

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO-GROSSO

CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP

ICAA- INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

**BALANÇO HÍDRICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO RENATO EM CENÁRIOS DE MUDANÇAS
CLIMÁTICAS**

ANDRESSA PAIVA SOUSA

SINOP

2022

ANDRESSA PAIVA SOUSA

**BALANÇO HÍDRICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO RENATO EM CENÁRIOS DE MUDANÇAS
CLIMÁTICAS**

Orientador: **Prof. Dr. Adilson Pacheco de Souza**

Trabalho de Curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso -
UFMT - Campus Universitário de Sinop,
como parte das exigências para obtenção
do Título de Engenheiro Agrícola e
Ambiental.

SINOP

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

P149b Paiva Sousa, Andressa.
Balanço hídrico na bacia hidrográfica do rio Renato em cenários de mudanças climáticas / Andressa Paiva Sousa. -- 2022
49 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Adilson Pacheco de Souza.
TCC (graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Rondonópolis, 2022.
Inclui bibliografia.

1. gases de efeito estufa. 2. modelos climáticos. 3. disponibilidade hídrica. 4. temperatura do ar. 5. chuvas. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL
COMISSÃO DE TRABALHO DE CURSO



TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

TÍTULO DO TRABALHO: Balanço hídrico na bacia hidrográfica do rio
Renato em cenários de mudanças climáticas.

ACADÊMICO(A): Andressa Paiva Sousa

ORIENTADOR(A): Adilson Pacheco de Souza

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Adilson Pacheco de Souza - Presidente da Banca

Me. Daniela Roberta Borella - Membro

Me. Daniela Castagna - Membro

Prof. Dr. Adilson Pacheco de Souza
Presidente da Banca

DATA DA DEFESA: 28 de junho de 2022.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço meus pais, Elizangela Paiva e Valdimiro Pereira pela vida, pela educação, e pelos ensinamentos.

Aos colegas e amigos de curso, que tiveram muita importância para que eu chegasse até aqui, e tornaram os dias de aula muito mais leves.

A minhas amigas de vida, Daniela Mohr e Kauanne Lune que torceram por mim e deixavam meus dias mais divertidos.

Ao professor Adilson Pacheco, que me deu a primeira oportunidade de bolsa de iniciação científica e foi meu orientador nesse trabalho

A Daniela Borella que forneceu ajuda para o desenvolvimento desse trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios anuais estimados pelo modelo HadGEM2-ES.	29
Tabela 2. Disponibilidade de água da estação meteorológica para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato em 2019 e 2020, região norte do estado de Mato Grosso.	31
Tabela 3. Disponibilidade Hídrica, estimada pelo modelo HadGEM2-ES.	32
Tabela 4. Índices climático de Thornthwaite.	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica em escala estado e região da bacia hidrográfica do rio Teles Pires e sua sub-bacia o rio Renato.....	15
Figura 2. Valores acumulados de precipitação pluvial e evapotranspiração de referência (a) e valores médios mensais de temperatura do ar máxima, média e mínima (b) entre 01/01/2019 e 31/12/2020, em Cláudia-MT.	19
Figura 3. Representação do balanço hídrico climatológico para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato em 2019 (a) e 2020 (b), região norte do estado de Mato Grosso.	20
Figura 4. Variabilidade climática do período 2019-2090, simulada pelo modelo HadGEM2-ES, nos cenários RCP 2.6, 4.5 e 8.5.	21
Figura 5. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2019-2020, região norte do estado de Mato Grosso.....	22
Figura 6. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2021-2025, região norte do estado de Mato Grosso.....	24
Figura 7. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2026-2030, região norte do estado de Mato Grosso.....	25
Figura 8. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2031-2050, região norte do estado de Mato Grosso.....	27
Figura 9. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2051-2090, região norte do estado de Mato Grosso.....	29

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Mudanças Climáticas.....	10
2.2 Impacto Das Mudanças Climáticas Nos Recursos Hídricos.....	10
2.3 Modelagem Climática	11
2.4 Modelos Climáticos Globais	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1 Área de Estudo.....	14
3.2 Base de Dados Meteorológicos	15
3.3 Análise dos Modelos Climáticos.....	15
3.4 Modelo Climático	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
4.1 Dinâmica Climática Atual	18
4.2 Projeções futuras	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
7 APÊNDICE	40

