

Luiz Renato D'Agostini  
Alfredo Celso Fantini

Sandro Luis Schlindwein  
Sergio Roberto Martins

# Mudança Climática

## *Clima* de Mudanças

Florianópolis  
NUMAVAM  
2012



Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem obras derivadas sobre a obra original, desde que com fins não comerciais e contanto que atribuam crédito ao autor e licenciem as novas criações sob os mesmos parâmetros.



Copyright © 2012 NUMAVAM

Autores Luiz Renato D'Agostini  
Sandro Luis Schlindwein  
Alfredo Celso Fantini  
Sergio Roberto Martins

Capa, Diagramação, Impressão Nova Letra Gráfica e Editora Ltda

Imagem da capa Banco de imagens Stock.XCHNG

Ilustrações Hatsi Rio Apa

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da  
Universidade Federal de Santa Catarina

M943 Mudança climática : clima de mudanças /  
Luiz Renato D'Agostini...[et al.]. -  
Florianópolis : NUMAVAM, 2012.  
62 p.; il., graf.

Inclui bibliografia.  
ISBN 978-85-913061-07

1. Mudanças climáticas. 2. Aquecimento  
global - Aspectos políticos. I. D'Agostini,  
Luiz Renato.

CDU: 551.58

## Apresentação

---

Investigações científicas, econômicas e políticas demonstraram nos últimos anos que os problemas decorrentes da mudança climática já não são mais de ordem puramente climática, mas se converteram em questões civilizatórias. As causas antropogênicas do aquecimento global foram demonstradas de forma inequívoca nos informes do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), mas continuam sendo objeto de polêmica, alimentada por uma minoria cujas motivações resultam da falta de conhecimento científico, oportunismo – também de natureza mediática, ou mesmo de preconceito, para preservar os interesses de um modelo econômico responsável pela mudança em curso. A simples continuidade das emissões atuais nos leva para grandes impactos climáticos. Por isso, é necessária uma diminuição das emissões para evitar um aquecimento de mais de 2 ou 3 °C nas próximas décadas. É preciso controlar o nível de emissões para garantir a estabilidade do clima mundial.

As negociações internacionais sobre a mudança climática incluem agora tantos os conceitos de mitigação (redução das emissões) como de adaptação. Sem dúvida, a adaptação, especialmente nos países em desenvolvimento, está intimamente ligada a vulnerabilidade e à formulação de políticas públicas. Porém, vulnerabilidade, adaptação e desenvolvimento não são conceitos independentes. Estão intimamente vinculados e o financiamento da adaptação à mudança climática só tem sentido como

parte de um processo de desenvolvimento integrado que proporcione melhores condições de vida às populações, sem deixar de controlar as emissões de gases de efeito estufa.

Frente a estes desafios, o primeiro passo de grande importância é comunicar e explicar o que é clima, sua variabilidade, o efeito estufa, o aquecimento global e o processo científico rigoroso que permite avaliar as próximas tendências. Esta cartilha, realizada pela equipe do Núcleo de Estudos em Monitoramento e Avaliação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Catarina e integrante do Projeto CLARIS LPB ([www.claris-eu.org](http://www.claris-eu.org)), é uma contribuição importante e estou certo de que despertará em seus leitores uma inquietude para começar a agir.

**Jean-Philippe Boulanger**

Coordenador do Projeto CLARIS-LPB – Rede Européia Sul-Americana para  
Avaliação da Mudança Climática e Estudos de Impacto na Bacia do Prata

## Agradecimentos

---

Esta cartilha foi preparada no âmbito da participação dos autores no Projeto CLARIS LPB – Rede Europeia Sul-Americana para Avaliação da Mudança Climática e Estudos de Impacto na Bacia do Prata (Projeto N°212492), financiado pela Comissão Europeia através do seu Sétimo Programa-Quadro (FP7/2007-2013), a quem os autores agradecem pelo apoio financeiro. Os autores agradecem especialmente Jean-Philippe Boulanger e Elvira Gentile, respectivamente coordenador e assistente administrativa do Projeto CLARIS LPB, por todo o apoio prestado.

À Cooperativa Cotrijal em Não-Me-Toque (RS), bem como aos técnicos da Extensão Rural e Agricultores Familiares de Anchieta (SC) e Guaraciaba (SC), pelos apoios às atividades de pesquisa do Projeto CLARIS-LPB.

Os autores também agradecem aos bolsistas vinculados ao Núcleo de Estudos em Monitoramento e Avaliação Ambiental – NUMAVAM da Universidade Federal de Santa Catarina, e apoiados pelo Projeto CLARIS LPB: Michelle Bonatti, Andrea F. Hoffmann, Larissa H. I. R. Homem, Marcos Lana, Ana Carolina F. de Vasconcelos e Deise Vasconcelos.



*"The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under Grant Agreement N° 212492 (CLARIS LPB. A Europe-South America Network for Climate Change Assessment and Impact Studies in La Plata Basin)."*

Ao vento, ao Sol, ao tempo.  
Também aos filhos da Terra, sob sol, chuvas e ventos.

## Sumário

---

Apresentação	4
Clima de diferentes tempos	9
Tempo dos climas diferentes	16
Adaptação: a lógica da evolução	22
Um fino cobertor: tudo o que temos	29
Funcionamento do fino cobertor	34
Entre mudar e se adaptar	41
Atividades estratégicas e estratégias de adaptação de atividades	50
Evolução das estratégias: adaptação dos interesses	54



## Clima de diferentes tempos

---

Invernos frios e verões quentes. Todos os anos parecem ser mais ou menos assim. É mais fácil notar essa diferença de temperatura em certas regiões do mundo, como mais ao Sul da América do Sul, e nos países mais ao Norte do Hemisfério Norte.

Em relação ao clima, a Terra toda parece ser assim, e ter sido sempre assim: quase quente demais na região tropical, e fria demais mais perto dos polos.

Contudo já houve épocas em que a Terra foi quase toda muito fria – mesmo nos lugares onde hoje existem desertos quentes. E a Terra também já foi muito quente em lugares que hoje são bastante frios.

Como acontece com as tardes quentes seguidas de noites amenas dia pós dia, e com o inverno e com o verão ano pós ano, o clima da Terra tem alternado, era pós era, tempos de mais calor e tempos de mais frio.

De tempos em tempos, notamos o clima mudar ao longo do tempo... Então dizemos: o tempo mudou. Mas é o clima do tempo que muda. O tempo, que não muda, passa.

Quando se estuda como a Terra vai lentamente se transformando, formando montanhas, planícies e grandes vales, o tempo é medido em eras, períodos e épocas geológicas. Era é um tempo quase sem fim. É duração muito longa, de tempo em anos contados às centenas de milhões. É medida de tempo usada para falar e escrever sobre a evolução da Terra, ou seja, da formação, da mudança de tamanho e da posição dos oceanos e continentes de todo o planeta.

Períodos geológicos durante os quais a própria Terra e o clima foram muito diferentes daquele de hoje, têm duração bem mais curta do que uma era geológica. Mas um período geológico tem duração ainda muito longa, é tempo demais, se comparado com a duração da vida em seres vivos. Período geológico é tempo contado às dezenas de milhões de anos.

