



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

AVALIAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REGIONAL NO REGIME DE PRECIPITAÇÃO DA AMAZONIA

Pedro Lucas Oliveira Pinto

Relatório Final de Projeto de
Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/INPE)
orientado por Dr. Antonio Ocimar e
Dr. Demerval Soares Moreira

INPE
Bauru
2022



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

AVALIAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REGIONAL NO REGIME DE PRECIPITAÇÃO DA AMAZONIA

Pedro Lucas Oliveira Pinto

Relatório Final de Projeto de
Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/INPE)
orientado por Dr. Antonio Ocimar Manzi e
Dr. Demerval Soares Moreira.

Bauru
2022

RESUMO

A evapotranspiração é um processo que interfere diretamente nos regimes de chuvas na região amazônica e estudos mostram que afetam também o regime de chuva na região sul e suldeste. Para alimentar tais modelos são utilizados dados de torres micrometeorológica, presentes no Experimento de Larga Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA). Os resultados obtidos foram testes, gráficos e tabelas realizados somente com o modelo de superfície JULES, onde os produtos obtidos foram trabalhados sobre um regime sem chuvas inicialmente, utilizando componentes do modelo, com o intuito de uma comparação futura para uma situação contendo precipitação e para analisar processos oriundos da superfície. Portanto, seguindo o planejamento da pesquisa, durante a duração deste projeto o principal objetivo foi a familiarização do modelo de superfície JULES e seu funcionamento dentro de um ambiente de floresta, observando o desempenho do modelo de acordo com os processos que ocorrem na região.

Palavras-chave: Evapotranspiração. Modelagem Numérica. Parametrização da Superfície. Modelo JULES.

AGRADECIMENTO

Agradeço em especial aos meus orientadores Antônio Ocimar Manzi e Demerval Soares Moreira pela paciência e aprendizado, e também ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pela oportunidade da realização desse projeto, agradeço também aos meus pais e amigos pelo apoio em toda minha atual graduação.

SUMÁRIO

Agradecimento	II
1. Introdução	1
1.1 Objetivo	1
1.1.1 Objetivo específico.....	1
2. Revisão literária	1
2.1 Evapotranspiração e desmatamento	1
2.2 Modelos numéricos	2
3. Dados e metodologia.....	3
3.1 Dados de forçamento.....	3
3.2 Testes de desempenho	4
4. Resultados	4
5. Discussão dos resultados.....	Erro! Indicador não definido.
6. Conclusão.....	8
7. Referências bibliográficas.....	9

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Temperatura da superfície para um solo sem vegetação.....	5
Figura 4.2- Temperatura da superfície para uma vegetação tropical.....	6
Figura 4.3 - Comparação da evapotranspiração entre as vegetações.....	6
Figura 4.4 - Transpiração para uma vegetação tropical	7
Figura 4.5 - Evaporação para uma vegetação tropical	7
Figura 4.6 - Evaporação para o solo sem vegetação	8

1. INTRODUÇÃO

Seguindo o cronograma estabelecido no planejamento inicial do projeto e devido a troca de bolsista, este trabalho limitou-se em de criar familiarização e manuseio com o modelo de superfície JULES para analisar o desempenho dos seus resultados e validar de acordo com a teoria, como familiarização para posteriormente iniciar os testes com maior criticidade e com a interação entre o modelo regional atmosférico e o modelo dos processos em superfície.

1.1 OBJETIVO

Obter resultados e analisar o desempenho do modelo JULES através da plotagem de gráficos e análise das variáveis selecionadas, com o intuito de aprendizagem e visualização das simulações realizadas.

1.1.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Verificar e analisar o desempenho e funcionamento do modelo de superfície JULES com os dados da estação K34/LBA
- Realizar simulações para o período de um ano

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EVAPOTRANSPIRAÇÃO E DESMATAMENTO

A quantificação da evapotranspiração regional no regime de chuvas da Amazônia é um tema que desafia a comunidade científica há mais de meio século. Lettau et al. (1979) estimaram que a reciclagem da precipitação pela evapotranspiração varia de 16% no leste a 47% no oeste da região, enquanto Salati e Vose (1984) estimaram que a evapotranspiração regional contribui com mais de 50% da precipitação sobre a região, enquanto Elthair e Bras (1994) estimaram essa contribuição em 25%. Por outro lado, Angelini et al. (2011) afirmam que a evapotranspiração regional tem papel secundário no

regime de chuvas da Amazônia. Trabalhos observacionais, como o de Randow et al. (2004), mostram uma redução de 20% na estação chuvosa, de janeiro a março, e de 40% na estação seca, de julho a setembro, da evapotranspiração da pastagem em comparação com a evapotranspiração da floresta no Sudoeste da Amazônia. Entretanto, estudos feitos com modelos meteorológicos estimam que a precipitação regional aumenta até um certo limiar de área desmatada e, com o aumento do desmatamento, é reduzida em relação à climatologia atual (Avissar et al., 2002; Oliveira, 2007; Correia et al., 2008).

