UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
Grupo de Pesquisa TROPOCLIMA
Climatologia do Brasil

MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E SEUS IMPACTOS NO BRASIL

com foco no Nordeste

Apostila de apoio à aula
Dados atualizados em novembro de 2026

Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega
Campina Grande – PB
Novembro de 2026

SUMÁRIO

Apresentação

1 Tempo, clima e variabilidade

2 Causas: efeito estufa e gases do aquecimento

3 Evidências do aquecimento global

4 Modelos climáticos e cenários

5 O IPCC: do AR6 ao AR7

6 Brasil: situação atual e riscos

7 Nordeste: impactos atuais e projeções

8 Soluções: mitigação e adaptação

9 Atividades e debate

Referências

APRESENTAÇÃO

Esta apostila acompanha a aula "Mudanças climáticas globais e seus impactos no Brasil: dos relatórios do IPCC ao Nordeste" e atualiza seus números com os dados oficiais mais recentes disponíveis em novembro de 2026. A atualização cobre a Organização Meteorológica Mundial (OMM), o NOAA, o INMET, o Cemaden, a ANA, o INPE, o SEEG e o IPCC.

O texto segue a ordem da aula: fundamentos físicos (capítulos 1 a 4), o papel do IPCC (capítulo 5), o Brasil (capítulo 6), o Nordeste (capítulo 7), soluções (capítulo 8) e atividades de debate (capítulo 9). O Nordeste recebe o maior espaço, porque reúne a combinação mais exposta do país: o semiárido, a primeira região árida registrada no Brasil e um El Niño muito forte em curso em 2026.

Três pontos orientam a leitura. Primeiro, o planeta já está cerca de 1,4 °C mais quente que no período 1850–1900, e a concentração de CO_2 bate recordes a cada ano. Segundo, o Brasil esquentou acima da média recente e sofre extremos cada vez mais frequentes, com o Nordeste entre as regiões mais afetadas. Terceiro, as projeções indicam mais calor e menos chuva no Nordeste ao longo do século, o que torna a adaptação tão urgente quanto a redução de emissões.

Os valores seguem as fontes citadas em cada capítulo e reunidas nas Referências. Quando duas fontes divergem, a divergência aparece no texto.

1 TEMPO, CLIMA E VARIABILIDADE

Tempo e clima não são a mesma coisa: tempo é o estado da atmosfera em um momento e lugar, e clima é o comportamento médio e a variabilidade desse estado ao longo de décadas. Uma chuva forte numa tarde de março é um fato do tempo. Um Nordeste que recebe, ano após ano, menos chuva que na média de 30 anos é um fato do clima.

O IPCC define mudança do clima como uma alteração no estado médio ou na variabilidade do clima que persiste por décadas ou mais, seja por processos naturais, seja por ação humana. Hare (1992) lembra que o clima da Terra já variou em escalas de 100 mil a 10 milhões de anos, por causa de mudanças orbitais. O que distingue o período atual é a velocidade do aquecimento e a sua origem predominantemente humana.

1.1 Variabilidade natural e mudança climática

A variabilidade climática é a oscilação em torno de uma média, em escalas que vão de meses a décadas. O exemplo mais importante para o Brasil é o El Niño–Oscilação Sul (ENOS), com a fase quente (El Niño) e a fase fria (La Niña) do Pacífico equatorial. O El Niño costuma reduzir a chuva no Norte e no Nordeste e aumentar no Sul, e a La Niña tende a fazer o oposto.

A mudança climática, por sua vez, desloca a própria média. Um ano de El Niño dentro de um clima mais quente tem temperaturas mais altas do que um El Niño de há 50 anos. Por isso 2024, ano posterior a um El Niño, foi o mais quente já medido, tanto no mundo quanto no Brasil (capítulos 3 e 6).

1.2 Fatores que controlam o clima

- **Orbitais (ciclos de Milankovitch):** excentricidade, obliquidade e precessão alteram a distribuição da radiação solar em escalas de dezenas a centenas de milhares de anos.
- **Vulcanismo:** grandes erupções lançam aerossóis que refletem radiação e resfriam a superfície por poucos anos.
- **Atividade solar:** o ciclo de cerca de 11 anos muda a energia recebida em uma fração pequena, insuficiente para explicar o aquecimento recente.
- **Variabilidade interna:** interações entre oceano e atmosfera, como o ENOS, redistribuem calor sem alterar o balanço de energia do planeta.

Nenhum desses fatores naturais acompanha o aumento observado desde meados do século XX. A mudança recente é explicada pela intensificação do efeito estufa, tema do capítulo seguinte.