RESUMO

As mudanças climáticas vêm se tornando uma preocupação crescente no mundo, devido à alta concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, causado principalmente pelas atividades antropogênicas. O acúmulo destes gases resulta em um aumento da temperatura média global, e tais mudanças acarretariam em verões mais secos e quentes, e alterações nos volumes e distribuição das chuvas. A partir disso, o presente trabalho, teve como objetivo avaliar o comportamento das projeções com o uso da técnica de downscaling estático de precipitação pluvial e temperatura média do ar pelo modelo HadGEM2-ES sob a disponibilidade hídrica na bacia do rio Renato na região amazônica do estado de Mato Grosso. Para simular o comportamento da bacia utilizamos de dados climatológicos do modelo climático em três cenários para análise, em seguida preparamos os dados para aplicar equações hidrológica, em seguida realizado a descrição das variabilidades encontradas de temperatura média do ar e precipitação entre 2020 e 2090. Os resultados apontam para uma redução significativa da precipitação nos meses chuvosos e aumento das temperaturas máximas nos períodos de 2031 a 2090, para a evapotranspiração há uma tendência de aumento em todos os anos com destaque aos meses de estiagem, onde a temperatura do ar se torna mais elevada. Com isso, as análises podem ajudar na tomada de decisão para melhor gerenciamento do recurso hídrico, considerando que essas mudanças climáticas poderão proporcionar problemas ambientais, sociais e econômicos para a região.

Palavras-chave: gases de efeito estufa, modelos climáticos, disponibilidade hídrica, temperatura do ar, chuvas.

ABSTRACT

Climate change has become a growing concern in the world, due to the high concentration of greenhouse gases in the atmosphere, mainly caused by anthropogenic activities. The accumulation of these gases results in an increase in the global average temperature, and such changes would lead to drier and hotter summers, and changes in the volumes and distribution of rainfall. From this, the present work aimed to evaluate the behavior of projections using the technique of static downscaling of rainfall and average air temperature by the HadGEM2-ES model under water availability in the Renato River basin in the Amazon region of state of Mato Grosso. To simulate the behavior of the basin, we used climatological data from the climate model in three scenarios for analysis, then we prepared the data to apply hydrological equations, then carried out the description of the variability found in average air temperature and precipitation between 2020 and 2090. The results point to a significant reduction in precipitation in the rainy months and an increase in maximum temperatures in the periods from 2031 to 2090, for evapotranspiration there is a tendency to increase in every year, especially in the dry months, where the air temperature becomes higher. With this, the analyzes can help in the decision making for better management of the water resource, considering that these climate changes may cause environmental, social and economic problems for the region.

Key-words: greenhouse gases, climate models, water availability, air temperature, rains.

INTRODUÇÃO

O debate referente a variabilidade climática vem se intensificando nos últimos anos, e cada vez mais, as pesquisas e a ciência alertam para um eventual processo de mudanças climáticas, devido à alta concentração de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera, causado principalmente pelas atividades antropogênicas. Esse debate fornece informações científicas para melhorar e entender as mudanças climáticas de forma global, afim de avaliar os impactos naturais, visto que pequenas alterações na dinâmica climática provocam grandes impactos à sociedade e à biodiversidade, alterando o equilíbrio do meio ambiente.

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), Órgão das Nações Unidas, responsável por produzir informações científicas sobre essa temática, uma das causas do aumento de temperatura do ar na Terra está vinculada à ação do homem, e, resultam em impactos nos sistemas produtivos e ambientais, incluindo as bacias hidrográficas, que tem alterações como enchentes, secas, erosão e baixa qualidade das águas. Além disso, tais mudanças acarretariam verões mais secos e quentes e significativas alterações nos volumes e distribuição das chuvas, concentrando as precipitações em algumas regiões e tornando-as escassas em outras (IPCC, 2014).

Neste contexto, análises prévias de variações dos elementos meteorológicos e do ciclo hidrológico possibilitam compreender, planejar e minimizar os impactos das mudanças climáticas. Os processos de análises feitas em recursos hídricos no Brasil, em geral, estão vinculados a séries temporais passadas, que levam a conclusões inadequadas dos recursos naturais presentes no momento, pois o impacto das mudanças climáticas pode alterar consideravelmente a disponibilidade de água (LIMA *et al.*, 2014).

Nas ciências ambientais existe uma relação muito estreita entre a climatologia/meteorologia e os recursos hídricos, em função das inter-relações entre as componentes do ciclo hidrológico. De forma resumida, pode-se dizer que, enquanto a atmosfera apresenta variações instantâneas em termos energéticos e da presença de vapor d'água, as bacias hidrográficas apresentam respostas mais lentas e complexas, que dependem de vários outros fatores, além dos climatológicos/meteorológicos. Contudo, dependendo do tamanho da área de drenagem, podem ser observadas respostas hidrológicas mais rápidas em função das precipitações.

Para estabelecer e entender os possíveis efeitos que as mudanças nos padrões de chuvas, temperatura e radiação poderão apresentar na região sul da Amazônia (região com elevada atividade agropecuária e intensa alteração do uso e ocupação do solo), representações de cenários de mudanças climáticas podem ser utilizados em análises de processos futuros, para entender as possíveis alterações na precipitação, evapotranspiração e nas vazões nas bacias hidrográficas dessa região. Estas alterações irão influenciar o armazenamento de água no solo e, conseqüentemente, a recarga dos aquíferos, afetando a

disponibilidade de água, modificando o regime hídrico e alterando a resposta hidrológica das bacias hidrográficas (MARENGO, 2008; TUCCI, 2007).

