) Capital humano e social.

Esses determinantes serão examinados a seguir em duas subseções separadas, devido à afinidade conceitual de seus conteúdos.

### Governança, política econômica, população e demografia no desenvolvimento sustentável

Os processos para implantação do desenvolvimento sustentável, equidade e mitigação das mudanças climáticas são articulados pelos determinantes governança e política econômica. A governança de uma forma geral é feita pelos indivíduos envolvidos em um problema comum, no tocante às tomadas de decisão e nos processos de interação. Sua influência permeia a autoridade política, o governo formal, as instituições informais e as estruturas de incentivos, estando presentes em diversos níveis de organização social (ROSENAU, 1992).

Assim, a governança se apresenta quando as sociedades desenvolvem formas de tomadas de decisões sobre problemas coletivos criando normas, regras e instituições. Mais especificamente quando direcionada ao clima, a denominada governança climática se torna uma ferramenta de grande

utilidade, criando mecanismos e medidas destinadas a orientar os sistemas sociais para a prevenção, mitigação ou adaptação aos riscos decorrentes das mudanças climáticas (JAGERS; STRIPPLE, 2003)<sup>19</sup>.

É bom ficar clara a diferença entre governança e governo, pois as palavras são parecidas e podem induzir a um erro de compreensão. Um melhor entendimento dessa diferença com suas funções é bem explicitado a seguir (ROSENAU, 1992, p.15):

Governança não é o mesmo que governo. Pode, em casos extremos, haver governança sem governo e governo sem governança. Governo sugere uma autoridade formal, dotada de poder de polícia, que garante a implementação de políticas instituídas. Governança refere-se a atividades apoiadas em objetivos comuns e partilhados, que abrangem tanto as instituições governamentais quanto mecanismos informais, de caráter não governamental, mas que só funcionam se forem aceitos pela maioria ou, mais precisamente, pelos principais atores de um determinado processo. Em outras palavras, governança é um fenômeno mais amplo do que governo.

O quadro ambiental atual de boa parte dos países mostra uma governança deficiente, porque existe uma considerável

---

<sup>19</sup> Segundo a QR5, a governança pode ser vista como um fenômeno amplo englobando não só a elaboração de políticas formais por parte dos Estados, mas todos os processos através dos quais a autoridade é gerada e exercida, para afetar a mudança climática e a sustentabilidade (IPCC, 2014f, p.20).

falta de sintonia entre as tomadas de decisão e o planejamento mundial para enfrentar as mudanças climáticas e os problemas ambientais. Além disso, serão necessários mais esforços para reverter a deficiência de governança, mudar os inertes padrões de comportamento e vencer as forças ocultas ligadas principalmente ao capital. Tais demandas exigirão uma mudança global significativa no sistema econômico e social (MEADOWS; MEADOWS; RANDERS, 1972; IPCC, 2014f).

Outro determinante para o desenvolvimento sustentável é a população e a demografia, uma vez que cada pessoa adicionada à população global aumenta as emissões de GEE. Porém a contribuição adicional pode variar muito dependendo das condições socioeconômicas e geográficas da pessoa adicionada (IPCC, 2014e). Assim, as taxas de fecundidade e mortalidade, fatores que influenciam no tamanho da população, podem ser trabalhadas por políticas governamentais reguladoras das normas sociais, da renda e dos dispositivos para a saúde. A influência dessas taxas, a migração e outras variáveis importantes na dinâmica demográfica possuem relações com o desenvolvimento sustentável.

Com o crescimento da população surgem preocupações que vão além do aumento das emissões de gases estufa, representadas pela crescente produção alimentar, maior demanda de água, energia elétrica, combustíveis, enfim, uma pressão enorme sobre os recursos naturais e uma produção colossal de lixo. São 78 milhões de novas bocas acrescentadas à massa humana a cada ano, num ritmo crescente nada

inteligente. O crescimento da população mundial se acelerou a partir de 1900 e aumentou 87% — de 3700 a 7300 milhões — entre 1970 e 2010. Embora a Europa, Japão e outros países tenham tido um declínio populacional, a preocupação faz sentido, porque estudos demográficos projetam um aumento da população para um valor de 8 a 10 bilhões até meados século XXI (DIAS, 2013).

Vale ressaltar a existência de incerteza sobre a tendência de aumento da futura taxa de natalidade, por conta de processos imprevistos como a mortalidade por doenças infecciosas e as consequências ainda incertas das mudanças climáticas (BLOOM, 2011). A respeito da natalidade, a educação feminina e a disponibilidade de serviços de saúde reprodutiva têm papel fundamental nesse processo (BLOOM, 2011; IPCC, 2014f).

A educação feminina aliada ao serviço de saúde pode conter uma alta taxa de natalidade como ocorre nos países africanos, onde essa circunstância aumenta ainda mais o índice de pobreza. Por outro lado, o declínio da fertilidade e o envelhecimento são considerados grandes desafios do sistema social, requerendo busca de soluções. Algumas delas surgiram através de programas utilizados na década de 1950 na Coreia do Sul e Ilhas Maurício, dando resultados positivos e quebrando o círculo vicioso — pobreza gerando aumento na natalidade e vice-versa — com políticas sociais adequadas e ênfase na educação e planejamento familiar (IPCC, 2014f).

O relatório aponta que o baixo desenvolvimento e o crescimento populacional são processos retroalimentadores, pois o crescimento populacional aumenta a demanda por água, alimento e serviços estruturais como saúde e educação. Nesse sentido, se não houver um desenvolvimento sustentável e também se o processo educacional não avançar, o alto crescimento da população irá contribuir ainda mais para a degradação ambiental e para as mudanças do clima, inibindo o desenvolvimento necessário para derrubar a fertilidade (MCNICOLL, 2003; IPCC, 2014b).

Dessa forma, a busca em atingir índices de fertilidade planejada para viabilizar uma redução do crescente consumo, representa uma meta essencial na implementação do desenvolvimento sustentável, como bem afirma Karan Singh, o ex-ministro da Saúde e Planejamento Familiar da Índia: “a contracepção é o melhor desenvolvimento” (BLOOM, 2011, p.565).

Em relação aos aspectos demográficos, as contribuições para as mudanças climáticas e ambientais se diferem entre as populações rurais e urbanas, devido principalmente a diferentes níveis de renda, estilos de vida e ao consumo de energia. Esses aspectos aumentaram a taxa global de urbanização de 13%, no ano de 1900, para 36% em 1970, chegando aos 52% em 2011 (IPCC, 2014f). Essa expansão urbana repercutiu no radical aumento do consumo de energia elétrica fornecida à base de combustível fóssil, aumentando consequentemente a emissão de  $CO_2$ .

## Valores, comportamentos, capital humano e capital social no desenvolvimento sustentável

Os valores<sup>20</sup> são conceitos conflitantes com diversos aspectos da ciência climática e ambiental, porque em alguns casos as raízes da valoração estão plantadas em crenças culturais e religiosas. É vivendo a experiência no mundo, socializando-se e aprendendo que as pessoas adquirem os valores, e com eles passam a influenciar suas relações sociais no mais diversos níveis incluindo elas próprias, a família, a empresa, a sociedade civil e o governo. O valor dado pelo cidadão ao clima e ao ambiente tem determinação forte para aceitação do desenvolvimento sustentável, em razão da valorização ambiental possuir componentes de ordem psicológica, numa relação passional com a natureza. Os valores, por vezes, podem levantar dilemas sociais que a curto prazo fazem interesses individuais conflitarem com interesses coletivos de longo prazo (PEPPER; JACKSON; UZELL, 2009; GATERSLEBEN; WHITE; JACKSON, 2010).

Os valores ambientais, quando interiorizados pelas populações<sup>21</sup>, tornam-se determinantes importantes na aceitação das medidas da política de mudança climática. A união dos valores com as normas sociais consolida um bom instru-

---

<sup>20</sup> Da antropologia, valor é uma concepção do desejável, explícita e implícita, característica de um indivíduo ou grupo, e que influencia a seleção dos modos, meios e fins da ação.

<sup>21</sup> Os valores ambientais estão mais presentes nas populações rurais com um menor número de pessoas e maior dependência da natureza. A população urbana possui um maior número de pessoas e um melhor nível educacional, todavia, ainda carente do saber ambiental.

mento para o apoio à política do clima dentro das organizações públicas e privadas, influenciando também o comportamento sustentável. No aspecto comportamental, um exemplo interessante são os indígenas que se concentram no coletivo em oposição a interesses individuais, muitas vezes resultando em estratégias positivas de conservação de recursos e bens (WATSON; MATT; KONTEK, 2011; GATERSLEBEN; WHITE; JACKSON, 2010).

Na região urbana e rural, há uma diversidade de opções para a mudança comportamental, tais como a remoção de subsídios ambientalmente nocivos, incentivo ao consumo das tecnologias mais verdes, implementação significativa de programas educacionais de ambientalismo e sustentabilidade e a adoção de formas mais abrangentes de contabilidade ambiental e econômica (LEBEL; LOREK, 2008; THOGERSEN, 2010). Entretanto, não existe solução definitiva para promover um comportamento ecologicamente consciente e ambientalmente sustentável, uma vez que as pessoas se dicotimizam entre níveis altos de preocupação ambiental e de posses materiais (GATERSLEBEN; WHITE; JACKSON, 2010; IPCC, 2014f).

Um dos principais determinantes rumo à transição para o desenvolvimento sustentável é o ser humano e o que ele possui, em termos de conhecimento e habilidade. A educação formal e outros processos educacionais podem fornecer tais conhecimentos e habilidades, como apontam pesquisas macroeconômicas revelando forte correlação entre os níveis de desenvolvimento econômico e os níveis de capital humano,

e vice-versa (SCHULTZ, 2003). Destaca-se o fato do capital humano atrelar-se somente ao desenvolvimento econômico vinculado a nutrição, saúde e políticas educacionais tecnocráticas visando uma melhor capacitação do trabalhador como fator de aumento de produtividade (PUTMAN, 2002).

É evidente que o desenvolvimento sustentável guarda proximidade maior com o capital social, por este apresentar características cívicas fortes, ou seja, os cidadãos em sua vida pública são chamados para o envolvimento com as políticas sociais — dentre elas as educacionais —, participando de sua formulação, gestão e implementação.

O capital social ainda apresenta aspectos múltiplos podendo aparecer sob a forma de obrigações de família, amizade, redes de comunicação, associações e outras formas institucionalizadas de ação coletiva (FUKUYAMA, 2002). Portanto, bons resultados em educação, emprego, relações familiares e de saúde, bem como o desenvolvimento econômico e participativo, e o governo democrático podem também expressar o capital social (IPCC, 2014f, p.25).

Pelo exposto pode-se ver que a educação promove sociedades com elevado grau de consciência cívica, de confiança entre seus membros e instituições atingindo níveis sociais superiores de bem-estar (PUTMAN, 2002). Dessa forma, a melhoria da educação aumenta o capital humano, social e ambiental fornecendo uma base para o desenvolvimento sustentável, podendo influenciar na capacidade das pessoas em fazer escolhas mais sustentáveis e incentivando o envolvimento em ações de mitigação e adaptação.

Outras variáveis, estudos e pesquisas para realizar a mudança de comportamento e valores foram relatados pelo IPCC, entretanto não foi apontada a principal maneira de como conseguir trilhar esse caminho mais sustentável. Qual deve ser o elemento motivador para que realmente essas ações sejam colocadas em prática? O ponto chave é o processo de conscientização do ser humano em relação à importância do meio ambiente. Qual a ferramenta que melhor desenvolve essa conscientização ambiental? O nível de conscientização ocorre pela valorização dos ensinamentos trazidos pelo processo histórico e pela práxis da educação. Um pouco da história dessa conscientização está transcrita no próximo capítulo, através do estudo da evolução do conceito de desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade.



## **Contexto histórico do desenvolvimento sustentável e sustentabilidade**

---

*Se você tem metas para um ano, plante arroz.*

*Se você tem metas para 10 anos, plante uma árvore.*

*Se você tem metas para 100 anos, então eduque uma criança.*

*Se você tem metas para 1000 anos, então preserve o meio ambiente.*

*Confúcio, pensador chinês.*

**D**escreveu-se anteriormente parte das ideias, conceitos e previsões feitas pelo quinto relatório de avaliação do IPCC a respeito do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade na busca de minimizar os efeitos das mudanças climáticas e ambientais. Muita informação existe no referido

relatório quanto à possível aplicação do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade, mas pouco se sabe sobre suas raízes.

A compreensão da origem de um movimento social ou ambiental é essencial para gerar uma certeza de sua real necessidade, tornando mais fácil a execução de seus princípios. Em qual contextualização surgiu o conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável? Como eles evoluíram em aceitação para se tornarem um tema tão presente na sociedade?

Boa parte dos motivos já foram expostos anteriormente quando se abordou o nascimento do movimento ambiental, entretanto ainda existe mais a ser dito. Por isso uma pequena síntese histórica do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade, na busca de contextualizar sua evolução com a educação, se faz necessária.

A interpretação do conceito de desenvolvimento é próxima ao conceito de crescimento, porém uma análise mais atenta revela algumas diferenças. O desenvolvimento precisa ser pensante, necessitando de uma inteligência para acontecer, enquanto o crescimento é relacionado a aspectos materiais. O modelo social seguido nos últimos tempos tem aproximado o conceito de desenvolvimento ao de crescimento econômico, e isso tem gerado reservas em algumas correntes do pensamento ambientalista, em razão do modelo desenvolvimentista de crescimento econômico apresentar características predatórias e depredadoras do meio ambiente (GADOTTI, 2008; NASCIMENTO, 2012).

Em economia, o crescimento econômico é considerado a maior componente do desenvolvimento, que por sua vez é compreendido como o resultado do crescimento econômico acompanhado de melhoria na qualidade de vida. Com efeito, mesmo com outros aspectos envolvidos no desenvolvimento, alguns benefícios podem ser trazidos pelo crescimento econômico fazendo que este não seja uma condição única para o desenvolvimento, e sim um requisito para superação da pobreza e para construção de um padrão digno de vida (OLIVEIRA, 2002; ROMEIRO, 2012).

Portanto, o desenvolvimento associa-se a qualidade de vida da população geradas pelo crescimento econômico, trazendo um aumento da riqueza de um país ou de uma região (BARBIERI, 2011). Entretanto, é importante não esquecer a dimensão ambiental, uma vez que o crescimento econômico faz crescer a pressão sobre os ecossistemas da terra, projetando uma relação crítica entre a diminuição dos ecossistemas com o progressivo modo de produção e consumo. Alguns resultados dessa dinâmica de pressão ecológica, estabelecida pelo aumento do consumo de recursos naturais de 1950 até 1997, são mostrados abaixo (UNESCO, 2005):

- 1) O uso da madeira para construção triplicou;
- 2) O uso do papel cresceu seis vezes mais;
- 3) A pescaria quase quintuplicou;
- 4) O consumo de grãos quase triplicou;
- 5) O uso do combustível fóssil quase quadruplicou.

A ideia de sustentabilidade não é tão nova quanto parece. Em 1713, o grande desmatamento de quase todas as florestas europeias para uso de lenha nas minas de carvão e minério provocou uma grave escassez de madeira. O capitão-mor de minas, Hans Carl von Carlowitz, criou o termo alemão *Nachhaltigkeit*, cuja tradução em português é sustentabilidade. Hans alertava que a extração de madeira da floresta deveria ser feita de forma sustentável, para dar às florestas condições de renovação (BOFF, 2007).

O exercício da sustentabilidade do capitão Hans Carl proposto no passado se faz urgente para o agora, e sua compreensão tem que transcender o horizonte de ações paliativas e pontuais de proteção ambiental. Essas ações são importantes, contudo não surtirão efeitos se forem executadas de forma isolada ou desconectada, e só terão êxito se realizadas paralelamente ao enfrentamento da pobreza e à mudança radical no consumo dos recursos naturais, levando em conta as estruturas do atual desenvolvimento.

É visível que práticas estimuladoras do consumismo, além de não diminuírem a desigualdade social e poluírem o meio ambiente, degradando os ecossistemas, também não condizem com o conceito de sustentabilidade. A mudança para uma atividade imbuída de sustentabilidade se move numa mentalidade, atitude ou estratégia ecologicamente correta, viável a nível econômico, socialmente justa e com uma diversificação cultural. No contexto do ambiente e da vida, a sustentabilidade é bem definida por Carlos Rodrigues Brandão (BRANDÃO, 2008, P.136),

Opõe-se a tudo o que sugere desequilíbrio, competição, conflito, ganância, individualismo, domínio, destruição, expropriação e conquistas materiais indevidas e desequilibradas, em termos de mudança e transformação da sociedade ou do ambiente. Assim, em seu sentido mais generoso e amplo, a sustentabilidade significa uma nova maneira igualitária, livre, justa, inclusiva e solidária de as pessoas se unirem para construir os seus mundos de vida social, ao mesmo tempo em que lidam, manejam ou transformam sustentavelmente os ambientes naturais onde vivem e de que dependem para viver e conviver.

Com esse entendimento de sustentabilidade se constrói uma possível ponte entre o debate antagônico de crescimento e o desenvolvimento, conhecido atualmente como desenvolvimento sustentável. Tal conceito começou a nascer por volta do início da década de 1980, entretanto já estava embrionário na época da gênese do movimento ambientalista na Europa e nos Estados Unidos, entre as décadas de 1960 e 1970<sup>1</sup>. Esse movimento trazia consigo medidas que ainda hoje são atuais. Suas preocupações estão descritas abaixo de forma sintética (OLIVEIRA, 2002):

- 1) Preservação da natureza;
- 2) Desenvolvimento do gerenciamento e da ciência ecológica nos trópicos;

---

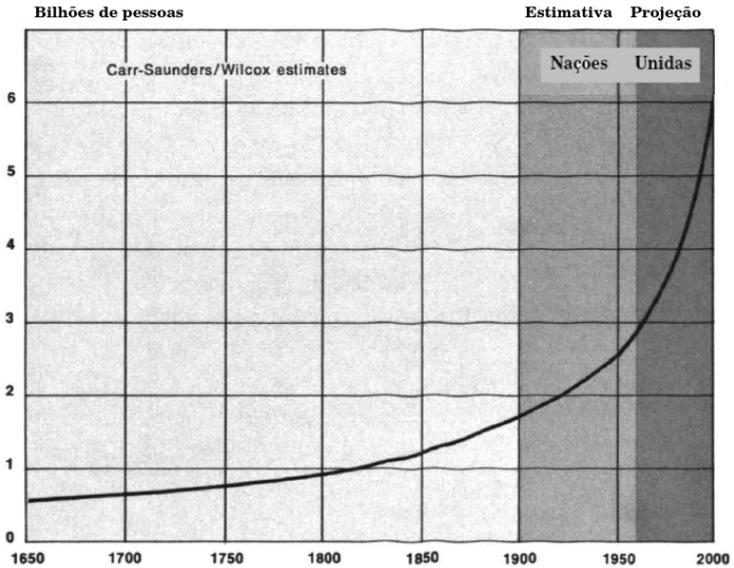
<sup>1</sup> O desenvolvimento sustentável em 1972 era chamado de ecodesenvolvimento, e foi introduzido por Maurice Strong, Secretário da Conferência de Estocolmo, e pelo economista Ignacy Sachs.

- 3) Ambientalismo e crise global;
- 4) Ecologia global, conservação e meio ambiente.

As características do desenvolvimento sustentável começam a florescer em 1972 com a carta de Estocolmo e o relatório Meadows, citados anteriormente. Novamente a respeito do relatório Meadows, em 1972, foram analisadas com mais propriedade as consequências do crescimento populacional, conforme mostra a figura 16. O relatório Meadows não expressou claramente o termo desenvolvimento sustentável, contudo foram feitas várias recomendações relacionadas ao seu contexto. Isso pode ser verificado quando se aborda a produção e consumo da sociedade da seguinte forma (MEADOWS; MEADOWS; RANDERS, 1972, p.67):

Existem recursos suficientes para permitir o desenvolvimento econômico das 7 bilhões de pessoas estimadas para o ano de 2000 a um alto padrão de vida? Mais uma vez, a resposta deve ser condicional. Depende de como as principais sociedades que consomem recursos lidam com algumas decisões importantes pela frente. Eles podem continuar a aumentar o consumo de recursos de acordo com o padrão atual. Eles podem aprender a recuperar e reciclar materiais descartados. Eles podem desenvolver novas matérias para aumentar a durabilidade dos produtos [...].

Figura 16 – Crescimento populacional mundial



Fonte: (MEADOWS; MEADOWS; RANDERS, 1972). O aumento da população num ritmo menor, de 1650 até 1950. De 1950 em diante passou a crescer exponencialmente, até o ano 2000.

Três décadas desde a publicação de *Limites do Crescimento*<sup>2</sup> e, apesar da característica alarmista que lhe impuseram, algumas de suas previsões se realizaram (GRUN, 1996). As ideias propostas pelo Clube de Roma — Grupo de Donella Meadows — sobre o crescimento zero para os países em desenvolvimento teve forte contestação, gerando um movimento de oposição tendo o Brasil como o líder.

<sup>2</sup> Consumo e população foi estudado em 1798, por Thomas R. Malthus, em *An Essay on the Principle of Population* (OLIVEIRA, 2002).

Com o impacto dos problemas ambientais e do aumento do consumo ocorrido até a década de 1970, crescia o entendimento de que os recursos da Terra eram finitos e podiam ficar escassos. Essa consciência ampliou-se e os problemas passaram a ser discutidos no cenário mundial, a ponto da UNESCO, em setembro de 1968, organizar uma conferência de peritos sobre os fundamentos científicos da utilização e da conservação racional dos recursos da biosfera. Assim, motivada por preocupações ambientais e climáticas causadas por diferentes fontes, a conferência mundial sobre a proteção do meio ambiente foi sendo pensada. Dentre os principais fatores motivadores destacam-se quatro (PRESTRE, 2005):

- 1) A preocupação com a qualidade e a quantidade de água, e com as mudanças climáticas, fruto da crescente cooperação científica na década de 1960;
- 2) A mobilização da opinião pública através da divulgação da mídia, dos problemas ambientais causados por catástrofes e outros, como maré negra, desaparecimento de territórios selvagens e modificação de paisagens;
- 3) A profunda transformação da sociedade e do seu modo de vida, gerada pelo crescimento econômico caracterizado pelo êxodo rural e crescente urbanização;
- 4) Diversos outros problemas que só poderiam ser resolvidos por cooperação internacional como poluição do

mar, chuvas ácidas<sup>3</sup>, acúmulos de metais pesados e pesticidas nos peixes, vegetais e aves.

Retomando a conferência de Estocolmo — no contexto do desenvolvimento sustentável —, as proclamações e princípios de sua declaração versavam diretamente sobre as questões ambientais, boa parte interagindo com as bases do desenvolvimento sustentável, como se vê no princípio 18 (UNEP, 1972, p.5):

Como parte de sua contribuição ao desenvolvimento econômico e social, deve-se utilizar a ciência e a tecnologia para descobrir, evitar e combater os riscos que ameaçam o meio ambiente, para solucionar os problemas ambientais e para o bem comum da humanidade.

## Nosso futuro comum e as grandes conferências sobre o meio ambiente

De 1970 ao início de 1980, o movimento ambiental e as ideias de desenvolvimento sustentável perderam um pouco o interesse, em razão dos países Europeus se preocuparem com uma forte crise financeira, ao passo que os americanos estavam com a atenção voltada para o controle do movimento da armas nucleares após o fim da guerra fria. Em 1979 se dá

---

<sup>3</sup> Um acordo internacional para reduzir a emissão dos gases responsáveis pelas chuvas ácidas que caíram sobre os países nórdicos levaram a Suécia, em 1968, a propor ao Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (Ecosoc) a realização de uma conferência mundial.

o primeiro uso público do termo desenvolvimento sustentável, em um simpósio de meio ambiente na assembleia da ONU, indicando que além da dimensão econômica, nele deveriam estar inclusas as dimensões cultural, ética, política, social e ambiental.

No primeiros anos da década de 1980 a noção de desenvolvimento sustentável era usada de forma incipiente, pois os conceitos de ambiente e desenvolvimento eram em parte interpretados como antagônicos e não apresentavam facilidades de execução simultânea. Esse viés perdeu força na publicação da *Estratégia Mundial para a Conservação* feita pela IUCN <sup>4</sup>, a qual enfatiza que a conservação e o desenvolvimento sustentável não são inimigos, muito pelo contrário, são inseparáveis (PRESTRE, 2005).

Em 1982, na conferência de Nairóbi no Quênia, foi decidida a criação da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, e no ano seguinte foi formulado o convite do Secretário-Geral da ONU a Gro Harlem Brundtland, mestre em saúde pública e ex-Primeira Ministra da Noruega, para fazer o seu estabelecimento e presidi-la. A comissão tinha como objetivo examinar críticos problemas ambientais e de desenvolvimento em todo o mundo, além de formular propostas realistas para resolvê-los. Dentro deste objetivo estava inclusa a meta de fortalecer a cooperação internacional em questões ambientais e de desenvolvimento, na busca de elevar o nível de entendimento e compromisso com o desen-

---

<sup>4</sup> União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais.

volvimento sustentável por parte de indivíduos, organizações, empresas e governos (ROMEIRO, 2012).

Enquanto os estudos da comissão avançavam, alguns desastres ambientais de grande impacto aconteceram no mundo, mostrando com mais clareza a necessidade de um instrumento criador de espaço para reflexão sobre o desenvolvimento e seus efeitos. O avanço no setor energético e químico revelou seus perigos em 1979, quando ocorreu o acidente da usina nuclear americana de Three Mile Island na Pensilvânia, e em 1984, quando o acidente de Bhopal, na Índia, emitiu 40 toneladas de gases tóxicos letais — compostos de cianeto — provocando a morte de 10.000 pessoas e afetando a saúde de outras 300.000.

Uma atenção deve ser dada ao acidente em 1986 na usina de Chernobyl, situada no assentamento de Pripyat, 110 km ao norte de Kiev, capital da Ucrânia. Em Chernobyl, o choque humano e ambiental foi considerável, — os números oficiais dos mortos são pequenos<sup>5</sup>, aproximadamente 37 pessoas — entretanto, seiscentas mil de alguma maneira foram atingidas, 120 mil pessoas retiradas do local e mais 270 mil residentes foram relocados das zonas mais contaminadas. Os números indiretos não são computados, mas estimativas mostram que milhões de seres humanos também foram afetados por doses menores de radiação. Além dos prejuízos de ordem ambiental, as dimensões sociais, estruturais, econômicas e genéticas estão inseridas em desastres como estes. A figura 17 da cidade fantasma de Chernobyl dá uma ideia de

---

<sup>5</sup> Estudo mostra que o número de mortos foi bem maior (DUPUY, 2007).

quantas vidas foram alteradas por esse acontecimento, resguardando o leitor de ver as horrendas imagens de crianças deformadas pelos efeitos da radiação (KINLEY, 2006).

Figura 17 – Cidade fantasma de Chernobyl.



Fonte: Wikipédia.

Até hoje as explicações oficiais com o números de mortos são colocadas em dúvida, e as providências reparatórias para as vítimas desses acontecimentos não conseguiram acalmar a opinião pública mais esclarecida. O temor dos perigos do avanço tecnológico, exemplificados nesse contexto químico e nuclear, alertava a sociedade mostrando, por mais longe que fossem os lugares onde as pessoas viviam, que elas podiam ser atingidas pelo ar envenenado. O alerta ao mundo de que as consequências de ordem ambiental não são

distribuídas uniformemente, de forma justa ou previsível, foi um importante fator de contribuição para a conclusão dos trabalhos da comissão de Brundtland em 1987.

A comissão realizou inúmeras reuniões, ampliando seus conhecimentos sobre as questões ambientais e de desenvolvimento em diversas regiões do globo. Em três anos essas reuniões e viagens formaram um conjunto de depoimentos da ordem de dez mil páginas, organizadas, sintetizadas e publicadas com o nome de *Nosso Futuro Comum* ou Relatório Brundtland<sup>6</sup>. Segundo o professor Paulo Nogueira — único brasileiro a integrar a comissão que possuía 23 membros — com o trabalho feito em *Nosso Futuro Comum*, três fatos importantes devem ser mencionados:

- 1) Reativou o movimento ambientalista e alertou o mundo para questões ambientais;
- 2) Constatou de que a miséria também gera degradação ambiental, e deve ser combatida;
- 3) Deu origem a RIO-92.

*Nosso Futuro Comum* foi um dos principais documentos que divulgou as ideias concernentes ao desenvolvimento sustentável, influenciando o nascimento de outros documentos e eventos, como o IPCC e as futuras conferências e fóruns

---

<sup>6</sup> Membros da comissão visitaram um país a cada três meses e no Brasil, nos locais de pesquisa, perceberam que para disfarçar a degradação ambiental as fábricas paralisavam suas atividades. Em São Paulo registrou-se a ira de centenas de cidadãos reclamando da degradação do mundo (DEAN, 1978).

ambientais no mundo, trazendo a sustentabilidade para uma visibilidade maior a nível global. O Relatório Brundtland é o documento no qual pela primeira vez aparece o termo *desenvolvimento sustentável*, textualmente escrito e definido com as seguintes palavras (CMMAD, 1987, p.38):

O desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas.

Nosso Futuro Comum difundiu a expressão de desenvolvimento sustentável<sup>7</sup> que popularizou-se ainda mais com a Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em 1992, conhecida como RIO-92. Vale destacar que a definição de desenvolvimento sustentável da Comissão Brundtland, citada na nota abaixo, ganhou grande espaço sendo mencionada com certa regularidade pelo público com mais formação socioambiental, em documentos oficiais de diversas entidades intergovernamentais, em leis, estatutos de sociedades e ONGs. Atualmente se tornou um instrumento das empresas para se tornarem mais populares e melhorarem a sua imagem, na busca de obter mais lucros, reforçando o processo de mercantilização da natureza (WALLIS, 2009).

---

<sup>7</sup> Expresso no relatório da seguinte forma: é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades.

Essa apropriação mercadológica do conceito de desenvolvimento sustentável gera contradições e oposições à sua implementação. Na prática, algumas correntes ambientalistas não veem com bons olhos a forma rápida com que as empresas e certos setores não governamentais incorporam o desenvolvimento sustentável. Como revide, as empresas e entidades acusam os ambientalistas de serem radicais ecológicos e fontes de atraso do desenvolvimento sustentável. Nessa polêmica, os interesses de ordem financeira e de poder são os verdadeiros motivadores (BARBIERI, 2011).

Devido à expansão do termo, estudos diversos foram feitos para entender o conceito de desenvolvimento sustentável, seu uso indiscriminado, interpretação e assimilação. Atendendo a vários extratos sociais, o conceito de desenvolvimento sustentável se adéqua aos vários interesses da sociedade, moldando-se a várias profissões e até atendendo a atitudes que fogem à moral e à ética, como bem coloca Léle (LELE, 1991, p.613):

Desenvolvimento sustentável é uma meta [...] que une todo o mundo, do industrialista, com sua mente voltada para o lucro, ao agricultor de subsistência, que minimiza os riscos de sua atividade, ao trabalhador e aos programas sociais ligados à busca de equidade com o indivíduo do primeiro mundo, preocupado com a poluição ou com a vida selvagem, bem como o formulador de políticas públicas maximizadoras do crescimento, o burocrata orientado por objetivos e, por conseguinte, o político interessado em votos.

