

**Nota Informativa**

Informações sobre pesquisas do Climate Science for Service Partnership (CSSP) Brasil para tomadores de decisão

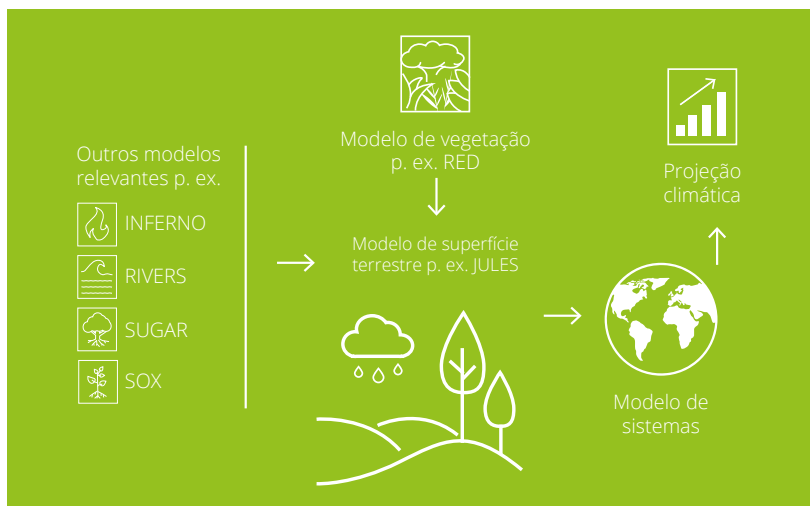
# Um guia para avanços em modelos de superfície terrestre, essenciais para a projeção climática no Brasil

Com as previsões de que o aquecimento global causará efeitos significativos ao redor do planeta, nunca foi tão importante compreender como a superfície da Terra responderá às mudanças das condições meteorológicas e climáticas (Fisher e Koven, 2020). Portanto, aprimoramentos em modelos de superfície terrestre usados em projeções climáticas devem ser uma prioridade tanto para cientistas como para formuladores de políticas. A CSSP Brasil apoiou a colaboração com outros projetos para aprimorar modelos de superfície terrestre. Esta nota cobre alguns dos avanços recentes nos modelos de superfície.

## O Simulador Conjunto de Ambiente Terrestre do Reino Unido

Modelos de superfície terrestre simulam a superfície da Terra, incluindo: a reflexão dos raios de sol de volta ao espaço; o balanço energético entre superfície e atmosfera; precipitação e se a chuva escoar através da superfície ou é absorvida; as dinâmicas dos solos; e a vegetação, incluindo fotossíntese, matéria orgânica e o ciclo das árvores (Best et al., 2011; Clark et al., 2011). Um dos modelos de superfície terrestre mais usados, o JULES (da sigla em inglês), foi criado pelo Met Office (agência meteorológica do Reino Unido) e o Centro para Ecologia e Hidrologia do Reino Unido. O JULES pode se acoplar com um modelo de sistema terrestre para rodar projeções climáticas, permitindo avaliações robustas sobre o impacto das mudanças climáticas (JULES, 2022; Met Office, 2022). O JULES pode rodar também como um modelo isolado.

## Modelos usados para criar projeções climáticas



## O modelo JULES no Brasil

Ainda que criado no Reino Unido, o JULES é um modelo global, usado em pesquisas em todo o planeta. Por meio da CSSP Brasil e outros projetos, pesquisas que usam o JULES relevaram alguns resultados científicos interessantes:

- Zeri et al. (2021) usou o JULES para simular a presença de água no solo na região do semiárido nordestino, estudando a variabilidade de umidade no solo para poder identificar com sucesso a probabilidade de ocorrência secas.
- Parker et al. (2021) avaliou a simulação de emissões de metano em seis modelos incluindo o JULES para áreas alagáveis, incluindo o Pantanal brasileiro, e descobriu que todos os modelos de superfície terrestre precisavam melhorar a maneira que representam inundações de rios.
- Caen et al. (2021) investigou o quão bem o modelo JULES simulou o ciclo de carbono em diferentes biomas no Brasil, descobrindo que o modelo tem melhor performance em áreas com vegetação consistente, e pior em áreas de transição entre biomas.
- Marthews et al. (2021) examinou as predições de modelos para eventos de inundação de rios a partir do modelo JULES-CaMa-Flood, e descobriram que embora o modelo tem boa performance, as diferenças entre o modelo e os dados mostram que mais melhorias são necessárias.
- Rosan et al. (2021) observou as projeções de mudança de uso e cobertura de solo no Brasil entre 2000 e 2019 usando uma diversidade de modelos, incluindo o JULES. Os autores descobriram que as projeções dos modelos tem melhorado desde que os dados de observação da Terra foram incluídos.