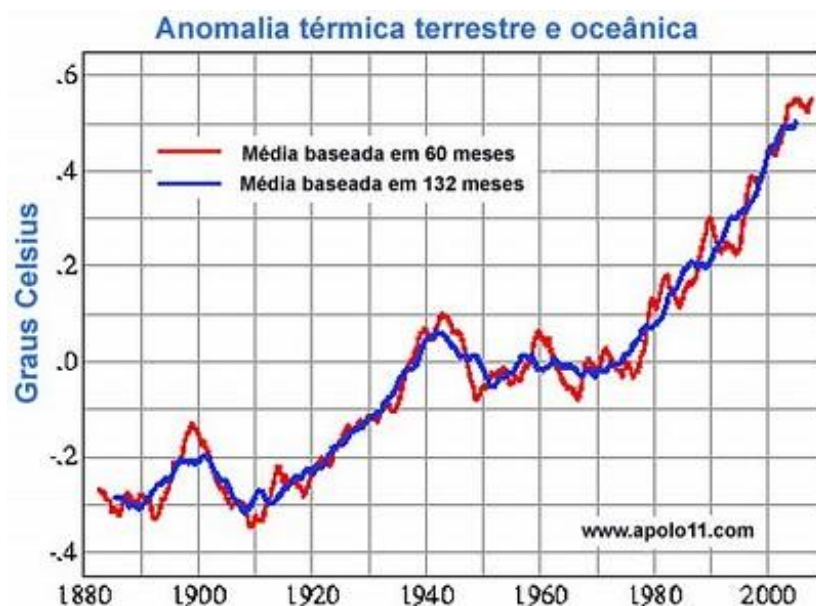
Uma medida de tempo mais curto, talvez mais adequada para se falar de grandes mudanças do clima, é época geológica. Época pode ser de 10 mil anos, 100 mil anos, e mesmo milhões de anos. Por isto, mesmo que seja uma medida de tempo boa para se falar de mudança do clima de

toda a Terra, época ainda é muito tempo se comparado à duração de seres vivos. Nenhum ser vivo dura tanto tempo.

De maneira que somente alterações de clima que durem bem menos do que uma época geológica, é que podem ser vividas, sentidas por um mesmo ser vivo. Mosquitos, por exemplo, que vivem pouco mais do que uma semana, somente podem viver alterações de clima do tipo que acontece antes e depois de uma chuva, ou a variação de clima que se sente entre tarde quente e noite fria.

Já os seres humanos, que podem viver por dezenas de anos, podem sentir e viver por inteiro as alterações de clima das passagens de estação do ano, e viver essas passagens dezenas de vezes.

Nós humanos estamos muito bem adaptados, ajustados a essas periódicas alterações do clima ao longo do ano. O risco é nem todos notarem que essas variações na temperatura podem estar mudando. Acontece que mesmo sempre subindo e descendo todos os anos, a temperatura média da Terra está subindo, como a figura a seguir ilustra.



Fonte: NCDC/Universidade de Columbia/Apolo11.com

Humanos convivem também com alterações climáticas de um tipo que não acontecem todos os anos. É o caso dos fenômenos La Niña e El Niño. Basta passar um ou dois anos desde quando um deles passou, e o outro volta a aparecer. Claro, sempre um de cada vez.

O El Niño é uma alteração do clima que foi notada primeiramente por pescadores do Peru. Esses pescadores notaram que sempre que a água do Oceano Pacífico perto

da América do Sul estava um pouco mais quente, o mar dava menos peixe. Isso acontecia quase sempre logo antes da data de nascimento do Menino Jesus. El Niño significa *o menino*, em Espanhol.

A explicação é mais ou menos a seguinte: na maioria dos anos existe um vento forte que empurra água da superfície do Oceano pacífico para longe da costa da América do Sul. Isto acontece desde o Norte do Chile até o Peru e o Equador. Como a água mais aquecida da superfície é levada pelo vento para longe da costa, água mais fria que está mais no fundo do oceano e perto do continente sobe para ocupar o lugar daquela que foi embora. Essa água mais fria contém muitos nutrientes, alimentos de seres vivos que peixes comem. Por isso, tem muito mais peixe quando o El Niño não acontece.

Mas a cada três ou quatro anos, não venta tanto sobre o Oceano Pacífico na costa da América do Sul. Quando não venta o suficiente, a água na superfície não é empurrada para longe do continente, e assim a água fria e cheia de nutrientes para peixes não sobe do fundo.

Assim, claro, também não aparece tanto peixe.

A água mais quente, que evapora mais fácil e não foi embora, então evapora, evapora. Com isso formam-se muitas nuvens, e então chove bem mais, mesmo em lugares bem longe da costa.

Assim, sempre que a água do Oceano Pacífico na costa da América do Sul está mais quente, dizemos que está acontecendo uma alteração do clima chamada El Niño.

La Niña é o contrário de El Niño: venta até demais, e assim muita da água quente é levada para longe, e muita água fria sobe para a superfície. Água fria quase não evapora. Por isto se formam poucas nuvens, e assim chove pouco.

No Sul do Brasil e no Norte da Argentina, por exemplo, La Niña provoca fortes secas, e todas as consequências de se ficar com muito pouca água para cultivar os campos e criar animais. Isto quando não falta água até para humanos beberem. Já o El Niño, com suas chuvas em excesso, causa todo tipo de consequências ruins das enchentes, de água demais onde tem gente.

Bastante vento lá longe pode manter a chuva longe daqui, e *trazer* peixe lá. Pouco vento pode *levar* o peixe de lá embora, e fazer cair água demais aqui aonde a gente mora.

Com pequenas alterações de clima, e mesmo com aquelas um pouco mais fortes e que não aparecem todos os anos, como são La Niña e El Niño, o tempo passa. Mesmo que a dor e os prejuízos que essas variações climáticas podem provocar ainda sejam grandes, os humanos parecem estar mais ou menos adaptados, isto é, ajustados a esse clima, em seu modo de viver. Por isso até pode dar a impressão de que o tempo, que passa, é sempre igual: tempos mais frios e tempos mais quentes, mas nada muito diferentes.

## Tempo dos climas diferentes

---

Humanos que vivem um pouco mais de tempo podem viver alterações ainda mais notáveis do que são as alterações de clima como El Niño, que dura perto de um ano e aparece novamente depois de poucos anos.

De tempos em tempos mais longos, tempos que vão de poucas até várias décadas de duração, pode ocorrer outro e importante tipo de alteração no clima. São alterações que podem, por exemplo, dificultar muito e mesmo impedir se continuar a cultivar certas plantas em determinado lugar. Podem também fazer aumentar a quantidade de doenças numa região, fazer desaparecer certos tipos de animais, modificar e até secar pequenos rios, e outras coisas mais.

O ser humano começou a registrar sistematicamente dados de clima com aparelhos, como quantidade de chuva e temperaturas do dia e da noite, lá pelo início do Século XVII. Analisando esses dados antigos, cientistas de nossa época notaram que, desde aquela época do início dos



registros, já aconteceram várias alterações climáticas desse tipo mais forte, e que podem durar algumas décadas.