Com a divulgação dos fundamentos do desenvolvimento sustentável, o relatório Nosso Futuro Comum recomendou novos estudos e a construção de uma agenda de compromissos da nações, para diminuir a degradação ambiental mundial. Em 23 de dezembro de 1989, a assembleia extraordinária das Nações Unidas aprovou a elaboração da Agenda 21, e depois de três anos em acordos, planejamentos e revisões o resultado foi a criação da RIO 92 ou ECO-92. Em linhas gerais, as recomendações sugeridas por Nosso Futuro Comum que nortearam as bases da RIO-92 eram (CMMAD, 1987):

- 1) Propor estratégias ambientais de longo prazo para obter um desenvolvimento sustentável, por volta do ano 2000 em diante;
- 2) Recomendar maneiras onde a preocupação com o meio ambiente se traduza em maior cooperação, entre os países em desenvolvimento e entre países em estágios diferentes de desenvolvimento econômico e social;
- 3) Considerar meios e maneiras pelos quais a comunidade internacional possa lidar mais eficientemente com as preocupações de cunho ambiental;
- 4) Ajudar a definir noções comuns relativas a questões ambientais de longo prazo e fazer esforços para tratar com êxito os problemas da proteção e da melhoria do meio ambiente, construindo uma agenda de longo prazo para ser posta em prática nos próximos decênios.

Ressalta-se um evento histórico que auxiliou de forma indireta a implementação da RIO-92: a queda do muro de Berlim em 1989. Esse evento incentivou uma mudança de foco da política mundial, desviando sua atenção dos países do Leste-Oeste, para perceber as disparidades sociais entre os países do Norte-Sul. O foco nessas disparidades sociais descortinou ainda mais os problemas ambientais e assim fortaleceu os objetivos para a criação da RIO-92.

Os números da conferência da RIO-92 foram grandes: ela reuniu delegações de 172 países, 108 Chefes de Estado ou de Governo, cerca de 10.000 jornalistas e representantes de 1.400 organizações não-governamentais. Documentos importantes que saíram da RIO-92 para impulsionar áreas ligadas ao desenvolvimento sustentável serão descritos a seguir, embora alguns deles não tenham sido ratificados por certos países até hoje (LAGO, 2006).

Uma diferença evidente da RIO-92 em relação à conferência de Estocolmo foi o número de organizações não governamentais, num evento paralelo aglutinando um número de 7000 membros exercendo sua influência na área ambiental e detendo o poder de fazer com que o interesse público ficasse ativo. Assim, essas ONGs supriam o fracasso do governo em divulgar o desenvolvimento sustentável e ao mesmo tempo exerciam pressão junto ao poder político, à mídia e, conseqüentemente, junto à opinião pública. Devido à relação de poder das entidades não-governamentais, algo diferente circulava pelo ar, onde dessa vez a opinião pública iria ter voz, isto é, existia um sentimento que a RIO-92 seria distinta

da conferência de Estocolmo, não seria somente os burocratas decidindo sobre o futuro de todos, e sim um trabalho conjunto de especialistas, cientistas, acadêmicos e outros representantes da sociedade (LAGO, 2006).

Contudo a realidade do capital se mostrou antes de terminar a conferência, tirando o entusiasmo de ambientalistas e da opinião pública, pois os interesses tratados pelas autoridades foram questões de soberania e capital. Na prática as ideias de ecologia, desenvolvimento sustentável e aspectos de proteção à natureza ficaram à luz da teoria, e prevaleceram os ganhos imediatos da produção econômica.

Ao menos foi criada a Agenda 21, tratando de temas do desenvolvimento sustentável e estabelecendo a importância do comprometimento local e global dos agentes governamentais, não governamentais e de todos os setores da sociedade com os problemas socioambientais. A recomendação era que sua construção fosse feita por cada país e se tornasse um instrumento norteador da sociedade industrial, passando a um novo paradigma. Esse paradigma teria como base um novo conceito de desenvolvimento, contemplando uma sintonia do crescimento econômico com a preservação ambiental (ONU, 1992a).

A Agenda 21 é um documento ambicioso constituído por 40 capítulos, distribuídos em mais de 600 páginas, com o objetivo de fornecer uma programação de ações abrangentes, direcionando o desenvolvimento da humanidade ao longo de décadas rumo a uma rota socialmente justa e ambientalmente sustentável (BARBIERI, 2011). O desenvolvimento

sustentável é tratado em duas seções. Na primeira seção foram expostas as orientações para as dimensões econômica e social. A dimensão ambiental foi dividida em subsetores como: proteção da atmosfera, desertificação e seca, oceanos, água doce, resíduos, diversidade biológica e combate ao desflorestamento. Um ponto tratado na Agenda 21 é a implementação da educação ambiental, tema a ser examinado com mais detalhes a frente.

Um outro documento produzido na RIO-92 foi a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. A declaração procurava sintetizar as decisões e diretrizes tomadas em 27 princípios abrangentes e gerais, permitindo uma vasta interpretação e produção de literatura. Alguns princípios resguardaram o direito dos países explorarem seus recursos de acordo com suas políticas de meio ambiente e desenvolvimento, como afirma o seu princípio 2 (ONU, 1992b, p.1):

Os Estados, de acordo com a Carta das Nações Unidas e com os princípios do direito internacional, têm o direito soberano de explorar seus próprios recursos segundo suas próprias políticas de meio ambiente e de desenvolvimento, e a responsabilidade de assegurar que atividades sob sua jurisdição ou seu controle não causem danos ao meio ambiente de outros Estados ou de áreas além dos limites da jurisdição nacional.

Na busca de reduzir os estragos ambientais e climáticos, várias reuniões e conferências foram feitas depois da RIO-92. Um importante evento foi um acordo internacional chamado

Protocolo de Quioto, aspirando à redução da emissão dos gases de efeito estufa feita pelas nações poluidoras (BIEL; LUNDQVIST, 2012). Iniciado em dezembro de 1997 no Japão e ratificado em março de 1999, o protocolo só entrou em vigor em fevereiro de 2005, depois que a Rússia aceitou suas condições em 2004, pois havia a necessidade de que os países responsáveis por 55% das emissões o ratificassem. O seu prazo expirou em 2012, contudo recentemente a COP-18 prorrogou suas metas até 2020<sup>8</sup>.

Conforme dito no SRA esse documento propõe metas de redução diferentes na emissão de GEE para países distintos, com metas fixadas para os países desenvolvidos no período entre 2008 e 2012. Alguns países em desenvolvimento, como o Brasil, não receberam metas de redução, mas participam de forma voluntária, por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (BIEL; LUNDQVIST, 2012).

Esses Mecanismos de Desenvolvimento Limpo são mitigações que produzem boas expectativas quanto aos benefícios da implementação do desenvolvimento sustentável, e ao mesmo tempo incentivam uma maior produção do conhecimento tecnológico e científico. A previsão de êxito dessa mitigação é obter a redução da temperatura aproximadamente em 1,4°C até 2100. Porém fica claro que se for feita isoladamente, ela não reverterá as consequências do aquecimento global.

---

<sup>8</sup> Conferência das Partes é o órgão supremo decisório no âmbito da Convenção sobre Diversidade Biológica.

Até o momento, o único grande país poluidor que não ratificou o protocolo de Quioto foram os Estados Unidos, alegando que os compromissos impostos colocariam em risco a economia americana que é alicerçada no consumo de energia fóssil e também porque alguns americanos não acreditam na elevação da temperatura do planeta pela emissão de poluentes atmosféricos<sup>9</sup> (LAGO, 2006).

Diminuir ou alterar a produção industrial são metas que as nações têm dificuldade de cumprir, porque podem comprometer sua estrutura política e social, e por isso foi criado pelo protocolo outra ferramenta de redução, os sumidouros de carbono. Um exemplo de sumidouro são as grandes florestas com o poder de absorver carbono e esse serviço ambiental pode ser trocado — uma espécie de contabilidade ecológica — como crédito no controle da emissões.

Num primeiro momento a ideia pareceu boa, mas quando os países desenvolvidos — os maiores emissores de  $CO_2$  e de outros poluentes — optaram em manter sua produção industrial transferindo parte de suas indústrias poluidoras para países onde o nível de emissão é baixo, ela foi rejeitada. Usar como barganha os créditos de carbono ou investimento nos países subdesenvolvidos, mascarando a continuidade da prática poluidora com benefícios de conservação das florestas, não convenceu. Essa proposta perdeu força na conferência de Joanesburgo, porque estava claro que o problema não

---

<sup>9</sup> Em 1997, o Governo de Bill Clinton bem que tentou negociar o Protocolo de Quioto com o senado, mas não conseguiu e só em 2009 chegou ao senado americano para ser ratificado a pedido do presidente Barak Obama.

seria resolvido poluindo onde existem florestas, mas sim evitando a poluição em qualquer lugar (LAGO, 2006).

Ao longo da década de 1990, buscou-se a implementação do desenvolvimento sustentável e alguns avanços foram observados nas áreas de conhecimento científico e progresso tecnológico, ressaltando especialmente o fortalecimento da legislação ambiental em certos países, a participação da sociedade civil e o crescimento da informação.

Contudo, o avanço foi lento e a entrada no novo milênio foi acompanhada pela velha dicotomia econômica e socioambiental, e pelas contínuas depredações ambientais frente ao incansável protesto dos simpatizantes do movimento ambientalista. O páreo tem sido desigual e a inércia das atividades pró-ambiental é tão grande em relação à velocidade da depredação que Kofi Annan, o então Secretário-Geral das Nações Unidas, afirmava em 2002: “o registro da década desde a Cúpula da Terra é principalmente uma demonstração de progresso penosamente lento e de uma crise ambiental que se aprofunda” (ONU, 2002, p.22)

Com o objetivo de fazer uma avaliação dos avanços conseguidos pela propostas da Agenda 21, a Assembleia Geral das Nações Unidas realizou um importante evento em Johannesburgo, na África do Sul no ano de 2002. A Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, ou RIO+10, foi criada com objetivo de avaliar e estabelecer um planejamento para fortalecer e acelerar os princípios aprovados pela RIO-92, como também trazer consciência para a sociedade civil de que sua participação junto ao governo é essencial na exe-

cução dos trabalhos rumo ao desenvolvimento sustentável (LAGO, 2006).

Novamente foi tratada uma diversidade de temas como água, saneamento, energia, saúde, agricultura, biodiversidade e gestão de ecossistemas. Como resultado saíram 153 recomendações para o cumprimento da Agenda 21, no sentido de fortalecer e melhorar a implementação do desenvolvimento sustentável, dando mais eficiência aos seus resultados. Considerada um dos entraves à sua implementação, a pobreza foi um dos principais assuntos debatidos, e foi decidida a criação de um fundo mundial de solidariedade para sua erradicação.

A atenção à pobreza extrema encontrada principalmente nos países da África era guarnecida pelo princípio 1 da RIO-92: “Os seres humanos estão no centro das preocupações com o desenvolvimento sustentável” (ONU, 1992b, p.1). Todavia a pobreza não estava na lista de prioridades dos países ricos, que visavam interesses em transferência de tecnologia e acesso a mercados. Claramente a interpretação de causalidade entre pobreza e poluição ainda não era um consenso, pois a elite do mundo entende a diminuição da pobreza como uma questão de diminuir a natalidade, ao passo que os países emergentes compreendem a redução da pobreza como a rota principal para o desenvolvimento sustentável (LAGO, 2006; RIO+20, 2012).

Pontos esparsos de comprovação do desenvolvimento sustentável tendo resultados positivos sobre a população foram apontados em Johanesburgo. As empresas não governamen-

tais e a sociedade civil tiveram o mérito nessa construção e um destaque deve ser feito para a evolução da ONGs em influenciar a opinião pública. Em Estocolmo, as entidades não governamentais e suas ações muitas vezes foram estereotipadas como inconvenientes e até como intrusas, porém na RIO-92 ganharam legitimidade e respeito.

Em 2002 percebeu-se a superação de visões idealistas e radicais, permitindo a construção de uma ponte aproximando o caráter político do científico e assim amadurecendo suas intervenções, de forma mais construtiva na conferência. Óbvio que manifestações mais fortes por parte das ONGs existiram, mas por outro lado, de forma inusitada alguns de seus membros participaram de delegações defendendo seus pontos de vista ora apoiando um país, ora outro (LAGO, 2006).

Quanto às empresas, destaca-se que suas ações sustentáveis não eram feitas por altruísmo ecológico ou ideais ambientais, e sim por uma mera questão de lucro. O viés ambiental tinha se tornado um novo nicho de mercado com a perspectiva de implementação do desenvolvimento sustentável (WALLIS, 2009). Algumas empresas logo perceberam com o novo tempo que o prejuízo poderia vir com escândalos, multas, suspensão de licenças e escolha da opinião pública em não comprar produtos com base na produção degradadora.

Apesar dessas restrições e dos progressos obtidos em tecnologia, vários setores da sociedade continuaram a fazer suas emissões em valores crescentes. O setor de energia, cerceado por entraves políticos e lobbys econômicos, ignorou

a possibilidade de usar as energias alternativas em grande escala e permaneceu usando energias *sujas*, como as fósseis. Seguindo essa tendência de consumo crescente, é fácil imaginar a situação dantesca, se as palavras de grande sabedoria de Gandhi se confirmarem: “Deus nos proteja de que a Índia se industrialize da mesma maneira que o Ocidente [...] O Reino Unido usou a metade dos recursos do planeta para atingir sua prosperidade. De quantos planetas vai precisar a Índia?” E a China?

Um exame bem feito conclui que o sistema financeiro — o capitalismo — já se apropriou do conceito de desenvolvimento sustentável, usando-o banalmente de diversas formas na busca de ‘ambientalizar’ o capital, sob o disfarce de ser politicamente correto e moralmente nobre, como afirmam Perez e Pozo (PERES; POZO, 2006, p.28):

Converteu-se num tipo de instrumento multiúso que colocou em contato ambientalistas e imobiliárias, empresários e conservacionistas, políticos e gestores, apesar de o uso comum do termo nada se tenha feito; muito pelo contrário, com a confusão gerada, quem mais ganhou têm sido os defensores do neoliberalismo, pois o termo desenvolvimento pode significar qualquer coisa dependendo de como se olhe e com que finalidades se empregue. Diante de uma dócil aparência de neutralidade semântica, podemos ver como seu uso polissêmico permite acepções diametralmente opostas.

Quando a gestão do capital é feita na sustentabilidade o resultado é promissor, entretanto quando mascara a real

intenção de só obter lucro, não se responsabilizando com a origem da produção ou com as consequências do consumo, o capital só atrasa a implementação do desenvolvimento sustentável. Exemplos do contrassenso capital versus sustentabilidade são as empresas de produção de cigarros, armamento militar e civil.

Os produtos dessas empresas sabidamente disseminam doenças, alimentam a violência, guerra e submissão, todavia essas empresas buscam maquiagem sua produção insustentável afirmando que produzem com certificado de gestão ambiental. Argumentos frágeis que se sustentam com base no lucro obtido da venda desses produtos, mas não condizem com a sustentabilidade, uma vez que a implementação do desenvolvimento sustentável exige também um comportamento sustentável pautado em saúde e paz.

Considerando os dez anos entre as duas conferências a respeito do desenvolvimento sustentável, ele pode não ter evoluído ou até mesmo não ter acontecido na visão dos mais exigentes. Quanto ao crescimento econômico, os números não mentem, foi o maior da história. São vários os contextos que impulsionaram a economia nesse intervalo: o fim da Guerra fria e a China cada vez mais permitindo aspectos capitalistas na sua economia; uma expansão tecnológica mundial no setor de comunicação; aumento do poder da especulação financeira e do número de transações comerciais (WALLIS, 2009; GUPTA, 2011).

Esse crescimento econômico alimentou o *modus operandi* do consumismo, tendo como exemplo a ser seguido o esban-

jador padrão de vida ocidental, isto é, nesse dez anos se gestou a globalização do consumo que vem evoluindo em ritmo crescente até os dias de hoje. Entretanto, essa globalização não se afina com os tons humanísticos do desenvolvimento sustentável, muito pelo contrário, reverbera processos conizentes com o capitalismo selvagem e destoa dos anseios ambientalistas. Na conferência de 2002, transvestida de uma força que faria um amplo debate sobre a igualdade social, sem muita demora a globalização<sup>10</sup> centralizou a atenção monopolizando o debate, tirando muito do espaço e tempo que deveria ser ocupado para as discussões do desenvolvimento sustentável (LAGO, 2006; GUPTA, 2011).

Vinte anos depois da RIO-92 uma nova conferência foi realizada na cidade do Rio de Janeiro, a RIO +20. A RIO +20 foi considerada o maior evento feito pela ONU com a presença de chefes de 190 países. No texto final da conferência, intitulado *O Futuro que queremos*, diversos temas a respeito do desenvolvimento sustentável como pobreza, falta de moradia, governança, educação e outros foram novamente tratados.

*O Futuro que queremos* possui cinco capítulos propondo encaminhamentos para implementação do desenvolvimento sustentável e soluções para diminuir os seus entraves, e

---

<sup>10</sup> A globalização e o desenvolvimento sustentável possuem duas relações. Por um lado os efeitos da globalização podem ameaçar minorias como os índios, destruindo as florestas onde vivem, provocando migrações, assentamentos sem estrutura e poluição através das mudanças de padrões na produção mundial e no comércio. Por outro lado, a globalização através do aumento do fluxo de informação pode ser usada contra ela mesma, no sentido de educar para deter os seus efeitos.

estabelece o compromisso com a qualidade de vida e a sustentabilidade. Em seu capítulo V, uma subseção possui oito recomendações sobre a importância da educação para a implementação do desenvolvimento sustentável.

A conferência reconheceu o valor da melhoria da educação para os jovens e o poder que ela tem de mudar o comportamento das pessoas em busca da sustentabilidade, e apelou para um esforço de cooperação entre escolas, comunidades e autoridades, para que possa ocorrer a implementação do desenvolvimento sustentável (RIO+20, 2012, p.46):

Reconhecemos que as gerações mais jovens são os guardiões do futuro, e que é necessário melhorar a qualidade e o acesso à educação para além do nível primário. Nós, portanto, resolvemos dotar nossos sistemas educacionais de meios para preparar melhor os jovens para a promoção do desenvolvimento sustentável, nomeadamente através de uma melhor formação de professores, do desenvolvimento de currículos em torno da sustentabilidade; do desenvolvimento de programas escolares que abordem as questões ligadas à sustentabilidade; de programas de formação que preparem os estudantes para carreiras em áreas relacionadas com a sustentabilidade; e de uma utilização eficaz de tecnologias de informação e comunicação para melhorar os resultados da aprendizagem. Apelamos para uma maior cooperação entre escolas, comunidades e autoridades, em seus esforços para promover o acesso à educação de qualidade em todos os níveis.

A RIO+20 também reforçou que as metas da Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável de 2005-2014 devem ser encorajadas e estendidas para o futuro. Aspectos relativos a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável e outras vertentes educacionais serão examinados mais a frente.

## A prioridade da dimensão ambiental e os limites planetários

É importante examinar as relações de hierarquia nas dimensões do desenvolvimento sustentável, quando se quer obter mais eficiência em sua implantação. As dimensões do desenvolvimento sustentável possuem atribuições e campos de influência distintos entre si. A dimensão ambiental se vincula a uma dinâmica de produção e consumo equilibrada, garantindo recuperação, capacidade e resiliência dos ecossistemas. A dimensão econômica está relacionada à eficiência da produção e do consumo com inovação tecnológica, usando energias alternativas, e a dimensão social planeja a erradicação da pobreza diminuindo a desigualdade social, isto é, executando a justiça social.

Na implementação do desenvolvimento sustentável no contexto atual, percebe-se na prática a valorização da dimensão econômica. O equívoco está aí. São os ecossistemas os mantenedores da dinâmica do planeta, e somente com o planeta saudável é que se pode conseguir estabilidade social

e econômica. A hierarquia da dimensão ambiental, como mostra a figura 18, segue a lógica correta da seguinte premissa: *as economias são mantidas pelos ecossistemas e não o contrário* (WWF, 2014).

Figura 18 – Hierarquia da dimensões do desenvolvimento sustentável.



Fonte: (WWF, 2014). Preponderância da componente ambiental.

A prioridade da dimensão econômica exercida pelo modelo desenvolvimentista não tem apresentado resultados eficazes no combate à pobreza. A diminuição da pobreza é uma das metas principais do desenvolvimento sustentável, como está posto em vários documentos oficiais — ONU, IPCC e outros — , pois a pobreza representa um dos piores entraves à implementação da sustentabilidade. É nesse sentido que o IPCC afirma que a degradação ecológica é mais acentuada quanto maior for a pobreza, e esta diminui com o aumento do desenvolvimento sustentável.

A afirmativa do IPCC e a célebre frase de Indira Gandhi em 1972 na conferência de Estocolmo, “a pobreza é a maior das poluições”, não podem ser confundidas em sua essência, colocando nos pobres a culpa pela poluição do mundo e pelo entrave à sustentabilidade. As afirmações estão corretas e a interpretação da culpa dos pobres está errada. Essa visão da pobreza é emitida em grande parte por ignorância, preconceito, cobiça e por quem não vivencia a pobreza<sup>11</sup>.

Os maiores responsáveis pela degradação ambiental são os ricos, que possuem muito mais do que o suficiente para viver. Eles consomem o desnecessário e produzem uma quantidade de lixo muito maior do que os pobres. Estes últimos são excluídos pelo sistema do capital sem direitos a serviços básicos, e então não fazem outra coisa a não ser tentar sobreviver com o pouco que está à sua disposição, como por exemplo usar madeira como combustível e água que ainda não foi mercantilizada. Como afirma a UNESCO em 2005, (UNESCO, 2005, p.28):

Os ricos estão aptos a fazer escolhas, enquanto os pobres, presos em um círculo de privação e vulnerabilidade, não podem fazê-lo. Enquanto os ricos podem adotar padrões de desenvolvimento sustentável e mostram-se relutantes em fazê-lo, os pobres não têm alternativa além de fazer uso do seu entorno imediato.

---

<sup>11</sup> Um órgão internacional com forte poder de influência entre os tomadores de decisão, o Banco Mundial (WORLD BANK, 1992, p. 67), afirmou que as famílias pobres iriam arruinar o capital natural cortando mais árvores do que conseguem repor.

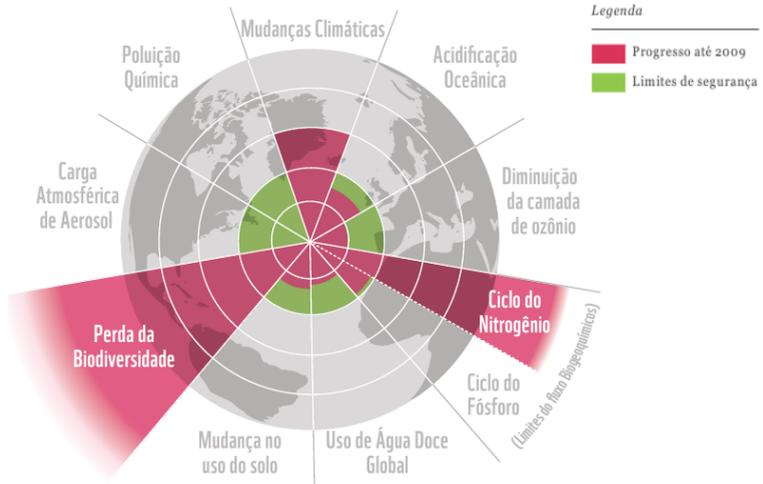
Na RIO+20 como no relatório Planeta Vivo identificou-se que a falta de educação e consciência ambiental tem reflexos no nível de segurança global, em razão dos limites planetários estarem sendo rompidos pelo modelo de desenvolvimento atual. Isso foi provocado pela inserção e retirada sistêmica de materiais do meio ambiente, através de uma série processos de origem antrópica que vêm acontecendo com mais força, desde a revolução industrial até os dias de hoje.

Será que o planeta suportará a sistêmica mudança ambiental provocada pelo homem? Até onde se estende a fronteira ambiental para a humanidade viver em segurança? Estudos de limites planetários e segurança global mostram o quão é perigoso operar numa zona de risco, onde a resiliência ecológica e a ordem ambiental ficam ameaçadas. A Terra possui nove limites planetários que comportam um amplo espectro de atuação, e três deles já foram ultrapassados com claras evidências, como mostra a figura 19 do relatório Planeta Vivo (WWF, 2014), revelando um preocupante nível de ameaça à sustentabilidade global.

Os estudos mostram (WWF, 2014; VIOLA; FRANCHINI, 2012) que os limites planetários estão sendo atingidos pelo aumento do consumo, devido ao tamanho da população mundial e à rapidez com que ela extrai os recursos da terra. Uma das soluções sugeridas para manter a segurança global com uma crescente população é conseguir níveis moderados de consumo e aplicação generalizada de tecnologias sustentáveis. Nesse sentido, justifica-se a importância da educação em gerir uma governança que realize uma cooperação inter-

## Contextos: educacionais e históricos

Figura 19 – Limites planetários.



(WWF, 2014) Os limites ultrapassados estão em vermelho.

nacional para resguardar os limites planetários e que tenha o poder de impor legislação na qual essas fronteiras não sejam sequer visitadas, muito menos ultrapassadas (HUFTY, 2011)

A escolha do desenvolvimento é pela educação

No cerne de boa parte dos problemas socioambientais é a ausência de educação com qualidade na dimensão am-

biental<sup>12</sup>. Isso se refletiu claramente na RIO+20, onde foi constatada uma falta de visão em tomadas de ações para criar instrumentos cooperativos globais, como também foi verificada a lenta evolução dos mecanismos criados nos últimos 20 anos, mesmo com alertas e fortes evidências científicas da degradação ambiental acumulada no período. Faltou educação nos valores ambientais, nos valores cooperativos, nos valores éticos e nos valores solidários aplicados aos decisores políticos, resultando em corrupção e em decisões ineficientes.

É pela estrada da educação que desenvolvimento e sustentabilidade devem caminhar juntos. Todavia, com a sustentabilidade liderando o processo afim de vencer o aumento da poluição e da pobreza. Nesse sentido, Leonardo Boff argumenta que no desenvolvimento sustentável o principal é a sustentabilidade, pois ela é quem deve dirigir o desenvolvimento e não o contrário (BOFF, 2007). Com evidência, o desenvolvimento é necessário mas fica em segundo plano, porque precisamos nos desenvolver, mas necessitamos também viver uma sociedade sustentável, um trabalho sustentável e uma vida sustentável, e só assim poderemos nos desenvolver sustentavelmente.

Por fim sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, um paradigma de vida e um modo de crescimento socioambiental guardam relações próximas entre si e também com a educação. A implementação de ambos irá depender muito

---

<sup>12</sup> Uma educação com qualidade na dimensão ambiental objetiva formar pessoas que coloquem a dimensão ambiental em primeiro plano e trabalhem com prioridades socioambientais de longo prazo.

do nível da educação voltada para a dimensão ambiental exercida na sociedade. Felizmente, deu-se atenção à educação na RIO+20, indicando pontos importantes que devem ser seguidos na década da educação para o desenvolvimento sustentável, assunto que será analisado com mais detalhes nos próximos capítulos.

No entanto, na observação do quadro ambiental e ecológico do Planeta, percebe-se com clareza a necessidade de uma mudança radical na forma de lidarmos com os recursos naturais passando a conservar a riqueza ambiental da Terra, como as florestas e os recursos hídricos. Um das metas da reforma educacional é mudar a base do desenvolvimentismo alicerçada no consumo de combustível fóssil, e melhorar a míope visão da sociedade capitalista que projeta seus lucros a curto prazo em benefício de uma minoria. Uma mudança premente com objetivo de recuperar o capital ecológico destruído, uma vez que 50% da massa de animais da Terra e do mar — peixes, répteis, aves e mamíferos — diminuiu em meio século, enquanto o número de humanos aumentou de 3,5 bilhões para 7,3 bilhões e cerca de um quarto (24%) dos solos do planeta está submetido à degradação, dado validado pela falta de produtividade no período de 1980 a 2003 (CBD, 2010).

A Terra não suportará a gula do modelo racional desenvolvimentista, pois tal modelo, armado de ciência e tecnologia e assistido por uma sociedade consumista tem produzido uma farra gigante de bens materiais e serviços — sem fazer uma distribuição igualitária destes —, através de retiradas

consistentes e sistêmicas dos reinos da natureza. A antítese do desenvolvimentismo é a sustentabilidade, um paradigma baseado na vida tendo suas origens em contextos ecológicos e ambientais. Na sustentabilidade estão contidos os tipos equilíbrio, a preservação dos ecossistemas, a reciclagem de resíduos sólidos, a economia verde e a conservação das florestas tema a ser abordado no próximo capítulo (GADOTTI, 2008; BOFF, 2007; BRANDÃO, 2007).

---

## Desenvolvimentismo e florestas

---

*Mais do que nunca, é hora de aprendermos a caminhar com as duas pernas e combinar justiça social e prudência ambiental.*

*Ignacy Sachs, Dossiê sustentabilidade.*

Centenas de milhares de anos se passaram até que houvesse a transição do nomadismo para o descobrimento da agricultura, a domesticação dos animais e o estabelecimento das primeiras cidades. Entretanto, com o surgimento das grandes navegações entre os séculos XV e XVII, a sociedade foi marcada por duas características: a expansão territorial e a colonização. Um mundo novo com uma natureza selvagem se apresentava novamente para o homem, e ele assumiu o papel de seu civilizador, domador e explorador. Desse domínio explorativo, uma nova sociedade nasceu, e com ela uma inovadora forma de produção e consumo se

estabeleceria, de maneira sistemática e instrumentalizada até os dias atuais.

A retirada de recursos fósseis servindo de combustível para as máquinas a vapor se iniciou na primeira revolução industrial, que nasceu clareada sob a luz do determinismo newtoniano nos primórdios da ciência moderna. A produção industrial foi crescendo, a ciência avançando e cerca de 200 anos depois surgiu o advento da eletricidade. O poder da energia elétrica moveu a segunda revolução industrial, iluminando e transformando as paisagens da Terra, clareando novos caminhos para a ciência e resultando na presente revolução da cibernética, reduzindo distâncias entre as relações sociais e encurtando os tempos da comunicação.

Essas conquistas contribuíram para originar um mundo interligado, um tempo de globalização, abrindo as portas da era do conhecimento para o homem. Boa parte desse conhecimento<sup>1</sup> foi e é direcionada para desenvolver uma tecnologia que em parte é usada para exploração excessiva dos recursos naturais, guerras e degradação dos ecossistemas, numa visão de mundo onde os bens da natureza podem se destruídos e mercantilizados. De certa forma, o ser humano atingiu um alto grau em ciência e tecnologia, mas engendrou-se por demais na sua objetividade em mudar a natureza, usando-a como base de troca, passando a quantificar a vida e coisificar

---

<sup>1</sup> O avanço da ciência representa um dos maiores bens conquistados pela humanidade, trazendo benefícios inúmeros: aumento da qualidade de vida; cura de inúmeras doenças; aumento do conhecimento do espaço sideral, entre outros. Entretanto, este livro se propõe a comentar alguns resultados negativos da aplicação do avanço científico.

o mundo, e esquecendo-se da subjetividade de viver (LEFF, 2000; CAPRA, 1982; GADOTTI, 2008).