Trabalhos observacionais, como o de Randow et al. (2004), mostram uma redução de 20% na estação chuvosa, de janeiro a março, e de 40% na estação seca, de julho a setembro, da evapotranspiração da pastagem em comparação com a evapotranspiração da floresta no Sudoeste da Amazônia.

Alterações causadas pelo desmatamento para a implantação de pastagens ou cultivos de culturas agrícolas na Amazônia podem afetar diretamente o clima regional através das alterações das propriedades biofísicas da cobertura superficial. Quatro características da superfície são modificadas: o albedo, a profundidade das raízes, a rugosidade e o índice de área foliar (Costa, 2005). Segundo (Oliveira et al., 2007), se a floresta amazônica for totalmente substituída por pastagem, haverá uma redução na precipitação de cerca de 5 a 20%, e uma diminuição na evapotranspiração de cerca de 30%, aumentando assim a temperatura de 0,3 a 3°C, além de um período de seca mais prolongada na região amazônica, demonstrando assim, um impacto local e regional no clima.

2.2 MODELOS NUMÉRICOS

O modelo Joint UK Land Environment Simulator (JULES - BEST et al., 2011; CLARK et al., 2011) é um simulador de ambiente terrestre, solo e vegetação, e permite simular diferentes processos da superfície, como o seu balanço de energia, ciclo hidrológico, ciclo do carbono, vegetação dinâmica, etc. (MOREIRA et al., 2013).

3. DADOS E METODOLOGIA

Como metodologia do projeto, seguindo o cronograma inicial estabelecido, os procedimentos foram realizados unicamente para manuseio e aprendizado do modelo JULES.

O modelo numérico de superfície será utilizado em sua versão offline, com poucas mudanças em sua configuração, rodando pontualmente em duas dimensões, para períodos curtos devidos as limitações de processamento da máquina instalada o modelo.

3.1 DADOS DE FORÇAMENTO

Como componente necessário para gerar as simulações o modelo de superfície necessita de dados de forçamento presentes na tabela 3.1, os quais foram obtidos das estações micrometeorológicas do experimento de larga escala da biosfera-atmosfera na Amazônia (LBA). Sendo elas a torre micrometeorológica LBA/K34, localizada em Manaus - AM, instalada em uma região de mata densa de floresta tropical (60,208W; 2,608S) e a Fazenda Nossa Senhora em Ji-Paraná-RO em uma área coberta por pastagem (62,358W ; 10,762S).

Tabela 3.1 – Variáveis de forçamento necessárias para gerar as simulações no modelo JULES.

Variável	Unidade
Radiação de onda curta	W/m ²
Balanco de Radiação	W/m ²
Precipitação	kg/m ² /s
Temperatura do ar	K
Velocidade do vento	m/s
Pressão Atmosférica	Pa
Umidade Específica	gg/kg

Fonte: Autoria própria

Para a realização dos testes, os dados de forçamento foram modificados com o intuito de zerar totalmente a precipitação, em busca de resultados gerados unicamente de processos da superfície. Com isso, para realizar essa modificação foi utilizado a linguagem de

programação python com um script simples para zerar toda a coluna de precipitação dos dados de forçamento.

3.2 TESTES DE DESEMPENHO

Com o modelo JULES e os dados necessários configurados, foi selecionado dentro do tempo total um período de 01/06/2007 até 11/12/2006, nesse pequeno corte temporal os resultados foram colocados em softwares gráficos como Grid Analysis and Display System (GRADS) e python com auxílio de bibliotecas de confecção gráfica. Assim, realizando testes para as variáveis de temperatura da superfície e evapotranspiração, sendo a segunda dividida em duas análises menores com a transpiração e evaporação.