Por causa de alterações climáticas desse tipo mais forte, povos inteiros já passaram fome. Aconteceram até muitos assassinatos por causa delas. Isto porque em épocas que ainda se sabia muito pouco sobre o clima, se pensou que essas alterações no clima eram coisa de bruxaria. Não se sabia que o clima podia naturalmente mudar tanto. Então algumas pessoas, especialmente mulheres, eram acusadas de mudar o clima, de bruxaria, e sacrificadas para ver se o clima voltava a ficar como antes.

Mais adiante será apontado que os seres humanos até podem sim influenciar os fenômenos de alterações do clima. Mas essa influência decorre de suas grandes atividades, como a indústria e a agricultura, e não pela bruxaria.

A ignorância grande demais sobre o clima, assim como em outros assuntos, já trouxe sofrimento demais para muitos seres humanos. Hoje sabemos bem mais sobre tudo isto que acontece com o clima em diferentes lugares, ou mesmo em toda Terra. Mas se não aprendermos ainda mais, pode ser que nós humanos venhamos a sofrer de novo, e até

mais do que já se sofreu no passado por causa de velhos costumes da mãe Natureza.

Mesmo vivendo várias décadas, humanos não podem viver durante toda a duração de outro tipo de alteração do clima: é o caso da alteração chamada de *mudança climática planetária*, isto é, a mudança do clima de toda a Terra.

*É principalmente sobre essa provável mudança climática, que vamos nos ocupar neste livro.*

Precisamos compreender que esse tipo de alteração no clima, a *mudança climática planetária*, é diferente daqueles outros tipos de alterações que têm duração mais curta, ou que acontece numa determinada região do mundo, sem acontecer em outras regiões.

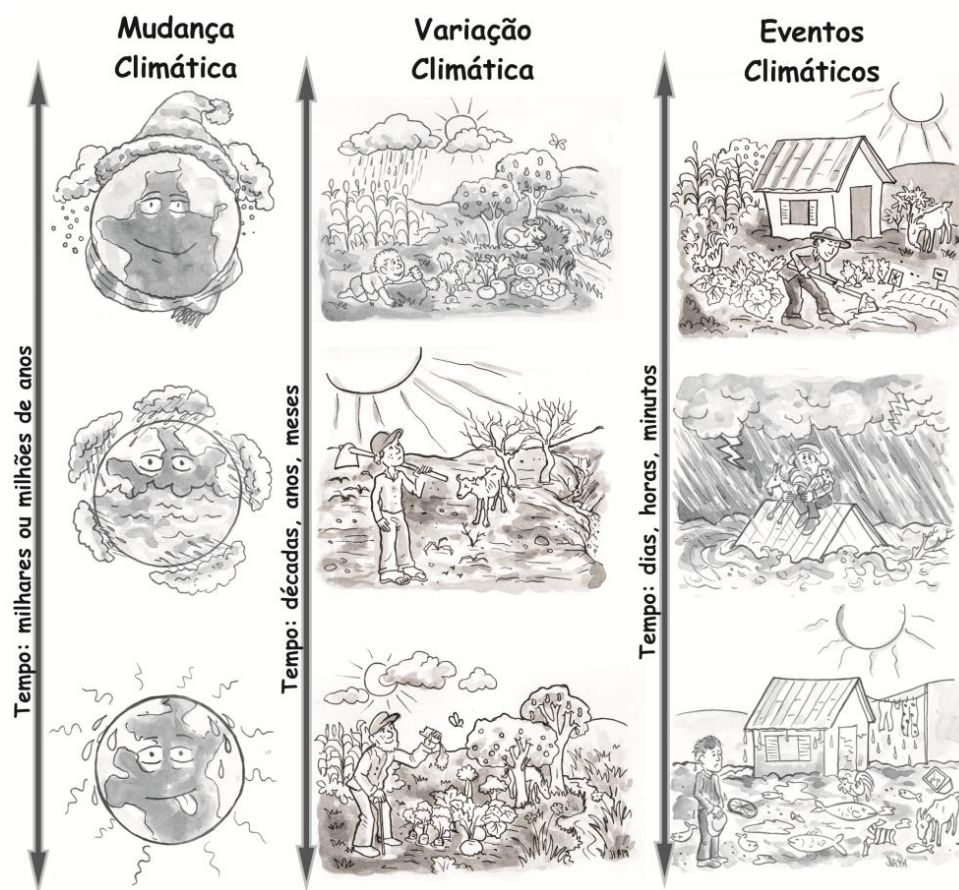
Uma diferenciação entre todos esses tipos de alterações que podem acontecer no clima pode ser a seguinte:

Ao longo da história de cada um de nós, são muitas as condições climáticas vividas. Na história do clima, o viver de cada um é somente um instante.

- *mudança climática* é alteração do clima em todo o planeta, e pode durar ao longo de uma época geológica, ou seja, milhares e milhares, ou mesmo milhões e milhões de anos;

- as alterações de clima que se nota entre um inverno e outro, entre um verão e outro, ou que duram várias semanas, ou aquelas que duram alguns anos ou mesmo décadas, são as chamadas *variações climáticas*;

- alterações do clima que duram somente algumas horas, um ou dois dias, como furacões, vendavais, enchentes, ou mesmo chuvas normais, são chamadas *eventos climáticos*.



Neste livro praticamente não vamos mais falar de eventos climáticos. Apenas de variação e de mudança climática.

A última mudança do clima da Terra toda aconteceu com a passagem de uma época glacial, de clima mais frio, para o

clima da época atual, mais ameno. Na última época glacial, grande parte da extensão de terra que hoje é o Norte da Europa, Norte dos Estados Unidos e Canadá, esteve coberta por uma gigantesca camada de gelo.

A última mudança planetária do clima terminou mais ou menos há 10 mil anos. Foi mais ou menos no fim desta época que os mamutes, os tigres dente-de-sabre e outros animais desapareceram. Desapareceram provavelmente porque não conseguiram se adaptar à mudança do clima.

Todos aqueles que não se adaptam ao clima aonde vivem, desaparecem. É importante nos lembrarmos sempre disso. Não para viver um *clima* de medo, mas para despertar em nós um *clima* de atenção.

## Adaptação: a lógica da evolução

---

Todos os seres vivos são como são porque resultaram assim na evolução biológica das espécies. A evolução biológica em qualquer espécie começa a acontecer quando, por acaso, um ser daquela espécie nasce com uma nova característica que facilita viver. No ser humano também acontece assim, mas veremos que acontecem coisas que não acontecem para outros animais.

Todo ser vivo que nasce com uma característica vantajosa fica mais bem adaptado ao meio do que os seus semelhantes. Os filhos do ser mais bem adaptado também vão apresentar esta característica vantajosa.

Aqueles que não têm a característica que facilita viver ficam em desvantagem e por isso deixam cada vez menos descendentes, e assim sua linhagem, seus parentes, tende a desaparecer.



Com o passar do tempo, as características que facilitam viver se tornam mais e mais comuns entre os seres daquela espécie. Então se diz que a espécie evoluiu, mudou, porque todos os semelhantes passaram a ser um pouco diferentes do que eram os seres daquela espécie no passado.

Evolução biológica não significa se tornar melhor, mas somente mudar. A evolução em uma espécie acontece porque os novos indivíduos um pouco diferentes estão mais adaptados ao meio onde vivem.

