

# Mudanças climáticas antrópicas e variações climáticas naturais

Alice M. Grimm<sup>1</sup>

---

## 1. Situação atual relativa ao tema

Em 2007, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) emitiu seu mais recente relatório a respeito de mudanças climáticas. Neste relatório, o IPCC afirma ser muito provável que a ação humana seja responsável por mudanças observadas no clima global. Esta afirmação é baseada em simulações e projeções com modelos climáticos, usando a variação natural da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e o que se supõe ser a variação natural acrescida da contribuição antrópica. Os modelos, de forma geral, só reproduzem o aumento de temperatura observado em décadas recentes quando incluem a forçante antropogênica. Outras indicações de mudança climática antropogênica provêm de estudos diagnósticos que mostram tendências de temperatura, precipitação, nível do mar e outros parâmetros. Análises foram realizadas em séries de dados observados sobre o globo, sendo geralmente as mais longas as séries de países do Hemisfério Norte, especialmente na Europa. Estas séries mostram, numa média global, aumento de temperatura, no século XX, especialmente acentuado entre a década de 1970 até meados da década de 1990.

Os alertas emitidos pelo IPCC têm motivado a busca de políticas de mitigação e a intensificação, em nível regional, do diagnóstico de mudanças climáticas já em curso, assim como a projeção de mudanças climáticas futuras sob variados cenários. Neste contexto, é necessário enfatizar a importância, sob vários aspectos, do conhecimento da variabilidade climática natural.

---

<sup>1</sup> Professora do Departamento de Física da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

No Brasil, o diagnóstico de mudanças climáticas é prejudicado pela escassez de longas séries de observações de parâmetros meteorológicos que permitam a detecção de tendências de longo período. Tendências reveladas em séries relativamente curtas de parâmetros climáticos (temperatura, precipitação, etc.), que podem parecer manifestação de mudança climática, revelam, na realidade, mudança de fase em oscilações interdecadais naturais, principalmente nas décadas de 1970 e 1980. Essas oscilações de longo período produzem variações climáticas que podem confundir-se com mudanças climáticas antrópicas, principalmente quando diferentes oscilações interdecadais entram em fase, superpondo seus efeitos, como foi o caso em décadas recentes. É necessário conhecer a variabilidade climática natural a fim de separar as mudanças antrópicas das variações naturais em séries relativamente curtas.

Os modelos climáticos atualmente usados em projeções de mudanças climáticas não reproduzem corretamente muito da variabilidade natural do sistema climático e seus impactos. Nesta variabilidade, estão incluídas as oscilações interdecadais, cujas causas ainda não são claras. Modelos incapazes de simular corretamente o clima presente, com sua variabilidade natural, apresentam grande incerteza em suas projeções futuras. Além disso, estudos demonstram que a falha dos modelos em reproduzir a variabilidade interdecadal natural altera o desempenho desses modelos em cada região ao longo do tempo e, portanto, a sua confiabilidade dependeria do período de suas projeções. Embora todos os modelos sejam capazes de mostrar aquecimento global como consequência do aumento da concentração de gases de efeito estufa, eles mostram grandes diferenças nas projeções regionais, tanto de temperatura como de precipitação e outras variáveis meteorológicas. Para avaliar e validar os modelos para projeções climáticas na América do Sul, é necessário conhecer a variabilidade climática natural no nosso continente e sua conexão com modos climáticos globais.

O Brasil conhece pouco de sua variabilidade climática natural, incluindo suas causas, impactos e previsibilidade. Este conhecimento, além de ajudar a detectar mudanças climáticas e aperfeiçoar os modelos para projeções de clima futuro, traria outros benefícios em curto prazo, com o mais eficiente aproveitamento dessa variabilidade em vários setores importantes, como a agricultura e a geração de energia hidroelétrica.

## 2. Principais desafios para o Brasil nesse campo

As discussões sobre mudanças climáticas colocaram em foco a importância da meteorologia no estudo dessas mudanças e dos seus impactos, tendo em vista que a atmosfera tem papel central no sistema climático.

É necessário ter uma clara noção das mudanças climáticas no Brasil, para que se possa preparar a adaptação a elas. Estudos nesse sentido podem ser diagnósticos, por meio da análise de longas séries de dados para indicar mudanças já ocorridas, ou prognósticos, por meio de projeções de clima futuro feitas com modelos climáticos e usando diversos cenários de emissões. Em ambas as abordagens, o desenvolvimento do conhecimento científico sobre mudanças climáticas e seus impactos passa necessariamente pelo conhecimento mais abrangente e mais detalhado da dinâmica natural do sistema climático, ou seja, de sua variabilidade natural. Isso é especialmente verdadeiro para o Brasil, cujas variações climáticas naturais (descrição, causas, impactos, inter-relações, previsibilidade) ainda são pouco conhecidas e pouco exploradas em benefício de vários setores da sociedade.

Nos estudos diagnósticos de mudanças climáticas já ocorridas, apenas o conhecimento da variabilidade natural do clima permitirá separar o que é mudança climática antrópica do que é variação climática natural de longo período (interdecadal).

Para fazer projeções de mudanças climáticas futuras, é necessário ter modelos capazes de simular corretamente o clima presente, com sua variabilidade natural. Caso contrário, as incertezas das projeções podem tornar desaconselhável a sua aplicação prática em planejamento. Estudos da variabilidade natural do clima podem aperfeiçoar os modelos climáticos porque:

- só é possível saber quão bem os modelos simulam o clima se este for bem conhecido, sendo, portanto, necessários estudos diagnósticos do clima para avaliar (e validar) os modelos e indicar o que eles devem reproduzir;
- se os mecanismos das variações climáticas (relações causa-efeito) diagnosticados por meio da análise de dados observados forem confirmados em testes com modelos, há indicação de que os modelos podem reproduzir essas variações naturais pelas razões corretas. Quando dados e modelos estão em harmonia em relação a determinado tipo de variabilidade, então os modelos podem prevê-la.