O modelo de superfície trabalha com nove tipos de vegetações e 4 tipos de solos sem vegetações. Assim para a realização dos testes foram escolhidas vegetações com alta distinção para melhor visualização dos resultados, sendo elas: arvores de folhas largas denominadas nos resultados como vegetação tropical e o solo sem vegetação denominada solo nu.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

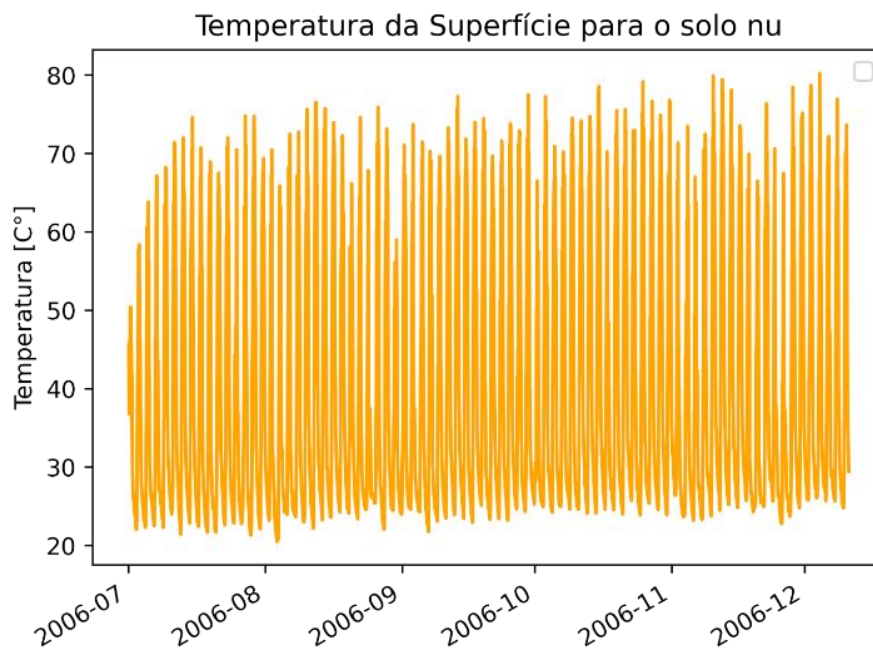
Através das figuras 4.1 e 4.2, é possível observar a grande diferença na temperatura superfície com a presença de vegetação, a radiação direta do sol é absorvida e distribuída entre as plantas, e utilizada nos processos internos da vegetação, como a própria evapotranspiração, diminuindo a temperatura da superfície, já para o solo nu toda radiação é absorvida e refletida pela superfície atingindo valores elevados próximos de 80°C.

Já para a evapotranspiração é possível dividir a interpretação baseado nas figuras 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7, que são componentes da mesma variável. Pela figura geral 4.3 é nítida a diferença entre as vegetações, porém ainda contém valores nos instantes iniciais da série temporal, porém esses valores que atingem picos no início estão totalmente relacionados com a evaporação direta da água no solo, identificado no gráfico 4.6, e no gráfico 4.7 temos o valor zerado para transpiração, condizendo com a ausência de vegetação.

Diferente do que ocorre para as arvores de folhas largas, que apresenta um resultado esperado para a evapotranspiração, com valores distribuídos em todo período de

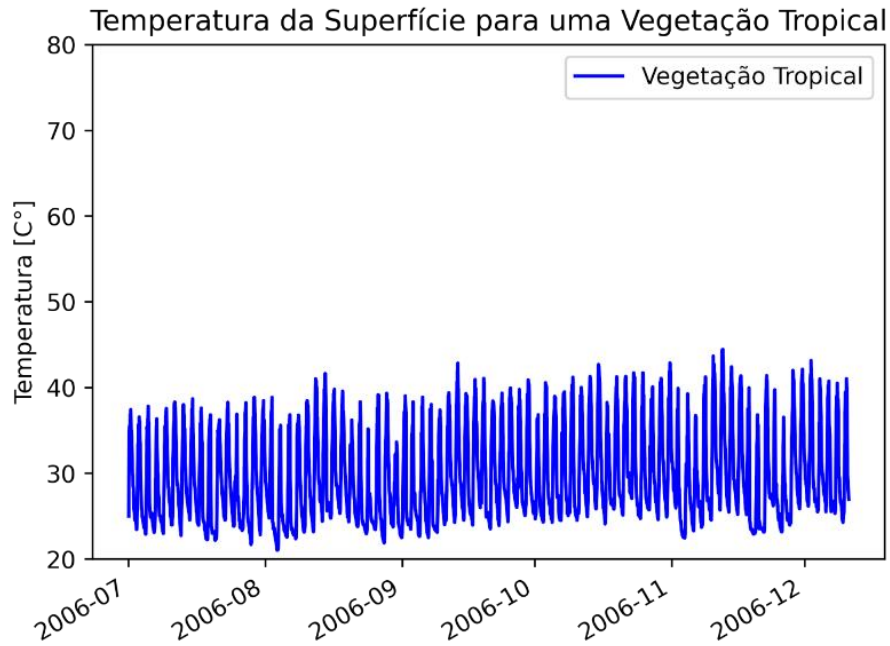
simulação. É possível ver que durante o processo através da figura 4.5 que a fração de evaporação correspondente na evapotranspiração total é extremamente baixa em alguns períodos, mostrando a maior incidência de transpiração pela figura 4.4, o que condiz com o tipo de vegetação utilizado na simulação