2 CAUSAS: EFEITO ESTUFA E GASES DO AQUECIMENTO

O aquecimento atual vem do acúmulo de gases de efeito estufa emitidos por atividades humanas, e o CO_2 é o principal deles. Em 2024 a concentração global de CO_2 chegou a 423,9 ppm, 53% acima do nível pré-industrial, com um salto de 3,5 ppm em um ano, o maior da série (OMM, 2026). No observatório de Mauna Loa, o NOAA registrou a média mensal recorde de 432,3 ppm em maio de 2026.

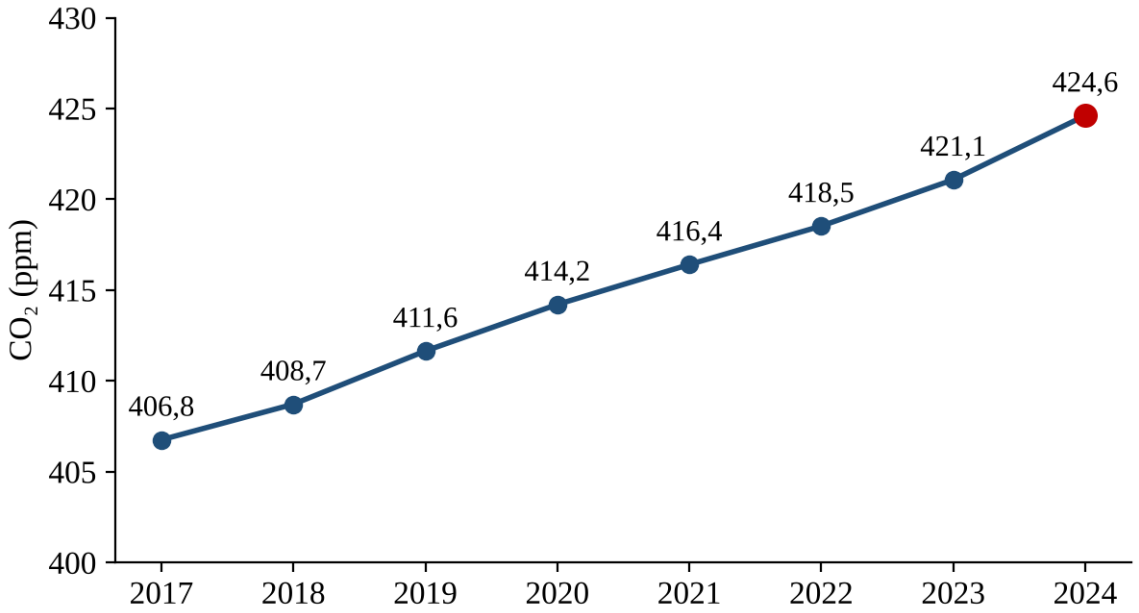


Figura 1 – Concentração média anual de CO_2 em Mauna Loa, 2017–2024 (ponto em vermelho: 2024).

Fonte: NOAA/GML, compilação Statista; consulta em nov. 2026.

Mauna Loa mede um ponto no Havaí, por isso seus valores ficam acima da média global usada pela OMM (423,9 ppm em 2024), mas a trajetória de alta é a mesma.

2.1 O efeito estufa natural

Sem efeito estufa, a Terra seria um planeta congelado. Cerca de metade da radiação solar que chega à Terra é absorvida pela superfície, que a reemite como radiação infravermelha. Vapor d'água, CO_2, metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) absorvem parte dessa energia e a devolvem em todas as direções, mantendo a temperatura média da superfície em torno de 15 °C.

2.2 O efeito estufa intensificado

Queima de combustíveis fósseis, desmatamento e agropecuária elevaram a quantidade desses gases na atmosfera, e a superfície passou a reter mais energia do que perde. Entre os

gases emitidos por atividades humanas, o CO_2 responde por cerca de 63,5% do total e o metano por 18,2%, segundo o material da aula. O CO_2 permanece na atmosfera por séculos; o metano atua por cerca de uma década, mas aquece muito mais por molécula.

Tabela 1 – Principais gases de efeito estufa de origem humana.

Gás	Principais fontes humanas	Papel
CO_2	Combustíveis fósseis, desmatamento, cimento	Maior contribuição (cerca de 63,5%)
CH_4	Pecuária, arrozais, resíduos, extração de gás	Cerca de 18,2%; vida curta e alto poder de aquecimento
N_2O	Fertilizantes nitrogenados, esterco	Longa permanência e alto poder de aquecimento

Fonte: material da aula.

2.3 Por que o CO_2 importa mais para o Brasil

No Brasil o perfil de emissões difere do mundial: a mudança de uso da terra, em especial o desmatamento, pesa mais que a energia (capítulo 6). Isso faz do controle do desmatamento a maior alavanca de mitigação nacional e explica por que as emissões do país variam tanto de um ano para o outro.