Seres humanos com as características que temos hoje já existem há muitos séculos, muito antes de os mamutes desaparecerem. Os humanos continuam existindo porque, de um jeito ou de outro, sempre conseguiram encontrar uma maneira de se adaptarem às alterações do clima, mesmo sem mudar muito as características do seu corpo.

Significa que para se adaptar às alterações do clima, o ser humano não precisa esperar pelas características que aparecem ao acaso, como acontece na evolução biológica. O ser humano consegue orientar o processo de adaptação



porque fala e pensa muito mais do que qualquer outro ser vivo. Pensar e falar com muita atenção ajuda, e muito, a encontrar soluções. Com isso, algumas características de nosso corpo atual são aquelas de seres que souberam se adaptar porque souberam compartilhar informações, valores culturais.

Claro que uma mudança climática planetária não acontece do dia para a noite. Ela pode demorar décadas, ou até séculos, entre começar e terminar de acontecer.

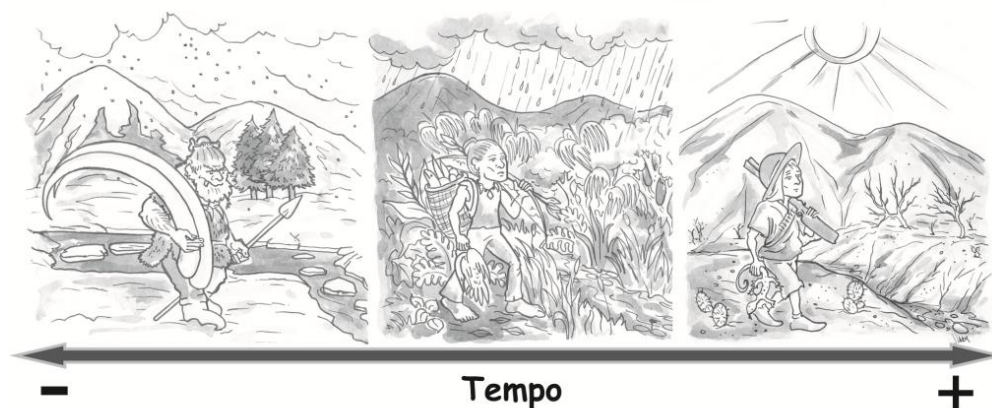
Durante uma mudança climática planetária acontecem muitas variações climáticas, de duração mais curta. Essas variações fazem o clima se tornar, de pouco em pouco, cada vez mais diferente daquele clima que existia antes. Isto vai acontecendo até que o clima fique tão diferente que se pode dizer que o clima mudou definitivamente. Mudou definitivamente porque mudou mesmo, e não volta a ser como era há alguns anos antes.

Muito mais inteligentes do que os mamutes e os tigres dente-de-sabre, os nossos ancestrais, ou seja, os seres humanos que viveram muito antes de nós, foram, mesmo

que aos trancos e barrancos, sem muita estratégia, se ajeitando conforme aconteciam variações do clima.

Durante as muitas variações climáticas que eles viveram na passagem da última e fria época glacial para a época atual, menos fria, os humanos notavam a alteração do clima. Eles notavam essas alterações tanto no frio e no calor que sentiam, quanto em plantas e animais que morriam, ou cresciam melhor com a nova condição do clima.

Conforme aconteciam variações climáticas que os humanos podiam notar porque elas duravam menos do que eles podiam viver, eles procuravam aprender a viver na nova situação. Mas eles não sabiam e não tinham como saber que estava acontecendo uma mudança de clima em todo o planeta.



Felizmente nossos ancestrais sempre conseguiram se adaptar ao clima que se alterava. Somente assim foi possível nós estarmos aqui hoje, mesmo depois de variações e mudanças climáticas muito fortes.

Para o bem da verdade, nossos ancestrais não pensavam muito sobre como se adaptar ao clima que se alterava. A principal estratégia, isto é, o principal plano de nossos ancestrais, era mudar de lugar. Se o clima tendesse a ficar mais frio ou mais quente onde estavam, eles se deslocavam, ao longo de vários anos com seguidas mudanças de lugar, para regiões de clima diferente.

Mas vale lembrar também que mudanças climáticas não trazem sempre prejuízo. Por exemplo, pode ter sido o

congelamento de parte dos oceanos no Hemisfério Norte que possibilitou aos humanos passarem de onde hoje é norte da Ásia, para onde hoje é o Alasca. E com isso, os seres humanos ganharam todo o continente Americano.

O que os humanos na época do gelo faziam não deixa de ser uma estratégia. Mas mudar de lugar não é exatamente uma estratégia para enfrentar um problema. Também não é uma estratégia para se adaptar. É mais estratégia de fugir do problema.

De qualquer forma funcionou, até hoje.

Na lógica da evolução não existe certo ou errado. Sobra o adaptado.

Mas pode estar muito errado pensar que podemos evoluir como seres humanos, esperando para ver quem se adapta melhor às mudanças ruins que todos provocamos.

## Um fino cobertor: tudo o que temos

Clima se refere às condições de temperatura, de ventos, de chuvas e outros fenômenos que acontecem numa pequena camada mais baixa da atmosfera da Terra.

A atmosfera da Terra é uma camada feita de gases. Esses gases nem são visíveis. Por isso a atmosfera até parece vazia, bem transparente. A atmosfera toda mede quase 500 quilômetros de espessura. Mas a camada onde acontecem os fenômenos climáticos é uma camada muito mais fina, de aproximadamente 17 quilômetros de espessura.



A camada mais fina da atmosfera e na qual acontece a maioria dos fenômenos climáticos se chama troposfera.

Mesmo com apenas 17 quilômetros, parece ser uma camada de atmosfera bastante espessa, se consideramos que montanhas como o Monte Everest e a altitude em que voam os aviões ficam todos dentro dela. Mas quando comparada ao tamanho da Terra, é uma camada muito, muito fina. É bom que se veja, ou se imagine isto tudo um pouco melhor.

Imaginemos a Terra com o tamanho de uma bola de futebol (22 centímetros de diâmetro). Em volta desta bola se pode imaginar a troposfera, ou seja, a camada da atmosfera onde acontecem os fenômenos que determinam o clima.

Não podemos desenhar um círculo de 22 centímetros de diâmetro nesta pequena página. Mas mesmo assim podemos fazer uma conta para imaginar a camada-troposfera em volta da bola-Terra.

Calculando...

A Terra tem um diâmetro de aproximadamente 12760 quilômetros, ou seja, 1276 milhões de centímetros. Os 17 quilômetros da troposfera equivalem a 1,7 milhões de centímetros.

Então, fazendo uma regra de três:

22 centímetros	
representam.....	1276000000 de centímetros

Logo, precisamos de

X centímetros para	
representar .....	1700000 de centímetros

$$\text{donde } X = \frac{22 \times 1700000}{1276000000} \approx 0,03 \text{ centímetros}$$

A espessura da camada, isto é, da linha para desenhar a troposfera em volta da nossa bola-Terra de 22 centímetros, seria um traço com aproximadamente 0,03 centímetros de largura.

Em vista de que em um centímetro cabem 10 milímetros, a troposfera seria um traço com 0,3 milímetros de espessura.

Pois bem! O olho humano consegue ver até 0,2 milímetros. Só!