Assim, no momento atual se vive um paradoxo ao usar um modelo de sociedade buscando crescimento econômico com transformação científico-tecnológica, ao mesmo tempo em que se presencia uma forte desigualdade social, com profundos problemas ambientais, sociais, éticos e ecológicos. Essa dicotomia caracteriza um traço marcante do paradigma racional moderno, que crê na conquista progressiva da racionalidade sob o impulso do cientificismo (AGUILAR; JUNIOR, 2014). É notório que a ciência e a tecnologia têm evoluído, trazendo consigo crescimento econômico em diversas áreas. Entretanto, esse avanço não tem garantido um verdadeiro desenvolvimento, porque o crescimento econômico por si só não é capaz de fornecer à humanidade a capacidade de visualizar um futuro com condições de existência.

Com essa dualidade, a ciência e a tecnologia se inserem dentro contexto ambiental da sociedade apresentando dois traços relevantes, um depredador e transformador do meio ambiente em grande velocidade, dando condições ao homem de poder aniquilar a si próprio, e outro lado apresentando a característica de aumentar a força produtiva sob vários aspectos, com o objetivo de atender a demanda da sociedade e fornecer lucros ao capital.

O aumento dessa força produtiva é ditado pelo mercado financeiro com base na lógica da produção e demanda, validando suas razões na necessidade de expansão da oferta de emprego para o aquecimento da economia, isto é, aumentar

o crescimento econômico. Na atualidade, para atingir essa meta o mercado tem manifestado um comportamento agressivo realizando atividades com impactos sociais e ambientais, prejuízos indesejáveis para a sociedade.

Além disso, a saciedade da demanda de emprego da humanidade não é atendida com satisfatoriedade. É um modelo de sociedade que faz rápidas transformações no mundo, mas não consegue fazer planejamentos futuros de longo prazo, pois possui uma miopia acentuada para as questões ambientais e só consegue enxergar o lucro imediato, sendo incapaz de conseguir ver as reais necessidades do agora (SACHS, 2012). Um desenvolvimento benéfico pede planejamentos de longo prazo — em décadas ou séculos — com sustentabilidade.

A civilização centrada no cientificismo, na tecnologia e na produção industrial forte, quando somada a uma educação sem qualidade, incentiva a alienação a um consumo de uma parafernália de produtos oferecidos, e não promove uma reflexão a respeito do poder da ciência e da capacidade de esgotamento dos recursos naturais.

Na certeza da eficiência do paradigma racional científico — talvez por falta de uma religação de outros conhecimentos que não são somente científicos, mas transmitidos por gerações e que foram aprendidos numa relação com a própria natureza —, não há espaço para o saber ambiental. Dessa forma, as relações causais são invertidas: produz-se a sociedade para a burocracia, o povo para a tecnocracia, o sujeito para o objeto (JAPIASSU, 2006). A busca para fazer essa

reflexão e tornar a ciência mais útil ao ser humano — como exemplo, produzir produtos necessários a vida mais eficientes energeticamente — é dificultada pela má qualidade da política social, ambiental e educacional.

A falta de recursos na educação é a causa principal dessa inércia reflexiva, percebida no desinteresse da sociedade em incentivar a pesquisa interdisciplinar para o desenvolvimento sustentável e a produção de instrumentos educacionais com vistas a deter a degradação ambiental. Sem dúvida, a sociedade avançou em fazer máquinas com grande poder de transformação, mas ao mesmo tempo se alijou do processo de auto avaliação dos próprios atos, gerando uma exclusão da participação crítica no desenvolvimento como afirma Leff (2000, p.23)

Nunca antes na História houve tantos seres humanos que desconhecessem tanto e estivessem tão excluídos dos processos e das decisões que determinam suas condições de existência; nunca antes existiu tanta pobreza, tanta gente alienada de suas vidas, tantos saberes subjogados, tantos seres que perderam o controle, a condução e o sentido de sua existência; tantos homens e mulheres desempregados, desenraizados de seus territórios, desapropriados de suas culturas e de suas identidades.

É uma espécie de dormência coletiva onde alienados e alienadores não percebem o perigo que os cercam, quando se abstém de aplicar, entre outras medidas, a ética ambiental no uso da ciência, na tecnologia e nos processos de intervenção na natureza. Desse sono se produz o conflito ambiental

permeado por interesses do capital, visando o usufruto imediato de seus investimentos e a manutenção dessa lógica financeira, alimentada por práticas produtivas depredatórias. Isso é visto claramente nesse sistema produtivo, exigindo a cada safra colheitas maiores, realizando retiradas colossais de recursos naturais de forma crescente, sem dar a oportunidade do planeta se recompor, o que naturalmente só pode trazer impactos climáticos e ambientais.

O resultado desses procedimentos se vê estampado nos noticiários, com eventos extremos como furacões, ciclones e tornados cada vez mais frequentes, além de mudanças ambientais como desmatamentos, incêndios florestais, degradação dos solos inviabilizando sua produtividade e outros agravos ecológicos. Nesse sentido, urge acordar e buscar construir uma ponte que faça a união entre a ciência/tecnologia e os conflitos ambientais. Uma quebra dos elos do poder científico com os interesses econômicos e das medidas paliativas de conservação ambiental, exigindo uma revalorização da natureza com novos padrões culturais e estilos de vida modificados, no sentido de conservar e saber usar os seus recursos de forma sustentável (SACHS, 2012; RIBEIRO, 2001).

Uma saída é conectar a ciência tecnológica a um paradigma ambiental holístico e integrador, para existir um trânsito fluente entre o conhecimento científico e não científico. Considerar também conhecimentos não científicos — saberes ambientais obtidos durante gerações, valores culturais específicos dos povos — como úteis ao paradigma da sustentabilidade.

Emerge assim, mediada pela complexidade ambiental permitindo a hibridização do conhecimento e o diálogo dos saberes, a importância do saber ambiental e de sua influência, em decisões de aplicações científicas e tecnológicas (BENTES, 2005; BOFF, 2007). É nessa abertura holística do conhecimento que começará uma mudança de paradigma, tendo como tema gerador a problemática ambiental, de onde fluirá a diversidade de interpretações e a pluralidade de reflexões, oriundas de uma gama de interesses socioambientais, possibilitando a implantação da sustentabilidade como modelo padrão da sociedade.

No entanto, a simples fusão dos saberes econômicos, científicos, culturais, sociais e ambientais não resolverá sozinha os problemas socioambientais. A essa fusão precisa ser adicionada uma mudança individual e coletiva, a nível existencial, de valores éticos e morais, relacionados ao uso correto dos recursos da natureza, na dimensão da sustentabilidade. Caso contrário, sem essa reflexão existencial, a natureza ficará a mercê das leis globalizadas do mercado, interessadas em extrair seus recursos numa visão exclusivista de fonte de riqueza.

Portanto, com essa perspectiva redutora e gananciosa, excludora do comportamento reflexivo a respeito dos problemas ambientais e direcionando o conhecimento produzido para alimentar o sistema de produção e consumo insustentável, conseqüentemente o resultado é mais poluição e degradação ambiental.

## A importância da cultura ambiental e dos ecossistemas

Na década de 1970, os valores dominantes na sociedade eram os de crescimento econômico, pois o desenvolvimentismo era — como ainda é hoje — uma norma social<sup>2</sup>. No início do ambientalismo, somente um número pequeno de pessoas pertencentes à sociedade civil e ao estado se sensibilizaram com a degradação do meio ambiente, todavia a novidade dos valores ambientalistas foi ignorada e negada. A cultura ambiental não era uma norma social, e o movimento ambientalista não teve um forte apoio da sociedade, fazendo com que seus primeiros integrantes sofressem preconceitos, retaliações, indiferenças e até estereótipos de insanidade (CARVALHO; FARIAS; PEREIRA, 2011).

Depois dos alertas ambientais — relatório Meadows (1972), a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano (1972) e a crise do petróleo (1973-1974) — o número de ambientalistas aumentou, principalmente nas décadas de 1980 e 1990, e com isso os ideais do ambientalismo saíram da exclusividade das agências estatais e foram assimilados por órgãos não ambientais como universidades, televisão e empresas. Paralelo a isto, a crítica ao desenvolvimentismo aumentou, diminuindo os seus adeptos e fazendo com que ambientalismo fosse legitimado como uma nova norma social.

---

<sup>2</sup> Norma social é uma regra socialmente reforçada que se apresenta como prescrição de comportamento.

Tratando-se de mudança sociocultural, é perceptível que o ambientalismo como norma social ainda não foi assimilado e está longe de ser consolidado (FONSECA; BURSZTYN, 2007).

A ascensão do movimento ambientalista se deve ao nível de consciência socioambiental ter aumentado quando se identificou que os desastres ecológicos, a poluição e a degradação do meio ambiente eram gerados por alguns dos *benefícios* trazidos pela ciência, tecnologia e industrialização, com a possibilidade de inviabilizar a vida no planeta. A mudança da norma social aconteceu porque existiu de certo modo um avanço da educação ambiental e um aumento de consciência socioambiental, associados ao grau de percepção da história, do presente e da direção do futuro da humanidade (VECCHIATTI, 2004; CARVALHO; FARIAS; PEREIRA, 2011).

A massificação das tecnologias do modelo científico desenvolvimentista rompeu algumas fronteiras na exploração dos recursos naturais com desmatamentos de imensas áreas verdes, destruindo a biodiversidade e extinguindo espécies, poluindo rios, mares, ar e redes de águas subterrâneas, degradando e desertificando solos. Somada à degradação ambiental existe a perda cultural, já que a ciência do desenvolvimentismo não reconhece os saberes culturais das comunidades que são resultantes da interação do homem com o meio ambiente, passados de geração em geração.

Um exemplo dessa desvalorização de cultura está representado nas práticas de plantio e manejo ambientalmente sustentáveis feita pelas comunidades locais, práticas cate-

gorizadas como atrasadas pela ciência contemporânea. O racionalismo da ciência contemporânea não só sepulta a cultura ambiental dessas comunidades como também quer aculturar o desflorestamento como uma tecnologia superior. Quando se examinam os resultados dessas práticas, conclui-se que a cultura atrasada conserva os recursos naturais da região onde foi criada e a cultura avançada, baseada na lógica científico-tecnológica, destrói e degrada solos e florestas nos seus países e em parte de suas colônias (BENTES, 2005).

Para o desenvolvimentismo, o ambientalismo foi sempre uma pedra no sapato, atrapalhando seu objetivo de transformar e degradar o meio ambiente. Com efeito, os anseios ambientalistas são invisíveis para a visão desenvolvimentista de superação da pobreza e da marginalização, visão unidirecional que se pauta em realizar construções de grandes obras estruturantes como estradas, pontes, hidrelétricas e outras, intencionando garantir a oferta de empregos e a circulação da riqueza. Todavia, não se consegue êxito, pois não é garantida a divisão equitativa da riqueza obtida e o mais sério, não se leva em consideração o prejuízo ambiental gerado (FONSECA; BURSZTYN, 2007).

O Brasil no último século deu um exemplo forte de desenvolvimentismo ao priorizar o econômico, e destruiu ferozmente seu meio ambiente, desmatando o cerrado, a caatinga, a amazônia e a mata atlântica. Na prática o país fez escolhas menos sustentáveis a longo prazo. No setor de transportes, por exemplo, optou por implementar meios mais degradantes como fábricas automobilísticas e estradas, em vez de

meios mais sustentáveis como o uso de trens e ferrovias (FEARNSIDE, 2005; DEAN, 1978).

Além de tornar invisíveis os objetivos do ambientalismo, o desenvolvimentismo por vezes abafa sua voz. Em 1980 ainda existiam ditaduras militares no hemisfério sul incentivando o desenvolvimentismo, e mesmo assim, um documento chamado Relatório Brandt, chefiado pelo ex-chanceler alemão Willy Brandt, sugeria medidas para reduzir a desigualdade social entre o hemisfério norte e sul. Contudo, o mercado financeiro conseguiu tornar inaudíveis as propostas do relatório com sua demanda de aumento de circulação de capitais, ideias de livre comércio, remoção de barreiras ambientais e trabalhistas sem a presença do estado.

No início da década de 1990, em política e ciência, o cenário foi mais propício ao ambientalismo. A repressão militar quase não existia e os movimentos por causas políticas, sociais e ecológicas se multiplicaram através de organizações civis. A ideia de mudanças climáticas, buraco da camada de ozônio, pesca ilimitada, poluição, falência de ecossistemas, perigo químico e nuclear, desmatamento e outras já possuíam muitos defensores na ciência (PEREIRA, 2011).

Entretanto, a máquina desenvolvimentista arvorada na busca de gerar empregos não parou e continua sistematicamente sua trajetória de transformar o meio ambiente e desmatar as florestas. Na expansão do crescimento econômico e do desmatamento, diversas mudanças ambientais com seus feitos colaterais iam surgindo: perda da biodiversidade pela supressão vegetal da mata atlântica, do cerrado e

da amazônia; desordenada urbanização ocasionada por migração significativa, inchando as grandes cidades; aumento de favelas, sujeira, poluição, falta de saneamento, degradação ambiental e, conseqüentemente, aumento do número de doenças e dos gastos públicos (NETO, 2009). Segundo o relatório Radar (PEREIRA, 2011, p.9):

Tornaram-se corriqueiros desastres ecológicos por conta de acidentes químicos e derramamento de petróleo, poluição do ar e dos recursos hídricos, desmatamento, devastação de mangues e áreas úmidas, contaminação por agrotóxicos e outras substâncias químicas e uma montanha de lixo que se esparrama por cidades, mares, rios e lagos.

Com o aumento da urbanização e o enfraquecimento da cultura ambiental, a poluição do meio ambiente só vem aumentando, trazendo sérios problemas de ordem ecológica como a falência de ecossistemas e a extinção de espécies no mundo. Estudos realizados a pedido da ONU para fazer a *Avaliação Ecológica do Milênio* entre 2001 e 2005 revelaram que cerca de 60% (15 entre 24) dos dos ecossistemas examinados estão sendo degradados e utilizados de forma não sustentável (ONU, 2007, p.16). Dois dos casos relevantes que têm influência significativa na humanidade são a pesca e a água doce, ecossistemas essenciais para o ser humano e que já atingiram patamares perigosos de degradação.

São inúmeros os dados de perda de biodiversidade e enfraquecimento de ecossistemas no planeta. Segundo o relatório

Panorama da Biodiversidade Global 4<sup>3</sup>, a biodiversidade nos seus três principais componentes — genes, espécies e ecossistemas — vem diminuindo de forma constante (CBD, 2014, p.134). Dentre os diversos informes contidos no relatório Biodiversidade 2010 foram selecionados alguns para mostrar a grave situação da redução da biodiversidade (CBD, 2010):

- 1) As espécies avaliadas em risco estão se aproximando da extinção. Anfíbios enfrentam o maior risco e espécies de corais estão se deteriorando mais rapidamente no seu estado de conservação. Quase um quarto das espécies de plantas é considerado ameaçado de extinção;
- 2) As espécies de vertebrados nas populações avaliadas caíram um terço em média, entre 1970 e 2006, e continuam em queda no mundo todo, com maior impacto sobre as espécies de água doce das regiões tropicais;
- 3) Habitats naturais em algumas partes do mundo continuam a diminuir em extensão e integridade, embora exista um progresso em retardar a taxa de perda de florestas tropicais e manguezais em certas regiões;
- 4) Extensa fragmentação e degradação de florestas, rios e outros ecossistemas também levaram à perda da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos;
- 5) As cinco principais pressões que provocam a perda de biodiversidade — mudança de habitat, sobrecavação,

---

<sup>3</sup> Global Biodiversity Outlook 4.

poluição, espécies exóticas invasoras e as mudanças climáticas — estão constantes ou se intensificando;

- 6) A pegada ecológica humana excede a capacidade biológica da Terra e tem aumentado uniformemente desde que a meta de biodiversidade para 2010 foi traçada.

A diminuição da biodiversidade através da redução e enfraquecimento dos ecossistemas da Terra expõe a humanidade a situações perigosas. A retirada significativa de uma espécie predadora de um ecossistema pode provocar a proliferação de outras (WWF, 2014). Um exemplo é a diminuição do número de anfíbios ocasionando um aumento da população de mosquitos, e isso conseqüentemente facilitará a transmissão de doenças e o aparecimento de pandemias.

Além do mais, a extinção de espécies pode levar à perda de material genético que pode ser usado como medicamento. Uma ciência ainda recente, a etno farmacologia<sup>4</sup> possui diversas linhas de pesquisa farmacológica no uso de componentes bioativos de animais (RODRIGUES, 2006). O Kampô, conhecido como vacina do sapo — *Phyllomedusa bicolor*—<sup>5</sup>,

---

<sup>4</sup> Ciência que visa estudar o conhecimento popular sobre o uso de plantas e animais para fins medicinais e seu potencial para a descoberta de medicamentos.

<sup>5</sup> O autor do livro usou a vacina do sapo quando esteve na floresta amazônica por quatro dias. Apesar de ter uma reação um tanto forte, após o efeito se sentiu bem disposto. Pesquisas (FLORES; MARQUES; RENNER, 2010) mostram que elementos do princípio ativo do Kampô, como deltorfina (potencial uso para tratamento de isquemia) e dermorfina (potente analgésico), podem ser utilizados para tratamento de doenças como Mal de Parkinson, AIDS, câncer, depressão, entre outras doenças, sendo que tais substâncias já são fabricadas sinteticamente.

e usado por povos indígenas ao longo de gerações para tratar de fraqueza do corpo, é um exemplo da tecnologia ambiental que o homem ainda não compreende e não alcançou, e que pode ser perdida. Nesse sentido, existe uma tecnologia biofísica presente na complexidade dos ecossistemas das florestas, operando em nanoescala num regime colaborativo para manter o equilíbrio ambiental que, sem dúvida, é uma tecnologia mais avançada e benéfica (NOBRE, 2014b).

## O ecossistema das florestas

*A voz do vento segredos me conte [E me encante]  
Em caules, folhas, flores e raiz  
É água da vida que nasce da fonte [Bela fonte]  
Vem beber nela pequeno aprendiz  
Da Natureza, dá natureza, DA Natureza, d'A Natureza.  
É verde que aflora do chão e das copas  
Que abraçam ramagens de grandes cipós  
Suaves cantares em sonoras notas  
nos ares cantigas da divina voz  
Da Natureza, dá Natureza, DA Natureza, d'A natureza...  
Martônio Holanda, Florestal.*

Um imenso tapete verde com 6 bilhões de hectares de áreas florestais cobria a superfície da Terra há 6 mil anos. A humanidade durante esse tempo derrubou em média um

milhão de hectares por ano. Países que foram verdejantes, hoje precisam importar madeira<sup>6</sup> e junto com a derrubada das florestas, uma série de benefícios ecossistêmicos são retirados da Terra. São diversas as contribuições ambientais fornecidas pelas florestas: elas fixam o carbono atmosférico; protegem o solo da erosão e degradação; injetam oxigênio na atmosfera; valorizam a paisagem; melhoram a qualidade da água dos rios, represas, lagos e fornecem inúmeros produtos para sustentar a economia das comunidades locais. A floresta representa um patrimônio vivo, rico em biodiversidade, um elemento vital do meio ambiente podendo também ser usada de forma planejada, como espaço para desenvolvimento de atividades sociais, ambientais e econômicas (CORREIA, 2009).

Onde tem floresta com certeza tem água. Funcionando como uma espécie de bomba hídrica, a floresta impulsiona o ciclo hidrológico. Uma parcela das águas precipitadas é absorvida pelas árvores e uma parte escorre para o chão, infiltrando-se no solo permeável da floresta e formando aquíferos gigantes de água doce. No seu desenvolvimento as árvores usam suas raízes com um fino de processo de sucção, retirando a água do solo e passando ao seu caule, numa subida vertical de 30 m a 60 m de altura, por meio de tubulações, sob forma de seiva vegetal. Ao fim do processo elas evaporam a água pelas folhas, transpirando e transferindo imensos volumes de vapor d'água para a atmosfera. O re-

---

<sup>6</sup> Segundo Célia Victorino (AITO, 2007), a Nigéria, até bem pouco tempo, exportava madeira e hoje se vê obrigada a importar.

torno de água transferida pela transpiração das árvores se destaca no reino vegetal, sendo bem maior do que as gramíneas, arbustos e outras vegetações de menor porte (NOBRE, 2014b).

O ciclo de vida de muitos ecossistemas depende da reposição de água para a atmosfera feita pelas florestas. Essa reposição, chamada de evapotranspiração, é um mecanismo vital do ciclo hidrológico, aumentando a umidade atmosférica e provocando novas precipitações locais. A evapotranspiração<sup>7</sup> das árvores emite compostos orgânicos voláteis contribuindo para formar núcleos de condensação na atmosfera, atraindo vapor d'água e funcionando como sementeira de nuvens. Com isso, formam-se nas nuvens gotas maiores e mais pesadas que se precipitam pela ação da gravidade. A concentração de núcleos de condensação nas nuvens<sup>8</sup> multiplica-se por um fator de 100, de uma estação seca para uma estação chuvosa, e isso em grandes áreas de cobertura verde como a amazônia é relevante (SOUZA; VASCONCELOS; MANTOVANI, 2002).

---

<sup>7</sup> Segundo Nobre (NOBRE, 2014b): As folhas das árvores são vaporizadores otimizados de água e painéis solares químicos. As folhas são estruturas de tecnologia absolutamente sofisticada e avançada, e delas não sai só água, saem também outros compostos orgânicos que chamamos de compostos voláteis — os cheiros da floresta.

<sup>8</sup> Os núcleos de condensação podem ser vários — isoprenos, monoterpenos, esquiterpenos, álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas e ésteres — entretanto, o isopreno corresponde a um terço dessas emissões.

## ○ ecossistema da floresta amazônica

A dinâmica da troca de matéria e energia entre a atmosfera e a floresta é muito importante para a manutenção dos ecossistemas da amazônia e dos ecossistemas vizinho. A influência dessa troca é percebida nas regiões da floresta amazônica que estão distantes da influência humana direta, onde as árvores que formam o topo da floresta estão mudando em proporção. O aumento nos níveis de  $CO_2$  estimula as espécies de crescimento rápido e isso sufoca as de crescimento mais lento, pelo excesso de sombreamento. Essa dinâmica diminui a biodiversidade da floresta, reduzindo o número de pássaros e outros animais dependentes das espécies de crescimento lento (FLANNERY, 2007).

Quando essa dinâmica de troca entre a atmosfera e a floresta é alterada por fatores externos como as queimadas, o ciclo hidrológico pode ser alterado, devido à inserção de grandes quantidades de aerossóis na atmosfera. Isso implica no aumento da concentração dos núcleos de condensação nas nuvens, provocando uma alteração da dinâmica de sua formação e podendo diminuir o volume da precipitação.

O tamanho e o número das gotas de água formadas nas nuvens são fatores relevantes nessa dinâmica, visto que uma maior reflexão da radiação solar torna a atmosfera mais fria, e isso acontece quanto maior for a densidade de gotas nas nuvens. Em relação ao tamanho, as gotas com menores raios possuem uma menor capacidade de provocar chuvas. Outro fator relacionado à ausência de precipitação é o aumento da

evaporação nas gotas das nuvens, por estarem mais escuras quando elas absorvem o carbono preto, a fuligem emitida pelas queimadas (PAULIQUEVIS; ARTAXO; OLIVEIRA, 2007).

Das partículas naturais de aerossóis emitidas pela Amazônia, cerca de 60% a 80% atuam como núcleo de condensação de nuvem, e é consenso que 20% a 30% das chuvas na região amazônica são originados pela própria floresta. Portanto, seu desmatamento diminuirá o volume das precipitações trazendo sérias consequências ao seu ecossistema e também a regiões vizinhas (TAVARES, 2012). A imagem da figura 20 mostra a emissão de partículas por queimadas interagindo com as nuvens.

Figura 20 – Queimada em Rondônia mostrando interação das emissões na formação de nuvens.



Foto cedida por M. O. Andrade

Fonte: (FREITAS; LONGO; DIAS, 2005)

A importância da floresta é superior à sua beleza e a sua defesa deve se sustentar por conta de sua relevância ecológica para a vida. Todavia, pelo analfabetismo ecológico a interpretação das florestas para alguns setores da sociedade é estética e não ecológica. Pela ausência de investimento em educação voltada ao meio ambiente e sustentabilidade, a floresta se tornou, para parte da elite, uma espécie de ornamento de paisagismo e não uma necessidade premente para diminuir a degradação dos solos. Isto se vê no modo de habitar do seres humanos, e na dimensão real que dão a vegetação.

A influência desse comportamento elitista por vezes penetra na política relacionada à floresta amazônica e no movimento ambientalista, fazendo da amazônia um palco de debate, estudo, conflito e interesses de ordens diversas. Portanto, há de se desconfiar de parte das regras do ambientalismo internacional, contaminadas às vezes pela ganância do capital, principalmente quando se fala em conservação e internacionalização da amazônia. Também é bom ter um pé atrás com algumas opiniões científicas salvadoras da amazônia e detentoras de uma neutralidade. É salutar refletir calmamente e perguntar: onde esse conhecimento científico salvador da amazônia foi produzido? Quais são realmente os objetivos contidos neles? Biopirataria, interesses futuros em mineração e outros recursos podem estar ocultos nessa neutralidade.

Não se afirma com isso que toda a ciência internacional relacionada à amazônia é prejudicial, e muito menos se

pretende pregar a implementação do monopólio científico nacional sobre a amazônia. Evidencia-se que parte desse conhecimento foi produzido na Europa e nos Estados Unidos, refletindo uma realidade alheia à floresta amazônica e ao seu povo. Na verdade essa ciência e política embasadora das diretrizes a respeito do destino da amazônia são as mesmas que produziram a tecnologia depredativa do meio ambiente a nível mundial, ignorando os saberes ambientais e culturais das comunidades locais. Esses saberes — como os saberes indígenas — são considerados atrasados, entretanto, são reconhecidamente os saberes mais ecológicos e sustentáveis exercidos até o momento para amazônia. A propagação dessa superioridade científica exterior, sobre os conhecimentos locais e seus possíveis interesses, é colocada com clareza por Roseane Bentes (BENTES, 2005, p.237)

A intervenção internacional reforça a predominância na Amazônia de um conhecimento científico que reflete, prioritariamente, os valores e a realidade europeia e norte-americana e que se considera superior aos saberes e às práticas locais, perpetuando o poder da palavra e o papel político de cientistas e tecnoburocratas desenvolvimentistas, decisivos, muitas vezes, nos processos decisórios e monopolizadores do papel de capacitador ecológico, inclusive junto às populações que mais preservaram e que, portanto, têm mais a ensinar ao mundo. Ela pode, portanto, enfraquecer a tradição ecológica da Amazônia e contribuir para a destruição da floresta, em vez de preservá-la.

Nessa ótica é bom também lançar um olhar com reserva para algumas ONGs envolvidas com a amazônia. Em regra geral, as ONGs dependem de doações financeiras e não é uma tarefa fácil conseguir recursos financeiros de bancos e indústrias para criticá-los. Por esses motivos, algumas dessas ONGs preferiram abandonar o caráter político do movimento ambientalista — a crítica ao desenvolvimentismo — e se voltar à conservação e ao estudo das florestas. Os novos objetivos das ONGs agradaram a vários setores, inclusive a elite científica e a indústria farmacêutica. Esses setores apoiaram as ONGs na sua nova trajetória, com financiamento e planejamento político, a ponto de algumas ONGs se tornarem hoje multinacionais ambientais (BENTES, 2005; DIEGUES, 2008).

A desvalorização dos saberes ambientais e a mudança nos objetivos de certas ONGs influenciam nas inserções de ideias e tentativas para o convencimento de que a responsabilidade internacional da amazônia deve prevalecer sobre conceitos atrasados de territorialidade e soberania nacional. Entretanto, existe uma dificuldade em aprovar uma internacionalização das responsabilidades sobre as regulações das emissões poluidoras desses países para com o mundo, como propõe o Protocolo de Quioto.

Parcela dessas emissões poluidoras é resultado do desmatamento da amazônia. A amazônia teve aproximadamente 20% de sua cobertura desmatada e continua sendo a maior floresta preservada do planeta, representando 56% das florestas tropicais da Terra. O ecossistema da amazônia influencia

o ciclo hidrológico, a circulação atmosférica e o transporte de umidade da América do Sul. Quase 60% da precipitação anual na floresta são alimentadas pela evapotranspiração de seus ecossistemas, e sabidamente essas precipitações podem se estender para outras regiões (NOBRE, 2014b; TAVARES, 2012).

Uma parte da água evaporada do oceano atlântico é absorvida pela amazônia e isso totaliza mais de três quartos de sua umidade total. O volume de chuva da amazônia corresponde à metade da umidade que circula em sua bacia, tornando-a uma exportadora de umidade num valor igual a duas vezes o volume precipitado. Um dos beneficiários é o Sul das Américas, recebendo mais da metade dessa exportação (TAVARES, 2012).

Muito embora os números do desmatamento tenha caído nesses últimos anos, isso não quer dizer que o desmatamento parou e muito menos que não é acumulativo. O desmatamento acumulado da floresta amazônica é grande, correspondendo a uma área maior do que a da França<sup>9</sup>. Infelizmente, a tendência do desmatamento é de continuar e se acentuar, com os projetos de construção e asfaltamento de rodovias. Essas rodovias estimularão ainda mais a expansão do agronegócio, que por sua vez trará a urbanização com

---

<sup>9</sup> Segundo Nobre (2014), só de corte raso, nos últimos 40 anos, foram três Estados de São Paulo, duas Alemanhas ou dois Japões. São 184 milhões de campos de futebol, quase um campo por brasileiro. A velocidade do desmatamento na Amazônia, em 40 anos, é de um trator com uma lâmina de três metros se deslocando a 726 km/hora — uma espécie de trator do fim do mundo. A área que foi destruída corresponde a uma estrada de 2 km de largura, da Terra até a Lua.

postos de abastecimentos, um ritmo maior de transformação das florestas em áreas agrícolas e pastos, redução do volume de chuvas e do capital genético, maior incidência de incêndios e uma savanização da paisagem.

A construção de estradas na amazônia é preocupante e está em ritmo crescente. Alguns projetos de pavimentação ainda serão implementados, e outros já pavimentados rompem as fronteiras nacionais, cortando a amazônia transnacional e trazendo ao mesmo tempo desenvolvimento e desmatamento, como descrito abaixo (SOARES et al., 2005):

- 1) Rodovias através dos Andes, ligando não só a Amazônia mas o restante do Brasil a portos no Pacífico, como Callao no Peru e Arica no Chile;
- 2) Pavimentação asfáltica do trecho da rodovia Transamericana entre Assis Brasil, no Acre, e a cidade de Cuzco. no Peru, a qual já se encontra asfaltada da cidade peruana até a costa do oceano Pacífico;
- 3) Vislumbra-se também uma ligação entre Cruzeiro do Sul, no Acre, a Pucalpa, no Peru;
- 4) A possibilidade de se construir uma rodovia ligando Cárceres, no Mato Grosso, a Santa Cruz, na Bolívia. Santa Cruz, localizada no interior da bacia Amazônica, é hoje um centro urbano em franca expansão, com importância econômica maior do que a sua capital La Paz, graças aos seus campos de gás natural.

Projeções da influência de construções das estradas no desmatamento da floresta amazônica foram feitas até o ano de 2050 (SOARES et al., 2005). Dessas projeções ao cenário mais pessimista, chamado de o *mesmo de sempre* — que leva em conta as tendências históricas do desmatamento —, foi adicionado um termo pela pavimentação das estradas. O resultado encontrado em 40 anos estimou uma redução de 40% de floresta amazônica, e para a amazônia brasileira esse número será maior. O outro cenário, com uma melhor governança exercendo atitudes organizadas para diminuir o desmatamento, também foi considerado.