3 EVIDÊNCIAS DO AQUECIMENTO GLOBAL

O aquecimento é medido por várias linhas independentes de evidência, e todas apontam na mesma direção. O IPCC (AR6) estima 1,1 °C de aquecimento em 2011–2020 em relação a 1850–1900. Os dados mais recentes da OMM mostram que a marca já está mais alta.

3.1 Temperatura global

Segundo o relatório *Estado do Clima Global 2025*, divulgado pela OMM em 23 de março de 2026, 2025 ficou cerca de 1,43 °C (± 0,13) acima de 1850–1900, entre o segundo e o terceiro ano mais quente da série. Os 11 anos de 2015 a 2025 são os 11 mais quentes já registrados. O recorde pertence a 2024, com cerca de 1,55 °C, e a média de 2023–2025 chega a 1,48 °C. O Copernicus calcula 1,47 °C para 2025, terceiro mais quente. As diferenças entre as instituições vêm de conjuntos de dados e métodos distintos, e não alteram a tendência.

Tabela 2 – Indicadores globais do aquecimento.

Indicador	Valor mais recente	Fonte
Temperatura global 2025 vs 1850–1900	cerca de 1,43 °C (± 0,13)	OMM, mar/2026
Ano mais quente	2024, cerca de 1,55 °C	OMM, 2026
Média 2023–2025	1,48 °C	OMM, 2026
CO_2 atmosférico 2024	423,9 ppm (+53% sobre o pré-industrial)	OMM, 2026
Nível do mar desde 1993	cerca de +11 cm	OMM, 2026

Fonte: OMM (2026).

3.2 Oceanos, gelo e nível do mar

Os oceanos absorvem a maior parte do calor excedente e bateram novos recordes de conteúdo de calor. O desequilíbrio energético da Terra, a diferença entre a energia que entra e a que sai, está no maior valor da série de 65 anos. O nível médio do mar sobe cerca de 11 cm desde 1993 por causa da expansão térmica da água e do derretimento de geleiras e mantos de gelo. Para o Brasil, esse dado pesa porque cerca de 26% da população, 51 milhões de pessoas, vive em municípios costeiros (capítulo 6).

3.3 Extremos

Ondas de calor, secas e chuvas intensas ficam mais frequentes ou mais severas em escala global, e o IPCC atribui parte dessa mudança à influência humana. Para o Nordeste, o ponto central é a seca (capítulo 7), que em 2025–2026 combinou calor recorde e El Niño.

4 MODELOS CLIMÁTICOS E CENÁRIOS

As projeções do clima futuro vêm de modelos numéricos que resolvem as leis físicas da atmosfera, do oceano, do gelo e da superfície, rodados sob hipóteses de emissão chamadas cenários. Centros como NOAA, NASA, JAMSTEC e Met Office desenvolvem esses modelos, e o IPCC reúne os resultados de dezenas deles. Um cenário não é previsão: é uma condição "e se" que depende de escolhas econômicas e políticas.

4.1 RCPs: trajetórias de concentração

Os RCPs (*Representative Concentration Pathways*), usados até o AR5, descrevem o forçante radiativo no fim do século. A Tabela 3 traz o aquecimento projetado para o fim do século, conforme o material da aula.

Tabela 3 – Aquecimento projetado até o fim do século, por cenário RCP.

Cenário	Aquecimento projetado (°C)	Leitura
RCP 2.6	0,3 a 1,7	Mitigação forte
RCP 4.5	1,1 a 2,6	Mitigação intermediária
RCP 6.0	1,4 a 3,1	Mitigação moderada
RCP 8.5	2,6 a 4,8	Emissões altas, sem mitigação adicional

Fonte: material da aula.

4.2 SSPs no AR6

O AR6 passou a combinar o forçante com trajetórias socioeconômicas compartilhadas (SSPs), que descrevem população, economia, energia e uso da terra. Os cenários mais citados são o SSP1-2.6 (baixas emissões), o SSP2-4.5 (intermediário) e o SSP5-8.5 (emissões muito altas). Estudos regionais recentes sobre o Nordeste, como os que usam o CMIP6, costumam recorrer ao SSP5-8.5 para mostrar o limite superior de risco, e esse uso precisa ser dito, porque é o cenário mais pessimista.

4.3 Incertezas

A incerteza vem de três fontes: emissões futuras (cenário), diferenças entre modelos e variabilidade natural. A temperatura é projetada com mais confiança que a chuva, e para a chuva a incerteza é maior em escala local. Por isso as projeções do Nordeste no capítulo 7 são apresentadas em faixas e com o nível de confiança indicado pelo IPCC.

