

Future climate change in Brazil

GHGs, deforestation and impacts



BRAZIL-UK COLLABORATION IN CLIMATE SCIENCE

The Brazilian National Space Agency (INPE) and the UK's Met Office Hadley Centre are working together on assessing the implications of global climate change for Brazil. They are also assessing the impact of deforestation on the Brazilian climate.

The project uses a set of climate models developed by the Met Office and INPE to project the effects of greenhouse gas emissions and deforestation on the climate of Brazil. The Met Office global climate model is used to project climate changes worldwide, and the INPE regional climate model then provides finer detail over Brazil for different levels of global warming. Regional climate models are also then used to assess the effects of deforestation in the Amazon on the climate across Brazil.

CLIMATE CHANGE IN BRAZIL: IMPACT OF DIFFERENT EMISSIONS SCENARIOS

The global average temperature rose by approximately 0.7 °C over the last century, and this warming will continue as a result of ongoing greenhouse gas (GHG) emissions. The Met Office-INPE climate models project that warming in Brazil could be 20% greater than the global average over the 21st century. These models also project a decrease in rainfall across much of Brazil due to warmer waters in the Atlantic and Pacific oceans causing changes in wind patterns across South America. This would lead to major economic impacts in Brazil: more than 70% of Brazil's energy is derived from hydroelectric sources, so reduced rainfall may limit electricity supplies,



affecting the industrial activities in the country's most important economic regions.

However, these impacts can be mitigated if action is taken now to reduce emissions. Smaller increases in GHGs in the atmosphere lead to relatively lower levels of warming both globally and in Brazil, and to smaller impacts on rainfall and river flow. This provides further scientific evidence for the need to stabilise GHGs in the atmosphere.