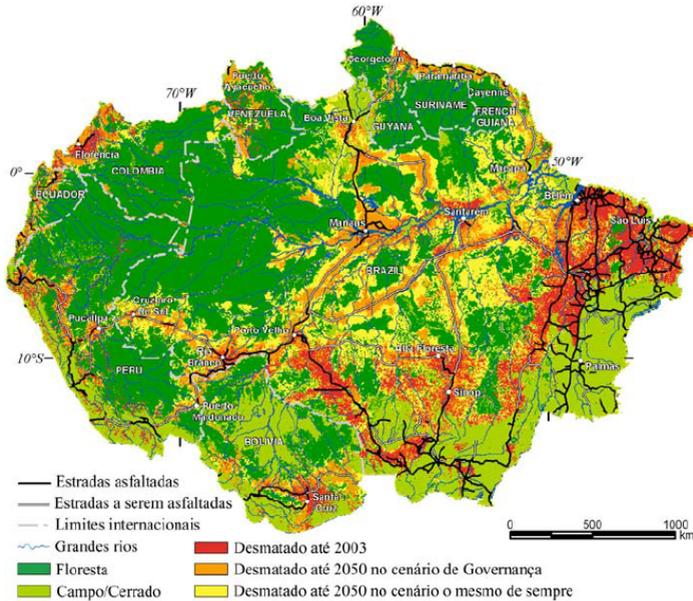
Em termos geográficos, exceto pelas áreas de florestas protegidas, as grandes extensões de florestas do leste do Pará e de todo Mato Grosso sumirão, ressaltando que as áreas de conservação sofrerão efeitos em seus ecossistemas devido às adversidades das mudanças climáticas e do fogo constante, no processo de savanização. A figura 21 mostra a supressão da floresta de acordo com dois esses cenários.

## A circulação atmosférica na amazônia

Gérard e Margi Moss, aviadores ambientalistas, navegaram em rios aéreos quando participaram de um projeto financiado pelo Programa Petrobras Ambiental, para pesquisar amostras de vapor d'água na circulação atmosférica da amazônia. Em 1990 o pesquisador José Marengo, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), usou o termo *Rios Voadores*, para designar massas de ar plenas de

## Mudanças climáticas e ambientais

Figura 21 – Cenários do desmatamento até 2050 comparando um sistema de governança ao sistema *mesmo de sempre*.



Fonte: (SOARES et al., 2005).

vapor de água impulsionadas pelos ventos. Essa circulação de ar é constituída por cursos de água na atmosfera carregando umidade por uma coluna de vapor com milhares de quilômetros de extensão, centenas de largura e cerca de três quilômetros de altura. Em uma das viagens sobrevoando a Amazônia, Gérard Moss pôde registrar visualmente, em grande escala, a dinâmica de reposição de água feita pela floresta (MOSS; MOSS, 2007, p.4),

Estávamos no extremo oeste do Acre, voando próximo à Serra do Divisor, e havia muitas nuvens com chuvas esparsas na região. Foi então que vi, pela primeira vez, a floresta funcionando como recicladora de umidade. Logo após a passagem de uma chuva, a floresta começava a devolver a umidade para a atmosfera. Nós víamos as pequenas nuvens saindo como bafo de vapor entre as copas das árvores. Em contraste, essas nuvenzinhas nunca vi surgindo das pastagens que têm substituído as florestas.

A formação dos rios voadores exige uma complexa contribuição de aspectos climáticos e ambientais. A massa de umidade dos rios voadores é fornecida pela amazônia tropical e pela água evaporada do oceano Atlântico transportada pelos ventos alísios<sup>10</sup>. A grande cobertura florestal da amazônia funciona como um espécie de motor de sucção, e devido à sua capacidade de condensação faz a umidade dos ventos desaguar em chuvas. Num processo de retroalimentação, novamente a floresta repõe uma parcela da água, pela evapotranspiração, para a circulação atmosférica. Essa dinâmica suga a corrente, acelerando-a para o interior da amazônia.

Quando a corrente encontra o fluxo de umidade a leste dos Andes, parte dela se precipita e auxilia na formação das cabeceiras dos rios amazônicos. Depois, parte do excedente de umidade desvia para o sul levando água para o Paraguai, Bolívia, todo o Centro Oeste do Brasil, Minas Gerais, São Paulo e às vezes chegando aos estados da Região Sul (MOSS; MOSS, 2007; MARENGO et al., 2004).

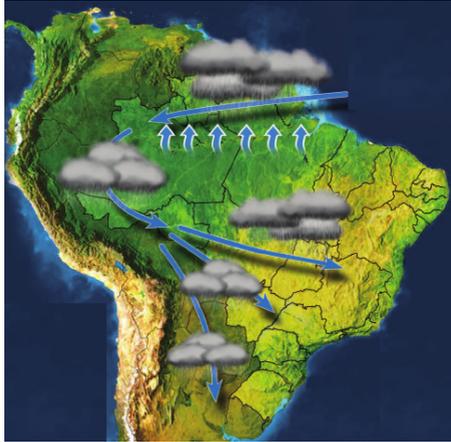
---

<sup>10</sup> Ventos alísios sopram dos trópicos para o equador.

O serviço feito pela floresta amazônica não tem preço para os povos da América do Sul, e principalmente para o Brasil. Reciclar a água fornecida pelo oceano atlântico, devolvendo-a na forma de umidade e alimentando rios voadores, servindo como irrigador aéreo para o sul, são serviços essenciais para o equilíbrio da vida em diversos aspectos. Além desses benefícios, a floresta infiltra água no solo provendo lagos, rios e mananciais, e auxiliando a abastecer o consumo humano nas grandes cidades, também mantendo serviços de geração da energia hidroelétrica. A amazônia ocupa um lugar fundamental nos ecossistemas do mundo, por isso fica evidente a clareza das palavras do professor Antônio Nobre (2014,p.37): “a Amazônia é uma poderosa e versátil usina de serviços ambientais”.

Na figura 22 está representada a importância da cordilheira dos Andes para o clima, auxiliando no desvio da circulação atmosférica para o sul e confirmando o dito popular do povo nortista, segundo o qual o Acre é onde o vento faz a curva. Essa diferença de umidade no exuberante verde do Brasil, testifica uma singularidade geográfica que não é vista nas latitudes da região Centro Oeste a nível mundial, onde o clima é mais seco com desertos e savanas. Certos serviços ambientais amazônicos já foram quantificados. Os estudos do balanço hídrico da amazônia remontam a década de 1970, iniciados por Enéas Salati, que liderou estudos observacionais de chuva e evaporação demonstrando que a reciclagem de água feita pela floresta mantém o ar úmido por mais de 3.000 km continente adentro (SALATI et al., 1979).

Figura 22 – Desvio da circulação atmosférica ao chegar na cordilheira dos andes.



Fonte: (MOSS; MOSS, 2007) (Adaptado pelo autor).

A evapotranspiração faz da árvore uma bomba d'água natural. Estima-se que uma árvore de grande porte, com uma copa de 20 metros, bombeia 1100 litros em um dia para a atmosfera, e cerca de 5,5 milhões de quilômetros quadrados de floresta cedem a atmosfera 20 bilhões de toneladas de água. Esse número representa uma quantidade de água maior do que o rio Amazonas — o mais caudaloso do mundo —, desaguardo por dia no oceano 17 bilhões de toneladas (MOSS; MOSS, 2007; SALATI et al., 1979; FEARNESIDE, 2005).

A floresta é um ecossistema maravilhoso, trazendo só benefícios para humanidade. Faz parte de um círculo virtuoso com a seguinte dinâmica: onde tem muita floresta

chove muito e onde chove muito tem muita floresta. Uma troca ambiental onde existe uma retroalimentação, *a floresta chamando chuva e a chuva fazendo a floresta crescer*.

Examinando esses números e comparando com o consumo hídrico do ser humano — o qual em média precisa de 150 litros de água por dia — vemos a importância das árvores. Sem dúvida nenhuma, o desmatamento das florestas nessas quatro décadas anteriores cobrará um preço alto para a humanidade, e quando a conta vier não terá ampliação de prazo, nem renegociação e nem importará o lucro obtido pelo agronegócio, como enfaticamente afirma Nobre em entrevista dada ao jornal Valor (NOBRE, 2014a, p.sn),

Foram destruídas 42 bilhões de árvores em 40 anos, cerca de 3 milhões de árvores por dia, 2.000 árvores por minuto. E o clima que sente cada árvore que é retirada da Amazônia. O desmatamento sem limite encontrou no clima um juiz que conta árvores, não esquece e não perdoa.

O clima não dá a mínima para a soja, para o clima importa a árvore. Soja tem raiz de pouca profundidade, não tem dossel, tem raiz curta, não é capaz de bombear água. Os sistemas agrícolas são extremamente dependentes da floresta. Se não chegar chuva ali, a planta morre.

Além de água as plantas produtoras de alimentos precisam ser polinizadas. A polinização de boa parte das plantas são feitas por insetos que em grande parte estão nas matas. Com o desmatamento e até mesmo com fragmentação de florestas, a saúde do ecossistema da floresta é agravada pela

diminuição da biodiversidade. Abelhas, vespas e outros insetos são bastante sensíveis a qualquer mudança ambiental e morrem. Com a diminuição de insetos polinizadores, diminui também a reprodução das plantas, inclusive da soja, feijão, verduras e outras que servem de alimento para a sociedade (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009)

Mais dois importantíssimos serviços ambientais são realizados pela floresta amazônica. Porque não existe deserto perto das florestas? Porque também não existem furacões e ciclones nas suas proximidades? As florestas, são também freadoras de vórtices climáticos. O dossel da florestas, quando atrita com a turbulência atmosférica, promove a precipitação de chuvas regulares e uniformes em grandes extensões. Isso impede a concentração de energia do ventos pelo controle do vapor d'água, o que diminui o fluxo da energia alimentadora das tempestades, tormentas e tornados (MARENGO et al., 2004; NOBRE, 2014b) .

O outro benefício da floresta amazônica é o impedimento do processo de desertificação natural. Pelo exposto acima a amazônia produz umidade, que é a distribuição de água no ar. Na atmosfera a água não está distribuída de forma homogênea, e sua concentração é maior na linha do equador. Uma das características do deserto é possuir uma porcentagem de umidade menor do que 12%. A condição de baixa umidade — desertificação — não se estabelece no inverno brasileiro, mesmo quando recebe o ar seco oriundo da Patagônia, por causa das florestas que suprem a atmosfera com umidade. Esses são mais dois segredos e benefícios da floresta amazô-

## Mudanças climáticas e ambientais

nica — entre muitos ainda não descobertos — trazendo um equilíbrio no clima e livrando o Brasil de eventos extremos e desertificação, fenômenos com alto poder de destruição (NOBRE, 2014b).

---

## A crise da água

---

*Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão.*

*Águas que banham aldeias e matam a sede da população.*

*Guilherme Arantes, Planeta Água.*

**C**obrindo aproximadamente 70% da superfície da Terra, a água possui um volume total de 1,4 bilhão de  $km^3$  (SHIKLOMANOV, 1998) e está presente em toda forma de vida. Somente uma pequena parte de 3% da água é doce, e uma fração ainda menor pode ser encontrada como água potável. Além de compor a vida de forma direta no nível biológico, a água também mantém as condições de vida no nível externo. A sua abundância nesse planeta, associada ao seu alto calor específico<sup>1</sup> impede a ocorrência de variações altas na temperatura média da Terra e proporciona um clima

---

<sup>1</sup> Parâmetro físico que caracteriza a resistência de um material em variar sua temperatura diante da absorção de calor.

estável em determinadas regiões. O fenômeno de grandes variações térmicas pode ser facilmente percebido nos locais em que há pouca água, como os desertos, onde o dia é excessivamente quente e a noite muito fria.

Na atmosfera da Terra existe uma grande quantidade de água na forma de vapor, que retém calor suficiente para permitir o estabelecimento de uma faixa de temperatura viável à sobrevivência do ecossistema, isto é, adequada a vida<sup>2</sup>. Essa dinâmica de absorção e reflexão de energia térmica do planeta constitui um fenômeno chamado de efeito estufa.

A implementação do uso sustentável da água, tanto na quantidade quanto na qualidade, é o desafio do século XXI (PNUMA, 2011) por um motivo básico: o ser humano não consegue sobreviver sem ela. Até mesmo para viver com qualidade de vida nos aspectos pessoal, familiar e social, a humanidade depende do acesso aos recursos hídricos. Em relação à estrutura da sociedade, a água mantém a dinâmica da produção de alimentos, influencia na produção industrial e obviamente na atividade comercial, destacando-se como nosso bem material mais precioso, estando presente nas relações da vida humana em todos os contextos, de forma direta ou indireta. Diante da sua extrema importância é preciso saber usar a água e resguardá-la para o futuro, porque estudos mostram que as perspectivas da humanidade com respeito à água, sua disponibilidade, pureza e distri-

---

<sup>2</sup> Fenômeno único, pois nos planetas vizinhos, sem a presença da água, as variações de temperatura podem chegar a 50 graus Celsius, o que inviabiliza a vida como conhecemos.

buição, são obscuras e preocupantes nas próximas décadas (UNESCO, 2012; WWF, 2014; TUNDISI, 2008).

Um ser humano precisa beber em média de 2 a 3 litros de água por dia<sup>3</sup>. Em média cada pessoa usa 200 litros diários na sociedade atual, todavia esse valor é muito variável dependendo da cultura e da educação que cada cidadão tem. Em 2012, um indivíduo em Nova York usava em média 300 litros por dia, no Japão 600 litros, pessoas mais abastadas de Brasília chegam a consumir 1000 litros, enquanto à média africana nos países mais pobres é de 15 litros por dia<sup>4</sup>. Comparado à média anual, o consumo de água dos países mais ricos é elevado para o contexto atual de disponibilidade hídrica mundial. Focando no Brasil, um agravante é o desperdício individual de água chegando a quase 200 litros por dia, sendo o banho uma das atividades onde o desperdício é maior, próximo de 80%. Observe alguns números fornecidos pela pesquisa de Célia Victorino (AITO, 2007):

- 1) Um banho de 15 minutos consome 60 litros de água. Num banho de imersão são gastos 350 litros;
- 2) Na descarga de válvula em vaso sanitário joga-se fora 18 litros de água, ou 6 litros quando a descarga é acoplada;

---

<sup>3</sup> De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a proporção de consumo de água ideal para um adulto saudável é de cerca de 35 ml por quilograma de peso.

<sup>4</sup> A OMS estabelece o consumo mínimo per capita de cem litros diários de água — o suficiente para uma pessoa saciar a sede, ter uma higiene adequada e preparar os alimentos.

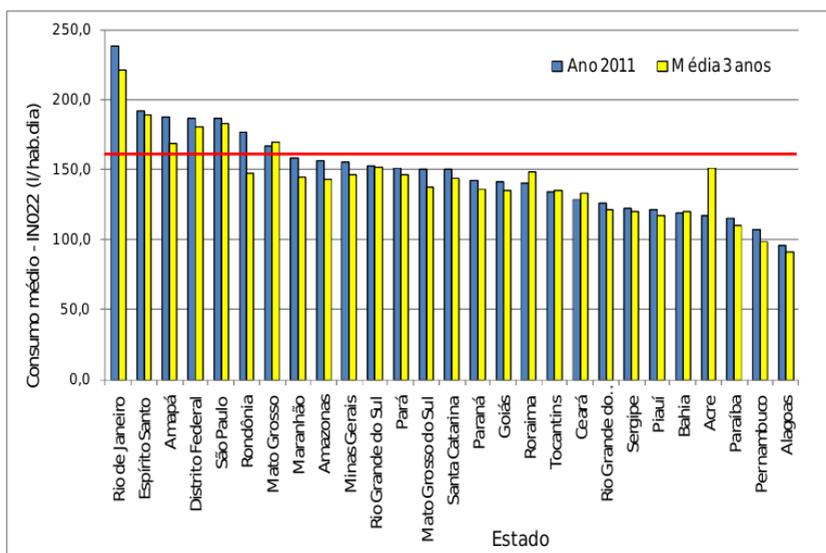
## Mudanças climáticas e ambientais

- 3) Durante a escovação dos dentes, com torneira aberta, chega a se gastar 25 litros de água limpa;
- 4) Para lavar e enxaguar 10 quilos de roupa na máquina, são necessários 140 litros;
- 5) No tanque com a torneira meio aberta, até 117 litros escoam pelo ralo durante 15 minutos em uma casa, e 280 litros em um apartamento;
- 6) Sem fechar a torneira, ao lavar a louça, desperdiçamos 60 litros de água tratada;
- 7) Uma torneira aberta gasta de 12 a 20 litros por minuto, e se estiver pingando são 46 litros por dia;
- 8) A lavagem das calçadas com mangueira consome 4 litros por minuto, portanto lavar o carro durante 25 minutos consome 100 litros.

Considerando apenas alguns dos itens acima, uma pessoa com alto consumo pode economizar, no seu dia a dia, uma quantidade próxima de 200 litros de água. Um valor alto comparado com o nível mínimo necessário de água por pessoa, indicado pela Agenda 21 para o atendimento das necessidades mais básicas, que é de 40 litros/dia. No Brasil, o consumo de água também varia de região para região, com vários fatores de dependência. Na figura 23 o gráfico do Sistema Nacional de Recursos Hídricos informa o consumo urbano médio per capita de água dos estados do Brasil em 2011, de aproximadamente 160 litros/hab/dia.

O maior consumo possível foi do Rio de Janeiro, de 240 litros/hab/dia, e o menor foi de Alagoas, com aproximadamente 90 litros/hab/dia.

Figura 23 – Consumo médio per capita em 2011 e média dos últimos 3 anos nos estados do Brasil.



Fonte: Sistema Nacional de Recursos Hídricos (2011)

A projeção do aumento da população mundial em 2050 para aproximadamente 9,1 bilhões de pessoas resultará num aumento significativo na demanda de água, acentuando a crise hídrica já presente em alguns países, a qual dá sinais de se expandir para um nível global. Estimativa da ONU prevê que em cinquenta anos, mais de quatro bilhões de

pessoas sofrerão com a falta de água e o seu consumo cairá para uma média de 50 litros por dia, refletindo seriamente na produção de alimentos e na quantidade de empregos. Outro aspecto a ser considerado é o modo de vida influenciando no consumo de água. Por exemplo, a forma de vida rural utilizando essencialmente poços e sem água encanada consomem menos água do que o modo de vida urbano. O consumo nos países desenvolvidos no século XX cresceu significativamente. Nos Estados Unidos de 1900, um cidadão comum consumia medianamente 10 m<sup>3</sup> de água por ano, e hoje ele consome 200 m<sup>3</sup> (AITO, 2007). O aumento de consumo de água aconteceu também em outros países desenvolvidos e os motivos são os mesmos: crescimento da população, crescente urbanização, as escolhas tecnológicas e a gestão dos recursos hídricos (UNESCO, 2012).

O consumo de água se divide em três setores principais. O mais importante é o setor doméstico — o qual obviamente inclui água para beber —, que é ao mesmo tempo o setor onde se consome menos água. Quanto aos outros setores, o maior consumo é do setor agrícola seguido do setor industrial. Na Ásia central e nos países desenvolvidos o consumo do setor agrícola chega a 90% do total, na América do Sul a 40 %, na Europa e Rússia chega próximo de 30 % enquanto a média mundial é próximo de 68 % (UNESCO, 2012).

A sucção das águas subterrâneas no mundo aumentou muito no último século — triplicando nos últimos 50 anos —, e continua a aumentar de 1 a 2% por ano. A maior parte desse aumento foi destinado para a agricultura na produção

de alimentos e para o desenvolvimento rural. Entretanto, o alerta é sempre recorrente, a capacidade desses aquíferos não é infinita, muitos deles não são renováveis e no presente momento a disponibilidade de águas subterrâneas não renováveis tem alcançado limites críticos (UNESCO, 2012).

Alguns países já possuem estudos a respeito do seu potencial hídrico e estão cientes das consequências do consumo de água dentro de limites críticos. A escassez de água e as consequências de uma extração desmedida não farão distinção entre nações, sejam elas ricas ou pobres. Para se ter uma ideia da premente escassez de água, a Inglaterra e mais 50 países em 2020 estarão com dificuldades de acesso à água. Com a crescente extração dos recursos hídricos aumentando a cada dia, e seu consumo dobrando a cada 20 anos, aumentam as probabilidades de conflitos. Situações preocupantes podem ser descritas (AITO, 2007, p.29):

A Arábia Saudita extrai 7 bilhões de metros cúbicos por ano do subsolo; se continuar nesse ritmo, suas reservas estarão esgotadas no ano 2048. No México, a capital explora seus aquíferos desenfreadamente, o que vem causando o afundamento do solo da cidade. Em consequência, edifícios, metrô, rodovias e até a catedral sofrem rachaduras e ondulações. No Arizona o Rio Santa Cruz desapareceu devido a exploração de minas d'água subterrâneas, e na Flórida fundações se fenderam e [...] buracos se formaram. De fato, a extração contínua pode ter efeitos rápidos e trágicos, como também, gerar efeitos imperceptíveis provocando o desaparecimento de pássaros, borboletas, peixes e até mesmo das árvores.

Os conflitos pela água tem dimensões geográficas, pois o acesso a água doce do planeta — só 0,27% do total —<sup>5</sup> se encontra com fácil acesso em rios, lagos e mananciais. Devido a esses problemas, uma política de educação para conservação, preservação e distribuição da água deve ser sempre incentivada, lembrada e executada (BACCI; PATACA, 2008). O aumento da demografia irá trazer consequências inerentes, como problemas de infraestruturas, saneamento, poluição ambiental e mais consumo de água. A pergunta a ser feita é: até quando os ecossistemas hídricos, cada vez mais enfraquecidos, poderão suprir essa demanda? Desde 2003 a ONU alertava que as nossas atitudes — poluição, desperdício e desmatamentos — são os principais motivos para a causa da escassez de água, porque enfraquecem os ecossistemas nas regiões dos mananciais e com isso impedem o acúmulo das águas.

Mesmo com a ocorrência de precipitações de grande porte em determinados locais, a quantidade de água não supre a deficiência hídrica provocada pelo crescente aumento da demanda e por anos seguidos de seca em algumas regiões, fato explicado pelo potencial de regularização hídrica da mudança climática de gerar secas em quase toda parte da Terra (FLANNERY, 2007).

---

<sup>5</sup> O Brasil possui 13% da água doce disponível do planeta, e cerca de 80% dessa água está concentrada na Região Hidrográfica Amazônica onde vivem pouco mais de 5% da população brasileira. Isso mostra uma desigualdade extrema na distribuição da água.

## Importância dos oceanos

Apesar de toda abundância de água na Terra, paradoxalmente, em algumas regiões se enfrenta problemas de escassez de água potável e no decorrer do século XXI uma crise hídrica global estará emergindo. A maior abundância de água na Terra é de água salgada, imprópria para o consumo humano mas com muita influência na sustentação da vida no planeta.

Nas décadas anteriores surgiu uma divulgação de que a amazônia era o pulmão do mundo. Um ledô engano, porque os oceanos produzem em torno de 50% do oxigênio na Terra e além disso são responsáveis por outras demandas ambientais. A influência da dinâmica do oceano no mundo e na vida humana é indiscutível, porque ele realiza a interface entre a água líquida e a atmosfera trocando calor, absorvendo e liberando elementos, entre eles o dióxido de carbono e o oxigênio. A produção de oxigênio é feita nos oceanos pelas algas e fitoplânctons, estes últimos criaturas microbiológicas que servem de base alimentar para muitas cadeias tróficas. O oceano é também a fonte de alimento para uma grande biodiversidade, principalmente para os seres humanos, fornecendo peixes ao longo dos milênios e influenciando geograficamente na economia dos países.

As águas dos oceanos se movimentam por meio de uma circulação, executando um papel primordial na distribuição de calor no planeta. A circulação das águas marinhas leva

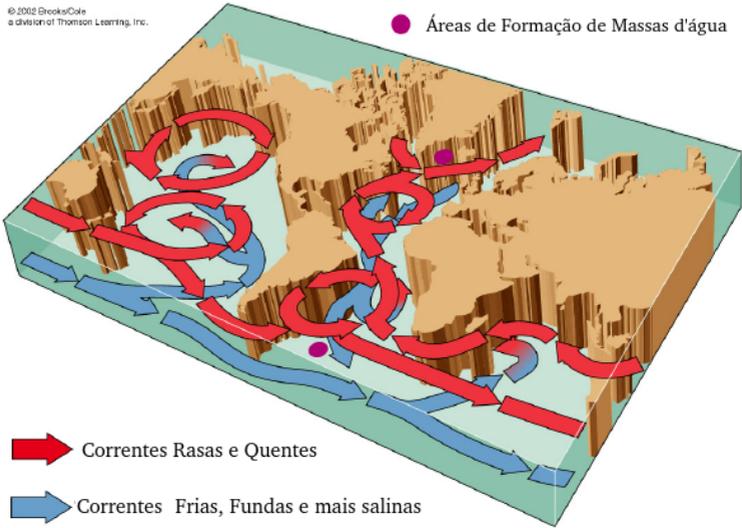
energia do equador para os polos, contribuindo com 10% à 20% da distribuição de calor na Terra. Muitos fatores estão relacionados nessa circulação: densidades das águas superficiais, excesso de evaporação, aumento de precipitação nos oceanos, aumento de salinidade, entre outros (MCPHADEN, 2002).

Uma importante circulação chamada termohalina, representada pelas setas na figura 24, é conhecida como corrente transportadora, funcionando como misturadora de águas oceânicas, em ciclos de 500 a 1000 anos (HATJE; COSTA; CUNHA, 2013). A termohalina equilibra a concentração de oxigênio entre as águas profundas e rasas, e sua origem está na formação de gelo nos polos, onde as massas de águas perdem calor para a atmosfera, aumentam a salinidade e afundam por causa do aumento da densidade. A corrente termohalina correspondem a 80-90% do volume de água dos oceanos, exigindo uma dinâmica de variações de densidade, fluxo de sal e calor (MCPHADEN, 2002).

Pesquisas químicas apontam presença de componentes estranhos nas águas dos mares. O adensamento populacional perto dos oceanos — aproximadamente 60% da população mundial vive numa faixa de distância de 0 a 60 km dos oceanos —, principalmente os centros populacionais localizados em regiões costeiras, descarregam 70% de sua carga poluidora no mar, através de rios e da atmosfera (PNUMA, 2011).

Toda essa poluição acumulada traz uma alteração química no oceano e isso representa um grande perigo para a

Figura 24 – Circulação oceânica termohalina.



Fonte:Brooks/Cole 2002

humanidade . Um dos fatores mais graves do analfabetismo ecológico é a poluição dos mares com plásticos<sup>6</sup> oriundos de embalagens, objetos e toda uma parafernália de produtos produzidos para o uso humano, que depois são descartados como lixo (MILLERO et al., 2009). Outro fator relevante é a acidez dos oceanos. E qual é a forma de se medir a acidez

<sup>6</sup> Uma diversidade de produtos está inclusa na categoria plásticos, em regra geral são todas as substâncias sintéticas derivadas do petróleo como: isopor, fibras, borrachas, espumas e muitas outras.

dos oceanos? pelo pH<sup>7</sup>. E um dos fatores que aumenta o pH é a absorção do  $CO_2$ .

Desde a primeira revolução industrial, o lançamento de  $CO_2$  na atmosfera vem crescendo e o oceano absorve aproximadamente 25% das emissões anuais de  $CO_2$  antropogênico. Aos poucos o oceano se tornou um acumulador de carbono (HATJE; COSTA; CUNHA, 2013; COX et al., 2000). A dinâmica de sequestro de carbono segue o seguinte padrão: quanto mais dióxido de carbono for introduzido na atmosfera, mais dióxido de carbono será absorvido pelo oceano.

A continuidade desse processo por séculos tem criado um excesso de carbono no oceano. Tal dinâmica remete às seguintes perguntas: para onde está indo o  $CO_2$  absorvido em excesso pelo mar nesses últimos séculos? O que pode acontecer quando essa concentração de carbono se supersaturar?

O processo equilibrado de sequestro do dióxido de carbono é feito pelas calotas polares, pois o  $CO_2$  se dissolve nas águas geladas dos oceanos polares, principalmente no Antártico, reagindo com água e íons de cálcio, gerando carbonatos e bicarbonatos. Nas altas latitudes, o processo de congelamento da água de superfície exclui o sal marinho para as águas abaixo do gelo, e isso aumenta a densidade da água fazendo surgir as correntes oceânicas profundas. A submersão da água salgada leva para as camadas profundas dos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico o  $CO_2$  na forma de

---

<sup>7</sup> Símbolo da medida físico-química do potencial hidrogeniônico, um indicador da acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa.

carbonato, num processo retentor de carbono atmosférico por milhares e milhares de anos (COX et al., 2000; MILLERO et al., 2009).

Graças a essa dinâmica o pH da água dos mares tem se mantido entre 7,4 e 8,5, entretanto, desde do começo da revolução industrial já aumentou em aproximadamente 30% a concentração de íons de hidrogênio ( $H^+$ ), significando uma redução de 0,1 do pH (HATJE; COSTA; CUNHA, 2013; COX et al., 2000). Porém, todo sistema possui ponto de saturação, esgotamento e conseqüentemente, de liberação. Estudos estimam que até 2100 os mares polares não conseguirão absorver o excesso de carbono atmosférico antropogênico, devido à saturação de carbonato no fundo dos oceanos.

A saturação de carbono no oceano pode trazer graves problemas ambientais e climáticos, pois ainda é incerta a relação do nível de concentração de dióxido de carbono no oceano e a quantidade de gás metano acumulado abaixo do leito oceânico. O mais certo é que o excesso do dióxido de carbono e carbonato no oceano se dissocie sob a forma de ácido carbônico, diminuindo o pH da água do mar, isto é, tornando-a mais ácida (WWF, 2014).

Essa acidificação terá conseqüências desastrosas para os ecossistemas em geral, porque os organismos marinhos, segundo dados geológicos, não experimentaram aumento de acidez tão veloz nos últimos 20 milhões de anos, e a acidez oceânica atual é cerca de 100 vezes mais rápida em relação à última ocorrida.

A água mais ácida se tornará mais *corrosiva* e afetará os organismos produtores de conchas e corais, comprometendo seriamente a sua reprodução. Por consequência, o declínio de recifes e corais tem implicações na produção de peixes — já tão fragilizados pela sobrepesca praticada atualmente — e reflexos nas atividades de turismo (WWF, 2014).

Uma das consequências mais graves da acidez oceânica é a diminuição de sua capacidade de absorver o dióxido de carbono. Isso trará o aumento de sua concentração na atmosfera, gerando mais efeito estufa e maior elevação da temperatura do planeta (FLANNERY, 2007; COX et al., 2000). No entanto é importante ressaltar que a acidez oceânica não é provocada pela mudança climática e sim pelas mudanças ambientais<sup>8</sup>, isto é, um resultado direto da emissão de gases estufa oriundos das atividades antrópica no meio ambiente.