5 O IPCC: DO AR6 AO AR7

O IPCC avalia a literatura científica sobre o clima e não produz pesquisa própria; seus relatórios passam por revisão de especialistas e de governos. O sexto ciclo de avaliação (AR6) terminou em 2023, e o sétimo (AR7) está em andamento, com o cronograma ainda em disputa.

5.1 O ciclo do AR6

Tabela 4 – Produtos do sexto ciclo de avaliação do IPCC.

Produto	Data
Grupo de Trabalho I (bases físicas)	agosto de 2021
Grupo de Trabalho II (impactos, adaptação e vulnerabilidade)	fevereiro de 2022
Grupo de Trabalho III (mitigação)	abril de 2022
Relatório Síntese	março de 2023

Fonte: IPCC.

5.2 Principais números do AR6

- O aquecimento observado é de 1,1 °C (2011–2020 sobre 1850–1900), e o limite de 1,5 °C deve ser atingido no início da década de 2030 se as emissões continuarem.
- Para manter 1,5 °C, as emissões globais de gases de efeito estufa precisam cair 43% até 2030 e 60% até 2035 em relação a 2019. As metas nacionais (NDCs) vigentes na época implicavam queda de cerca de 7% até 2030.
- Entre 3,3 e 3,6 bilhões de pessoas vivem em contextos altamente vulneráveis à mudança do clima, e a mortalidade por inundações, secas e tempestades foi 15 vezes maior nessas regiões.

5.3 O que o AR6 diz sobre o Nordeste

A ficha regional do Grupo I indica, para o nordeste da América do Sul, redução da precipitação (confiança média), duração maior das secas (confiança alta) e chuvas extremas mais frequentes com aquecimento de 2 °C ou mais. O Grupo II inclui o Nordeste entre as regiões mais sensíveis a migrações ligadas ao clima. Pesquisadores brasileiros participaram como autores, entre eles Marengo, Ometto e Vale.

5.4 O AR7 e o impasse de 2026

O AR7 deveria ter seu cronograma fechado na 65ª sessão do IPCC, em Adis Abeba, entre 12 e 16 de outubro de 2026, mas a reunião foi suspensa sem acordo, na sexta tentativa frustrada. As opções em discussão vão de 2028 a 2029 para os relatórios dos grupos de trabalho, com a síntese "até o fim de 2029"; os relatórios metodológicos estão previstos para 2027, e a

revisão por especialistas do primeiro rascunho do Grupo I correu de 10 de agosto a 2 de outubro de 2026. O orçamento também segue indefinido. O presidente do painel, Jim Skea, afirmou que o cronograma precisa ser acordado até o fim de 2026 para que os resultados cheguem ao balanço global de 2028 da Convenção do Clima, e cerca de 120 dos 664 autores assinaram uma carta aberta pedindo a continuidade do trabalho.

Para estudar o tema, a referência prática continua sendo o AR6. As informações sobre o AR7 refletem a situação de novembro de 2026 e podem mudar.

6 BRASIL: SITUAÇÃO ATUAL E RISCOS

O Brasil vive um aquecimento mensurável e extremos em alta, e as emissões do país dependem sobretudo do desmatamento. O AR6 indica que a América do Sul aquece acima da média global, e os dados do INMET, do Cemaden e do INPE confirmam o quadro em escala nacional.

6.1 Temperatura: dados do INMET

Segundo o INMET, 2025 foi o sétimo ano mais quente da série nacional, com 24,56 °C, ou 0,33 °C acima da normal 1991–2020. O recorde é de 2024, com 25,02 °C (+0,79 °C). Em 2025 todas as estações ficaram acima da normal, com anomalias de +0,74 °C na primavera, +0,61 °C no inverno, +0,58 °C no outono e +0,43 °C no verão. O aquecimento foi mais intenso no Paraná, no Mato Grosso, no sul do Pará e em quase todo o Nordeste.