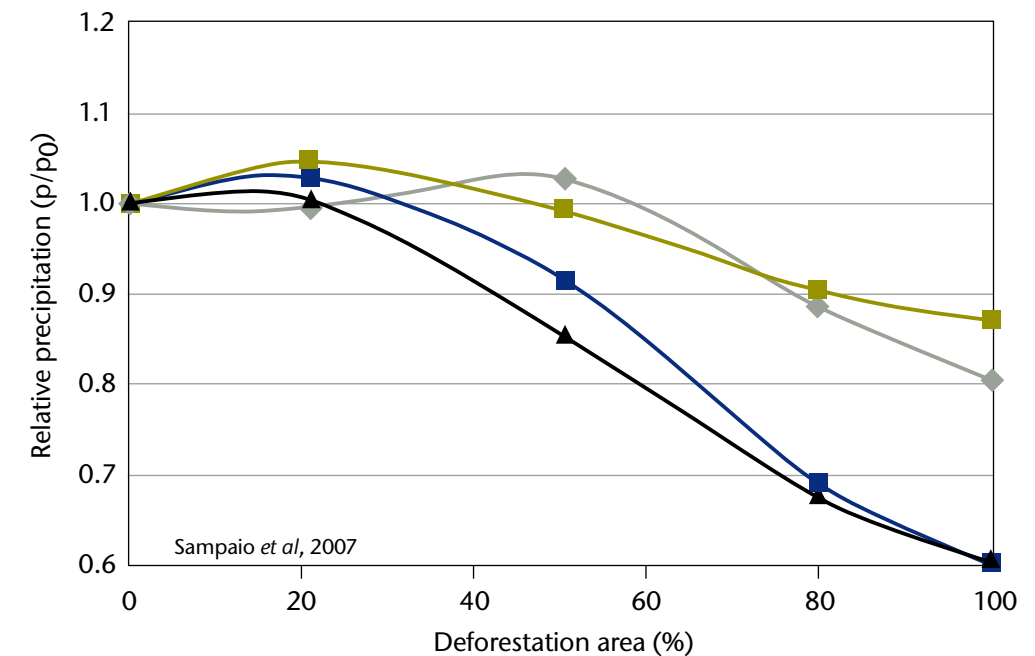
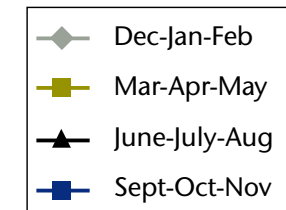
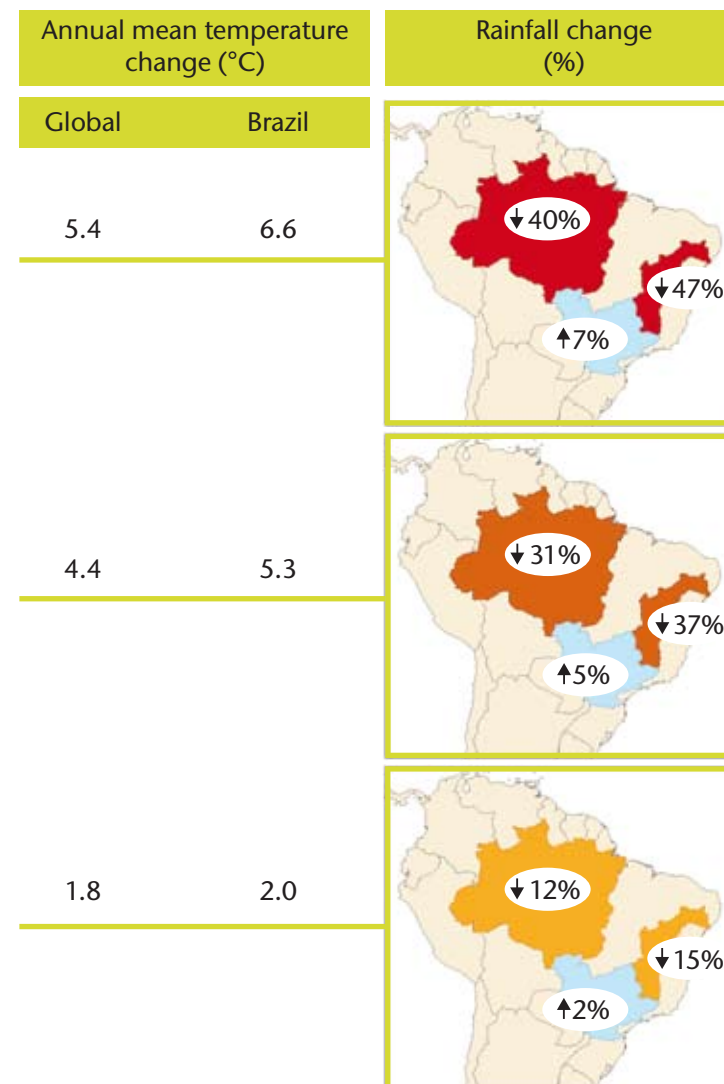
IMPACTS OF DEFORESTATION ON BRAZILIAN CLIMATE

While climate change is a threat to the Amazon forest in the long-term, through warming and potential rainfall reductions, deforestation is a more immediate threat. The Amazon is

important globally for taking in and storing carbon from the atmosphere, and it also plays a crucial role in maintaining the climate of South America through its effect on the regional water cycle.

The forest interacts with the atmosphere to regulate moisture within the Amazon basin itself, but its influence is thought to extend far beyond its boundaries to other parts of the continent. INPE has been studying this since the 1980s. Observations and models suggest large-scale deforestation could cause a warmer and somewhat drier climate by altering the regional water cycle. Model results suggest that when more than 40% of the original extent of the Amazon forest is lost, rainfall decreases significantly across eastern Amazonia. Complete deforestation could cause eastern Amazonia to warm by more

Figure 1. Projected climate change over Brazil by the 2080s relative to 1961–1990 associated with different levels of global warming. These projections used the Met Office global climate model and INPE regional climate model driven by different emissions scenarios using different model variants to assess uncertainties in climate response. Projected global warming is within the range projected by other models, and the projection of faster warming over Brazil in comparison to the global average warming is also made by other models. Regional rainfall responses to global warming vary widely between different models. If the general pattern is for global warming to decrease rainfall in north and north-east Brazil (as shown here for the December–February season), greater global warming results in greater reductions in rainfall. From top to bottom, the emissions scenarios are the IPCC SRES scenarios A1FI, A1B, and B1. The B1 projection shown here uses a model with lower climate sensitivity.



than 4 °C, and rainfall from July to November could decrease by up to 40%. Crucially, these changes would be in addition to any change resulting from global warming. Reducing deforestation could minimise these impacts as well as reduce emissions of greenhouse gases.