Figura 4.1 - Temperatura da superfície para um solo sem vegetação



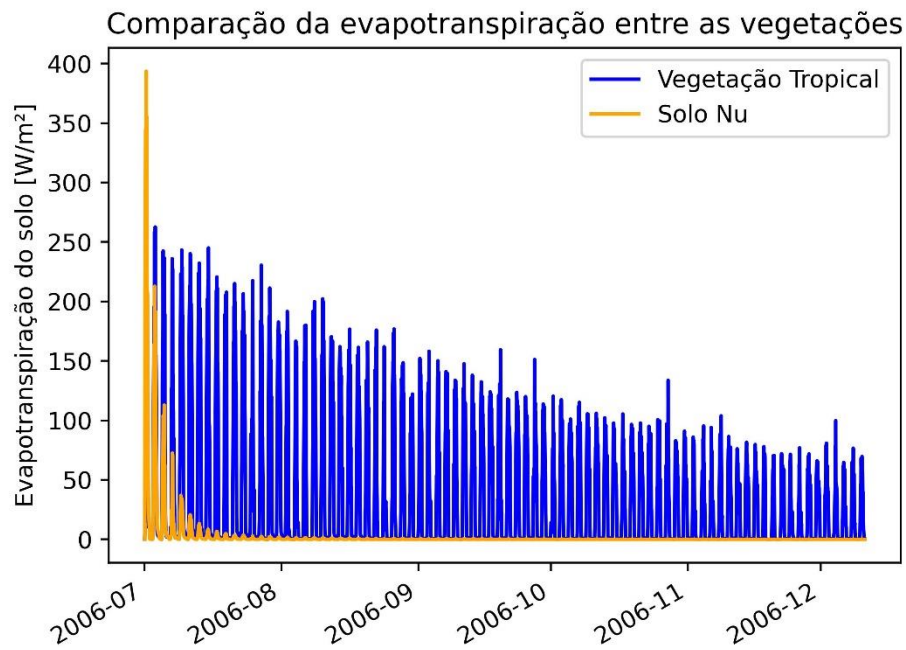
Fonte: Autoria própria

Figura 4.2- Temperatura da superfície para uma vegetação tropical



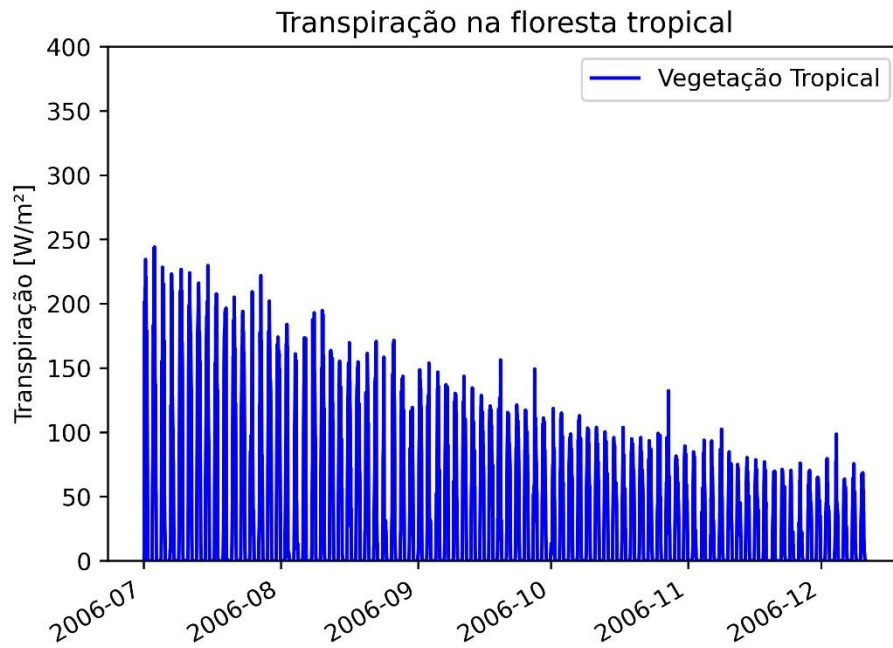
Fonte: Autoria própria

Figura 4.3 - Comparação da evapotranspiração entre as vegetações



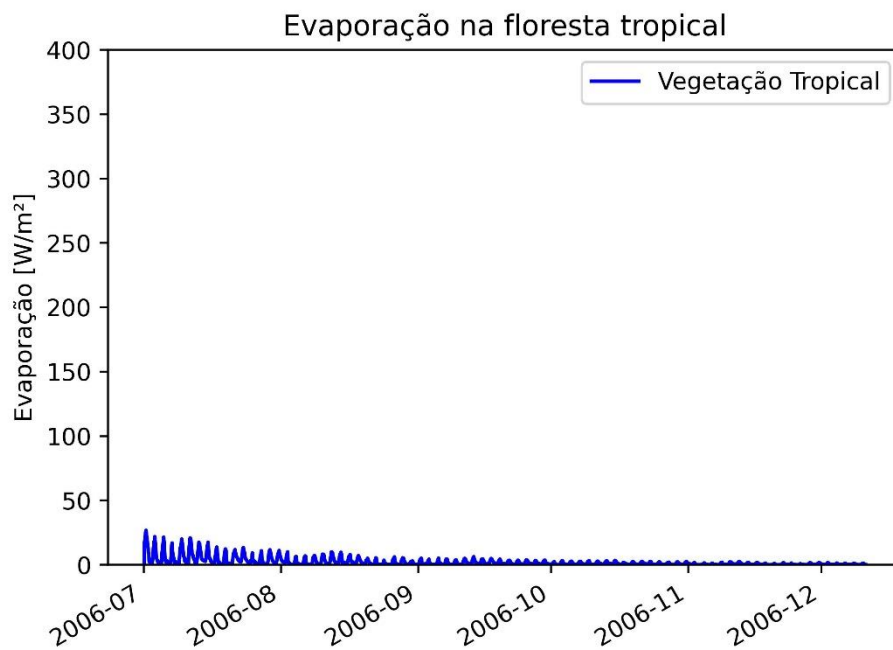
Fonte: Autoria Própria

Figura 4.4 - Transpiração para uma vegetação tropical



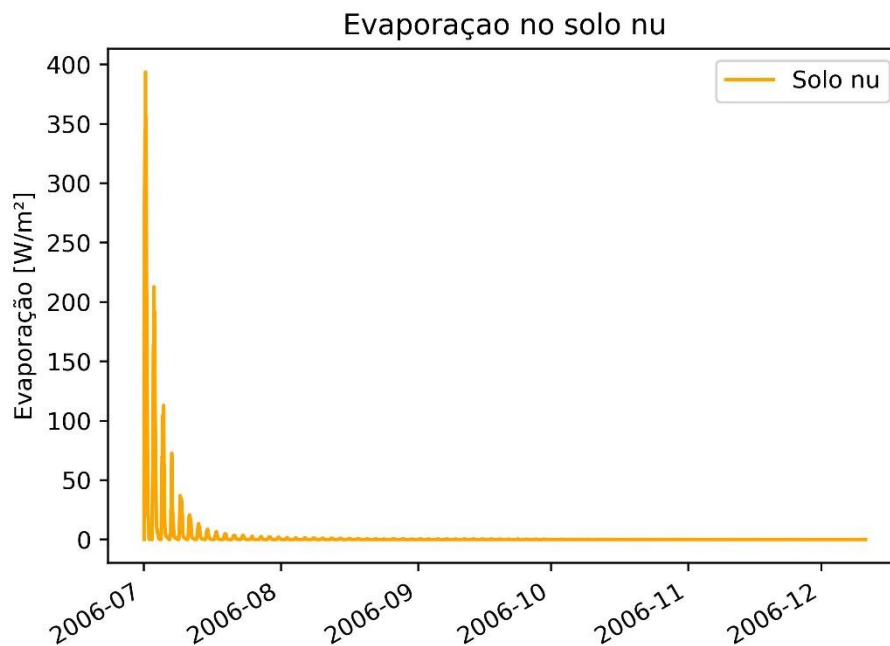
Fonte: Autoria Própria

Figura 4.5 - Evaporação para uma vegetação tropical



Fonte: Autoria própria

Figura 4.6 - Evaporação para o solo sem vegetação



Fonte: Autoria própria

5. CONCLUSÃO

Portanto, com os resultados obtidos sobre as simulações em condições de estudo, foi possível ver durante a execução do projeto, que o modelo está retornando resultados esperados em relação ao seu desempenho, e durante o processo de cada configuração e modificações de característica dentro do JULES, foi possível criar familiaridade e entender um pouco mais sobre seu funcionamento e particularidades.

Com isso foi finalizado etapa de familiarização com o modelo. Em trabalho futuro, pretende-se realizar as próximas etapas pretendem-se realizar a integração tridimensional do modelo de superfície JULES acoplado com o modelo meteorológico BRAMS (MOREIRA et al.,2013), relacionando os processos meteorológicos e suas interações na superfície e obter o