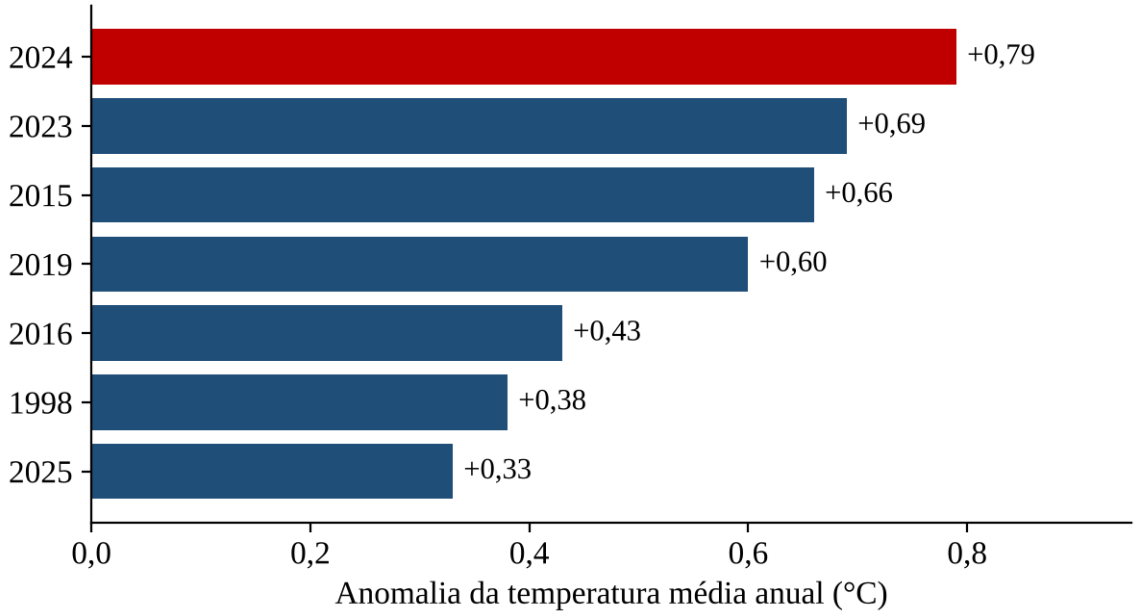


Figura 2 – Anomalia da temperatura média anual do Brasil em relação à normal 1991–2020 (ano de 2024 em vermelho).

Fonte: INMET. Normal de 24,23 °C obtida de 24,56 − 0,33 (2025). Os anos de 2017, 2012 e 2020 completam os dez mais quentes.

6.2 Extremos e desastres: dados do Cemaden

O relatório do Cemaden sobre 2025 registrou até 503 municípios em seca severa ou extrema, mais de 336 mil pessoas afetadas por desastres e prejuízos de R$ 3,9 bilhões. Dos 5.570 municípios, 2.095 estão expostos a risco geo-hidrológico, e o centro emitiu 2.505 alertas para 1.133 municípios. Um estudo de 1991 a 2024 mostra que 91,5% dos municípios (5.096)

sofreram ao menos um desastre climático, com o Nordeste liderando em número de municípios afetados.

6.3 Amazônia e Cerrado: dados do Prodes

O Prodes 2026, divulgado pelo INPE em 16 de outubro de 2026, estimou 3.335 km² de desmatamento na Amazônia entre 1º de agosto de 2025 e 31 de julho de 2026. É a menor taxa da série iniciada em 1988 e uma queda de 41,8% sobre os 5.731 km² consolidados de 2025 (a estimativa divulgada em 2025 era de 5.796 km²). O mínimo anterior era o de 2012, com 4.571 km². Por ser estimativa, o valor será consolidado no primeiro semestre de 2027 e costuma ficar próximo do anunciado.