It has been suggested that 40% deforestation may be a “tipping point” beyond which forest loss causes climate impacts which cause further forest loss. Global warming of 3 °C to 4 °C may also lead to a similar tipping point. Although the existence of these tipping points still requires clarification, interactions between climate change and deforestation may make them more likely. Crucially, the impacts of deforestation are greater under drought conditions, as fires set for forest clearance burn larger areas. Reducing deforestation may help to maintain a more resilient forest under a changing climate. The INPE-Met Office collaboration will continue to examine these critical issues for South America and the globe.

Figure 2. Simulated impacts of deforestation on rainfall in Amazonia. The curves show the fraction of rainfall in eastern Amazonia for different levels of deforestation across the whole of Amazonia, compared to the original forest extent, for each season. In the model, deforested land was converted to soybean plantations. These results were generated with the INPE global climate model which has a low resolution. The Met Office's regional climate model, PRECIS, is being used to repeat this study at higher resolution, and to assess the resulting impacts on the remaining areas of intact forest and water resources.

Alterações climáticas no Brasil: o futuro

Efeito estufa, desmatamento e impactos



BRASIL E REINO UNIDO: COLABORAÇÃO NAS CIÊNCIAS CLIMÁTICAS

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Met Office Hadley Centre (MOHC) estão trabalhando em conjunto para avaliar as implicações das mudanças climáticas globais para o Brasil. Ao mesmo tempo, estão avaliando também o impacto do desmatamento sobre o clima brasileiro.

O projeto utiliza um conjunto de modelos climáticos desenvolvidos pelo MOHC e pelo INPE para fazer uma projeção dos efeitos das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e do desmatamento no clima Brasileiro. O modelo climático global do MOHC é usado para projetar mudanças do clima em todo o mundo, e o modelo climático regional do INPE fornece maiores detalhes sobre o Brasil para níveis diferentes de aquecimento global. Modelos climáticos regionais também são utilizados para avaliar os efeitos do desmatamento da Amazônia no clima de todo o Brasil.

AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL: IMPACTOS DE CENÁRIOS DE EMISSÕES DIFERENTES

A temperatura média global subiu cerca de 0,7 °C no último século, e este aquecimento vai continuar devido às contínuas emissões de GEE. Os modelos MOHC–INPE indicam que o aquecimento no Brasil poderá ser 20% maior do que a média mundial durante o século XXI. Estes modelos também prevêem uma diminuição das chuvas em grande parte do Brasil, devido às águas mais quentes nos oceanos Atlântico e Pacífico, o que provocará mudanças nos padrões de vento em toda a América do Sul. Isso levaria a grandes impactos



econômicos no Brasil: mais de 70% da energia do Brasil é proveniente de fontes hidrelétricas, portanto, a redução das chuvas poderá limitar o fornecimento de electricidade, o que afetaria as atividades industriais nas regiões economicamente mais importantes do Brasil.

No entanto, estes impactos podem ser atenuados se forem tomadas medidas imediatas para reduzir as emissões de GEE. Um aumento menor dos GEE na atmosfera levará a níveis relativamente menores de aquecimento no mundo e no Brasil, bem como a impactos menores no volume de águas pluviais e fluviais. Isto fornece maior evidência científica para a necessidade de estabilizar os GEE na atmosfera.