impacto que o desmatamento da floresta amazônica pode causar no regime de chuvas em todo território brasileiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVISSAR, Roni et al. The large- scale biosphere- atmosphere experiment in Amazonia (LBA): Insights and future research needs. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 107, n. D20, p. LBA 54-1-LBA 54-6, 2002.
- BEST, M. J. et al. The Joint UK Land Environment Simulator (JULES), model description – Part 1: Energy and water fluxes. *Geoscientific Model Development*, v. 4, n. 3, p. 677–699, 1 set. 2011.
- CLARK, D. B. et al. The Joint UK Land Environment Simulator (JULES), model description – Part 2: Carbon fluxes and vegetation dynamics. *Geoscientific Model Development*, v. 4, n. 3, p. 701–722, 1 set. 2011.
- CORREIA, Francis Wagner Silva; ALVALÁ, Regina Célia dos Santos; MANZI, Antônio Ocimar. Modeling the impacts of land cover change in Amazonia: a regional climate model (RCM) simulation study. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 93, n. 3, p. 225-244, 2008.
- COSTA, M. H. 23 Large-scale hydrological impacts of tropical forest conversion. This page intentionally left blank, p. 590, 2005.
- ELTAHIR, Elfatih AB; BRAS, Rafael L. Precipitation recycling in the Amazon basin. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, v. 120, n. 518, p. 861-880, 1994.