Significa que se a Terra tivesse o tamanho de uma bola de futebol, toda a troposfera teria uma espessura que as pessoas mal conseguiriam ver.

O leitor pode ter uma melhor noção da proporção da espessura da atmosfera em relação ao tamanho da terra fazendo a seguinte experiência. Tomar uma bola com mais ou menos 22 centímetros de diâmetro. Colocar a bola dentro d'água. Em seguida retirar a bola da água e esperar alguns segundos, até a água parar de pingar. A camada de água que ainda ficar aderida à bola é proporcional à troposfera em volta da Terra.

Portanto, num mundo que fosse do tamanho da bola de futebol, tudo o que acontece com o clima, desde brisas até furacões, chuvas e trovoadas, aconteceria nessa finíssima camada que, no caso da bola molhada, somente alguns humanos com olhos muito bons poderiam ver.



Sem essa finíssima camada, composta de gases, nós e quase todos os outros seres vivos não poderíamos existir. Sem ela o clima na Terra seria insuportável: gélido, frio demais à noite, e tórrido, quente demais durante o dia.

Um concreto e gigantesco planeta,  
uma fina e tênue camada de gases, e frágeis seres vivos: nós e nosso lugar.

## Funcionamento do fino cobertor

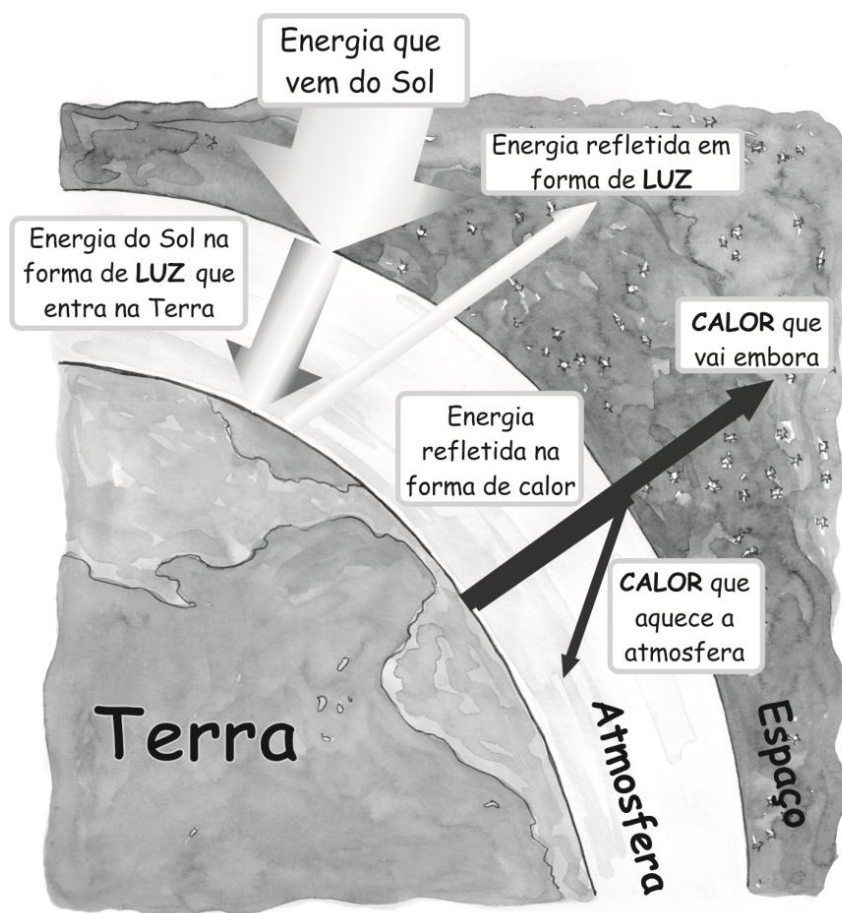
---

A atmosfera, e principalmente a camada troposfera, funciona como um cobertor *inteligente*. Durante o dia a camada de gases não deixa entrar toda a radiação perigosa que vem do Sol. Depois, à noite e em dias de chuva, quando não podemos ficar ao sol para nos aquecer, a atmosfera retém calor para manter aquecido nosso lugar.

Isto é tão importante que convém explicar melhor.

O *cobertor* atmosfera funciona mais ou menos como mostra a figura na próxima página.

Tudo começa com a luz, com a energia que vem do Sol. Parte desta energia se transforma em calor. Deste calor, parte volta para o espaço e parte aquece a superfície da Terra. Vejamos em detalhes.



Da pequena fração da luz do Sol que chega a Terra, parte dela é refletida, espelhada, devolvida, e parte dela pode ser absorvida, transformada em outras formas de energia. A

energia que é refletida na forma de luz, volta ainda como luz para o espaço.

Da parte da energia luminosa que é absorvida, boa parte é transformada e armazenada como energia química nos vegetais pela fotossíntese, ou seja, a energia que sustenta plantas e animais. Outra parte se transforma em energia térmica, o calor que aquece a superfície do nosso Planeta.

O calor se desloca sempre de onde está mais quente para onde está mais frio. Por isto grande parte da energia térmica sobe no ar frio, e assim se afasta da superfície mais aquecida. Essa parte da energia se desloca na forma de calor.

Parte desse calor passa através de toda a atmosfera e também se perde para sempre no espaço frio. Outra parte, contudo, é refletida, espelhada pela camada de gases que compõem a atmosfera, e assim esta parte do calor volta para a superfície da Terra. É a parte da energia do Sol que fica para nos aquecer. Essa dinâmica que faz a energia voltar para a superfície da Terra é conhecida como *efeito-estufa*. É porque existe o efeito-estufa que a vida, assim como a conhecemos, é possível na Terra.

Assim funciona o interessante *cobertor* da Terra.

Tudo muito interessante, e muito importante. Mas convém saber: esse cobertor tem suas limitações. Na superfície da Terra já foram medidas temperaturas que vão de abaixo de 80 graus negativos até acima de 50 graus positivos. Como a atmosfera é composta de gases, com concentrações que podem aumentar ou diminuir, o funcionamento do importante cobertor pode até piorar.

Por isto, precisamos compreender esses fenômenos cada vez melhor.

Entendendo cada vez melhor do que é feito e como funciona esse finíssimo *cobertor*, isto é, como funciona a troposfera e toda a atmosfera, os cientistas descobriram que atividades humanas podem afetar seu funcionamento. Ou seja, atividades humanas como a agricultura e a indústria têm consequências indesejáveis, efeitos que podem diminuir a capacidade da atmosfera manter um clima agradável, e assim nos possibilitar viver, nos proteger.

Apesar de existirem muitos tipos de gases na atmosfera que promovem o efeito estufa, somente alguns deles, como o gás carbônico, são encontrados em concentração

relativamente alta, ou seja, em grande quantidade. Mas o mais importante para o assunto deste livro é saber que alguns desses gases são, em boa parte, resultantes de atividades humanas. São gases como aqueles que são produzidos pela nossa respiração, pela queima de gasolina, de carvão, e de madeira de florestas. De gás de cozinha também.