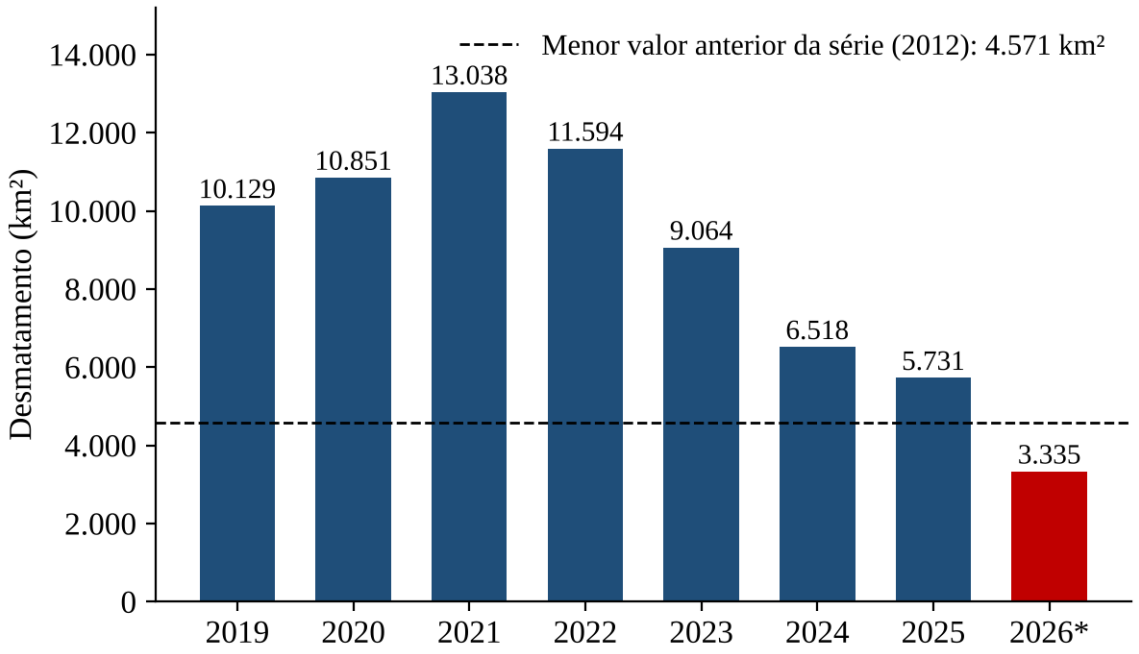


Figura 3 – Desmatamento anual na Amazônia (Prodes), 2019–2026 (2026* é estimativa, em vermelho).

Fonte: INPE/Prodes. Taxas consolidadas de 2019 a 2025; estimativa de 16/10/2026 para 2026.

Pará (1.130 km², 33,9%) e Mato Grosso (849 km², 25,5%) respondem por quase 60% do total, seguidos por Amazonas (525 km²), Roraima (286 km²) e Acre (252 km²). O Deter, que emite alertas diários, já antecipava a queda: 2.874 km² sob alerta entre agosto de 2025 e julho de 2026, redução de 36,87% e menor valor desde 2016. Alertas e taxa oficial medem coisas diferentes e não se somam nem se comparam diretamente. De 2023 a 2026 o Prodes acumula 24.648 km², 46% menos que os 45.612 km² de 2019 a 2022.

No Cerrado, o Prodes 2026 registrou 5.516,69 km², queda de 23,8% sobre os 7.235 km² do ciclo anterior e o menor valor desde 2001; a taxa já é consolidada, porque todo o bioma foi mapeado. O Prodes mede corte raso e não inclui incêndios.

> **Atenção ao slide da aula:** a série do Prodes traz 13.038 km² para a Amazônia em 2021, e não 13.235 km². O valor do slide merece correção.

6.4 Emissões: dados do SEEG

A 13ª edição do SEEG (novembro de 2025) mostra que o Brasil emitiu 2,145 $GtCO_2e$ em 2024, queda de 16,7%, a maior em 16 anos. As emissões líquidas foram de 1,49 $GtCO_2e$ (−22%). A mudança de uso da terra respondeu por 906 Mt, 42% do total bruto, e 98% disso foi desmatamento; a agropecuária teve 29% e a energia 20%. Os incêndios florestais não entram nessa conta, apesar da área queimada recorde de 2024.

6.5 Metas e políticas

A NDC brasileira, entregue em 13 de novembro de 2024, prevê redução líquida de 59% a 67% até 2035 sobre 2005 (0,85 a 1,05 $GtCO_2e$) e neutralidade em 2050. O Plano Clima foi lançado em 16 de março de 2026, com oito planos setoriais de mitigação, 312 metas setoriais e mais de 800 ações de adaptação. O Observatório do Clima avalia que a faixa da NDC não está alinhada a 1,5 °C e sugere pelo menos 92%.

6.6 Regiões

O risco muda de região para região. No Norte, a floresta pode perder umidade e a seca avança; no Sudeste e no Sul, chuvas intensas causam inundações e deslizamentos (as chuvas de Minas Gerais e da Bahia em 2021–2022 deslocaram mais de 100 mil pessoas); no Centro-Oeste e no Matopiba, o calor e a seca pressionam a agropecuária, com perdas de até R$ 14 bilhões por ano citadas na aula. O Nordeste é o foco do próximo capítulo.

7 NORDESTE: IMPACTOS ATUAIS E PROJEÇÕES

O Nordeste combina a maior vulnerabilidade social do país com um clima que já está mais seco e mais quente, e em 2026 enfrenta ainda um El Niño muito forte. A região concentra os sinais mais claros de mudança: expansão do semiárido, primeira zona árida do país, secas prolongadas e reservatórios abaixo da média.

7.1 O semiárido

O semiárido ocupa cerca de 12% do território nacional, com densidade de cerca de 34 habitantes por km². A seca de 2012 a 2017 causou perdas de cerca de R$ 104 bilhões, segundo o material da aula. As chuvas se concentram em poucos meses e variam muito de um ano para outro, o que torna a região sensível a qualquer redução de precipitação.