# Modelos criados pela CSSP Brasil para aprimorar os modelos de superfície terrestre, tal como o JULES

## Representação da intervenção humana em rios (RIVERS)

A versão atual do JULES ignora muitos aspectos de manejo de recursos hídricos, tal como os efeitos da construção de barragens e reservatórios ou da remoção de água para atividade humana (Baron et al., 2021). A representação dessas atividades no JULES é importante para o Brasil, sendo ele um dos maiores investidores em hidroeletricidade: em 2020, 65,2% da eletricidade gerada no Brasil veio de represas e fontes hidráulicas (EPE, 2021). O RIVERS abordará essas deficiências, melhorando a previsão de disponibilidade hídrica, fluxos dos rios e inundações no Brasil.

## Algoritmo interativo de fogo-emissões para ambientes naturais (INFERNO)

Incêndios florestais são difíceis de serem representados em modelos de sistemas terrestres devido às complexas interações entre fogo, vegetação e clima. Para resolver esta questão, Mangeon et al. (2016) criou o INFERNO, que estima as áreas queimadas globais melhor que os índices de incêndios como o Índice de Incêndio Florestal McArthur. A união do INFERNO com o JULES melhorou as estimagens a cobertura global de vegetação em 35% (Burton et al., 2019). Quando usado em projeções climáticas, o JULES-INFERNO mostrou mudanças futuras significativas, diminuindo as projeções para a quantidade de carbono armazenado em vegetação no Brasil em até 25% (Burton et al., 2021).

## Ecossistema Demográfico Robusto (RED)

Representar de forma precisa a cobertura de vegetação em modelos de superfície terrestres pode ser computacionalmente caro, e modelos frequentemente precisam de muitos parâmetros livres para descrever a vegetação, aumentando sua incerteza. O RED usa uma nova abordagem, simples, mas precisa, ao assumir que: a densidade de cada tipo de planta (árvores de folhas largas, árvores decíduas, C3 ou pradarias, C4 ou cerrado, arbustos) é proporcional a sua massa; que as taxas de crescimento da vegetação variam exponencialmente com a massa das plantas; e que competição entre plantas somente é relevante para as mudas (Argles et al., 2020). O RED logo se tornará o padrão de modelo de dinâmica de vegetação global usado no JULES.

## Utilização de substrato para crescimento e respiração autotrófico (SUGAR)

Muitos modelos de superfície terrestre não representam a respiração das plantas e seu crescimento de modo preciso, assumindo que a quantidade de carbono que as plantas acumulam é sempre igual à quantidade de carbono que as plantas usam para respirar e crescer. O SUGAR aprimora a representação de armazenamento de carbono nas plantas, permitindo que respiração e crescimento das plantas variem independentemente da fotossíntese (Jones et al., 2020). O SUGAR já demonstrou que pode estimar fluxos de carbono durante uma simulação de seca na Amazônia com maior acurácia que os modelos existentes.

## Modelo de otimização de estômato baseado no xilema hidráulico (SOX)

O modelo SOX simula a abertura e fechamento do estômato (pequenas aberturas localizadas nas folhas que permitem que gases entrem e sejam liberados das plantas) e a água que passa através do xilema (tecidos que transportam água através das plantas). Os modelos atuais de vegetação representam a resposta da vegetação à seca de maneira precária: o modelo SOX pode ser combinado com estes modelos de vegetação para solucionar estas questões (Eller et al., 2018).SOX.

A pesquisa descrita nesta nota foi apoiada por vários parceiros, incluindo CSSP Brasil, UKCEH, NERC, Met Office, IRSES, Comissão Europeia, Universidade de Exeter, MINECO, EPSRC e JPL-Caltech.

## Referências

Argles et al. (2020), DOI: 10.5194/gmd-13-4067-2020

Baron et al. (2021), slides from CSSP meeting

Burton et al. (2019), DOI: 10.5194/gmd-12-179-2019

Burton et al. (2021), DOI: 10.1002/cli2.8

Met Office (accessed 2022), JULES

Clark et al. (2011), DOI: 10.5194/gmd-4-701-2011

Caen et al. (2021), DOI: 10.1002/cli2.10

Balço Energético Nacional 2021

Fisher and Koven (2020), DOI: 10.1029/2018MS001453

JULES (accessed 2022), Homepage

Zeri et al. (2021), DOI: 10.1002/cli2.7

Jones et al. (2020), DOI: 10.5194/bg-17-3589-2020

Parker et al. (2018), DOI: 10.1016/j.rse.2018.02.011

Mangeon et al. (2016), DOI: 10.5194/gmd-9-2685-2016

Rosan et al. (2021), DOI: 10.1088/1748-9326/ac08c3

Marthews et al. (2021), DOI: 10.5194/hess-2021-109

Eller et al. (2018), DOI: 10.1098/rstb.2017.0315