Além da contribuição dos estudos de variabilidade climática natural no contexto das pesquisas de mudanças climáticas, há outras razões muito importantes para estudá-la:

- há variações climáticas naturais em diversas escalas de tempo que impactam significativamente diversos setores, graças às variações associadas de chuva, temperatura e outros elementos meteorológicos, e estas variações existirão mesmo com mudanças climáticas antrópicas;
- a variabilidade natural no clima presente deve ser conhecida para se poder avaliar como será afetada por mudanças climáticas;

- o conhecimento das variações climáticas naturais pode ser usado em modelos conceituais ou estatísticos para previsão de variações que os modelos dinâmicos não reproduzem, auxiliando o gerenciamento de recursos hídricos e planejamento agrícola (por exemplo, no gerenciamento de reservatórios e no zoneamento agroclimático baseado não apenas em médias, mas também na variabilidade climática);
- a utilização mais completa possível de informação sobre variações climáticas naturais pode, em curto e médio prazo, aumentar a produção agrícola sem prejuízo ao meio ambiente e tornar mais eficiente o uso dos recursos hídricos na produção de energia hidroelétrica;
- informações sobre impactos de variações climáticas naturais na frequência de eventos extremos (chuva, etc.) ajudam na prevenção de desastres naturais e no planejamento de ações de defesa civil;
- o impacto das variações interanuais e interdecadais muito provavelmente é, no curto e médio prazo, maior que os impactos de possíveis mudanças climáticas, portanto, é necessário conhecê-las para adaptar-se a elas.

Há vários exemplos de variabilidade climática no Brasil. Em escala interanual, o exemplo mais notável é a variabilidade associada com eventos El Niño e La Niña. Muitos dos impactos produzidos por estes eventos ainda não são corretamente simulados por modelos. Portanto, caracterizar os seus efeitos consistentes em diferentes épocas do ano é muito útil para previsão de possíveis variações no clima devidas a estes eventos. Há regiões com grande atividade agrícola ou que fazem parte de bacias afluentes a importantes usinas hidroelétricas nas quais a chuva em certos meses é, em média, três ou quatro vezes maior em eventos El Niño que em eventos La Niña, enquanto em outras ocorre o contrário. Além disso, o número de eventos extremos de chuva pode aumentar até cinco vezes em episódios El Niño (La Niña) em relação aos episódios La Niña (El Niño).

Muito menos conhecida que a variabilidade interanual é a variabilidade interdecadal no Brasil e suas conexões com oscilações climáticas globais. Estudos em andamento mostram que esse tipo de variabilidade pode produzir diferenças entre chuvas sazonais de primavera e verão de até 50% entre fases opostas de uma oscilação. Em outras estações, a diferença é até maior. Tendo em vista que estas fases podem durar uma década ou mais, tais oscilações interdecadais podem produzir secas severas e persistentes, assim como períodos muito úmidos. Elas ainda influem no início e final da estação chuvosa, o que pode ter consequências significativas.

Estudos já realizados mostram que os modelos não reproduzem corretamente as oscilações interdecadais e seus impactos. Portanto, para validar o desempenho dos modelos a este respeito no Brasil, é necessário pesquisar esta variabilidade, seus impactos e seus mecanismos.

### 3. Recomendações

Tendo em vista que:

- pesquisas climatológicas de variabilidade climática natural são importantes para separar a mudança antrópica da variabilidade natural na análise da evolução observada do clima e também para validar e aperfeiçoar os modelos climáticos que projetam mudanças climáticas futuras;
- a variabilidade climática natural, suas causas dinâmicas e seus impactos têm grande dependência sazonal e estudos detalhados e sistemáticos são necessários;
- estes estudos são essenciais para estabelecer relações prognósticas para previsão climática sazonal;
- previsões de modelos dinâmicos devem ser combinadas com informação estatística proveniente desses estudos, para cobrir a variabilidade climática não reproduzida pelos modelos;
- pesquisas climatológicas são, portanto, importantes para previsão climática e, por isto, importantes para o planejamento da geração de energia hidroelétrica para a agricultura e para a defesa civil;
- é necessário preparar-se não apenas para possíveis mudanças climáticas, mas também para os impactos da variabilidade natural interdecadal, analisando as consequências da inversão da fase atual desses modos de variabilidade (por exemplo, o que será da agricultura ou da geração de energia hidroelétrica em algumas regiões se o regime de chuvas retornar àquele dos anos 1950-1960?);

É recomendável que, no contexto de política de fomento à pesquisa científica e formação de recursos humanos:

- sejam apoiadas a extensão e o aprofundamento de pesquisas climatológicas para detectar, caracterizar, explicar e prever a variabilidade natural do clima no Brasil, além de analisar o seu impacto sobre vários aspectos importantes para agricultura, geração de energia hidroelétrica e defesa civil (chuvas mensais, sazonais, regime de chuvas, duração da estação chuvosa, distribuição de chuvas diárias, frequência de eventos extremos, etc.), o que permitirá melhor adaptação;
- sejam apoiadas pesquisas para aperfeiçoamento de modelos climáticos, não apenas quanto à eficiência computacional dos programas, mas quanto à modelagem dos fenômenos físicos que eles devem reproduzir;

- seja intensificada a formação de recursos humanos para pesquisas na área de variações climáticas e mudanças climáticas;
- seja mantida e expandida a rede de estações meteorológicas para monitoramento tanto de variações como de mudanças climáticas, de forma a proporcionar conjuntos de dados com cobertura mais uniforme do território brasileiro.