Outros contaminantes dos oceanos são apontados por alguns trabalhos científicos (HATJE; COSTA; CUNHA, 2013; PASCAL; FLEEGER; GALVEZ, 2010). Essas pesquisas analisaram a composição química das águas oceânicas identificando presença de substâncias novas e aumento de poluentes já existentes, tornando o pH do oceano mais ácido. As pesquisas usaram como base inicial de valor o pH de 8,1 no ano de 2000. Millero e colaboradores (MILLERO et al., 2009) fizeram projeções de valores do pH dos oceanos para os seguintes anos: 8,0 em 2050, 7,9 em 2070, 7,8 em 2075, 7,7 em 2100, 7,6 em 2150, 7,5 em 2200 e 7,4 em 2250.

---

<sup>8</sup> A mudança climática é acelerada pela emissão de  $CO_2$  para a atmosfera. Entretanto, essa emissão é feita pelas mudanças ambientais antrópicas, como o desmatamento e a urbanização.

## A escassez da água

Sem a água não há vida, e a dificuldade ou facilidade em obtê-la determinará qual o tipo de desenvolvimento, sociedade e política teremos no futuro. A água é uma necessidade básica de todos os ecossistemas, uma garantia de possibilidade da vida futura. Quando as pressões sobre os recursos hídricos aumentarem, a sua posse poderá se tornar motivo de conflitos entre as nações (BACCI; PATACA, 2008; UNESCO, 2012). Os argumentos das tensões se pautam nos cursos de águas transnacionais — grandes rios, águas subterrâneas — onde todos se acham proprietários. Atualmente inúmeras dessas tensões já ocorreram, a exemplo da advertência feita à Etiópia pelo governo Egípcio, com declaração de guerra, para que a Etiópia não diminua o fluxo de água do Rio Nilo. Situações conflituosas se espalham no mundo pela posse da água, e são apontadas novamente em Terra Planeta Água (AITO, 2007, p.21):

A Síria já colocou até tropas na fronteira com a Turquia para impedir que o país vizinho utilize suas reservas de água. Na fronteira de Israel a situação é semelhante. No Sudeste Asiático, o Laos está em conflito com a Tailândia por este querer represar o Mekong, [...]. Egito e Uganda lutam pelo rio Nilo, que é sua fonte de vida, já que o futuro da água no território egípcio é quase zero, [...]. Bangladesh, Índia e Nepal em conflito pelo rio Ganges e assim por diante, em todo o canto do planeta, com tendência de aumentar.

No Brasil, indícios de escassez hídrica estão aparecendo onde não existia, pois uma parte do Sudeste brasileiro tem vivenciado o racionamento de água. Adicione a redução da precipitação nessa região — lembrar do desmatamento das florestas —, um aumento da demanda por água pelo crescente consumo e uma maior urbanização provocada pela escalada demográfica. Os resultados são óbvios os reservatórios abastecedores da grande São Paulo operam no nível de alerta, a ponto de usar a água do volume morto — reserva de água abaixo do nível das comportas —, uma quantidade de água que possui a capacidade de abastecer a megalópole por apenas quatro meses.

A situação requer um planejamento bem pensado, com programas de educação sustentável no uso da água e outras políticas de recursos hídricos (KRASILCHIK; CARVALHO; SILVA, 2010). Em breve, São Paulo terá que ir buscar água a 150 km de distância e isso é só a ponta do iceberg, pois não há garantias de fornecimento de água no regime climático e nem certeza de que a 150 km de distância haverá água. Uma seca nessa região terá consequências relevantes porque há muito em jogo, em razão de que uma megalópole com aproximadamente 14 milhões de pessoas sem água pode resultar em estressores sociais com sérias implicações.

Com efeito, a falta de água recai imediatamente na produção de energia hidrelétrica<sup>9</sup>, com consequências diretas

---

<sup>9</sup> A respeito da falta de água, a seca em 2001 deu uma forte lição na sociedade, com os apagões de energia nos principais centros populacionais diminuindo o ritmo da produção industrial e agrícola, originando uma caça por culpados e resultando numa acusação coletiva.

na produção industrial e no setor de irrigação fornecedor de alimentos. Como um efeito dominó, a redução da produção industrial implicará em redução de emprego e a falta de água na irrigação implicará em falta de comida. Portanto, imaginar centros urbanos com alta densidade demográfica, pessoas com sede, fome e sem recursos é um quadro nada animador, e com facilidade de provocar uma convulsão social.

As causas da escassez de água na região Sudeste são várias: má gestão de recursos hídricos, falta de incentivo para educação ambiental e sustentável, cultura do desperdício, desmatamento do cerrado e principalmente da amazônia. A contribuição do desmatamento das florestas brasileiras para a escassez dos recursos hídricos no Sudeste do Brasil já passou do patamar de especulação para o de consenso científico (FEARNSIDE, 2005; NOBRE, 2014b; MARENGO, 2007).

A origem do desmatamento está no projeto desenvolvimentista do Governo Federal para o desenvolvimento do Centro-Oeste e da Região Norte, com construção de estradas, infraestruturas e aumento da atividade pecuária e agrícola, sem levar em consideração benefícios ecológicos como a exportação de água fornecida pelas florestas para a região Sul (FEARNSIDE, 2005).

Pesquisas apontam que a maior parte da precipitação na estação chuvosa de São Paulo e do Rio de Janeiro depende do vapor d'água amazônico provindo principalmente das florestas de Rondônia, Acre, Oeste do Amazonas e Bolívia. Outras pesquisas mostram que o desmatamento do cerrado diminui

o aporte hídrico dos aquíferos subterrâneos alimentadores dos rios dessa região (FEARNSIDE, 2005; LOCATELLI et al., 2011; BARBOSA, 2014).

O desmatamento nessas áreas possui uma influência maior nas secas no Sudeste, mas com isso não está se dizendo que ele não influencia em outras áreas amazônicas. Qualquer desmatamento na região amazônica incide no volume hídrico que chega nas outras partes da floresta e conseqüentemente afeta o volume de água exportado para outras regiões.

O desmatamento não destrói só o bioma da Amazônia, ele praticamente elimina o bioma do cerrado, possuidor de importante serviço ecossistêmico. A função do cerrado é muito especial para os aquíferos abastecedores dos rios que cortam o Centro Oeste e correm para outras regiões. Uma das maiores autoridades em cerrado, o professor Altair Sales Barbosa — autor de vários livros sobre o cerrado — é categórico ao afirmar que o cerrado como bioma já não existe mais, e sem ele alguns reservatórios de água vão secar (BARBOSA, 2014).

O fim do cerrado é fruto de um planejamento irrefletido na busca do aumento da produtividade de alimentos, sem uma análise criteriosa dos prejuízos ecológicos e ambientais futuros. Tal projeto incluiu o cerrado numa política de expansão agrícola a todo vapor, e isso promoveu a alteração na qualidade do seu solo com uso contínuo de adubos, fertilizantes químicos e grandes desflorestamentos. A somatização desses processos alterou a impermeabilidade do solo, e isso

diminuiu a infiltração de água afetando a capacidade hídrica dos lençóis freáticos (BARBOSA, 2014).

Muitas nascentes brotantes do cerrado alimentam grandes bacias hidrográficas do Sul. Um dos fatores que propiciam essa infiltração hídrica são as plantas do cerrado que enraízam dois terços do seu corpo dentro da Terra, tornando o seu sistema radicular um facilitador da alimentação do lençol freático quando a chuva cai. Entretanto, com a retirada da cobertura vegetal do cerrado, essa dinâmica foi interrompida e a tendência dos aquíferos é diminuir o seu volume (BARBOSA, 2014).

O nível dos aquíferos está caindo anualmente, pois o crescente agronegócio retira água numa demanda cada vez maior das áreas de recarga, sem dar tempo à reposição hídrica. A tendência desse processo é fazer os rios secarem por falta de alimentação pelos aquíferos, como alerta em entrevista Altair Sales Barbosa (BARBOSA, 2014, sn):

Em média, dez pequenos rios do Cerrado desaparecem a cada ano. Esses riozinhos são alimentadores de rios maiores, que por causa disso, também têm sua vazão diminuída e não alimentam reservatórios e outros rios, de que são afluentes. Assim, o rio que forma a bacia também vê seu volume diminuindo, já que não é abastecido de forma suficiente. Com o passar do tempo, as águas vão desaparecendo da área do Cerrado.

## Água poluída

Com a contínua degradação ambiental, desmatamentos e a escassez de água aumentando, a previsão para o mundo é de mais tensões. É por isso que se tornam imprescindíveis planejamentos imediatos, com o objetivo de garantir reservas hídricas potáveis para o futuro. A água é como se fosse o sangue da Terra, mantendo os ecossistemas vivos. As atividades humanas, usando os recursos naturais, transformando as paisagens, poluindo o meio ambiente e enfraquecendo os ecossistemas, estão modificando a circulação hídrica planetária e a composição da água no mundo. Esse comportamento trará consequências drásticas para a humanidade.

A educação pode mitigar a poluição dos recursos hídricos de diversas formas. Observe o exemplo das bacias hidrográficas — elementos do meio ambiente fornecedores de essenciais serviços ambientais — que são modificadas diretamente pela ocupação humana e pela ação dos diversos grupos sociais. A mitigação da degradação ambiental da bacia hidrográfica pode ser realizada por processos educacionais, conscientizando os estudantes através de uma visão integrada e interdisciplinar de que as ações antrópicas ou naturais são capazes de fazer sérias transformações na bacia, além de alertar para a importância da manutenção dos ecossistemas (BACCI; PATACA, 2008).

A poluição de uma bacia hidrográfica atinge todos os seus corpos de água, pois os ecossistemas aquáticos de rios recebem carga poluidora e, por possuírem uma intercomunicação com outros sistemas hídricos, transportam para eles facilmente a poluição. Além disso, a grande inserção de materiais químicos pelo manuseio do solo pode provocar a eutrofização<sup>10</sup> de águas superficiais — rios, lagos e represas —, aumentando o nível de toxidade das nascentes e fontes de abastecimento (DELLAMATRICE; MONTEIRO, 2014.).

A poluição dos corpos hídricos cresce em conjunto com a transformação ambiental promovida pelo desenvolvimentismo consumista, e os tempos dos rios urbanos limpos ficam para a lembrança do passado. Outrora os rios limpos, quando desaguavam nos oceanos, traziam o carbonato das pedras calcárias. Infelizmente, hoje trazem também os dejetos das atividades humanas. Essa injeção de poluentes altera a composição química da água, trazendo grandes prejuízos aos ecossistemas.

As formas e consequências dessas injeções são diversas, a exemplo: esgotos e plantação de grãos injetando nitrogênio e fósforo nas águas de ecossistemas costeiros e interiores, estimulando o crescimento desordenado de algas e bactérias, ameaçando, assim, os serviços ecológicos de recifes e corais (PNUMA, 2011).

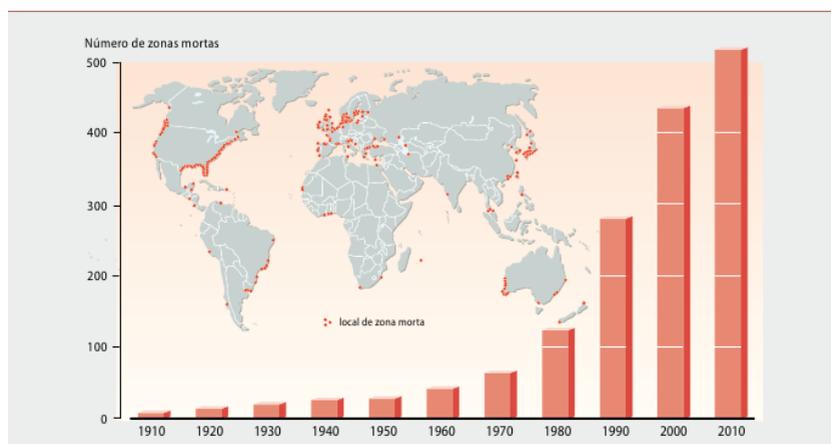
Quando isso acontece nas regiões próximas ao encontro dos grandes rios com o mar, a vida marinha fica escassa,

---

<sup>10</sup> É o fenômeno causado pelo excesso de nutrientes (compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio) numa massa de água, provocando um aumento excessivo de algas.

criando uma região de zona morta nos oceanos. Segundo o relatório Biodiversidade 2014 (CBD, 2014), desde a década de 1960 até 2007 o número de zonas mortas já havia chegado a mais de 500, com uma duplicação a cada dez anos, como se vê na figura 25.

Figura 25 – Zonas mortas nas áreas marítimas costeiras com baixos níveis de oxigênio na água.



Fonte: (CBD, 2014)

Nas áreas urbanas esse processo de poluição dos corpos hídricos cresceu tanto em volume como em diversidade de poluentes. No mundo atual, com a concentração da população em zonas urbanas, os principais centros populacionais do mundo que vivem perto de cursos ou mananciais de águas descarregam neles seus rejeitos em esgotos. Nesse rejeitos estão contidos também os poluentes do avanço da química

e das ciências de materiais, dos quais não se sabe ainda as consequências<sup>11</sup>.

Examinando os serviços médicos — somente uma área de geração desses poluentes — temos o gadolínio (Gd), elemento químico das terras raras, que nos animais aquáticos provoca danos nas membranas celulares. Esta substância tem sido utilizada com frequência como agente de contraste em exames de ressonância magnética, e tem deixado traços de contaminação nas águas das grandes cidades. Sua presença já foi identificada em rios da Alemanha e em águas continentais da Europa, América do Norte e Austrália (KULAKSIZ; BAU, 2011). O gadolínio é um elemento químico entre tantos outros, usado em vários serviços na sociedade, todavia quando se abre o espectro de serviços em novas tecnologias como metalurgia, motores elétricos, refino de petróleo, bi-química e medicina, tem-se uma ideia da magnitude de elementos poluidores que são descartados nas águas<sup>12</sup>.

Esses elementos poluidores estão presentes nos produtos descartáveis da nossa sociedade, como memórias de computador, DVD, baterias recarregáveis, celulares, conversores catalíticos, magnetos, lâmpadas fluorescentes e a também em atividades militares.

Obviamente que poluições mais obscuras e desconhecidas estão por vir, em razão de nossa sociedade estar entrando

---

<sup>11</sup> Um exemplo: um contaminante, o estrógeno (etinil estradiol), foi encontrado nas águas de um lago no Canadá e foi observada a ocorrência de feminização nos peixes.

<sup>12</sup> Some a isso a quantidade absurda dos rejeitos e produtos químicos da drogas lícitas, como a cafeína, e ilícitas como a cocaína, que são despejadas nos esgotos.

na era da nanotecnologia<sup>13</sup>. Poluentes na escala nanométrica, com o poder de penetração em espaços mínimos podem gerar efeitos ainda desconhecidos (QUINA, 2004; ECOLÓGICO, 2009; HATJE; COSTA; CUNHA, 2013). Portanto, a poluição de nanomateriais diluindo-se na água e seus possíveis efeitos devem despertar no mínimo uma precaução da sociedade, pois como bem disse Sagan (SAGAN, 1996a, p.149) “a ausência da evidência não significa evidência da ausência”

Diante dessa problemática da poluição e escassez de água no Sudeste, São Paulo está considerando a opção de reuso da águas cinzas, através de processos de purificação. No entanto, o processo de filtragem não purifica completamente a água de reuso, pois o avanço da tecnologia produz a cada dia rejeitos novos, que até então não possuíam depuradores eficientes. Os coliformes termotolerantes são facilmente retirados, mas a água não tem recebido só este tipo de poluição pelo exposto até aqui. A tabela da figura 26<sup>14</sup> do trabalho de Joice Santana contém parte dos contaminantes de origem farmacêutica encontrados em diversos corpos hídricos do mundo (SANTANA, 2013).

A preocupação quanto ao futuro do consumo de águas reusadas, contaminadas por hormônios e componentes químicos, que não conseguem ser filtrados, é válida, porque não

---

<sup>13</sup> O governo brasileiro lançou em 2005 o programa 'Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia'. O programa possui 15 prioridades, entretanto, em nenhuma dessas prioridades consta uma avaliação de riscos à saúde e ao ambiente.

<sup>14</sup> As fontes que pesquisaram a presença das substâncias estão contidas na tabela integral no trabalho (SANTANA, 2013)

## Contextos: educacionais e históricos

Figura 26 – Exemplos de ocorrência de contaminantes emergentes no mundo em amostras de águas superficiais.

Contaminante Função	Concentração máxima (ng/l)	Tipo de corpo d'água	Local
Cafeína Estimulante	18,1	Mar	Alemanha
Bisfenol A Plastificante	1760	Rio	Brasil
17a – Etinilestradiol Anticoncepcional	831	Rio	EUA
Atrazina Herbicida	460	Rio	EUA
Estrona Hormônio	22	Rio	Espanha
Triclosan Antimicrobiano	35	Rio	Dinamarca
Amoxicilina Antibiótico	17	Rio	Brasil
Diclofenaco Anti-inflamatório	266	Rio	Costa Rica
Diazepan Anti-depressivo	90	Rio	Espanha
Acetaminofeno Analgésico	70	Rio	Costa Rica
Atenolol Anti-hipertensivo	690	Rio	Coreia do Sul

Fonte: (SANTANA, 2013). (Adaptado pelo autor.)

se sabe ao certo quais as consequências da ingestão dessas substâncias. Algumas suspeitas são levantadas como esterilização, desenvolvimento de nódulos de tireoide e outras doenças que podem surgir em longo prazo. Os riscos podem

não ser imediatos, mas existem, então o melhor é investir em programas de educação sustentável no uso dos recursos hídricos. Água de reuso para demanda da agricultura, indústria e uso doméstico são processos altamente sustentáveis, entretanto, água de reuso para o consumo humano é no mínimo discutível, precisando de mais pesquisa para garantir a sua inofensividade.

### Planejamento hídrico

As águas e as matas são ligadas pela força da natureza, formando um elo indissociável do ciclo hidrológico<sup>15</sup>. A vazão dos cursos d'água tem sua regularidade garantida pela permeabilidade dos solos, favorecida pelas raízes da vegetação. Essa dinâmica fica mais evidente quando se observa o serviço ambiental feito pelas matas ciliares das nascentes e dos rios, impedindo a erosão, estabilizando as margens e evitando o assoreamento (CALHEIROS; TABAI, 2009)

Todo rio, lagoa ou lago tem uma origem comum, uma nascente possuindo um valor ambiental inestimável, fornecendo água para toda uma sequência de processos ao longo do curso hídrico. Na dinâmica hidrológica, a água das precipitações é absorvida pela bacia hidrográfica armazenada em seu lençol subterrâneo, e depois é cedida aos poucos

---

<sup>15</sup> Ciclo hidrológico é o caminho que a água percorre desde a evaporação no mar, passando pelo continente e voltando ao mar novamente.

às nascentes de dois tipos, de acúmulo ou sem acúmulo de água. Longe da atividade humana produtora de fossas negras e poluição, e longe de dejetos de animais, a água das nascentes é potável (SEMA, 2010).

Na situação atual em que os rios urbanos estão quase todos poluídos e o desmatamento está agravando a seca, a recuperação nas nascentes para o fornecimento de água potável é, indiscutivelmente, um procedimento de vital importância. Essa relevância toma dimensão maior quando se vê que a degradação ambiental foge da esfera urbana e também atinge a área rural, com desmatamento de grandes áreas verdes que ladeiam os cursos de água, acarretando assoreamento dos rios, diminuição da vazão das nascentes, alteração dos ecossistemas e modificação do micro clima (CALHEIROS; TABAI, 2009).

Impedir o desmatamento das matas ciliares, reflorestar as margens dos cursos de água, praticar a preservação e o uso sustentável do meio ambiente, são ações que devem estar contidas num planejamento dos recursos hídricos. Esse planejamento deve ser fruto de uma política climática e ambiental que promova enfrentamento organizado de situações extremas, como secas, enchentes e mudanças climoambientais. Além desses desafios, o planejamento hídrico deve conter incentivos educacionais para uma mudança de comportamento do ser humano, no uso sustentável da energia, consumo e comércio, isto é, ações diversas executadas de maneira coordenada em diferentes setores da sociedade.

Existe fartura de água na maioria das regiões do Brasil, mas seu gerenciamento é falho, pois às vezes a capacidade hídrica de uma região não é levada em consideração e o resultado é que o volume hídrico não acompanha o ritmo da extração de água exigida pela demanda do desenvolvimento econômico. Isso pode ser constatado na falta de planejamento hídrico durante a implementação de projetos em áreas rurais, para urbanização e industrialização. O que tem prevalecido são incentivos fiscais dados aos projetos na busca de desenvolver algumas regiões rurais, criando polos industriais, com promessas de desenvolvimento e geração de empregos. Contudo, alguns locais escolhidos possuem indícios de escassez de água ou não tem potencialidade hídrica, para demandas futuras. Depois de décadas, após a inadequada ocupação de espaços e do uso dos recursos naturais, o resultado é quase sempre o mesmo. Cidades infladas, sujas, gerando contaminação dos recursos hídricos pelo lançamento desordenado de esgotos domésticos e industriais (TUNDISI, 2008).

Nesse sentido, a gestão de recursos hídricos e a implementação de polos industriais possuem uma dependência com o setor da construção civil. A construção civil é uma área primordial do desenvolvimentismo, e consolida-se na gestão de recursos hídricos através da construção de hidroelétricas, canais e reservatórios de água. A construção de hidroelétricas tem despertado forte polêmica com o setor ambientalista na última década, uma vez que o modelo desenvolvimentista ao realizar sua construção não contabiliza

os estragos ambientais de longo prazo nos orçamentos, além de não considerar as águas um bem comum, mas sim uma mercadoria a ser explorada e vendida na forma de energia.

A construção de grandes represas hidroelétricas e barragens é associada a elevados impactos ambientais<sup>16</sup>. As empresas que constroem represas possuem lucros de momento, entretanto, em grandes prazos, a contabilidade ambiental não computada entra em cena, deixando a certeza de falhas no planejamento. Em obras desse porte — existem aproximadamente 40.000 grandes barragens espalhadas pelo mundo — é primordial levar em conta os impactos socioambientais e os seus inerentes prejuízos, para poder ter um melhor aproveitamento do investimento (AGUDO, 2011).

Além dos benefícios oferecidos pelas barragens, há de se considerar os prejuízos em longo prazo. Estudos indicam que mais de 40% da vazão mundial dos rios são agora interceptados por grandes barragens, e um terço dos sedimentos, que eram destinados às zonas costeiras, já não as alcançam. Outros riscos da construção de represas podem ser apontados com facilidade: a inundação das matas e áreas agrícolas pode se tornar fonte de doenças como malária, esquistossomose e febre amarela, e com isso altas verbas têm que ser usadas para a purificação do local; grande emissão de gás metano e perda da biodiversidade; perigo de rompimento com consequências drásticas para comunidades vizinhas (AITO, 2007).

---

<sup>16</sup> A cada ano, 200 grandes represas são construídas, incluindo outras finalidades que não a geração de energia (KNIGHTON, 1999)

Além do impacto ambiental, é causado um enorme impacto cultural e humano, uma vez que muitas pessoas são desalojadas e recolocadas num ambiente totalmente alheio ao que nasceram e viveram (UNESCO, 2012; KNIGHTON, 1999)<sup>17</sup>. Dessa forma, a produção de energia versus recursos naturais se torna um problema de interpretação sócio educacional, isto é, não está só na construção de hidroelétricas ou de outras obras que levem a impactos ambientais.

Na prática é preciso mudar a visão da sociedade atual em relação à natureza. Mudar a forma de ver os recursos naturais, olhando as florestas como fonte de beleza, biodiversidade, não somente como depósitos lucrativos de madeira e riquezas. Olhar os rios como fonte de vida, não como meros canais fornecedores de água para diversos usos ou como escape para se jogar os dejetos das atividades humanas. Na situação atual é incontestável a necessidade de uma legislação ambiental mais rigorosa, executável e com alcance mais amplo. A humanidade pode começar a mudança educando-se agora para não lamentar depois, ou então fazer como os países desenvolvidos, que sofrem hoje os efeitos da destruição e enfraquecimento de seus ecossistemas.

Todavia, em meio a tanta poluição e degradação existem pessoas buscando soluções para amenizar os estragos. Uma das boas atitudes tomadas no mundo, que serve de exemplo, foi a do parlamento europeu estipulando uma meta de recuperar, até 2015, o estado ecológico de rios e aquíferos. Um

---

<sup>17</sup> Nas barragens da Índia, 33 milhões de pessoas foram obrigadas a saírem de suas terras. Na China, 10 milhões de pessoas foram desalojadas.

bom resultado efetivo foi a recuperação do rio Tâmis, pois o salmão, que exige água limpa, voltou a aparecer em suas águas<sup>18</sup>. Embora essas atitudes não tivessem o sentimento ecológico como motivação, ainda assim o meio ambiente agradece. E quais foram esses motivos? A verdade por trás da limpeza é financeira. A sociedade europeia entendeu que economicamente o prejuízo é maior destruindo o ambiente, como comenta o especialista em economia e gestão de água, Pedro Araújo Agudo (AGUDO, 2011, 39):

Mais rapidamente do que o mundo latino, o anglo-saxão tem entendido que desmatar um bosque em nome do progresso é um bom negócio para a empresa que leva a madeira, mas acaba sendo não apenas um atentado ecológico, mas um desastre econômico para o país que o permite. Hoje vivemos a fase do pragmatismo economicista anglo-saxão, do egoísmo inteligente. Portanto, prefiro um egoísta inteligente do que um egoísta tolo.

Investir na reforma da educação e na recuperação do meio ambiente é realmente algo lucrativo em termos de economia. Segundo o pesquisador José Galizia Tundisi, investimentos feitos no Sudeste e em outras regiões do Brasil, na área de revitalização de rios, lagos e represas, têm a capacidade de

---

<sup>18</sup> O rio Tâmis na Inglaterra foi considerado não potável perto do ano de 1610 e ficou conhecido como o 'Grande Fedor' a ponto de interromper as sessões do parlamento em 1858. Um projeto de despoluição do Tâmis iniciou em 1895, mas ele foi novamente poluído pelo aumento da população, sendo considerado morto em 1950 e depois novamente despoluído.

estimular a dimensão econômica e o principal, recuperar o ciclo hidro social. Com efeito, a recuperação da saúde desses corpos aquáticos e de seus ecossistemas impulsionou o surgimento de novas oportunidades em diversas áreas de uso sustentável da água. Desse modo, haverá uma facilitação para o nascimento de empresas, comércios e indústrias, nas áreas de gestão e sustentabilidade, e com elas o aumento do emprego e da renda (TUNDISI, 2008).

Pelo exposto, as relações envolvidas com água, construção, contaminação e escassez comprometem a vida do ser humano sob todos os aspectos. Alguns impactos ambientais que geram o racionamento de água ou sua distribuição contaminada são oriundos de uma má gestão dos recursos hídricos, que põe em risco a saúde do ser humano, interfere nos seus direitos de cidadão e compromete sua qualidade de vida. Para não correr os riscos acima, o planejamento hídrico deve primordialmente atender a demanda básica da sociedade por água — atender a vida e a cidadania do ser humano —, e isso exige um volume mínimo de recurso hídrico, com um percentual baixo no contexto geral do consumo, um valor entre 9 a 12% do uso total de água. Essa demanda mínima de água não inviabiliza nenhum rio, porém no uso da água para atender a demanda da economia, há e haverá escassez hídrica (AGUDO, 2011).

As expectativas a respeito da falta de água são grandes e os especialistas na problemática da crise hídrica ainda não chegaram a um consenso a respeito de suas causas, dividindo suas opiniões em três linhas de pensamento. A

primeira aponta que o problema está localizado no gerenciamento da água e não na sua escassez. A segunda linha atribui a crise de água ao desenvolvimento socioeconômico e ao agravamento dos problemas ambientais. Já a terceira linha indica problemas de disponibilidade e aumento da demanda por água, além de gestão fragmentada sem planejamento preditivo (TUNDISI, 2008).

Com efeito, todos os fatores citados influenciam na crise da água, entretanto a poluição e a degradação dos ecossistemas aquáticos, juntamente com o aumento da demanda, são as principais causas. De forma sintética, os problemas e processos que causam a crise da água podem ser elencados assim (TUNDISI, 2008):

- 1) Aumento da demanda de água para o desenvolvimento social<sup>19</sup>;
- 2) Infraestrutura urbanas precárias e desperdício em torno de 30% em perdas na rede após o tratamento das águas;
- 3) Estresse e escassez em razão de mudanças globais, trazendo chuvas e secas intensas, comprometendo a segurança alimentar e vulnerabilizando a população;
- 4) Falta de governança nos recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental.

---

<sup>19</sup> Pesquisas de modelagem identificaram áreas em que a diminuição da pobreza tende a exercer uma maior pressão sobre recursos mais básicos como a água.

Os motivos da escassez de água denotam uma urgência de uma nova visão de sociedade, com nova educação, um novo modelo social que seja pautado em princípios de sustentabilidade. Para o contexto da água, novos comportamentos são indicados:

- 1) Não poluir os sistemas aquíferos, mares, rios, mananciais e outros corpos d'água. Começar a limpá-los até a sua recuperação. Implantar o saneamento básico com tratamento de esgotos globalmente;
- 2) Parar o desmatamento da amazônia, recuperar as áreas degradadas e principalmente as nascentes de água;
- 3) Aumentar o nível de educação para o consumo de água em todos os níveis: doméstico, industrial e agricultura;
- 4) Incentivar pesquisas para aumentar a capacidade de armazenar água disponível para o futuro;
- 5) Evitar a acidez do oceano e manter seu nível trófico saudável.

## A preparação da consciência ambiental

Talvez o leitor tenha a impressão de que só foram apontado os malefícios praticados pela humanidade através do modo capitalista, científico e tecnológico de fazer as coisas. Sabidamente a ciência trouxe inúmeras coisas boas e existe farta literatura a esse respeito. Entretanto, existem erros

em seu uso colocando em risco a humanidade, e eles não podem ser omitidos. Ao examinar as causas dos erros do uso da ciência e tecnologia que degradam o meio ambiente, constata-se em essência, a falta de consciência e educação nas questões da natureza.

A agressão a recursos naturais como as florestas e a água, são provas cabais desse comportamento. Por isso esses recursos da natureza foram, escolhidos para estudo nesse livro, pois além de incentivar um debate sobre a educação ele têm relações diretas com as mudanças climáticas e ambientais. A interação da floresta com a água cria um amplo espectro de beleza e alimento, a água representando o reino mineral dando a base de sustentação da vida e as florestas representando o reino vegetal, substancializando a energia solar e a força dos minerais. Esses dois reinos unidos nutrem a humanidade com ampla diversidade de serviços ambientais, medicamentos e alimentos.

O homem detentor de uma consciência e inteligência conseguiu sobrepujar as outras espécies e desenvolveu o poder de transformar a natureza a seu critério. Na sua caminhada evolutiva, o ser humano mitificou deuses, filosofou com os elementos naturais, descobriu o método científico e criou a tecnologia da era moderna. Numa escalada tecnológica crescente, precisou aproximadamente de um século de ciência contemporânea para reduzir a quantidade de vida no planeta, poluindo significativamente o reino mineral, desmatando grande parte do reino vegetal e matando criminosamente no reino animal, em nome do desenvolvimento.

Munido de ciência e tecnologia, o ser humano pisa fundo no acelerador destruindo o meio ambiente, o seu próprio sustento, rumando ao abismo do esgotamento planetário. O seu modo de vida exhibe a característica de uma sociedade que conseguiu se desenvolver em ciência e tecnologia, mas muito pouco em ética, sabedoria e em consciência ambiental. O seu olhar preocupado somente com o imediatismo é míope, o seu desejo de poder para poucos é ganancioso, a sua vontade de manter na submissão grande parte de sua espécie é tirana e a sua maneira de viver consumindo irrefletidamente esgota os recursos naturais do planeta e interrompe os serviços ecossistêmicos da vida na Terra, que servem à sua própria sobrevivência.