- FREITAS, S. R. et al. The Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS 5.2): an integrated environmental model tuned for tropical areas. *Geosci. Model Dev.*, v. 10, n. 1, p. 189–222, 13 jan. 2017.
- LETTAU, Heinz; LETTAU, Katharina; MOLION, Luiz Carlos B. Amazonia's hydrologic cycle and the role of atmospheric recycling in assessing deforestation effects. *Monthly Weather Review*, v. 107, n. 3, p. 227-238, 1979.
- OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. Consequências climáticas da substituição gradual da floresta Tropical Amazônica por pastagem degradada ou por plantação de soja: Um estudo de modelagem. 2008. 417 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2007.
- FERRADA, Gonzalo Andrés Guajardo *et al.* Sensibilidade do background de aerossóis do sistema de modelagem CCATT-BRAMS na previsão de curto prazo. 2015. 9 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista, 2016.
- MOREIRA, D. S. *et al.* Coupling between the JULES land-surface scheme and the CCATT-BRAMS atmospheric chemistry model (JULES-CCATT-

BRAMS1.0): applications to numerical weather forecasting and the CO2 budget in South America. Geoscientific Model Development, 2013.

SALATI, Eneas; VOSE, Peter B. Amazon basin: a system in equilibrium. Science, v. 225, n. 4658, p. 129-138, 1984.

VON RANDOW, Celso et al. Comparative measurements and seasonal variations in energy and carbon exchange over forest and pasture in South West Amazonia. Theoretical and Applied Climatology, v. 78, n. 1, p. 5-26, 2004.