7.2 Aridificação: o clima mudou de classe

Estudo do Cemaden e do INPE (*Scientific Reports*, julho de 2023; nota técnica de novembro de 2023) identificou a primeira zona árida do Brasil, com cerca de 5.700 km² no norte da Bahia, em municípios como Rodelas, Juazeiro, Abaré, Chorrochó e Macururé. A área pode chegar a cerca de 15.000 km². O semiárido passou de cerca de 570 mil km² (1960–1990) para cerca de 800 mil km² (1990–2020), 9,4% do país, um avanço de cerca de 75 mil km² por década, enquanto o subúmido seco encolheu cerca de 12 mil km² por década. Barbosa (UFAL) estima que 725 mil km² migraram para o semiárido entre 1990 e 2022. As estimativas diferem porque os métodos e as séries de dados são diferentes, mas apontam na mesma direção.

7.3 Seca atual: dados da ANA

O Monitor de Secas da ANA mostra uma região em seca persistente:

- Em novembro de 2025, 68% do Brasil estava em seca e o Nordeste teve o pior registro desde março de 2019; em dezembro, 21% do Nordeste estava em seca extrema.
- Em março de 2026, 88% do Nordeste estava afetado pela seca, contra 49% do país.
- Em abril de 2026, Ceará e Piauí tinham 100% do território em seca. No Ceará, 68 municípios estavam em seca extrema e 39 em emergência (março).
- Em julho de 2026, 45% do Nordeste estava em seca moderada, contra 12% em julho de 2023.
- Em 27 de agosto de 2026, os reservatórios monitorados do Nordeste e do semiárido armazenavam 49,7% da capacidade (47,4% em 2025), e 71 estavam abaixo de 20%.

O INMET registrou, em dezembro de 2025, chuva abaixo de 40 mm no leste do Ceará, no Rio Grande do Norte, na Paraíba, em Pernambuco, em Alagoas, em Sergipe e no nordeste da Bahia, com anomalias de até −100 mm.

7.4 El Niño 2026–27

O NOAA declarou El Niño em 11 de junho de 2026. Em outubro o fenômeno já era classificado como muito forte, com anomalia de +2,47 °C na região Niño 3.4 e +2,5 °C em 2 de novembro. As previsões dão 95% a 96% de chance de ele permanecer muito forte até novembro–janeiro e 69% de chance de ser o mais forte desde 1950. O Painel El Niño, que reúne INMET, INPE, ANA, Cemaden, SGB, Sedec e Censipam, projeta seca no Norte e no Nordeste e chuva intensa no Sul. O quinto boletim, do fim de outubro, contabilizava 1.219 localidades sob restrição hidrológica, com 2,2 milhões de pessoas.

7.5 Chuvas extremas e desastres

O Nordeste também sofre com o excesso de chuva em eventos pontuais. Em fevereiro de 2025, chuvas em Pernambuco deixaram mortos, e em 2026 um evento na Grande Recife (Olinda e Recife) causou 5 mortes, segundo o Cemaden. Seca prolongada e chuva concentrada não se contradizem: o clima mais quente intensifica os dois extremos.

7.6 Projeções

- **PBMC (2013):** aquecimento de 3 a 6 °C no Brasil até 2100, com redução de até 40% da chuva no Norte e no Nordeste e aumento de cerca de 30% no Sul e no Sudeste.
- **Marengo e colaboradores (2016, 2017):** até +4,4 °C no Nordeste até 2100 e períodos secos mais longos.
- **IPCC AR6:** menos chuva (confiança média) e secas mais longas (confiança alta) no nordeste da América do Sul.
- **CMIP6, SSP5-8.5 (dissertação da UFRJ citada na aula):** setembro e outubro cerca de 50% mais secos, em cenário de emissões muito altas.

No conjunto, as projeções concordam no aquecimento e na tendência a mais seca, com intensidade que depende do cenário de emissões e do modelo.

7.7 Adaptação

A adaptação no semiárido passa por segurança hídrica (cisternas, adutoras, gestão de reservatórios), infraestrutura resiliente, sistemas de alerta, agricultura adaptada à seca e políticas específicas para a população rural dispersa. O Plano Clima de 2026 inclui mais de 800 ações de adaptação, que precisam chegar à escala dos municípios para fazer diferença.

8 SOLUÇÕES: MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO

O enfrentamento da mudança do clima exige duas frentes ao mesmo tempo: reduzir emissões (mitigação) e preparar a sociedade para os efeitos que já não dá para evitar (adaptação). O AR6 mostra que a janela para limitar o aquecimento a 1,5 °C está se fechando, com cortes de 43% até 2030 e 60% até 2035 sobre 2019.