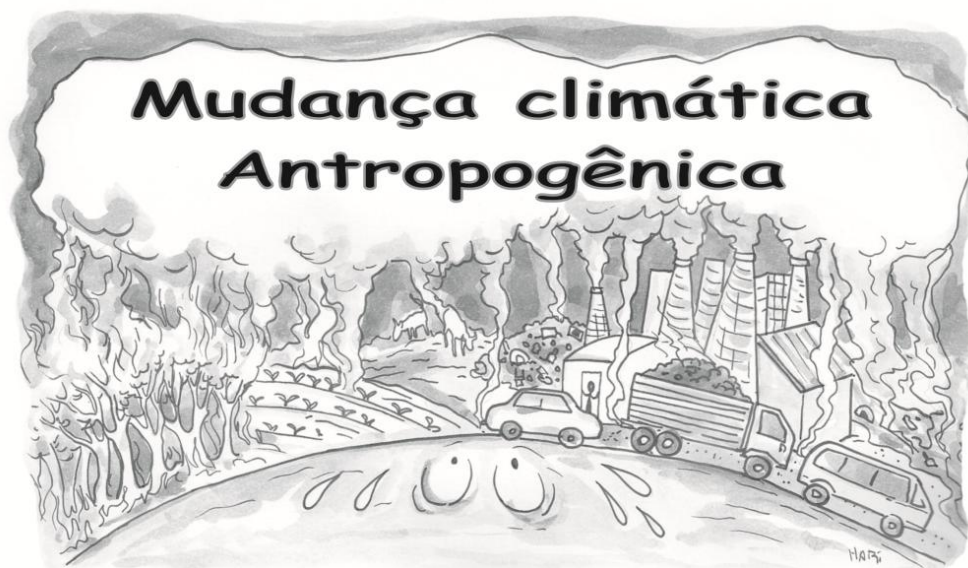
Esses gases todos, quando produzidos em grande quantidade, podem apressar, isto é, antecipar uma mudança no clima. É fácil entender.

Já vimos que existem gases que compõem a atmosfera que impedem que certos tipos de raios solares que fazem mal para seres vivos atinjam a Terra. É o caso dos gases que detém os raios de sol que produzem câncer de pele.

Mas da mesma forma, vimos que na atmosfera existem gases que dificultam parte do calor se perder no espaço. Alguns desses gases, como o CO<sub>2</sub>, quando produzidos em grande quantidade se acumulam na atmosfera, ou seja, aumentam sua concentração. Esse acúmulo de gases aumenta a capacidade da atmosfera refletir a energia na forma de calor, que então volta para a superfície da Terra.

Os gases resultantes das atividades humanas são principalmente desse tipo.

Por isto, se as atividades humanas continuarem a jogar muitos desses gases para o ar, para a atmosfera, mais e mais calor ficará retido, impedido de sair de perto da Terra. É por isto que se diz que existem atividades humanas que ajudam a provocar o aquecimento global.



É aí que está o perigo. Quanto mais quente a atmosfera, mais intensos podem ser os eventos climáticos como as tempestades, chuvas intensas e vendavais. Também são maiores as chances de acontecerem fortes alterações do clima, de acontecer uma mudança climática.

Gases evanescentes...

Em tão baixas concentrações já possibilitam a vida de interessantes animais. Mas gases que também podem ameaçar as condições necessárias para humanos viverem na Terra, se a sua concentração crescer demais.



## Entre mudar e se adaptar

---

Já se disse que nenhum ser humano vive tanto tempo quanto é o tempo que demora começar e terminar uma alteração de clima como uma mudança climática global, a mudança do clima de toda a Terra.

Mas já vimos também que todos os humanos juntos, com todas suas atividades, provavelmente podem acelerar uma mudança desse tipo, ou seja, fazer com que uma mudança climática ocorra antes do que aconteceria naturalmente. Em um curto espaço de tempo de algumas dezenas de anos, ou até menos, talvez o ser humano possa provocar uma mudança que de outro modo pudesse ainda demorar muitos milhares de anos para acontecer.

É por isto que se considera que o ser humano pode estar afetando demais o clima. Não porque o clima não mudaria mesmo sem as atividades humanas, mas porque essas atividades podem apressar uma mudança global.

Já falamos, e vamos insistir, sobre esses efeitos das atividades humanas sobre o clima. Mas nesta parte do livro vamos apontar mais a necessidade do ser humano se adaptar às alterações de clima. Especialmente sobre a necessidade e as possibilidades de nós nos adaptarmos a uma mudança climática planetária, que parece já estar acontecendo.

Ter uma estratégia de adaptação às alterações do clima é ter um plano, é saber ou imaginar quais as atitudes que seriam mais adequadas para facilitar continuar a viver bem, mesmo que o clima mude muito.

Vimos que nossos ancestrais já haviam se adaptado a várias alterações importantes do clima. Mas devemos estar atentos para o fato de que mesmo sabendo muito mais sobre o clima do que sabiam nossos ancestrais, hoje parece muito mais difícil enfrentar o problema. A idéia de simplesmente todos mudarem de lugar, por exemplo, está fora de cogitação. Simplesmente não existe lugar suficiente para todos se mudarem.

Nosso mundo atual pode ser bem mais confortável e bem mais interessante de se viver, do que foi o mundo há 10 mil anos. Mas também é um mundo mais difícil de entender e de controlar, do que foi difícil mudar de lugar e sobreviver no mundo de nossos ancestrais. Mesmo enfrentando tigres dente de sabre.

Por isto, mesmo que os seres humanos até hoje souberam se adaptar às alterações do clima para sobreviver, não significa que será fácil adaptar nosso modo de viver às fortes alterações no clima que podem acontecer.



Lembremos o que foi dito bem no início deste livro: mesmo acontecendo alterações importantes no clima, desde que existe o ser humano a Terra tem sido sempre mais quente na região tropical, como na Amazônia, e mais fria mais perto dos polos.

Nos distantes tempos passados, nossos ancestrais se adaptavam às alterações do clima principalmente mudando de lugar no mundo. Em outras palavras, nossos ancestrais se adaptavam a um mundo que tinha um clima que mudava. Faziam isto se mudando, saindo do lugar onde viviam, à procura de um lugar de clima melhor.

Agora estamos preocupados com alterações no clima que somos nós mesmos, com nosso modo de viver, que estamos promovendo em todo o mundo. É o que se chama de mudança climática antropogênica. Antropogênica porque é gerada pelo ser humano, que em Grego se diz *anthropos*.

Vale lembrar que isto pode estar acontecendo porque estamos aumentando a quantidade de gases que fazem o efeito estufa. É o efeito que aquece na troposfera, a camada da atmosfera onde vivemos.

Sabemos quais são os tipos de atividades humanas que podem causar excesso de efeito estufa. Parece ser de bom senso, então, que devemos nos esforçar para realizarmos essas atividades sem promover efeito estufa demais.

Deveríamos, portanto, mudar nosso modo de viver para que o clima no nosso lugar permaneça mais tempo como está. Em outras palavras, uma vez que já não existem outros lugares para se ir quando o clima mudar muito, nós deveríamos mudar o nosso modo de viver, modo esse que pode fazer o clima do mundo pior em qualquer lugar.

Mas quando a questão envolve interesses e vontades humanas, o problema não é tão simples de ser resolvido. Por isso, convém comparar com outros interesses humanos para deixar mais claro a conveniência de se adaptar às implicações negativas de atividades humanas.