A civilização humana conseguiu muitas coisas boas com o avanço científico e tecnológico, mas quando se observa um contexto mais amplo, e principalmente o aspecto ambiental, constata-se um grande atraso. Não existe sabedoria quando se destrói a fonte que nos sustenta. Sabedoria está presente quando se usa a ciência e a tecnologia para a preservação do meio ambiente, manutenção dos ecossistemas da terra que irá garantir a sobrevivência da raça humana, isto é, usar os recursos naturais de forma sustentável sem agredir a natureza.

Essa sabedoria está faltando ao homem e ele deve buscá-la o mais urgente possível. Trabalhar em busca de uma mudança de consciência, para poder enxergar a natureza como sua parceira da vida, e não como uma fonte inesgotável de produtos comerciais. A humanidade precisa se educar am-

bientalmente, humanizar-se socialmente, reencantar-se com a natureza urgentemente, antes que os efeitos oriundos das mudanças climáticas e ambientais tragam um sofrimento maior do que o previsto.

É preciso acordar e mudar os hábitos de consumo, mudar a visão de economia onde se vive para produzir e não mais se produz para viver. Aumentar a capacidade de análise crítica do paradigma industrial científico, propondo novas alternativas, valorando aspectos culturais, ambientais, emocionais e éticos. Abandonar a posição de ser uma engrenagem da maquinaria do modelo desenvolvimentista de produção e consumo e iniciar uma nova maneira de pensar, privilegiando a escolha de *melhor ser do que a de mais ter* (ALMEIDA, 1997).

É um trabalho de muitas gerações que com certeza não será resolvido por esta, mas por ela pode ser iniciado. A esperança está depositada nas crianças, os futuros homens da humanidade, na educação que vai ser dada a elas. O processo requer um investimento maciço na educação dessas crianças, educar para preservar a natureza, educar para diminuir a pobreza e a degradação ambiental, promover uma educação dentro dos princípios básicos de respeito à vida e à sustentabilidade.

Nesse sentido, todas as vertentes educacionais com essas diretrizes são bem vindas: educação ambiental, educação para a sustentabilidade, educação para as mudanças climáticas, educação para o desenvolvimento sustentável, não importa a terminologia ou arcabouço teórico, importam os

efeitos práticos, salvar a natureza e o homem de si mesmo. Desmatamento zero, redução no consumo de carne bovina, processos eficientes de reciclagem de lixo, o fim do capital especulativo explorador da pobreza, incentivo à economia solidária, são conquistas que só virão por meio de uma mudança no sistema de educação posto hoje no mundo. Nos próximos capítulos falaremos de duas modalidades de educação e da esperança delas serem a ferramenta da mudança de consciência da humanidade em relação ao meio ambiente.

---

## **Educação nas mudanças climáticas e ambientais**

---

*Temos a impressão de que somos a espécie viva mais evoluída. Tendencialmente, acreditamos que o planeta é todo nosso. Tratamos todas as outras espécies [...] como se fossem de nossa propriedade. Chegamos, contudo, ao ponto de, com nosso espírito inventivo, a nossa indústria, o número que somos, começarmos a perturbar o funcionamento da natureza. Pondo-a em perigo [...] Neste momento, é urgente que a olhemos com novos olhos, “os olhos de quem progrediu no domínio do conhecimento, e a quem falta ainda adquirir a sabedoria”.*

*Alain Hervé, Obrigado Terra*

**D**epois da invenção da escrita, a educação durante muitos séculos se alicerçou no ensino de duas modalidades básicas do conhecimento: os contidos nas disciplinas literárias

— religião, filosofia, história, ética e moral — e numéricas — aritmética, música, astronomia e geometria —, que usavam a matemática como base. Uma diversidade de disciplinas foi surgindo com advento do método científico, criando a era do saber específico, técnico e científico (BARBOSA, 2010).

Aos poucos a importante dimensão ambiental foi sendo inserida no currículo acadêmico, sendo hoje um tema essencial de debates, do qual se originaram inúmeras disciplinas singulares, diversas linhas de estudo e várias pesquisas científicas. Mesmo hoje, na sociedade globalizada pela informação, com uma diversidade de disciplinas fragmentadas relacionadas ao meio ambiente, os requisitos básicos da educação são saber compreender a leitura e a escrita, quantificar os fenômenos da natureza, compreender a relação da vida com os ecossistemas e utilizá-los de forma sustentável (AGUILAR; JUNIOR, 2014).

Neste capítulo examinaremos as orientações educacionais direcionadas para as mudanças climáticas e ambientais. Já existe uma boa divulgação dos direcionamentos para enfrentar os efeitos das alterações do meio ambiente — implantar o desenvolvimento sustentável; realizar medidas de mitigação da degradação dos recursos naturais; preparar a humanidade para se adaptar as mudanças do clima; mudar o estilo de vida; modificar o sistema de consumo e produção —, pois já foram indicadas pelas conferências, relatórios e pesquisas citados anteriormente.

No cerne de todos os direcionamentos mencionados acima, um padrão argumentativo é identificado: a necessidade de

uma mudança no modelo de desenvolvimento atual da sociedade, colocando a dimensão da sustentabilidade ambiental em primeiro plano. A pergunta é: como conseguir isso? De que forma a humanidade pode dar novos passos para uma rota tão diferente? Esse objetivo só será conseguido por uma ampla reforma educacional, pois estudos apontam que a educação, especialmente a educação ambiental, pode contribuir para a crise climática e ambiental (LOUREIRO, 2004; LIMA, 2013).

O passo inicial é um investimento de grande porte em projetos educacionais que fomentem ambientes geradores de processos críticos e complexos, que conscientizem a sociedade da necessidade de interromper o ciclo de repetição das experiências do passado, degradadoras do meio ambiente, tão presentes na crise climoambiental atual (LIMA, 2013)

Essa retomada para uma rota mais consciente em busca de uma vida coletiva, cooperativa, solidária e sustentável, só acontecerá quando o ser humano conseguir assimilar significativamente uma base firme de informações, conhecimentos e habilidades técnicas, alimentados pela motivação (MEADOWS, 1989). Instrumentada com essas condições, a sociedade fará acontecer de forma efetiva as mudanças corretas, porque estará conscientemente convicta de que o correto deve ser feito.

A instrumentação e a conscientização só podem ser obtidas por meio da práxis educacional, porque a educação é mais do que uma área de conhecimento ou domínio técnico-científico, e consegue influenciar e abranger uma complexi-

dade com muitas facetas, trazendo consigo um traço de cunho transformativo, escalar, e interdisciplinar (MAGALHÃES, 2010).

Não há dúvida no argumento exposto acima, pois por meio da educação se desenvolvem os valores de ética e moral diminuidores da corrupção, esta última agente responsável pelo desvio de recursos públicos e, por consequência, pelo aumento da pobreza. Também é por intermédio da educação que se aprendem os conceitos básicos da ciência, progressivamente possibilitando existir o desenvolvimento tecnológico aplicado nas diretrizes da sustentabilidade e do bem comum. Sobretudo pela educação, o beligerante comportamento humano movido pelo desejo de posse e conquista será aplacado por meio de ideais igualitários e de verdadeira democracia (ALMEIDA, 1997).

Só com alto investimento no sistema educacional, trazendo consciência para a humanidade, se conseguirá romper com o capitalismo selvagem que, ao longo dos últimos séculos, tem influenciado o homem a alimentar o interesse individual acima do coletivo, a subjugar a natureza a ponto de colocá-la em risco de extenuação, acelerando a mudança climática, acentuando a degradação ambiental, e com isso colocando em risco a si mesmo.

As conquistas educacionais citadas acima — em ética, cooperatividade, moralidade e solidariedade —, só se efetivam num processo de longo prazo, apresentando os primeiros suaves benefícios no mínimo num tempo de meio século, isto é, se as intervenções educacionais forem feitas de forma

correta a partir de agora. Nesse programa de longo prazo se formará, principalmente nas crianças, uma consciência ambiental global, tornando-as os defensores de um novo paradigma a ser instaurado na sociedade. Um paradigma calcado em premissas de preservação ecológica, incentivos pró-ambientais, avanços sociais e um desenvolvimento com prioridade na sustentabilidade (GADOTTI, 2008; UNESCO, 2008).

A mudança de paradigma desenvolvimentista por meio da educação é uma defesa de poucos, parecendo uma utopia para muitos e emergindo daí a omissão e a descrença, dois entraves às mudanças para uma sociedade sustentável. Esses entraves são alimentados por interesses econômicos, inércia comportamental e outros fatores escusos, contudo, com uma ampla reforma na educação, a lógica se inverterá transformando a sustentabilidade numa realidade defendida por muitos.

Os mais céticos podem interpretar esse discurso como um sonho fantasioso que não pode ser concretizado, entretanto, o educador que acredita no poder na transformação educacional dirá que parece um sonho de um, mas só a educação pode tornar um sonho comum. As bases fundamentais das vertentes educacionais desse novo paradigma estão assentadas nos pressupostos da educação ambiental e da educação para o desenvolvimento sustentável (JACOBI, 2011; LOUREIRO, 2004)

## A educação ambiental: um breve histórico

*... a Educação Ambiental é uma coisa mais séria do que geralmente tem sido apresentada, em nosso meio. É um apelo à seriedade do conhecimento e, uma busca de propostas corretas de aplicação das ciências. Uma ação, entre missionária e utópica, destinada a reformular comportamentos humanos e recriar valores perdidos e ou jamais alcançados. Um processo de educação que garante um compromisso com o futuro, envolvendo uma nova filosofia de vida e um novo ideário comportamental, tanto no âmbito individual, quanto no coletivo.*

*Azib N. Ab'Saber, Conceituando Educação Ambiental.*

Para cada lugar e época as mudanças ambientais surgem com uma maneira peculiar. Para alguns, trazem tempos difíceis em que o homem precisa mostrar a sua força para se adaptar, e para outros vem trazendo a alegria na fartura que só a natureza em sua infinita beleza pode fornecer. As interligações entre a natureza e as sociedades humanas constroem a história ambiental, e dessa forma o ser humano se educa com o desenvolvimento do ambiente (FREIRE, 1987; MEADOWS, 1989).

Na história ambiental, no que diz respeito ao movimento ambientalista, destaca-se o estudo da educação ambiental, aspecto relevante para a compreensão dos esforços da humanidade na busca pelo desenvolvimento sustentável,

tornando-se uma ferramenta de primeiro plano conforme (TREVISOL, 2003, p.166):

A educação ambiental não é um tema qualquer que pode ser adiado ou relegado a segundo plano. Trata-se de uma necessidade histórica latente e inadiável, cuja emergência decorre da profunda crise socioambiental que envolve nossa época. Educar para a sustentabilidade tornou-se um imperativo, sobretudo porque as relações entre sociedade e natureza agravaram-se, produzindo tensões ameaçadoras tanto para o homem quanto para a biosfera.

Os princípios ensinados pela educação ambiental se inspiram numa beleza lúdica e só são percebidos de forma completa por quem vivencia o ecologismo e o ambientalismo. Quando esses princípios são interiorizados e praticados, reformam o sentimento do cidadão fazendo com que a força e a beleza da natureza sejam sentidas concomitantemente com a misteriosa energia da biosfera. A vivência desses princípios viabiliza compreender a responsabilidade da educação ambiental, e com isso o cidadão passa a relacionar um problema específico do meio ambiente — poluição, desmatamento, desperdício — com uma totalidade maior, sendo capaz de intervir com ações sanadoras. Essa mudança comportamental, exercida na prática diária dos princípios da educação ambiental, pode ser representada por uma ação sintética que é *pensar globalmente agindo localmente* (MEADOWS, 1989):

Embora algumas fontes queiram caracterizar a educação ambiental como um ramo recente da educação, é necessá-

rio ampliar a compreensão da história da interação entre o homem e o ambiente. O meio ambiente tanto foi o primeiro professor como a primeira escola da humanidade, então, a primeira educação recebida foi a educação ambiental. Naquelas aulas iniciais, a professora era a silenciosa natureza e o homem, o aluno autodidata com presença obrigatória. A avaliação da aprendizagem era a sua própria sobrevivência e a sua capacidade de intervenção era quase nula. As lições eram diversas: aprender como coletar frutos mais altos e em qual momento eles estavam maduros; quais tipos de vegetais eram bons para uso medicinal, construção e fonte de energia calorífica; como confeccionar armas para se defender de feras e aproveitar relevos para captação de recursos hídricos. Em todas essas etapas em que o homem interagiu com o meio ambiente, de alguma maneira se educou (SAUVÉ, 2005) e uma infinidade de conhecimentos fornecidos pela educação ambiental aconteceu desde primórdios tempos, como afirma Meadows (MEADOWS, 1989, p.7),

Todos precisavam saber quais frutos serviam para comer, onde encontrar água durante a seca, como evitar onças, que plantas serviam como bons materiais de construção, faziam um bom fogo ou um bom remédio. O conhecimento ambiental era também necessário para a proteção, contra ataques da natureza e para o aproveitamento de suas riquezas.

Desde o primeiro momento em que os seres humanos começaram a interagir com o mundo ao seu redor, e ensinaram seus filhos a fazerem o mesmo, estava havendo educação, uma educação ambiental.

Passado milhares de anos até os tempos atuais, a capacidade do homem em modificar a natureza se tornou muito maior. No século XX, com a forte alteração do meio ambiente, nascia o movimento ambientalista e as sementes da educação ambiental moderna foram plantadas, com a criação de órgãos oficiais como a UNESCO em 1946<sup>1</sup>. No início dos anos de 1970, as sementes da educação ambiental germinaram, e ela tornou-se um instrumento de prática e mudança social, acompanhando os movimentos da sociedade e neles interferindo, desenvolvendo-se e transformando-se (LAYRARGUES, 2004). Contextualizando essa época, além do movimento ambiental, o início dos anos de 1970 foi marcado pelo estabelecimento de regimes ditatoriais na América Latina, em resposta a uma onda mundial crescente de direitos ao trabalho, liberdade, saúde e educação. O capitalismo estava a todo vapor, movido por dois pressupostos: o projeto neoliberal, pregando a obtenção do maior lucro possível num menor espaço de tempo, e a era da industrialização acelerada, consumindo os recursos naturais a toda força (RIBEIRO, 2002).

A argumentação teórica usada pelo modelo neoliberal se sustentava em boa parte nas certezas fornecidas pelo realismo científico — o positivismo científico —, gerando uma interpretação redutora da natureza ao antropocentrismo e instrumentalismo, o qual obviamente não atendia as demandas do ambientalismo, com características de complexidade e interdisciplinaridade (LEFF, 2000; RIBEIRO, 2001; BOFF, 2007). Contra essa visão unilateral começaram a surgir críti-

---

<sup>1</sup> Organização das Nações Unidas para Ciência e Cultura.

cas ao processo de formação de pessoas técnicas e eficientes voltadas para alimentar o modelo de aumento da produção e consumo, isto é, as críticas à educação formal e tecnicista apareciam exigindo mudanças para atender a dimensão ambiental. Inserida nessa problemática de avanços econômicos e críticas ao modelo desenvolvimentista, a educação ambiental foi sendo gestada (BOLIA; MILIOLI, 2011).

No ano de 1972, algumas bases conceituais da educação ambiental já estavam diluídas nos movimentos e reuniões. Na conferência de Estocolmo, no seu princípio 19, essas bases, mesmo de forma indireta, já estavam presentes, como também o alerta à mídia e a sua capacidade de influenciar os jovens (UNEP, 1972, p.6):

É indispensável um esforço para a educação em questões ambientais, dirigida tanto às gerações jovens como aos adultos e que preste a devida atenção ao setor da população menos privilegiada, para fundamentar as bases de uma opinião pública bem informada, e de uma conduta dos indivíduos, das empresas e das coletividades inspirada no sentido de sua responsabilidade sobre a proteção e melhoramento do meio ambiente em toda sua dimensão humana. É igualmente essencial que os meios de comunicação de massas evitem contribuir para a deterioração do meio ambiente humano e, ao contrário, difundam informação de caráter educativo sobre a necessidade de protegê-lo e melhorá-lo, a fim de que o homem possa desenvolver-se em todos os aspectos.

Sem detalhar historicamente os eventos contribuintes para o desenvolvimento da educação ambiental, serão apontados os mais significativos, que contem as ideias de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Na sequência dos anos a educação ambiental foi sendo reconhecida como uma importante ferramenta de gerir procedimentos para os problemas do meio ambiente. Alguns eventos importantes aconteceram (SOUZA, 2004; CZAPSKI, 1998; BRASIL, 1997):

- 1) Em 1973 houve o registro Mundial de Programas em Educação Ambiental nos Estados Unidos e no Brasil e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul criou o primeiro curso de pós-graduação em Ecologia do país;
- 2) No ano de 1974 ocorreu o Seminário de Educação Ambiental em Jammi, Finlândia, reconhecendo a Educação Ambiental como educação integral e permanente;
- 3) Em 1975 na cidade de Belgrado, Iugoslávia, com o apoio do PNUMA, foi lançado o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA) pela UNESCO, considerado o principal marco da educação ambiental trazendo seus princípios orientadores, a exemplo: a Educação Ambiental deve ser continuada, multidisciplinar, integrada às diferenças regionais e voltada para os interesses nacionais.

Desses três eventos, vale destacar a contribuição da carta de Belgrado trazendo ideias relevantes: o tratamento conjunto da erradicação das causas básicas da pobreza, como a

fome, o analfabetismo, a poluição, a exploração e a dominação. A carta de Belgrado é um importante documento, que trouxe uma proposta para um programa mundial de educação ambiental, quando afirma na sua introdução (BRASIL, 1975. Disponível em, sn):

É nesse contexto que devem ser colocados os fundamentos para um programa mundial de Educação Ambiental que possibilitará o desenvolvimento de novos conhecimentos e habilidades, de valores e atitudes, enfim, um esforço visando a melhor qualidade do ambiente e, sem dúvida, uma qualidade de vida digna para as gerações presentes e futuras.

Apesar de sofrer críticas de ser um pouco utópica e de conter proposições abstratas, a carta de Belgrado contém importante base conceitual na forma de princípios e diretrizes relacionados à conservação ecológica e a preservação ambiental, elementos básicos da dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, a carta é direcionada mais às questões de educação ambiental, todavia trazia várias perspectivas do desenvolvimento sustentável, conceito ainda não muito usado a não ser em círculos muito restritos (BARBIERI, 2011).

A Conferência de Tbilisi<sup>2</sup> é considerada o principal evento internacional da educação ambiental, onde foram fundamentadas suas bases conceituais inspiradas pela carta de

---

<sup>2</sup> Até Tbilisi a educação ambiental era mais conhecida como educação para a conservação (conservacionismo). Tbilisi consagrou a expressão “educação ambiental”, na visão ampliada que temos hoje.

Belgrado. A partir de Tblisi a educação ambiental passa a ter como objetivo conseguir o entendimento da natureza complexa, do meio ambiente natural e do meio ambiente modificado pelo homem, em nível coletivo e individual. Além dessa compreensão, são também objetivos da educação ambiental desenvolver capacidades para se produzir práticas de prevenção a danos ao meio ambiente, propor soluções aos problemas ambientais e à gestão da qualidade do meio ambiente (UNESCO, 1977).

Os objetivos citados acima possuem um amplo espectro de atuação, exigindo do corpo teórico da educação ambiental um caráter interdisciplinar, crítico, ético e transformador, elegendo a educação ambiental como portadora da característica singular de se inserir em diversas outras disciplinas. Por consequência dessa característica multidisciplinar, teóricos recomendam evitar o reducionismo de privilegiar uma determinada área específica, como a mais adequada para aplicação da pedagogia ambiental (BRANDÃO, 2007; TAMAIO, 2010).

Outro importante ponto é a indicação de que os conteúdos conceituais, os procedimentais e os atitudinais são essenciais, devendo ser incorporados na transposição didática da educação ambiental, em outras palavras, a respeito do contexto da sustentabilidade não basta fazer críticas ao modo de produção capitalista, é necessário também fazer a construção de soluções sustentáveis e executáveis. Essa linha pensamento pode ser encontrada na carta de Tblisi (UNESCO, 1977, p.2):

## Mudanças climáticas e ambientais

O processo educativo deveria ser orientado para a resolução dos problemas concretos do meio ambiente, através de enfoques interdisciplinares, de participação ativa e responsável de cada indivíduo e da coletividade.

A conferência de Tblisi, além de confirmar as intenções da carta de Belgrado, foi um prolongamento das ideias elaboradas em Estocolmo, um maturamento de uma pedagogia ambiental com anos de elaboração, sintetizada em três dias de duração<sup>3</sup>. Em Tblisi foram identificadas inúmeras lacunas no sistema de ensino-aprendizagem para a dimensão ambiental, e como contribuição foram formuladas 41 recomendações, no sentido de obter uma união internacional em prol de uma igualdade em riqueza e desenvolvimento, usando como instrumento de execução a educação ambiental. Tais ações estão registradas em sua carta na seguinte forma (UNESCO, 1977):

- 1) [...] a educação ambiental deve contribuir para o desenvolvimento de um espírito de responsabilidade e de solidariedade entre os países e as regiões, como fundamento de uma nova ordem internacional que garanta a conservação e a melhoria do meio ambiente.
- 2) [...] a educação ambiental deve contribuir para consolidar a paz, desenvolver a compreensão mútua entre os Estados e constituir um verdadeiro instrumento de

---

<sup>3</sup> A participação do Brasil não foi oficial porque não tinha boas relações diplomáticas com a Rússia.

solidariedade internacional e de eliminação de todas as formas de discriminação racial, política e econômica.

- 3) Transformar progressivamente, mediante a educação ambiental, as atitudes e os comportamentos, para fazer com que todos os membros da comunidade tenham consciência de suas responsabilidades, na concepção, elaboração e aplicação dos programas, nacionais ou internacionais relativos ao meio ambiente.
- 4) Considerando que todo o pessoal docente compreenda a necessidade em conceder um lugar importante em seus cursos à temática ambiental, recomenda-se incorporar nos programas o estudo das ciências ambientais e da educação ambiental.

No Brasil, nos finais dos anos de 1970 e início da década de 1980, os eventos relacionados à educação ambiental ganharam poder político e isso se refletiu na elaboração de regulações ambientais. Apesar dos números da economia não terem sido promissores, os setores da educação e meio ambiente firmavam laços de simpatia. Todavia, o meio ambiente avançou um pouco mais, devido a criação de novas leis ambientais, ao passo que a educação continuava com os números preocupantes, de evasão e reprovação escolar. A cada 100 alunos que iniciavam os estudos, só 14 concluíam a oitava série do primeiro grau<sup>4</sup> (CZAPSKI, 1998)

No final dos anos de 1980 a educação ambiental começa a ter novamente um destaque. Paralelo a publicação do relatório

---

<sup>4</sup> Série equivalente hoje ao nono ano do ensino fundamental.

rio Nosso Futuro Comum, em 1987, aconteceu o Congresso Internacional promovido pela UNESCO, sobre Educação e Formação Ambiental em Moscou, realizando a avaliação dos avanços desde Tbilisi, reafirmando os princípios de educação ambiental e assinalando a importância da sua pesquisa e formação, nas áreas formais e não formais (LAYRARGUES, 2004).

Nosso Futuro Comum já expunha claramente a incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável com os atuais padrões de produção e consumo, como também apontava a importância da educação ambiental, muito embora sem citá-la textualmente. Nas suas diretrizes estão contidas as estratégias socioambientais de longo prazo, para conseguir implementar o desenvolvimento sustentável. A importância tanto do meio ambiente e do desenvolvimento sustentável, quanto do papel da educação como um dos atores principais na implementação de uma sustentabilidade, está claramente apontadas no relatório (CMMAD, 1987, p.9):

Mas o *meio ambiente* é o lugar onde todos nós vivemos, e *desenvolvimento* é o que todos nós fazemos na tentativa para melhorar a nossa sorte nessa morada. Os dois são inseparáveis [...]. Professores do mundo terá um papel crucial a desempenhar em trazer esta mensagem [...].

Na elaboração da constituinte de 1988, uma frente parlamentar verde propôs uma moderna legislação de proteção ambiental contendo a exigência de estudos de impacto e zoneamento ambiental, fazendo com que no final dos anos de

1980 a educação ambiental tivesse sua importância coroada em forma de lei nacional expressa na Carta Magna do País, no artigo 225.

A educação ambiental entra nos anos de 1990 com evidência, proporcionada pelo sentimento de ambientalismo mundial, trazido pela publicação de *Nosso Futuro Comum* que, entre outras mensagens, colocava a dimensão ambiental em lugar de destaque denunciando a degradação dos recursos naturais, os responsáveis pela poluição do meio ambiente, a crescente desigualdade social, apontando mudanças significativas no modo de desenvolvimento da sociedade (NETO, 2009; CMMAD, 1987).

*Nosso Futuro Comum* também afirmava da necessidade de mudar a maneira de usar a tecnologia e ciência para extrair as riquezas da Terra, e declarava que as mudanças nas atitudes humanas dependem de uma campanha de educação, debates e participação pública<sup>5</sup> (NETO, 2009). Nesse movimento de valoração da dimensão ambiental e de incentivo a campanhas educacionais surgiu a proposta da inserção da educação ambiental na educação escolar, em todos os níveis e modalidades de ensino em 1991.

---

<sup>5</sup> *Nosso Futuro Comum* trouxe mudanças radicais, pois almejava que: os mais pobres deveriam receber uma parcela justa dos recursos necessários para manter o crescimento; os mais ricos deveriam *adotar estilos de vida compatíveis com os recursos ecológicos do planeta*; e o aumento populacional deveria ser controlado. Os países teriam de combater problemas herdados, como poluição do ar, da água, esgotamento dos lençóis subterrâneos, proliferação de produtos químicos tóxicos e de rejeitos perigosos, além de enfrentar a erosão, acidificação e novos tipos de rejeitos, relacionados às práticas agrícolas, industriais, energéticas e florestais (NETO, 2009).

A educação ambiental esteve presente em vários pontos na RIO-92, devido à intervenção de educadores ambientais de diversas nacionalidades que conseguiram inserir vários de seus temas na Agenda 21. Algumas políticas públicas de educação ambiental relacionadas com as ideias de sustentabilidade foram propostas e colocadas em debate, resultando num *Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global* (SOUZA, 2004). Essas políticas públicas possuíam características de ser dinâmicas e de estarem em permanente construção. Na Agenda 21 foram propostas três áreas para o desenvolvimento sustentável, onde a educação ambiental assume papel importante: gestão de recursos naturais, agricultura sustentável e cidades sustentáveis.

Sobretudo, a essência dessas propostas orientava que o exercício prático da sustentabilidade deve ser incentivado e fortalecido, afim de educar as pessoas a reciclarem materiais, entre outras atividades educativas, como está previsto na estratégia em gestão de recursos naturais na seguinte forma (ONU, 1992a):

Estabelecer, desenvolver e estimular o apoio aos diferentes aspectos da gestão de recursos naturais, por meio da implementação de medidas estruturais que envolvam o fortalecimento institucional, a capacitação e o treinamento dos recursos humanos, a educação ambiental e a cooperação internacional.

Os estudos do meio ambiente e da educação ambiental depois da RIO-92 avançaram bastante, evidenciados por um

bom número de reuniões ambientais e pela criação de órgãos oficiais como o PRONEA em 1994<sup>6</sup>, apresentando também pontos negativos, por não conseguirem alcançar metas estabelecidas na Agenda 21. Contrário a década de 1980, onde o desenvolvimento da educação ambiental foi morno, durante a década de 1990 o desenvolvimento cresceu de uma maneira tal que o saber ambiental se tornou enciclopédico, com o conhecimento produzido em diversos encontros, produções acadêmicas, literárias e projetos.

Os avanços vinham de todos os lados, as empresas procuravam divulgar suas normas e objetivos ecológicos, grupos civis simpatizavam com a educação ambiental e desenvolviam projetos. A mídia aproveitou o embalo das notícias e cedeu espaço para divulgação de temas ambientais<sup>7</sup> (SOUZA, 2004; CZAPSKI, 1998; BARBIERI, 2011).

## A educação ambiental: contribuições para a crise do meio ambiente

Apesar da educação ambiental ter conseguido espaço no cenário mundial, um ganho significativo no contexto educa-

---

<sup>6</sup> Programa Nacional de Educação Ambiental.

<sup>7</sup> Dentre muitos outros eventos realizados, registra-se aqui os mais significativos depois da RIO-92 até o fim dos anos 90: O Congresso Ibero Americano de Educação Ambiental no México (1994); Conferência Mundial do Clima em Berlim (1995); II Congresso Ibero-americano de educação ambiental no México (1997); Lançamento da revista internacional, Tópicos en Educación Ambiental, no México, e a criação da Política Nacional de Educação Ambiental (1999).

cional brasileiro — ao menos oficialmente — se deu quando o Conselho Nacional de Educação aprovou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), trazendo importantes reformas na educação e colocando o meio ambiente como tema transversal das matérias a serem ensinadas (PCN, 2000).

Essa transversalidade do ensino ambiental pode ser encontrada no referido documento, na parte da “educação como elemento indispensável para a transformação da consciência ambiental” (PCN, 2000, p.180), indicando que a obtenção dessa consciência ambiental deve ocorrer pela mudança de mentalidade e por novos comportamentos, elementos necessários para se conseguir uma nova ordem ambiental.

Mesmo inserida formalmente nos PCNs, a prática da educação ambiental no contexto escolar brasileiro — tanto naquela época quanto atualmente — é bem diferente do que está proposto. Para uma maior clareza, em 1997 foi elaborada uma carta, a Declaração de Brasília para a Educação Ambiental, composta por 45 problemáticas e 125 recomendações, tornando-se a contribuição brasileira para a Conferência de Thessaloniki na Grécia.

A carta trazia enfáticas críticas ao sistema educacional brasileiro, que não atendia aos pressupostos da educação ambiental — integração e interdisciplinaridade — porque aplicava um sistema de ensino baseado num paradigma positivista e na pedagogia tecnicista que postulam um sistema de ensino fragmentado em disciplinas (BRASIL, 1997).

Nas três últimas décadas, a educação ambiental no seu viés mais crítico propunha uma alternativa ao ensino redu-

cionista e fragmentado, proposto pelo paradigma tecnicista positivista. A proposta da educação ambiental crítica era de oposição à educação voltada para a transmissão de informações e conteúdos particulares sobre o meio ambiente. Entretanto, o que se viu nesses tempos e o que se vê nos dias atuais é a realização não sequencial e pouca volumosa de projetos de educação ambiental, visando um aperfeiçoamento do cidadão numa abordagem interdisciplinar (BOLIA; MILIOLI, 2011; LAYRARGUES, 2004).

Com efeito, na execução do projetos de educação ambiental é relevante uma abordagem pedagógica que coloque o educando como parte integrante da ação educacional. Nesse sentido, não se deve colocar o educando como simples partícipe observacional do novo modelo, e sim exigir na transposição didática da implementação do projeto, o exercício de práticas reflexivas que envolvam cidadania, direito e deveres ambientais, explorando a complexidade do problema climático em várias dimensões, em sua origem, nos embates políticos e nas consequências socioculturais, sempre visando o aumento da participação e consciência pública sobre a mudança climática e ambiental (LIMA, 2013).