- **Energia renovável:** solar e eólica crescem rápido no Nordeste, que reúne alguns dos melhores recursos do país, e reduzem emissões do setor de energia (20% do total brasileiro em 2024, segundo o SEEG).
- **Florestas e uso da terra:** conter o desmatamento é a medida de maior efeito para o Brasil, já que 42% das emissões brutas vêm da mudança de uso da terra. A queda de 41,8% do desmatamento na Amazônia no Prodes 2026 mostra que a política funciona, e a meta é mantê-la.
- **Agropecuária de baixo carbono:** manejo de pastagens, integração lavoura-pecuária-floresta e redução do metano, setor que responde por 29% das emissões.
- **Adaptação:** segurança hídrica, alertas de seca e de chuva extrema, drenagem urbana, moradia fora de áreas de risco e apoio à agricultura familiar do semiárido.

As metas nacionais da aula vão de −48% (2025) e −53% (2030) até a faixa de 59% a 67% em 2035 (NDC 2024). A dúvida é de execução: o Observatório do Clima considera a faixa de 2035 insuficiente para 1,5 °C, e o Plano Clima precisa de financiamento e metas locais para sair do papel.

9 ATIVIDADES E DEBATE

As questões abaixo retomam os dados da apostila e servem para discussão em sala ou trabalho em grupo que será/foi realizado via Quiz Online.

1. Qual a diferença entre variabilidade climática e mudança climática? Use o El Niño de 2026 e a tendência de longo prazo como exemplos.
2. Por que 2024, e não 2025, é o recorde de temperatura global e nacional? O que muda entre a média da OMM e a do Copernicus?
3. Compare o RCP 2.6 e o RCP 8.5 (capítulo 4). O que cada um exige de políticas e de emissões?
4. O AR6 pede cortes de 43% até 2030. Compare com a NDC brasileira de 2024 e discuta a crítica do Observatório do Clima.
5. Por que a queda das emissões do Brasil em 2024 (−16,7%) convive com o recorde de área queimada?
6. O INMET aponta 2025 como o 7º ano mais quente do país, e não um dos três primeiros. Isso contradiz a tendência de aquecimento?
7. Explique a "primeira zona árida" do Brasil: critério usado, localização e limitações da estimativa.
8. Em 2026, o Ceará e o Piauí chegaram a 100% do território em seca. Que ações de curto e de longo prazo cabem ao poder público?
9. Quais são as principais incertezas das projeções de chuva para o Nordeste e como lidar com elas no planejamento?
10. Monte uma proposta de adaptação para um município do semiárido da sua região, com três medidas, responsáveis e indicadores.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Monitor de Secas**: boletins de nov. 2025 a ago. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/ana. Acesso em: 11 nov. 2026.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). **Estado do Clima, Extremos de Clima e Desastres no Brasil em 2025**. Fev. 2026; nota técnica sobre a zona árida na Bahia, nov. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden. Acesso em: 11 nov. 2026.

COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE. Temperatura global de 2025. Disponível em: https://climate.copernicus.eu. Acesso em: 11 nov. 2026.

HARE, F. K. Mudanças climáticas em escala orbital. 1992.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Balanço climático do Brasil em 2025** e boletins sazonais; Painel El Niño 2026–27 (com INPE, ANA, Cemaden, SGB, Sedec e Censipam). Disponível em: https://portal.inmet.gov.br. Acesso em: 11 nov. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Prodes 2026** (divulgado em 16 out. 2026) e **Deter** (ago. 2025 a jul. 2026): Amazônia e Cerrado. Disponível em: https://terrabrasilis.dpi.inpe.br. Acesso em: 11 nov. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Sexto Relatório de Avaliação (AR6)**: Relatório Síntese e fichas regionais dos Grupos de Trabalho I e II. 2023. Informações sobre a 65ª sessão (Adis Abeba, out. 2026) e o cronograma do AR7. Disponível em: https://www.ipcc.ch. Acesso em: 11 nov. 2026.

MARENGO, J. A. et al. Estudos sobre clima e seca no Nordeste. 2016; 2017.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). Global Monitoring Laboratory. **CO_2 em Mauna Loa**: séries mensais até jul. 2026. Disponível em: https://gml.noaa.gov. Acesso em: 11 nov. 2026.

NÓBREGA, R. S. **Mudanças climáticas globais e seus impactos no Brasil**: dos relatórios do IPCC ao Nordeste. Aula. Campina Grande: UFCG/TROPOCLIMA.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Avaliação da NDC 2024 e do Plano Clima (2026).

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). *State of the Global Climate 2025*. Genebra: OMM, 23 mar. 2026; análise consolidada de jan. 2026. Disponível em: https://wmo.int. Acesso em: 11 nov. 2026.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC). **Primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN1)**. 2013.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). 13. ed. Nov. 2025: emissões brasileiras de 2024. Disponível em: https://seeg.eco.br. Acesso em: 11 nov. 2026.