É o caso do trânsito. Mesmo sabendo que muitos veículos andando na mesma estrada vão acabar batendo um com os outros, e assim podemos nos machucar, continuamos a vender e comprar automóveis, e a andar cada vez mais velozmente.

O que nós humanos temos feito em relação ao trânsito foi nos adaptarmos à nova situação, procurando diminuir o risco implicado em andar em ruas cheias de veículos rápidos.

Apareceu o cinto de segurança, a cadeirinha para a criança... Mas ninguém está disposto a parar de andar de carro.

Por isto, entre aqueles que se ocupam com a questão da mudança do clima, o *clima* é de preocupação!

É fácil de entender a idéia de aprender a se adaptar àquilo que provavelmente vai acontecer e pode ser ruim. O acidente de trânsito, por exemplo, é ruim, e poderia ser evitado simplesmente não indo para a estrada. Sabemos que acidentes com veículos acontecem nas ruas e estradas.

Mas já não podemos evitar totalmente os acidentes de trânsito, porque todos querem e precisam se deslocar, viajar. E não se pode andar de carro fora da estrada.

Uma vez na estrada, a melhor maneira de evitar o pior é se adaptar ao trânsito. Ou seja, precisamos conduzir o

O clima de toda a Terra parece mudar devagar...

“Por ora, tudo em ordem!”, exclamou o otimista que, em queda livre, então passava pelo oitavo andar.

veículo de acordo com as regras e condições da estrada e dos veículos que os humanos já fizeram aparecer.

Para se adaptar bem numa estrada que fica muito movimentada, cheia de perigos para superar, convém pensar sobre como se adaptar mesmo antes de entrar na estrada. Muitas atitudes úteis podem ser antecipadas.



Não precisamos esperar acontecer uma colisão entre dois veículos para então sair procurando alguma coisa fofa para se apoiar. É por isso que apareceram os “air bag”, bolsas de ar para nos aparar quando começamos a *voar* dentro do automóvel que parou de repente.

Instalar “air bag” é uma atitude para antecipadamente nos proteger daquilo que pode acontecer no trânsito.

A *saída* para se adaptar a um mundo no qual aumenta o número de acidentes de trânsito tem sido fabricar veículos mais seguros, que protejam as pessoas que querem se mover em diferentes direções e sempre muito rapidamente.

Por isso, convém nos antecipar e pensar em mais atitudes que possam fazer parte da estratégia para diminuir os riscos associados a um trânsito complicado de controlar.

Mais ou menos assim precisa ser também a nossa atitude em relação à necessidade de nos adaptarmos às mudanças climáticas da Terra.

Na Terra já não existe outro lugar para onde todas as pessoas que queiram fugir do desastre local pudessem ir. Até parece que a Terra esta cada vez menor, e parece também que estamos pouco dispostos a parar de poluir,



principalmente com a poluição de gases que fazem demais o tão necessário efeito estufa.

## Atividades estratégicas e estratégias de adaptação de atividades

---

Estratégia é coordenação de ações, é coordenação de forças, coordenação de atitudes para fazer frente a uma dificuldade. Dito em palavras mais simples, estratégia é jeito planejado de agir para se conseguir fazer alguma coisa.

Uma estratégia pode dar certo, ou seja, funcionar bem para aquilo que se pensou fazer. Mas uma estratégia também pode ser ineficaz, pode não dar certo.

Mais ou menos na mesma época que estava acontecendo a última mudança climática, isto é, há uns 10 mil anos, quando a Terra estava voltando a se aquecer, o ser humano estava começando a aprender uma atividade que se tornou estratégica: a agricultura.

A agricultura foi e é decisiva para o ser humano poder viver como viveu nos últimos milênios, e também para viver como vivemos hoje.

Sem agricultura não poderiam existir cidades, por exemplo. Cidades podem existir porque com a existência da agricultura, um único ser humano que trabalha no campo pode produzir alimentos para muitos outros que vivem e trabalham na cidade.

O ser humano hoje é totalmente dependente da agricultura, da atividade de semear, cultivar e colher.

Socialmente somos mais conformes com o que a agricultura possibilitou que sejamos, do que a agricultura é como foram seus criadores.

Tudo é afetado pelo clima. Mas poucas atividades são tão afetadas por ele como a agricultura. Todos sabem que não dá para produzir milho onde ou quando é muito frio. Nem trigo quando e onde é muito quente.

Significa que as pequenas alterações de clima que acontecem entre inverno e verão, que são alterações fraquinhas e duram poucos meses, já são suficientes para afetar muito a agricultura. Imagine então o que pode acontecer com a agricultura de uma região se acontecer uma mudança climática planetária, uma mudança de clima muito forte e que dure por milênios.

Portanto, a agricultura é sim uma atividade estratégica. Por isto precisamos de estratégias para continuar fazendo agricultura mesmo quando o clima mude muito.



Já dissemos que ao longo de uma mudança climática também ocorrem muitas variações climáticas. Acontece também que essas variações climáticas podem ficar mais fortes. Por exemplo, começam a aparecer mais secas, e secas mais fortes. Também podem aparecer mais enchentes, e enchentes mais fortes. Ou então invernos mais frios e verões mais quentes.

Tudo isto pode dificultar muito cultivar plantas e criar animais que estão adaptados ao clima local. Lembre que

plantas e animais que podem crescer num lugar são plantas e animais que estão adaptados ao clima daquele lugar. Tudo o que é vivo somente pode viver se estiver adaptado ao clima local.

Portanto, a atividade de cultivar plantas e criar animais, a agricultura, é atividade estratégica, atividade importante para todos nós. Precisamos pensar estratégias para adaptar essa atividade a um clima com variações mais intensas e mais demoradas.

## Evolução das estratégias: adaptação dos interesses

---

Estratégia é comportamento pensado, planejado. Mas muitas estratégias de adaptação podem ser criadas e desenvolvidas sem que para isto se precise de cientistas ou de outras pessoas muito estudadas. Estratégias de adaptação às alterações do clima podem aparecer até por acaso, sem querer, pois podem aparecer como resultado de um esforço para se adaptar a uma mudança de outro tipo.

Vamos citar um caso interessante que aconteceu na Região Oeste do Estado de Santa Catarina, no Sul do Brasil.

Todos sabem que as sementes se tornaram uma grande oportunidade de mercado. Em face disso, grandes empresas passaram a produzir e vender sementes para os agricultores.

Essas sementes produzidas pelas empresas, como as sementes híbridas, possuem características muito boas, ou seja, algumas vantagens para quem quer produzir mais.

Mas as sementes de mercado apresentam também algumas desvantagens. Entre as desvantagens está a crescente dependência do agricultor em relação à indústria de sementes, porque os agricultores precisam comprar sementes todos os anos. Além disso, a indústria de sementes está hoje concentrada demais em algumas poucas empresas, ou seja, muitos agricultores dependem de interesses de poucas pessoas.

Com a intenção de se tornarem mais independentes, agricultores daquela região de Santa Catarina começaram a selecionar sementes que eles mesmos produziam, e podiam trocar entre eles.