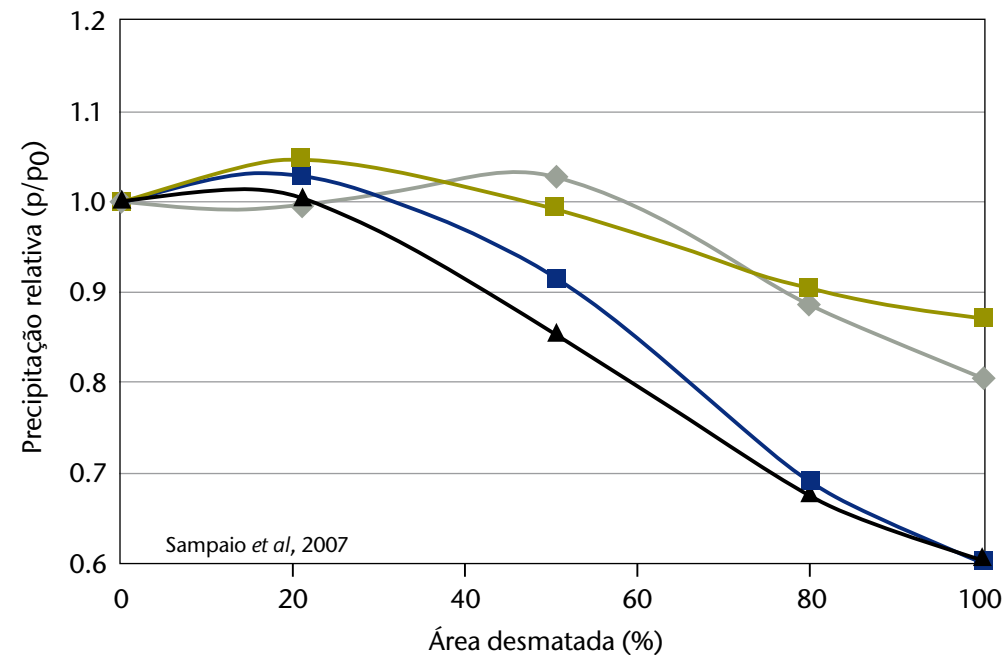
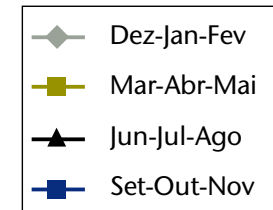
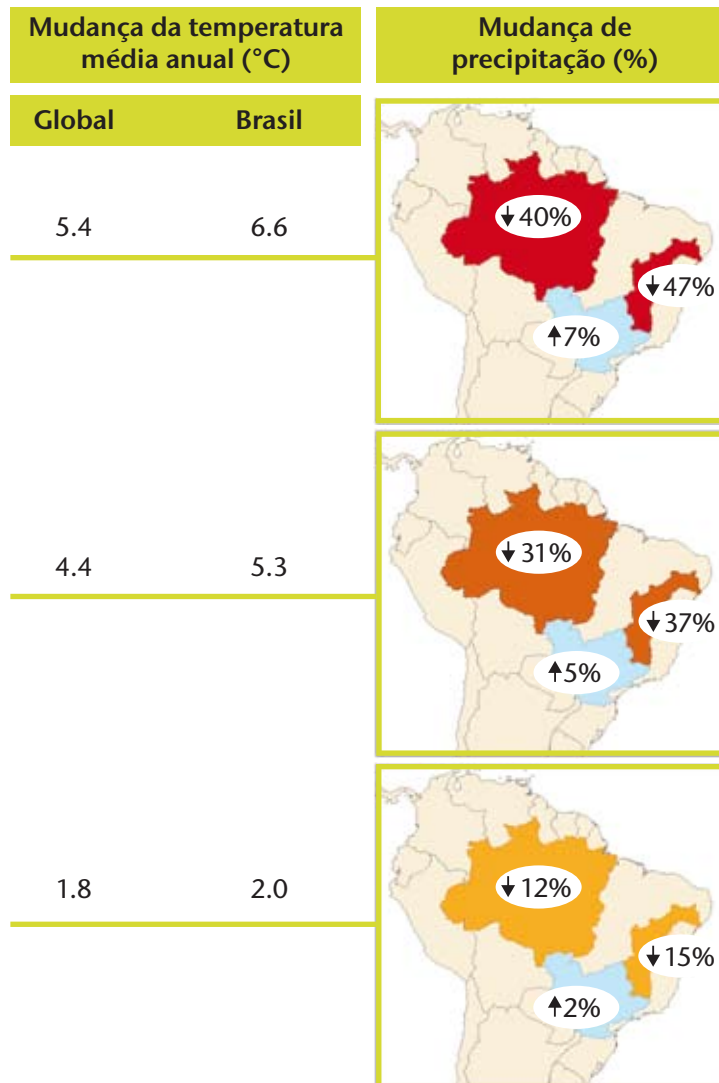
IMPACTOS DO DESMATAMENTO NO CLIMA BRASILEIRO