Para a redução dos efeitos dessas mudanças, propostas de mitigação já foram elencadas: ecoeficiência tecnológica; desacoplamento entre produção, energia e recursos naturais; mercado de baixo carbono e mecanismos de desenvolvimento limpo. Porém, essas medidas sozinhas não são suficientes para frear o avanço da degradação ambiental e a crescente emissão de gases estufa (LIMA; LAYRARGUES, 2014).

Com efeito, a execução desses processos exige uma ruptura com as causas econômicas que estão gerando a mudança climática e ambiental. O custo econômico para se desfazer de toda estrutura implantada e implementar as mitigações elencadas acima é alto, e ninguém quer pagar a conta (LIMA, 2013; FONSECA; BURSZTYN, 2007).

O retardamento dos efeitos negativos das ações antrópicas no meio ambiente pode ser conseguido pelo aumento da conscientização pública, promovido por uma reforma educacional. A força de mudança da educação nas pessoas aliada às propostas citadas acima, é capaz de atenuar a força dos lobbys anticlima embasados na ideologia de crescimento econômico<sup>8</sup>; diminuir o poder da mídia comprometida os lucros da emissão da poluição — e que por vezes reforçam a descrença na crise climoambiental —; despertar o público da perplexidade e da inércia em relação à destruição do meio ambiente (LIMA; LAYRARGUES, 2014; LIMA, 2013; DIAS, 2013).

Entretanto, apesar do processo educativo ser transformador e atuar de forma indireta na consciência do ser humano, nas últimas décadas a educação exercida sem prioridade na dimensão ambiental não tem contribuído para aumentar a compreensão pública sobre a mudança climática. Urge no sistema educacional uma modificação para capacitar os

---

<sup>8</sup> Exemplo dessas forças: empresas de petróleo e carvão mineral ou vegetal — e seus usuários —, de cimento, aço, alumínio, celulose e papel, madeiras, mineradoras, frigoríficos e outras empresas do complexo agropecuário, muitas das quais têm financiado campanhas de descrédito da ciência do clima e dos relatórios já divulgados pelo IPCC (LIMA, 2013, p.97).

alunos a exercerem ações transformadoras diversas, para vencerem a inércia comportamental da sociedade e aumentarem o entendimento da população sobre a mudança climática e ambiental (LIMA; LAYRARGUES, 2014; LIMA, 2013).

Uma das formas de conseguir esse objetivo é agregar informação para conscientizar a opinião pública, e assim educar o cidadão inserindo-o no debate da política climática ambiental, e também suprimindo falsas controvérsias sobre o aquecimento global. Vale destacar que essas mudanças no sistema educacional e suas influências na mudança climoambiental exigem mais tempo, criatividade e também solidariedade. O nível de consciência ambiental será tanto maior quanto maior for o nível de criatividade e capacidade voluntária<sup>9</sup> que a educação despertar na sociedade (LIMA, 2013; LIMA; LAYRARGUES, 2014).

Com esse nível de consciência ambiental, a educação romperá com a ética antropocêntrica que tanto influenciou seus currículos para o exercício racional do utilitarismo da natureza, isto é, o exacerbamento do *eu* acima do *nós*. A mitigação das mudanças climáticas e ambientais passa por reforma no modelo educacional que provoque a transição para uma ética ambiental, para a retirada da teoria do vale tudo em busca do lucro fácil e imediato. Com a implantação da consciência e da ética ambiental, as pessoas não terão dúvidas em escolher entre benefício individual ou coletivo, competitividade ou cooperatividade, imposição ou participa-

---

<sup>9</sup> Não confundir o conceito de sociedade voluntária com o sacerdócio do magistério.

ção, ter ou ser, desmatamento ou florestas, esgotos ou água potável.

Dentro desse complexo quadro social se enquadra grande parte das causas da mudança climática e ambiental, tendo a educação ambiental a capacidade de dar fortes contribuições para sua repintura. Todavia, a contribuição para as mitigações dessas mudanças só será efetiva se o descompasso dos pressupostos teóricos com as ações práticas for afinado. Assim, faz sentido observar a influência do individual no coletivo, a importância do exame de cada um ao se perguntar: como querer mudanças no mundo se *eu* não mudo a minha forma de viver? Como implantar as noções básicas do ecologismo se continuo a aspirar os desejos do consumismo? (LIMA, 2013; LIMA; LAYRARGUES, 2014; BACCI; PATACA, 2008)

Da entrada do novo século até os dias atuais as contribuições da educação ambiental são enormes, muito embora seus resultados ainda não consigam fazer frente à contínua depredação da natureza causada pelo modelo desenvolvimentista consumista. Entretanto, sem a sua contribuição em vários níveis de influência, o cenário da depredação ambiental seria pior. O seu legado de trazer consciência, amor, solidariedade, cooperativismo e doação em prol do meio ambiente se tornou um incentivo às bases fundamentais de outras linhas educacionais sintonizadas com os ideais da sustentabilidade ambiental.

Às vezes estereotipada como sonhadora e fora da realidade pelo realismo científico, a educação ambiental nos mos-

trou o contrário com bons exemplos espalhados no mundo, em projetos de preservação, conservação e recuperação, semeando o ambientalismo e nos dando a esperança de que ele é possível. Sua prerrogativa principal — a prática da teoria — nos mostra a maneira eficiente de agir e a direção por onde seguir, numa forma saudável de interpretar o mundo, com uma nova filosofia de vida, um novo ideal de comportamento praticado no dia a dia, em nível individual e também em escala coletiva.

A prática é o que realmente modifica o mundo, provado infelizmente pelo modelo de sociedade atual com suas ações agressivas e intermitentes ao meio ambiente. A antítese dessa prática depredativa da natureza é exercida em pequena quantidade pela educação ambiental, e lamentavelmente está ausente em muitas teorias da educação como a aponta Brandão (BRANDÃO, 2007, p.12):

Ao contrário de outras vocações da educação, vagas demais, ideológicas demais, não raro, até mesmo, fundamentalistas demais ou restritas e uni dirigidas demais, a Educação Ambiental é um cenário cultural e pedagógico de convergência de múltiplos outros campos de saber, de sentido e de ação.

É na seara aberta da educação ambiental, com seus elementos de interdisciplinaridade, diversidade de projetos e propostas que envolvem teoria e prática, permitindo a socialização dos saberes culturais e educacionais, que se encontra terreno fértil para semear a consciência ambiental. A consciência ambiental, juntamente com a reforma do sistema

educacional e com a mudança do paradigma desenvolvimentista, fará que mais pessoas se integrem na defesa da natureza. Nesse sentido, urge um investimento significativo em políticas climáticas e ambientais, na formação de pessoas que serão futuros defensores e transmissores dos benefícios da dimensão ambiental para a sociedade.

É visível que a educação ambiental sozinha não resolve a grave situação ambiental, todavia quando se investiga qualquer planejamento, ação ou teoria na direção de melhorias ambientais, impreterivelmente os métodos e pressupostos da educação ambiental estão presentes de forma direta ou indireta. Portanto, as bases da educação ambiental são essenciais, e sem elas, as ideias de sustentabilidade não se sustentam, o desenvolvimento sustentável não se desenvolve e a dimensão crítica e libertadora da educação não se totaliza.

---

## **Educação para o desenvolvimento sustentável**

---

*Ninguém educa ninguém. Ninguém educa a si mesmo. Os seres humanos se educam mediatizados pelo mundo.*

*Paulo Freire, Pedagogia do Oprimido.*

**A**s orientações contidas no capítulo 36 da Agenda 21 — seção 36.2 — mostram as primeiras noções de uma nova proposta em educação, afirmando em uma das áreas de programas a necessidade de ter a reorientação do ensino no sentido do desenvolvimento sustentável (ONU, 1992a, sn). Na essência dessa medida estão incluídas outras, procurando desenvolver nessa educação uma maior consciência ambiental e ética ecológica, uma mudança de comportamento, ações afinadas com as medidas socioambientais impressas nas bases do desenvolvimento sustentável. No capítulo 36 existe uma diversidade de atividades educacionais propostas

para vários níveis sociais, que pode contribuir com sua especificidade, tanto para a área de desenvolvimento como para a ambiental.

Em 1994 a UNESCO propõe um projeto com nome Educando para um Futuro Sustentável: Ambiente, População e Desenvolvimento Sustentável (EPD). Esse projeto faz parte de uma cooperação internacional para avaliar e reforçar os objetivos propostos no capítulo 36 da Agenda 21 (PEREIRA, 2011).

O EPD considerava a educação um meio de capacitar as pessoas a se tornarem agentes de mudança, uma ferramenta indispensável para alcançar a sustentabilidade. As diretrizes da seção 36.2 da Agenda 21 foram expandidas em 1996, com uma proposta de reforma do ensino em seu conjunto, e não apenas por meio de modificações nos planos de estudos vigentes ou pela adição de novos componentes (PEREIRA, 2011; UNESCO, 2008).

Essas expansões, projetos e conferências internacionais resultaram num acúmulo de conhecimentos, e algumas finalidades de diretrizes se tornaram recorrentes. Semelhanças nas metas e pressupostos da educação ambiental, comparadas com uma educação voltada à sustentabilidade, começavam a aparecer. Os tópicos centrais e consensuais do debate eram consciência pública e educação, que sabidamente são estruturas básicas da sustentabilidade e, por sua vez, ligavam-se a temas como população, desigualdade social, fome, paz, saúde, cidadania e outros (UNESCO, 1997; RIBEIRO, 2002).

Esses assuntos eram tratados com repetição, tanto o é que desde 1997 na Declaração de Thessaloniki essas concordâncias educacionais relacionadas ao desenvolvimento e ao ambiente aparecem como se vê na sua consideração 11 (THESSALONIKI, 1997):

A educação ambiental, como desenvolvida no quadro das recomendações de Tbilisi, e como evolui desde então, dirigindo-se para o itens globais incluídos na Agenda 21 e nas Conferências das Nações Unidas, também tem sido voltada à educação para a sustentabilidade. Isso permite que possa também ser referida como educação para o meio ambiente e a sustentabilidade.

Em Johannesburgo, em 2002, a proposta dessa nova educação também se fez presente com diversas recomendações, em especial a de número 233, trazendo a decisão de promover a educação para o desenvolvimento sustentável. Essa promoção passa por várias atitudes, como: preparar alunos através de programas de formação para carreiras na área de sustentabilidade; desenvolvimento de currículos de sustentabilidade; capacitar os nossos sistemas de ensino para preparar as pessoas para buscar o desenvolvimento sustentável (RIO+20, 2012; LAGO, 2006).

Em 2003, a educação foi reconhecida como estrutura essencial ao desenvolvimento sustentável pela Assembleia Geral das Nações Unidas, anunciando o Decênio das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (Dnueds), com o objetivo de promover um ensino-

aprendizagem universal durante toda a vida, na busca de alcançar o desenvolvimento sustentável (BARBIERI, 2011).

Com a análise dos documentos publicados nas conferências se percebe que as terminologias *educação para sustentabilidade*, *educação para um futuro sustentável* e *educação para o desenvolvimento sustentável*<sup>1</sup> tinham o mesmo sentido e suas semelhanças com a educação ambiental eram muitas. Quando se procura o ponto de encontro dessa confluência, identifica-se duas linhas educacionais separadas com objetivos definidos educação para o desenvolvimento e educação ambiental. A educação para o desenvolvimento com foco nas inter-relações sociais, políticas e econômicas, e a educação ambiental com o foco nos conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente

Os objetivos da educação para o desenvolvimento e da educação ambiental, quando unidos, formam uma nova proposta de educação. O sentimento de defesa do meio ambiente da educação ambiental, somado à preocupação da educação para o desenvolvimento com a pobreza, desigualdade social e opressão, se complementam de forma necessária. Posta essa justaposição de objetivos educacionais, nasce um novo modelo educacional: a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS).

Mas é válida a lembrança, para conseguir a meta ambiciosa de transformar o comportamento individual do ser

---

<sup>1</sup> Recentes trabalhos estão sendo feitos sobre a educação para mudanças climáticas.

humano e coletivo de uma sociedade, por processos educacionais — além dessas vertentes educacionais — a educação para o desenvolvimento sustentável necessitará de outros tipos de educação, conforme afirma a UNESCO (HAAN, 2007, p.7):

Não basta tirar elementos de educação para o desenvolvimento e da educação ambiental e reuni-los para a EDS. Educação do consumidor, estudos sobre a paz, educação para os direitos humanos, educação para mobilidade, educação em questões financeiras e aspectos da educação para a cidadania (educação para a democracia) fornecerão conhecimentos que serão integrados na educação para o desenvolvimento sustentável.

A educação para o desenvolvimento sustentável se apresenta como uma possível solução para amenizar os problemas da mudança climática e ambiental que hoje preocupam a população. Os seus objetivos perpassam várias áreas de conhecimento: economia, sociologia, ecologia e biologia, o que a torna em si de difícil domínio e mais ainda de difícil realização (BARBIERI, 2011).

Além disso, ela valoriza a questão ambiental e a transcendente, envolvendo aspectos transdisciplinares e transculturais do conhecimento, oferecendo um propósito maior. Pois ao se colocar como fonte de geração de uma consciência ambiental, usa a base paradigmática da sustentabilidade para formar pessoas que criem iniciativas orientadas, objetivando a construção de um desenvolvimento sustentável por um longo prazo (BARBIERI, 2011; HAAN, 2007).

Nesse sentido, a educação para o desenvolvimento sustentável quer promover a capacitação de pessoas com competências que vão além de habilidades manuais ou de resolver problemas. Ir além dessas competências é conseguir mudar a consciência do ser humano em relação ao modo de interferir no meio ambiente, à forma gerir a produção e à sua maneira de consumir, isto é, realizar um projeto quase utópico que é a construção de um mundo sustentável, ecológico e socialmente justo (GADOTTI, 2008; UNESCO, 2008).

### A década da educação para o desenvolvimento sustentável

Iniciada em 2005, a Década da educação para o desenvolvimento sustentável (Deds) propõe um maneira diferente de aprendizagem, comportamento e valoração da sociedade para obter um desenvolvimento sustentável. Dessa forma a UNESCO recomenda (UNESCO, 2005, p.63),

A visão global da Década das Nações Unidas de Educação para o Desenvolvimento Sustentável é um mundo onde todos tem a oportunidade de se beneficiar de educação e aprender os valores, comportamentos e estilos de vida necessários para um futuro sustentável e para a positiva transformação da sociedade.

A Deds possui princípios que se forem implementados com eficiência trarão benefícios de grande valor para o bem estar da humanidade. Seus fundamentados possuem uma

visão igualitária de oportunidades em educação, na perspectiva de aprender a viver nesse planeta com valores e comportamentos condizentes com um futuro sustentável. De forma sintética, os seus direcionamentos abrangem a valorização da educação e a aprendizagem para o desenvolvimento sustentável, buscando fornecer espaços e oportunidades para a conscientização do cidadão.

Essa conscientização trará uma maior clareza para compreender a importância relacional das dimensões ambiental, social e econômica, porque estará alicerçada em valores essenciais de conhecimento universal, como respeito à diversidade, à diferença, ao meio ambiente e ao próximo. Assim, de 2005 até o 2015, a Deds será um instrumento de mobilização, difusão e informação, procurando reunir parcerias em diversas áreas de interesse, objetivando uma conscientização da necessidade de um desenvolvimento com sustentabilidade (UNESCO, 2005).

Diversas medidas de mitigação da mudança climática e ambiental recebem influência do nível de clareza pública das relações entre as dimensões ambiental, social e econômica. Vale destacar que outras dimensões, como a cultural e geográfica, possuem relevância nos problemas ambientais, pois esses últimos não são exclusividade de aspectos econômicos. Desse modo, a facilidade em implementação de políticas públicas com mais eficiência numa região, com ênfase na educação para o desenvolvimento sustentável, dependerá em muito da capacidade cultural de cada país em perceber os benefícios gerados pela sustentabilidade.

Assim, a reforma proposta pela educação para o desenvolvimento sustentável está ligada intimamente com a cultura e a forma como influencia as três dimensões do desenvolvimento sustentável. Mesmo agindo como uma dimensão subjacente, a cultura pode gerar renda através de arte, música, dança, turismo — quando estiver atrelada ao desenvolvimento econômico de uma região — e à preservação do meio ambiente. No entanto, é importante ressaltar, a dimensão de cultura aqui abordada transcende o aspecto de manifestações de música, dança e vestuários chegando a “uma maneira de ser que está em constante evolução, uma forma de se relacionar, de se comportar, de acreditar e agir durante toda a vida.” (UNESCO, 2005, P.18).

Não se afirma com isso que a totalidade das causas da mudança climática e ambiental ocorrida até aqui foram agudizadas somente por falta da educação. A problematização se centra na falha da educação atual, em não priorizar a dimensão ambiental em todos os seus aspectos — importância biológica nos serviços ecossistêmicos, aumento da qualidade de vida, segurança global, finitude dos recursos naturais, entre outros —, na formação dos cidadãos.

Nesse sentido, uma reforma na educação deve objetivar o despertar da cidadania para a prática constante do comportamento sustentável. A educação para o desenvolvimento sustentável pode auxiliar na amenização dos efeitos da mudança climática e ambiental, quando ensina o exercício contínuo da sustentabilidade em todas as atividades da vida, levando em conta aspectos ambientais, culturais e so-

ciais, exercendo-as com responsabilidade e democracia. As premissas da qualidade dessa educação estão sintetizadas a seguir (UNESCO, 2005):

- 1) Ser interdisciplinar e holística. Ensinar desenvolvimento sustentável de forma integrada em todo o currículo, não como disciplina a parte;
- 2) Visar a aquisição de valores e princípios fundamentados na sustentabilidade e ensiná-los;
- 3) Desenvolver o pensamento crítico e a capacidade de encontrar solução para os problemas, ensinando a ter confiança ante os dilemas e desafios em relação ao desenvolvimento sustentável;
- 4) Estar bem relacionada com a vida local, abordando tanto os problemas locais quanto os globais, usando a(s) linguagem(s) mais comumente utilizadas(s) pelos alunos.

O desafio de praticar constantemente um comportamento sustentável exige procedimentos com um largo espectro de atuação: deveres e responsabilidades das empresas quanto a problemas ambientais; redução da pobreza; melhor planejamento da demografia urbana e rural; governabilidade, paz e saúde, e entre outros. A conscientização dessas práticas sustentáveis, na busca de minimizar as mudanças climáticas e ambientais, requer alteração estruturais nas políticas de educação, desde a educação do jardim de infância até o

curso superior, na busca de aprender conhecimentos sustentáveis durante toda a vida adulta. Sem dúvida uma reforma ampla, abrangendo uma nova formação de professores e nova concepção de aula, uma modificação dos objetivos e conteúdos curriculares, na busca de se interdisciplinar as dimensões sociais, ambientais, econômicas e culturais com a sustentabilidade (UNESCO, 2005).

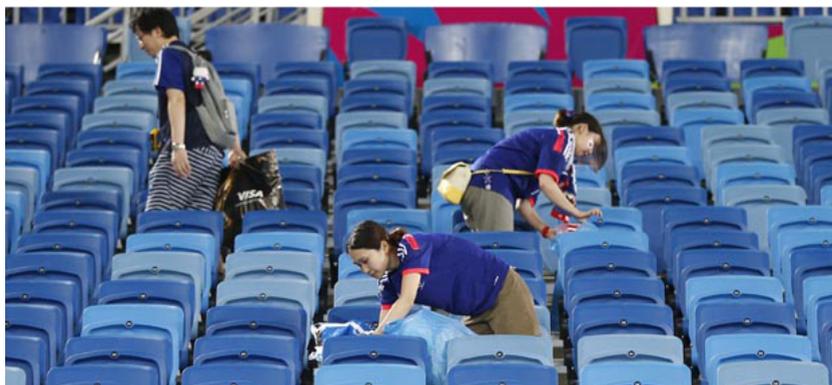
Transcender o espaço escolar é outro traço característico da educação para o desenvolvimento sustentável, expandindo o local da aprendizagem para o mundo, a escola maior. Com efeito, a interação com o mundo significando e ressignificando as coisas na nossa vivência diária é uma maneira de aprendizagem, acontecendo de diversas formas, na interação solitária com o sistema televisivo e no mundo das comunicações globais, nos simples atos de manuseio, enfim, vivendo, errando, acertando e sempre aprendendo.

O programa da educação para o desenvolvimento sustentável dentro e fora do espaço escolar pode internalizar, no individual e no coletivo, o exercício de práticas e comportamentos sustentáveis que, se forem duradouras, passarão às próximas gerações, tornando-se uma cultura sustentável. Pequenos exemplos de sustentabilidade podem influenciar no clima e no meio ambiente quando feitos de forma globalizada.

Uma boa atitude é o aprimoramento da reciclagem de lixo, no qual inúmeros benefícios climáticos e ambientais são obtidos, uma vez que a reciclagem diminui a emissão de poluentes para a atmosfera; a extração de recursos naturais;

a poluição dos recursos hídricos e a degradação dos ecossistemas. Um exemplo de cultura educacional sustentável foi dado pela torcida japonesa, na cidade de Natal, durante a copa do mundo em 2014 no Brasil, como mostra a figura 27. Os japoneses levaram sacos e ao término de cada jogo recolheram o lixo produzido e o destinaram para o local correto. Esse exemplo foi seguido por uma minoria de brasileiros nos outros jogos. Para os japoneses essa ação educativa de recolher o lixo produzido é uma norma cultural duradoura, e para os brasileiros significa uma atitude bonita e efêmera. É nesse ponto em que a educação age, ensinando valores e boas maneiras de geração em geração, até que se tornem normas de cultura.

Figura 27 – Japoneses dão exemplo de civilidade na copa do mundo de 2014.



Fonte: band.com.br

As noções de sustentabilidade e a prioridade da dimensão ambiental estão diluídas no modelo de educação, que forma para a competitividade na sociedade de consumo e gera como um dos resultados a inércia reflexiva e a omissão conivente perante a mudança climática e ambiental. Na busca de minimizar essa apatia educacional, a educação para o desenvolvimento sustentável propõe uma abordagem holística que se consolide na prática, junto a uma reforma íntima nas estruturas pessoais do ser humano.

Essa reforma exige abrir mão de certos confortos tecnológicos imediatos, tornando o ser humano mais altruísta e colaborativo. Por essa dificuldade de execução e pela magnitude do alcance de sua proposta, a educação para o desenvolvimento sustentável é um conclave a todos. O individual e o coletivo, o público e o privado, o governamental e o civil, o regional e o internacional, todos são chamados a contribuir de formas diversas e com intensidades diferentes. Como qualquer ação cooperativa, o fracasso e o sucesso da educação para o desenvolvimento sustentável — como também da implementação de mitigação para a mudança climática e ambiental — dependerá muito do nível de comprometimento coletivo. Formas de contribuição das partes sociais<sup>2</sup> nesse contexto podem se encontradas na tabela feita por (UNESCO, 2005).

Em 2015 termina o prazo da década da educação para o desenvolvimento sustentável, e as mudanças conseguidas

---

<sup>2</sup> Organizações governamentais, intergovernamentais, sociedade civil, organizações não governamentais e setor privado.

foram bem poucas. Avanços aconteceram, mas ainda são ínfimos diante do quadro social e ambiental do mundo. Ao menos a ideia foi lançada oficiosamente em 2005, e ainda está no ar. O processo terá um engajamento maior e surtirá mais efeito quando os cidadãos, de forma individual, comprometem-se a fazer sérias reflexões. O que eu quero durante minha vida nesse mundo? Somente gozar de prazeres efêmeros trazidos pelo consumismo? Deixar a individualidade se exacerbar ao ponto de impedir uma reflexão sobre a mudança climática e ambiental que compromete o futuro do Planeta? O início de uma nova caminhada se dá no reconhecimento, pelo autoexame, de que estamos na rota errada, e no desejo sincero de mudança. Urge a preocupação com um amanhã melhor. A educação para o desenvolvimento sustentável é uma boa opção de caminho para se chegar um futuro com sustentabilidade, e só depende de se fazer as escolhas de acordo com o sábio alerta da Deds (UNESCO, 2005, p.25):

Como pessoas, buscamos mudanças positivas para nós mesmo, para nossos filhos e netos; devemos fazer isto respeitando o direito de todos de fazer o mesmo. Para isso, devemos aprender constantemente sobre nós mesmos, nosso potencial, nossas limitações, nossos relacionamentos, nossa sociedade, nosso meio ambiente, nosso mundo. A educação para o desenvolvimento sustentável é um esforço vital e eterno que desafia indivíduos, instituições e sociedades a olhar para o dia de amanhã como um dia que pertence a todos nós ou não pertencerá a ninguém.

## A sustentabilidade como meta final das educações

A sustentabilidade é superior às atitudes paliativas de conservação isolada e ambientalismo radical, e deve ser o objetivo central de todos os modelos educacionais citados neste texto. O conceito de sustentabilidade é democrático e procura atender as necessidades de todos, pautando-se principalmente no ambiental e no social, com a seguinte ressalva: sem o avanço da dimensão social, o conceito de sustentabilidade se dilui.

Esse deve ser o trabalho da educação, promover o convencimento das pessoas para ter atitudes socioambientais que minimizem os efeitos da mudança climática e ambiental: limpar os rios poluídos e não poluir os limpos, sabendo que há direito ético em pescar o peixe de forma sustentável para alimentar a população que dele depende; ter consciência de que sempre haverá rejeitos nas atividades humanas, mas fazer a reciclagem eficiente do lixo produzido a nível doméstico e empresarial; acabar com o desmatamento e reflorestar áreas degradadas, mas fazer usufruto da silvicultura sustentável; ter o direito de se deslocar para o trabalho e viagens, mas saber que esse deslocamento pode ser feito com menos poluição, andando a pé, bicicleta ou usando transporte de massa; planejar famílias menores com compromisso de educá-las para o comportamento sustentável; praticar prevenção da poluição e de qualquer atitude degradadora como incêndios em matas e outras atitudes similares.

Assim, a busca pela sustentabilidade ambiental passa por mudanças de estilo de vida que, em alguns aspectos, podem ser difíceis de colocar em prática, mas são plenamente realizáveis. Alguns países estão testando estratégias sustentáveis seguindo recomendações da educação para o desenvolvimento sustentável. Na Europa a opção escolhida foi formar os educadores para que possam incluir o desenvolvimento sustentável na sua atividade docente, e garantir o acesso aos instrumentos e materiais necessários à EDS (UNESCO, 2005). Na Hungria as Eco escolas usam a educação ambiental, a educação para democracia participativa, a educação para uma vida mais saudável e valores de sustentabilidade. A Finlândia se envolveu com a Deds publicando coletânea de artigos no ensino superior e envolvendo fortemente a educação de adultos (KAIVOLA; ROHWEDER, 2007). No Japão colocaram a educação para a sustentabilidade na formação de professores em conjunto com outros programas educacionais, como os Objetivos do Milênio. Outros países na Ásia, como a Índia, também fizeram seu projeto educacional relacionado com a sustentabilidade (GADOTTI, 2008).

Sem exceção, todos os tipos de educação relacionados com o meio ambiente contribuem para o contexto geral da mudança climática e ambiental. Cada componente educacional contribui de forma específica e globalizada para o meio ambiente, cada um tem os seus defensores exaltando as qualidades de seus paradigmas e apontando falhas no arcabouço teórico das teorias irmãs. Em meio a tantas teorias,

ideologias e interpretações que envolvem a educação com suas influências e limitações, com a desarmonia visível entre os direcionamentos teóricos e a práxis cotidiana, tem-se uma certeza: só através da prática é que as mudanças acontecem (UICN, 2000; LIMA, 2013).

A mudança climática e ambiental será mitigada com eficácia quando a contribuição da educação estiver embasada na sustentabilidade e na ecologia profunda, realizando uma alfabetização ecológica (CAPRA et al., 2006), pois com a prática dessa filosofia de vida a sociedade se conscientizará do nível de sua dependência em relação aos ecossistemas do planeta, e terá a certeza de que degradar o meio ambiente é degradar moralmente a própria humanidade. A meta da nova educação é conscientizar os seres humanos da premente realidade do meio ambiente, imposta pela mudança climática e ambiental, com vistas a mudanças de foro íntimo do homem, nas múltiplas faces das atividades antrópicas, reflorestando o desértico coração humano ligado ao desenvolvimentismo, ecologizando a economia, pedagogia, educação, cultura e ciência, projetando um futuro construído pelo reencantamento do homem pela natureza (GADOTTI, 2008; CAPRA, 1982).

O sucesso no objetivo de promover a evolução do nível de consciência em relação as mudanças climáticas e ambientais, e de questões que delas derivam, acontecerá com uma junção dos saberes da educação ambiental e da educação para o desenvolvimento sustentável, entre outros. A educação ambiental pode contribuir com suas características:

naturalista, científica e com foco de concentração no aspecto ambiental. Unindo esses aspectos da educação ambiental às características da educação para o desenvolvimento sustentável — um entendimento mais global a nível social, político e econômico; uma independência com grupos de educadores; uma maior facilidade em debater com os tomadores de decisão dos governos e das empresas —, obtêm-se uma boa fusão das teorias.

Esse é o modelo educacional aqui defendido, um modelo que possui nas suas premissas um desenvolvimento ambientalmente correto, socialmente justo, economicamente viável, culturalmente respeitoso das diferenças e com uma exigência de ser executável (GADOTTI, 2008). Essas premissas estão presentes nas educações relacionadas ao meio ambiente, com mais clareza em uma, indiretamente em outra, mas em todas estão presentes.

A reforma proposta pela sustentabilidade em todas as vertentes educacionais, com o objetivo de mitigar os efeitos da mudança climática e ambiental, terá que reestruturar as dimensões do desenvolvimento. No aspecto econômico a educação deve apontar o benefício de se fazer o abandono de um estruturante do capitalismo, o lucro como o centro de tudo. Um limitador de fortuna individual e um redutor de especulação do mercado financeiro devem ser implementados, para evitar sua influência em riquezas comuns, materiais e imateriais da humanidade, como os recursos naturais, bens públicos, conhecimento, educação e, sobretudo, os seres humanos.

A dimensão econômica não deve se preocupar em só dar comida ao ser humano, deve ir além e dar dignidade, cultura, educação, ciência e condições de tomar decisões próprias. Com essas condições a humanidade poderá vislumbrar a importância da natureza e desenvolver com mais prática os saberes ambientais, começando uma nova caminhada em busca de realizar as mitigações climáticas e ambientais relatadas anteriormente.

A realização das propostas feitas acima não se faz com revoluções extremas de paradigmas políticos — alterações de capitalismo para comunismo ou socialismo para capitalismo — que já aconteceram e se mostraram ineficientes. A condição de se fazer boas escolhas só será atingida pela mudança interna movida pelo exame da nossa existência no planeta, para o planeta e com o planeta, isto é, pela reflexão profunda das relações antrópicas com o meio ambiente, e isso só pode ser mediado pela educação.

Decisões com características solidárias, onde a riqueza não precisa ser eliminada, precisam ser compartilhadas, saindo da visão centralizadora de recursos para uma visão descentralizadora, de uma maneira competitiva de vida para uma forma cooperativa na vida. Somente exercendo essa dinâmica de solidariedade é que se deixará o improfícuo reino dos discursos teóricos e se entrará no chão real do mundo prático, dando uma oportunidade para que nossa humanidade não se robotize dentro dessa era tecnológica e possa viver com ciência direcionada para a vida e a biodiversidade, com tecnologia criativa em trazer conforto, mas de

forma ecológica e ambientalmente sustentável, largando o comportamento depredador do meio ambiente sem perder o horizonte da igualdade social, buscando sempre uma economia que traga os avanços sociais para os mais necessitados.