As sementes que os agricultores passaram a produzir são tão boas que produzem tão bem quanto produzem as sementes da indústria. Mas com uma grande diferença: sempre que acontece de chover menos do que o esperado, as plantas de sementes dos próprios agricultores sofrem menos com a estiagem. Ou seja, as sementes das indústrias somente produzem bem quando chove o tanto que se espera

que chova. Aquelas dos agricultores produzem bem mesmo quando o clima fica um pouco estranho, alterado, e chove menos do que o esperado.

Por isto se pode dizer que os agricultores estão tendo uma atitude de agricultura mais adaptada ao clima da região, que parece estar apresentando variações climáticas inesperadas. Em outras palavras e ao final de tudo, agricultores do Oeste de Santa Catarina estão desenvolvendo uma estratégia de adaptação de uma atividade estratégica para todos os seres humanos.

É claro que atitudes parecidas com aquelas dos agricultores do Oeste de Santa Catarina podem ser desenvolvidas em muitos lugares, por muita gente e para muitas plantas, e mesmo para animais de criação. Empresas de pesquisa agropecuária também estão fazendo isto.

A adaptação da agricultura às alterações do clima vai fazer com que ocorra também uma grande mudança no uso das terras. Isto porque certas plantas que cresciam num lugar somente vão poder crescer em outros, com clima parecido daquele de onde a planta crescia antes. Ou então o uso de certas extensões de terra pode mudar para sempre.



Ao invés de se usar essa terra para a agricultura, poderá ser usada para outras finalidades, como para fazer reservatório de água, ou reflorestamento.

Isto pode representar, ao mesmo tempo, riscos para uns e oportunidades para outros. Riscos porque as alterações do clima ameaçam a atividade atual de alguns agricultores. Oportunidades porque as atividades precisarão ser desenvolvidas em outros lugares, e também porque novas atividades poderão se tornar necessárias.

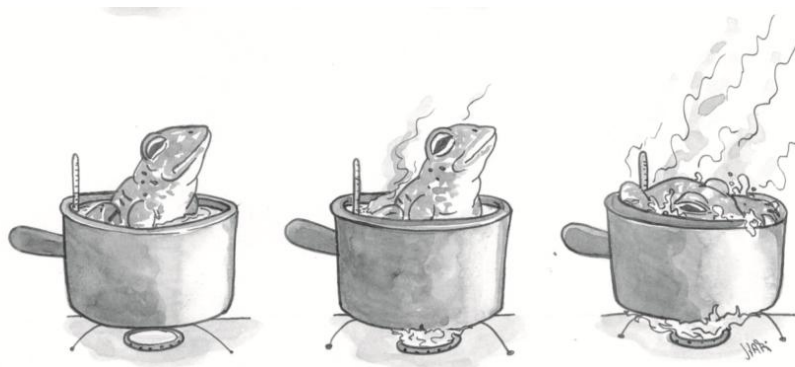
As novas oportunidades associadas às alterações do clima serão aproveitadas por humanos... Pessoas como aquelas que sabem que são algumas das atividades humanas que podem apressar a alteração do clima, mas que não querem nem saber de mudar o modo de viver que aumenta o efeito estufa.

Até parece que é mais fácil o humano acelerar a mudança do clima na Terra até encontrarmos dificuldades para sobreviver, do que humanos mudarem alguns comportamentos no seu modo de viver.

Frente à mudança ruim e inevitável de se enfrentar, a diferença entre se sair bem e viver uma tragédia pode ser ter ou não ter uma estratégia.

É por isto que precisamos de estudos sobre estratégias de adaptação ao clima que muda. Mas é preciso ter cuidado com o que se entende por adaptação, porque o seu resultado também pode ser ruim.

Isso pode ser o caso de um sapo se adaptando a água cada vez mais quente. Conta-se que se um sapo for colocado em uma panela com água, cuja temperatura fosse sendo elevada lentamente, o sapo não percebe o risco que corre e vai se adaptando a água cada vez mais quente... Até morrer cozido! O sapo se adaptou, mas o resultado final não é nada bom. Assim também pode ser nossa adaptação à mudança climática. Como o clima muda muito lentamente, podemos não perceber os riscos da mudança e nossa adaptação ser como a do sapo.



Mas se o mesmo sapo for jogado em uma panela com água já muito quente, quase fervendo, ele reagirá e pulará para fora da panela. Da mesma maneira, também nós precisamos reagir à mudança do clima, mesmo que a mudança ainda não seja assim tão drástica.



Portanto, precisamos encontrar formas inteligentes de o poder público orientar e regular essa adaptação. Do contrário pode acontecer uma adaptação baseada somente no poder econômico, no dinheiro. Isto seria mais apropriação de oportunidades pelos mais ricos do que

cuidar que continuem a existir oportunidades para todos produzirem.

Vivemos num planeta que parece ficar cada vez menor, porque somos em número cada vez maior. Para sustentar um modo de viver cada vez melhor, cheio de comodidades, se consome cada vez mais rapidamente o que a Terra repõe para se poder viver. Por isto, a maneira que cada um vai usar o pouco ou muito de terra que dispõe para produzir aquilo que todos precisam, se torna cada vez mais assunto do interesse de todos.

Por isso mesmo, todos devemos aprender a pensar e falar sobre como e quais estratégias criar, e quais adotar, para continuarmos a nos adaptar às inevitáveis alterações do clima em toda a Terra. Mas este é um assunto um pouco mais exigente de atenção para escrever, ler e entender. Por isso, cada um em seu mundo, precisa criar disposição para se informar, ouvir, discutir, antever dificuldades e sugerir alternativas para cada situação de adaptação de atividades humanas às alterações do clima.

A mudança climática é um problema de todos, que todos, e juntos, precisamos aprender a enfrentar. Mais do que

saber o que podem fazer muitos humanos, a mudança climática pode exigir que aprendamos a sermos mais humanos. Por isso, neste aprendizado o mais importante é aprender a nos ajudar.

Começamos aprendendo um pouco mais sobre a mudança climática, a mudança que agora nos ameaça.

O *clima* é de esperança.

## **SOBRE O NUMAVAM**

O Núcleo de Estudos em Monitoramento e Avaliação Ambiental – NUMAVAM, na Universidade Federal de Santa Catarina, é voltado ao estudo de conceitos e desenvolvimento de procedimentos com vistas à melhoria do desempenho ambiental em processos produtivos.

## **SOBRE OS AUTORES**

*Luiz Renato D'Agostini*

Eng. Agr., Doutor em Ciência do Solo (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Professor do Depto. de Eng. Rural da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis. E-mail: dagostin@mbox1.ufsc.br

*Sandro Luis Schlindwein*

Eng. Agr., Doutor em Ciências Agrárias (Universidade de Göttingen, Alemanha), Professor do Depto. de Eng. Rural da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis. E-mail: sschlind@mbox1.ufsc.br

*Alfredo Celso Fantini*

Eng. Agr., Doutor em Ciências Florestais (Universidade de Wisconsin – Madison, Estados Unidos), Professor do Depto. de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis. E-mail: afantini@cca.ufsc.br

*Sergio Roberto Martins*

Eng. Agr., Doutor em Agronomia (Universidade Politécnica de Madrid, Espanha), Professor Visitante do Depto. de Eng. Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis. E-mail: martinss@brturbo.com.br