Embora as mudanças climáticas representem uma ameaça a longo prazo para a Floresta Amazônica, devido ao aquecimento e a redução de

chuvas, o desmatamento constitui uma ameaça mais imediata. A Amazônia é internacionalmente importante para o sequestro de carbono e desempenha também um papel crucial na manutenção do clima na América do Sul, através do efeito que tem sobre o ciclo hidrológico.

A floresta interage com a atmosfera para regular a umidade dentro da bacia amazônica, mas é possível que a sua influência se estenda muito além de suas fronteiras para outras partes do continente. O INPE vem estudando este fenômeno desde a década de 80, e observações e modelos sugerem que o desmatamento em grande escala poderá causar um clima um pouco mais quente e mais seco, alterando o ciclo hidrológico regional. Resultados dos modelos sugerem que, quando mais de 40% da extensão original da floresta amazônica for desmatada, a chuva diminuirá significativamente na Amazônia Oriental. O desmatamento completo da floresta amazônica poderá causar um aquecimento de mais de 4 °C

Figura 1. Mudanças climáticas projetadas para o Brasil até 2080, relativas a 1961–1990 e associadas a níveis diferentes de aquecimento global. Estas projeções utilizaram o modelo de clima global do MOHC e o modelo climático regional do INPE, iniciados por cenários de emissões diferentes através de modelos variantes que avaliam as incertezas das respostas climáticas. As projeções do aquecimento global estão dentro do intervalo projetado por outros modelos, e a projeção de um aquecimento rápido sobre o Brasil (em comparação com o aquecimento global médio) é feita também por outros modelos. A alteração nas chuvas regionais como consequência do aquecimento global varia muito entre diferentes modelos. Se a tendência geral é para que o aquecimento global leve a uma diminuição de chuvas no norte e nordeste do Brasil (como mostrado aqui para a Dezembro–Janeiro–Fevereiro), um maior aquecimento global resultará numa redução ainda maior na precipitação. De cima para baixo, os cenários de emissões são os cenários A1FI, A1B e B1 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) no Relatório Especial de Cenários de Emissões (SRES) — a projeção B1 utilizada aqui usa um modelo com menor sensibilidade climática.



na Amazônia Oriental, e uma diminuição em até 40% nas chuvas de Julho a Novembro. Deve-se salientar que essas alterações são acrescidas a qualquer alteração resultante de um aquecimento global. Reduzir o desmatamento ou os GEE pode minimizar tais impactos.

Estima-se que 40% de desmatamento possa ser um “momento irreversível” a partir do qual a perda da floresta provocará impactos climáticos que causarão uma redução ainda maior da floresta amazônica. Um aquecimento global entre 3 °C e 4 °C poderá também causar um “momento irreversível” semelhante. Apesar da necessidade de clarificação sobre esses pontos de ruptura, as interações entre as mudanças climáticas e o desmatamento podem torná-los mais prováveis. Fundamentalmente, os impactos do desmatamento são maiores em condições de seca e quando os incêndios florestais para o desmatamento queimam áreas maiores. Reduzir o desmatamento pode ajudar a manter uma floresta mais resistente num clima sob mudanças. A colaboração INPE – MOHC continuará a analisar estas questões críticas para a América do Sul e para o mundo.

Figura 2. Simulação de impactos do desmatamento sobre a precipitação na Amazônia. As curvas mostram a fração de chuva no leste da Amazônia para níveis diferentes de desmatamento em toda a Amazônia, comparando-se com a extensão florestal de origem em cada estação. No modelo, as terras desmatadas foram convertidas em plantações de soja. Esses resultados foram obtidos com o modelo climático global do INPE, o qual tem uma baixa resolução; o modelo regional climático do MOHC (PRECIS) é usado para repetir este estudo com resolução maior, e para avaliar os impactos resultantes sobre as áreas de floresta intacta restantes e recursos hídricos.