---

## Referências

---

- AGUDO, P. A. *Água e transdisciplinaridade para uma Ecologia de Saberes. Ética e nova cultura da água*. Brasília: Senado Federal, 2011.
- AGUILAR, M. G. C.; JUNIOR, N. S. Crise do racionalismo moderno e transição paradigmática: uma utopia ecológica? *Gaia Scientia*, v. 8, n. 1, p. 338–350, 2014.
- AITO, C. J. *Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.
- ALMEIDA, J. P. Ciência e meio ambiente: a interdisciplinaridade na constituição do pensamento ecológico. *Revista de História Regional*, v. 2, n. 2, p. 187–200, 1997.
- ALVES, R. *Entre a ciência e a sapiência*. São Paulo: Loyola, 2007.
- ARRHENIUS, S. A. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *Philosophical Magazine and Journal of Science*, v. 4, n. 251, p. 237–27, 1896.
- ASSADOURIAN, E. Transforming cultures: From consumerism to sustainability. *Journal of Macromarketing*, v. 30, n. 2, p. 185–191, 2010.

BACCI, D. de L. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. *Estudos avançados*, v. 22, n. 63, p. 211–226, 2008.

BALLOT, C. H. D. B. *Suggestions on a uniform system of meteorological observations*. EUA: Royal Netherlands Meteorological Institute, 1872.

BARBIERI, J. C. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. *Revista Administração Mackenzie*, v. 12, n. 3, p. 51–82, 2011.

BARBOSA, A. S. *O Cerrado está extinto e isso leva ao fim dos rios e dos reservatórios de água*. 2014. Disponível em: <[http://www.jornalopcao.com.br/entrevistas/o cerrado está extinto e isso leva ao fim dos rios e dos reservatorios de água 16970/](http://www.jornalopcao.com.br/entrevistas/o-cerrado-esta-extinto-e-isso-leva-ao-fim-dos-rios-e-dos-reservatorios-de-agua-16970/)>. Acesso: 10 Jan. 2014.

BARBOSA, M. S. T. *História da educação*. São Luis: Unemat, 2010.

BASTOS, A. V. B. Neutralidade versus responsabilidade social na pesquisa. *Revista de administração*, v. 23, n. 1, p. 70–80, 1988.

BENTES, R. A intervenção do ambientalismo internacional na amazônia. *Estudos avançados*, v. 19, n. 54, p. 225–240, 2005.

BIEL, A.; LUNDQVIST, L. *From Kyoto to the town hall: Making International and National Climate Policy Work at the Local Level*. EUA: Oxford, 2012.

BLOOM, D. E. 7 billion and counting. *Science*, v. 333, n. 562, p. 562–568, 2011.

BOFF, L. *Contradição insustentável*. 2007. Disponível em: <<http://www.coeptbrasil.org.br/portal/Publico>>. Acesso: 16 set. 2014.

BOLIA, K. D. S.; MILIOLI, G. A educação ambiental como instrumento para a construção de uma sociedade ecológica. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 22, n. sn, p. 661–673, 2011.

BORN, R. H. *O custo ambiental. Mudanças climáticas e verdades Inconvenientes*. 2009. Disponível em: <<http://www.diplomatique.org.br/artigo.php?id=532>>. Acesso: 17 dez. 2013.

BRANDÃO, C. H. *Minha casa, o mundo*. São Paulo: Idéias e Letras, 2008.

BRANDÃO, C. R. *Encontros e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Departamento de Educação Ambiental, 2007.

BRASIL. *Carta de Belgrado*. 1975. Disponível em: <[http://www.esac.pt/abelho/EdAmbiental/carta de Belgrado.pdf](http://www.esac.pt/abelho/EdAmbiental/carta%20de%20Belgrado.pdf)>. Acesso: 09 de mar. 2014.

\_\_\_\_\_. *Carta da Terra*. 1992. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/carta\\_terra.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/carta_terra.pdf)>. Acesso: 04 de abril 2014.

\_\_\_\_\_. *Declaração de Brasília para a Educação Ambiental*. Brasília, 1997. Disponível em :<<http://www.promeario.com.br/docs/7.DeclaracaoAmbiental.pdf>>. Acesso: 12 jun.2014.

CALHEIROS, R. de O.; TABAI, F. C. V. *Cadernos da mata ciliar*. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009.

- CALLENDAR, G. S. The artificial production of carbon dioxide and its influence on climate. *Quarterly J. Royal Meteorological Society*, v. 64, n. sn, p. 223–240, 1938.
- CAPRA, F. *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix, 1982.
- CAPRA, F. et al. *Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável*. São Paulo: Cultrix, 2006.
- CARSON, R. L. *Primavera silenciosa*. São Paulo: Melhoramentos, 1962.
- CARVALHO, I. C. M.; FARIAS, C. R.; PEREIRA, M. V. A missão "ecocivilizatória" e as novas moralidades ecológicas: a educação ambiental entre a norma e antinormatividade. *Ambiente & Sociedade*, XIV, n. 2, p. 36–49, 2011.
- CARVALHO, L. M. de; TOMAZELLO, M. G. C.; OLIVEIRA, H. T. de. Pesquisa em educação ambiental: Panorama da produção brasileira e alguns de seus dilemas. *Caderno CEDES*, v. 29, n. 77, p. 13–27, 2009.
- CASAGRANDE, A. e. a. Mudanças climáticas e aquecimento global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 8, n. 7, 2011.
- CASTELLS, M. *A Sociedade em rede. A era da informação: economia, sociedade e cultura*. São Paulo: Paz e Terra, 2000. v. 1.
- CBD. *Panorama 2010: Ano Internacional da Biodiversidade Global 3*. Brasília, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Global Biodiversity Outlook 4*. EUA, 2014.
- CHEW, S. C. *Ecological Futures: What History Can Teach Us*. EUA: Altamira press, 2008.

CMMAD. *Relatório Brundtland–Nosso futuro comum*. Brasília, 1987.

CORREIA, A. V. *Florestas muito mais do que árvores*. Lisboa, 2009.

COSTANZA, R.; GRAUMLICH, L.; STEFFEN, W. Sustainability or collapse: What can we learn from integrating the history of humans and the rest of nature? *Royal Swedish Academy of Sciences*, v. 36, n. 7, p. 522–526, 2007.

COX, P. M. et al. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature*, v. 408, n. sn, p. 184–187, 2000.

CPTEC. *Princípios de Meteorologia e Meio Ambiente*. 2014. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>>. Acesso em: 10 Mar. 2014.

CZAPSKI, S. *A Implantação da Educação Ambiental no Brasil Examinado as raízes: "Cada um abrindo picada para a Humanidade inteira"*. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, 1998.

DEAN, W. *A ferro e fogo: a história e a devastação da mata atlântica brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras, 1978.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 12, p. 1296–1301, 2014.

DIAMOND, J. *Colapso, como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso*. São Paulo: Ed. Record, 2006.

DIAS, G. F. *Mudança climática e você*. São Paulo: Gaia, 2013.

DIEGUES, A. C. *A ecologia política das grandes Ongs transnacionais conservacionistas*. São Paulo: Nupaub, 2008.

DUPUY, J. P. The catastrophe of chernobyl twenty years later. *Estudos avançados*, v. 21, n. 59, p. 243–252, 2007.

ECOLÓGICO, C. *Nanotecnologia - a manipulação do invisível*. São Paulo: Centro ecológico, 2009.

EHRlich, P. R. *The Population Bomb*. EUA: Ballantine Books, 1968.

ENGELMANN, R. Além do blablablá da sustentabilidade. In: 1 (Ed.). *Estado do mundo 2013. A sustentabilidade ainda é possível?. Erik Assadarian and Tom Prugh (orgs)*. Washington: Worldwatch Institute, 2013. cap. 1, p. 4–18.

FABER, J.; SCHROTEN, A.; BLES, M. Behavioural climate change mitigation options and their appropriate inclusion in quantitative longer term policy scenarios. *European Environment Agency*, 2012.

FAO. Global food losses and food waste - fao report. *Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations*, 2011.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in brazilian amazonia: History, rates, and consequences. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 680–688, 2005.

FLANNERY, T. *Os senhores do clima*. São Paulo: Record, 2007.

FLEMING, J. R. *Historical Perspectives on climate change*. EUA: Oxford University Press, 1998.

\_\_\_\_\_. *The Callendar effect: the life and times of Guy Stewart Callendar, the scientist who established the carbon dioxide theory of climate change*. EUA: American Meteorological Society, 2007.

FLORES, M.; MARQUES, M. da G. B.; RENNER, M. F. Revisão sobre toxinas de anura (tetrapoda, lissamphibia) e suas aplicações biotecnológicas. *Ciência em Movimento*, XII, n. 24, p. 103–117, 2010.

FONSECA, I. F.; BURSZTYN, M. Mercadores de moralidade: A retórica ambientalista e a prática do desenvolvimento sustentável. *Ambiente&Sociedade*, X, n. 2, p. 171–188, 2007.

FONTENELLE, I. A. A resignificação da crise ambiental pela mídia de negócios: responsabilidade empresarial e redenção pelo consumo. *Galaxia*, n. 26, p. 135–147, 2013.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e terra, 1987.

\_\_\_\_\_. *Pedagogia da Indignação — cartas pedagógicas e outros escritos*. São Paulo: UNESP, 2000.

FREITAS, R.; LONGO, K. M.; DIAS, M. A. F. S. Emissões de queimadas em ecossistemas da américa do sul. *Estudos avançados*, v. 19, n. 53, 2005.

FUKUYAMA, F. Social capital and development: The coming agenda. *Sais Review*, v. 22, n. 1, p. 23–37, 2002.

GADOTTI, M. *Educar para a sustentabilidade*. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 2008.

- GALLI, A. *Educação ambiental como Instrumento para o Desenvolvimento Sustentável*. Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2007.
- GATERSLEBEN, B.; WHITE, E.; JACKSON, T. Values and sustainable lifestyles. *Architectural Science Review*, v. 53, n. 1, p. 37–50, 2010.
- GIDDENS, A. *A política da mudança climática*. São Paulo: Zahar, 2010.
- GROVE, R. H. *Green Imperialism; colonial expansion, tropical island Edens and the origins of environmentalism*. São Paulo: Cambridge University Press, 1995.
- GRUN, M. *Ética e educação ambiental: a conexão necessária*. São Paulo: Campinas: Papirus, 1996.
- GUPTA, N. Globalization does lead to change in consumer behavior an empirical evidence of impact of globalization on changing materialistic values in indian consumers and its aftereffects. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, v. 23, n. 3, p. 251–269, 2011.
- GWYNNE, P. The cooling world. *Newsweek*, April, p. 28–64, 1975.
- HAAN, G. d. Education for sustainable development — a new field of learning and action. In: 1 (Ed.). *EUA: UNESCO today*, 2007.
- HANSEN, J. *Por que preciso falar sobre mudanças climáticas*. 2012. Disponível em: <<http://www.ted.com/talks/james-hansen>>. Acesso: 10 dez. 2014.
- HATJE, V.; COSTA, M. F. da; CUNHA, L. C. da. Oceanografia e química: Unindo conhecimentos em prol dos oceanos e da sociedade. *Química Nova*, v. 36, n. 10, p. 1497–1508, 2013.

HUFTY, M. Investigating policy processes: The governance analytical framework (gaf). *Research for Sustainable Development: Foundations, Experiences and Perspectives*, v. 6, n. sn, p. 404–424, 2011.

HUGHES, J. D. *La ecología de las civilizaciones antiguas*. EUA: Fondo de Cultura Econômica, 1981.

IMBRIE, J. Astronomical theory of the pleistocene ice ages: A brief historical review. *ICARUS*, v. 50, n. 2, p. 408–422, 1982.

IPCC. *Policymakers Summary Formulation of Response Strategies*. EUA, 1990.

\_\_\_\_\_. *Second Assessment Climate Change*. EUA, 1995.

\_\_\_\_\_. *Report of Working Group II. Summary for policymakers. Climate change: impacts, adaptation and vulnerability*. EUA, 2001.

\_\_\_\_\_. *Summary for Policymakers climate change 2001: mitigation a report of working Group III*. EUA, 2001.

\_\_\_\_\_. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers*. EUA, 2007.

\_\_\_\_\_. *Historical Overview of Climate Change*. In: *Climate Change : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I*. EUA, 2007.

\_\_\_\_\_. *Climate change assessments: Review of the processes and procedures of the IPCC*. EUA, 2010.

\_\_\_\_\_. *Working group I contribution*. EUA, 2013.

\_\_\_\_\_. *Agriculture, Forestry and Use (AFOLU) OtherLand*. EUA, 2014.

\_\_\_\_\_. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. EUA, 2014.

\_\_\_\_\_. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. EUA, 2014.

\_\_\_\_\_. *Technical Summary. Grupo de trabalho I*. EUA, 2014.

\_\_\_\_\_. *Working Group III – Mitigation of Climate Change. Capítulo 4 - Drivers, Trends and Mitigation*. EUA, 2014.

\_\_\_\_\_. *Working Group III – Mitigation of Climate Change. capítulo 4 - Sustainable Development and Equity*. EUA, 2014.

IPEA. *Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios*. Brasília, 2011.

JACKSON, T. The challenge of sustainable lifestyles. *State of the world: Innovations for a Sustainable Economy*, sv, n. sn, p. 45–222, 2008.

JACOBI, P. R. Mudanças climáticas globais: a resposta da educação. *Revista Brasileira de Educação*, v. 16, n. 46, p. 135–268, 2011.

JAGERS, S.; STRIPPLE, J. Climate governance beyond the state. *Global Governance*, n. 9, p. 385–399, 2003.

JAPIASSU, H. *O sonho transdisciplinar: e as razões da filosofia*. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2006.

KAIVOLA, T.; ROHWEDER, L. *Towards Sustainable Development in Higher Education – Reflections*. Suécia: Helsinki, 2007.

KEELING, C. D. The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere. *Tellus*, v. 12, n. 2, p. 200–203, 1960.

KEELING, C. D. J. C. P. Concentration of atmospheric carbon dioxide in hawaii. *Journal of Geophysical Research*, v. 70, n. 24, p. 6053–6076, 1965.

KHOR, M. *Risks and uses of the green economy concept in the context of sustainable development, poverty and equity*. EUA: ONU, 2011.

KINLEY, D. *The Chernobyl Forum: 2003–2005 Second revised version*. Austria, 2006.

KNIGHTON, D. Downstream variation in stream power. *Geomorphology*, v. 29, n. 3, p. 293–306, 1999.

KRASILCHIK, M.; CARVALHO, L. M. de; SILVA, R. L. F. *Educação para a sustentabilidade dos recursos hídricos*. São Paulo: São, 2010.

KULAKSIZ, S.; BAU, M. Anthropogenic gadolinium as a microcontaminant in tap water used as drinking water in urban areas and megacities. *Applied Geochemistry*, v. 26, n. 11, p. 1877–1885, 2011.

LAGO, A. A. C. *Estocolmo, Rio, Joanesburgo. O Brasil e as três conferências ambientais das nações unidas*. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2006.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na amazônia. *ecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 3, p. 434–451, Setembro 2009.

LAYRARGUES, P. P. *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

- LEBEL, L.; LOREK, S. Enabling sustainable production-consumption systems. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 33, n. sn, p. 241–75, 2008.
- LEFF, E. Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental. In: SIGNUS (Ed.). *Interdisciplinaridade em ciências ambientais*. São Paulo: PADCT, 2000.
- LELE, S. M. Sustainable development a critical review. *World Development*, v. 19, n. 6, p. 607–621, 1991.
- LIMA, G. F. da C. Educação ambiental e mudança climática: convivendo em contextos de incerteza e complexidade. *Ambiente&Sociedade*, v. 18, n. 1, p. 91–112, 2013.
- LIMA, G. F. da C.; LAYRARGUES, P. P. Mudanças climáticas, educação e meio ambiente: para além do conservadorismo dinâmico. *Educar em Revista*, n. 3, p. 73–88, 2014.
- LOCATELLI, B. et al. Forests and climate change in latin america: Linking adaptation and mitigation. *Forests*, v. 2, n. 1, p. 431–450, 2011.
- LOUREIRO, C. F. B. Educar, participar e transformar em educação ambiental. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, sv, n. 0, p. 13–20, 2004.
- MAGALHÃES, J. *Da Cadeira ao Banco. Escola e Modernização (Séculos XVIII-XX)*. Lisboa: Educa/Unidade de Ciências da Educação, 2010.
- MARENGO, J. A. *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*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2007.

MARENGO, J. A. et al. Climatology of the low-level jet east of the andes as derived from the ncep–near reanalyses: Characteristics and temporal variability. *American Meteorological Society*, v. 17, n. 12, p. 2261–2280, 2004.

MARSH, G. P. *Man and Nature: Or Physical Geography as Modified by Human Action*. EUA: Nova York, 1865.

MARZZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas. estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. *Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília.*, v. 17, n. 1, p. 41–59, 2000.

MCNICOLL, G. Population and development: An introductory view. *Encyclopedia of Population*, sv, n. 174, p. 2–25, 2003.

MCPHADEN, M. El niño and la niña: causes and global consequences. *Encyclopedia of Population of Global Environmental Change, Anonymous John Wiley and Sons*, v. 1, n. sn, p. 353–370, 2002.

MEADOWS, D. H. *Harvesting one hundredfold key concepts and case studies enviromental education*. EUA: United Nations Environment Programme, 1989.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. I.; RANDERS, J. *The limits to growth*. EUA: United States of America, 1972.

MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. *R. RA'EGA-O Espaço Geográfico em Análise*, sv, n. 4, p. 85–99, 2000.

MILLERO, F. j. et al. Effect of ocean acidification on the speciation of metals in natural waters. *Oceanography*, v. 22, n. 72, 2009.

- MOISANDER, J.; MARKKULA, A.; ERANRANTA, K. Construction of consumer choice in the market: challenges for environmental policy. *International Journal of Consumer Studies*, v. 34, n. 1, p. 73–79, 2010.
- MOLION, L. C. B. Mitos do aquecimento global. *Plenarium*, v. 5, n. 5, p. 48–65, 2008.
- MONT, O.; PLEPYS, A. Sustainable consumption progress: should we be proud or alarmed? *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 4, p. 531–537, 2001.
- MORADILLO, E. F.; OKI, M. C. M. Educação ambiental na universidade: construindo possibilidades. *Química Nova*, v. 27, n. 2, p. 332–336, 2004.
- MOSS, G.; MOSS, M. *Os rios voadores, a Amazônia e o clima brasileiro*. 2007.
- NASCIMENTO, E. P. do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. *Estudos avançados*, v. 26, n. 74, p. 51–64, 2012.
- NETO, P. D. T. *Ecopolítica das Mudanças Climáticas: o IPCC e o Ecologismo dos Pobres*. São Paulo: SciELO Books, 2010.
- NETO, P. N. *Uma trajetória Ambientalista - Diário de Paulo Nogueira Neto*. São Paulo: Empresa das artes, 2009.
- NOBRE, A. D. *Nobre liga seca em SP com desmatamento de florestas na amazônia*. 2014. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/3759858/>>. Acesso em: 06 ago. 2014.
- \_\_\_\_\_. *O Futuro Climático da Amazônia*. São Paulo, 2014.
- NOBRE, C. *Entrevista*. 2010. Disponível em:<<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/content/carlos-nobre-1>>. Acesso: 10 nov. 2014.

OLIVEIRA, G. B. de. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. *Revista FAE*, v. 5, n. 2, p. 37–48, 2002.

ONU. Conferência da nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. In: ONU. Brasil, 1992.

\_\_\_\_\_. Declaração do rio de janeiro. In: 1 (Ed.). Brasil, 1992.

\_\_\_\_\_. *World Summit Special Report*. EUA, 2002.

\_\_\_\_\_. *Relatório-Síntese da Avaliação Ecológica do Milênio*. EUA, 2007.

ONÇA, D. S. *Quando o sol brilha, eles fogem para a sombra: A ideologia do aquecimento global*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2011.

PASCAL, P.; FLEEGER, J.; GALVEZ, F. The toxicological interaction between ocean acidity and metals in coastal meiobenthic copepods. *Marine Pollution Bulletin*, v. 60, n. 12, p. 2201–2208, 2010.

PAULIQUEVIS, T.; ARTAXO, P.; OLIVEIRA, P. H. O papel das partículas de aerossol no funcionamento do ecossistema amazônico. *Ciência & Cultura*, v. 59, n. 3, 2007.

PCN. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acessado em: 29 mar. 2014.

PEPPER, M.; JACKSON, T.; UZELL, D. An examination of the values that motivate socially conscious and frugal consumer behaviours. *International Journal of Consumer Studies*, v. 33, n. 2, p. 126–136, 2009.

PEREIRA, J. A. G. *Por dentro da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável*. São Paulo, 2011.

- PERES, J. G.; POZO, M. T. Stultifera navis: celebración insostenible trayectorias. *Trayectorias*, n. 20, p. 25–40, 2006.
- PLASS, G. N. Effect of carbon dioxide variations on climate. *American Journal of Physics*, v. 24, n. 376, p. 387, 1956.
- PNUMA. 1972. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/onu-no-brasil/pnuma>>. Acesso em: 10 dez. 2014.
- \_\_\_\_\_. *Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos*. Brasil, 2011.
- PRESTRE, P. L. *Ecopolítica Internacional*. São Paulo: SENAC, 2005.
- PUTMAN, R. D. *Comunidade e Democracia a experiência da Itália moderna*. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 2002.
- QUETELET, A. *Rapport de la Conférence, tenue à Bruxelles, sur l'invitation du gouvernement des Etats-Unis d'Amérique, à l'effet de s'entendre sur un système uniform d'observations météorologiques à la mer*. França, 1854.
- QUINA, F. Nanotecnologia e o meio ambiente: Perspectivas e riscos. *Química Nova*, v. 27, n. 6, p. 1028–1029, 2004.
- RAVAL A. E RAMANATHAN, V. Observational determination of the greenhouse effect. *Nature*, v. 342, n. sn, p. 758–761, 1989.
- REVELLE, R.; SUESS, H. E. Carbon dioxide exchange between atmosphere and ocean and the question of an increase of atmospheric co, during the past decades. *Tellus*, IX, n. 1, p. 18–27, 1957.
- RIBEIRO, M. Educação e cidadania: questão colocada pelos movimentos sociais. *Educação e pesquisa*, v. 28, n. 2, p. 113–128, 2002.

RIBEIRO, W. C. Desenvolvimento sustentável e segurança ambiental global. *Revista bibliográfica de geografia y ciencias sociales*, sv, n. 312, p. sn–sn, 2001.

RIO+20. The future we want. In: . EUA: ONU, 2012.

ROCKSTRÖM, J.; NOONE, K.; PERSSON, A. Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, v. 14, n. 2, p. sn–sn, 2009.

RODRIGUES, N. E. Plants and animals utilized as medicines in the jaú national park (jnp). *Phytotherapy Research*, v. 20, n. 5, p. 378–391., 2006.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. *Estudos avançados*, v. 26, n. 74, 2012.

ROSENAU, J. N. Governança, ordem e transformação política. *Universidade de Brasília*, 1992.

ROTTY, R. M.; MARYLAND, G. Constraints on fossil fuel use. *Tellus*, v. 368, n. sn, p. 232–261, 1980.

RUDDIMAN, W. F. The anthtopogenic greenhouse era began thousands of years ago. *Climatic Change*, v. 61, n. 3, p. 261–293, 2003.

SACHS, I. De volta à mão visível: os desafios da segunda cúpula da terra no rio de janeiro. *Estudos avançados*, v. 26, n. 74, p. 8–20, 2012.

SAGAN, C. *O Mundo Assombrado pelos Demônios: a ciência vista como uma vela no escuro*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

\_\_\_\_\_. *Pálido ponto azul: Uma visão do futuro da humanidade no espaço*. São Paulo: Companhia das letras, 1996.

SALATI, E. et al. Recycling of water in amazon basin: an isotopic study. *Geophysical Research. Water Resources Research*, v. 15, n. n.5, p. 1250– 1258, 1979.

SANNE, C. Willing consumers—or locked-in? policies for a sustainable consumption. *Ecological Economics*, v. 42, n. 1, p. 273–287, 2002.

SANTANA, J. S. *Determinação de contaminantes emergentes em mananciais de água bruta e na água para consumo humano do Distrito Federal*. Tese (Doutorado) — Universidade de Brasília, 2013.

SAUVÉ, L. Currents in environmental education:mapping a complex and evolving pedagogical field. *Journal of Environmental Education*, v. 10, n. sn, p. 11–37, 2005.

SCHOENEBERGER, M.; BENTRUP, G.; GOOIJER, H. de. Branching out: Agroforestry as a climate change mitigation and adaptation tool for agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 67, n. 5, p. 128–136, 2012.

SCHULTZ, T. P. Human capital, schooling and health returns. *Economic growth center*, sv, n. sn, p. 6–23, 2003.

SEMA. *Nascentes protegidas e recuperadas*. São Paulo: [s.n.], 2010.

SHIKLOMANOV, I. A. *World water resources a new appraisal and assessment for the 21ST century*. EUA, 1998.

SOARES, B. S. et al. Cenários de desmatamento para a amazônia. *Estudos avançados*, v. 19, n. 54, 2005.

SOUZA, J. P. d. Educação ambiental: contextualização histórica para uma reflexão inicial. *Revista Universitária Rural*, v. 26, n. 1, p. 94–99, 2004.

SOUZA, S. R.; VASCONCELLOS, P. C.; MANTOVANI, W. Emissão por folhas de ficus benjamina l. (moraceae) de compostos orgânicos voláteis oxigenados. *Revista Brasil Botânica*, v. 25, n. 4, p. 413–18, 2002.

SRINIVASANA, U. T.; CAREY, S. P.; HALLSTEIN, E. The debt of nations and the distribution of ecological impacts from human activities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 105, n. 5, p. 1768–1773, 2008.

SUGUIO, K. *Mudanças ambientais da Terra*. São Paulo: Instituto Geológico, 2008.

TAINTER, J. A. Archaeology of overshoot and collapse. *Annual Revista Anthropology*, v. 35, n. sn, p. 59–74, 2006.

TAMAIIO, I. *Uma proposta de política pública: Parâmetros e Diretrizes para a Educação Ambiental no contexto das Mudanças Climáticas causadas pela ação humana*. Brasília, 2010.

TAVARES, J. P. N. Interação entre a vegetação e a atmosfera para formação de nuvens e chuva na amazônia: uma revisão. *estudos avançados*, v. 26, n. 74, p. 219–227, 2012.

THESSALONIKI. *Declaração de Thessaloniki*. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/pdfs/declthessaloniki.pdf>> Acesso em: 13 de Dez. 2014.

THOGERSEN, J. Country differences in sustainable consumption: The case of organic food. *Journal of Macromarketing*, v. 30, n. 2, p. 171–185, 2010.

TOWNSEND, P.; HARPE, R.; BRENNAN, P. Multiple environmental services as an opportunity for watershed restoration. *Forest Policy and Economics*, v. 17, n. sn, p. 45–58, 2012.

TREVISOL, J. V. *A educação em uma sociedade de risco: tarefas e desafios na construção da sustentabilidade*. Santa Catarina: Joaçaba: UNOESC, 2003.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados*, v. 22, n. 63, 2008.

TWONEY, S. Pollution and the planetary albedo. *Atmospheric Science*, v. 8, n. 12, p. 1251–1256, 1974.

TYNDALL, J. *Contributions to Molecular Physics in the Domain of Radiant Heat*. Londres: Appleton, 1873. 204–205. p.

UICN, I. U. for Conservation of N. *Debate - International debate on education for sustainable development*. Suíça, 2000.

UNEP. Declaração da conferência das nações unidas sobre o meio ambiente humano. In: 1 (Ed.). EUA: ONU, 1972.

UNESCO. Declaração da intergovernamental sobre educação ambiental. In: UNESCO. *Conferência de Tbilisi*. Brasil, 1977.

\_\_\_\_\_. *Comisión sobre desarrollo sostenible*. In: UNESCO. Espanha, 1997.

\_\_\_\_\_. *Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação*. Brasil: UNESCO, 2005.

\_\_\_\_\_. *Educação de qualidade, equidade e desenvolvimento sustentável*. In: UNESCO. Brasil, 2008.

UNESCO, U. N. W. W. *Relatório mundial das nações unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos*. EUA, 2012.

VECCHIATTI, K. Três fases rumo ao desenvolvimento sustentável do reducionismo à valorização da cultura. *São Paulo em perspectiva*, 2004.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Os limiares planetários, a rio+20 e o papel do Brasil. *Cadernos EPABE*, v. 10, n. 3, p. 471–491, 2012.

WALLIS, V. As respostas capitalista e socialista à crise ecológica. *Crítica Marxista*, sv, n. 29, p. 57–74, 2009.

WANG, W. C.; YUNG, Y. L.; LACIS, A. A. Greenhouse effects due to man-made perturbations of trace gases. *Science*, v. 194, n. 4266, p. 685–690, 1976.

WATSON, A.; MATT, R.; KONTEK, K. Traditional wisdom: Protecting relationships with wilderness as a cultural landscape. *Ecology and Society*, v. 16, n. 1, p. 1–14, 2011.

WEART, S. R. *The discovery of global warming*. EUA: Harvard University, 2004.

WEBER, E. U.; JOHNSON, E. J. Psychology and behavioral economics lessons for the design of a green growth strategy. *Universidade de Columbia*, sv, n. sn, p. 2–50, 2012.

WWF. *Relatório Planeta Vivo*. Brasil, 2014.

**IFRN**  
*Editora* ■■■■

Carlos Magno Lima Fernandes e Silva atualmente é professor de Física do IFRN - Campus Parnamirim. Formado em Física pela UFRN, com especialização e Mestrado em Ensino de Física, produziu o presente livro na sua pesquisa de doutorado em Física no Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte iniciou em 1985 suas atividades editoriais com a publicação da Revista da EFRN, que a partir de 1999 se transformou na Revista Holos, em formato impresso e, posteriormente, eletrônico. Em 2004, foi criada a Diretoria de Pesquisa que fundou, em 2005, a editora do IFRN. A publicação dos primeiros livros da Instituição foi resultado de pesquisas dos professores para auxiliar os estudantes nas diversas disciplinas e cursos.

Buscando consolidar uma política editorial cuja qualidade é prioridade, a Editora do IFRN, na sua função de difusora do conhecimento já contabiliza várias publicações em diversas áreas temáticas.



**INSTITUTO  
FEDERAL**

Rio Grande do Norte

Este livro examina as implicações das ações humanas com as mudanças climáticas e ambientais a partir de um contexto educacional e histórico. Na sua leitura se encontrará os erros de algumas civilizações do passado ao degradarem o meio ambiente, as origens do movimento ambientalista, os alertas do IPCC e de outras fontes de estudo, sobre os efeitos das mudanças climáticas e ambientais. Dentro do amplo campo da degradação ambiental foi analisado com mais detalhes o problema do desmatamento das florestas, da poluição das águas e do modelo consumista. Para mitigar os efeitos das mudanças climo-ambientais o texto sugere a mudança para uma educação voltada para a dimensão ambiental e sustentável. É um livro pautado em dados de artigos, relatórios e trabalhos científicos, todavia também possui a passionalidade do autor em acreditar que, só a uma ampla reforma na educação poderá reverter a grande desigualdade social do mundo e principalmente a grave crise ambiental do nosso planeta.