Os modelos de circulação global (GCMs) são representações dos processos físicos na atmosfera, no oceano e na superfície da terra, que simulam a resposta do clima global terrestre ao aumento nas concentrações de gases de efeito estufa. Esses modelos descrevem o clima utilizando um “grid” tridimensional sobre o planeta, tendo resolução global variando entre 250 e 600 km. Os modelos estão evoluindo sensivelmente a fim de obter resultados confiáveis em resoluções cada vez menores (IPCC, 2014). Todavia, eles não simulam o clima no solo em um lugar específico com muita precisão, sendo que para maior detalhamento a nível regional, tem que se usar técnicas de downscaling que relaciona variáveis preditivas em grande escala com variáveis climáticas em nível de estação e o desvio médio da linha de base para cada coluna atmosférica (pixel) é reavaliado para levar em consideração o terreno e as características do tempo esperado.

Sendo assim, no presente estudo, avaliou-se o comportamento das projeções (estimativas) de precipitação pluvial e temperatura do ar geradas pelo modelo HadGEM2-ES e seus efeitos no balanço hídrico na bacia do rio Renato, na região amazônica do estado de Mato Grosso. E ainda, descreveu-se as variabilidades encontradas nas tendências dessas duas variáveis climáticas, considerando os cenários RCP 2.6, 4.5 e 8.5 entre 2020 e 2090.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mudanças Climáticas

Em 1988, a Organização das Nações Unidas (ONU) e a Organização Mundial de Meteorologia (OMM) criaram o Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC) com o objetivo de estudar as causas e os efeitos das mudanças climáticas no planeta. De acordo com IPCC (2014), modificação climática são as mudanças de clima no tempo histórico, devido a variabilidade natural e/ou resultado das atividades humanas. Como consequência, as mudanças no clima modificam o ciclo hidrológico provocando aumento de desastres naturais, pois o ciclo da água está ligado diretamente ao clima, essas modificações afetam os recursos hídricos acarretando em enchentes e longos períodos de seca.

As pesquisas realizadas pelo IPCC geraram inúmeros trabalhos científicos que mostram as causas do aquecimento global e indica condições para minimizar os efeitos. O quinto relatório publicado pelo IPCC (AR5 – *Fifth Assessment Report*), mostra com 95% de confiança que as mudanças causadas no clima têm impacto gerado pelas atividades antropogênicas (IPCC, 2014). O relatório (Global Warming of 1.5 °C) do IPCC, publicado em 2019, aponta que o mundo provavelmente atingirá ou ultrapassará 1,5 °C de aquecimento nas próximas duas décadas, mais cedo do que o previsto nas avaliações anteriores. Os relatórios do IPCC contribuíram e contribuem para a ampliação dos debates e exposição das causas e previsões para a população (HOEGH-GULDBERG *et al.* 2018).

Estudos recentes demonstram que a floresta tropical amazônica apresenta um dossel altamente dinâmico e que responde a fatores climáticos e antropogênicos, com associações entre os efeitos das alterações no uso e ocupação do solo com a diminuição da precipitação e aumento da temperatura do ar (FUNATSU *et al.*, 2019; ALMAGRO *et al.*, 2017; ARVOR *et al.*, 2017; SALAZAR *et al.*, 2007). Especialmente na transição da Amazônia-Cerrado, têm-se observado uma tendência de mudança no uso e ocupação do solo, com a substituição da vegetação nativa por culturas agrícolas comerciais como soja, milho, pastagens e eucalipto (SANTOS *et al.*, 2020; SIMÕES *et al.*, 2020; ZAIATZ *et al.*, 2018).

2.2 Impacto Das Mudanças Climáticas Nos Recursos Hídricos

Os impactos ligados às mudanças climáticas não são recentes e estão atrelados ao desenvolvimento humano e seu consumo por recursos naturais não renováveis, o que ocasiona modificações severas na natureza como inundações, secas prolongadas, variações de temperatura do ar e ondas de calor (BHANDARI *et al.*, 2022). Embora seja difícil atribuir ao aquecimento global a ocorrência de um fenômeno particular, estudos sugerem que a mudança climática causará maior frequência e amplificação desses problemas (BATES *et al.*, 2008).

No contexto de bacias hidrográficas, essas mudanças são perceptíveis e possíveis de serem monitoradas, para tanto, torna-se necessário conhecer as características edáficas e climáticas em que as bacias hidrográficas estão inseridas, pois cada bacia possui umas características únicas, como tipo de solo, vegetação e relevo que influenciam no comportamento do regime hidrológico e em consequência compromete o uso e gerenciamento da água. De acordo com Simonovic (2017), eventos extremos relacionados à água podem ter impactos positivos e negativos, pois com o aumento das vazões poderia aumentar a geração de energia hidroelétrica, mas para população que mora perto dos rios um aumento pode ser prejudicial.

Estima-se que modificando os processos hidrológicos, as temperaturas serão mais elevadas resultando em maior evaporação das águas superficiais, aumentando assim as ondas de calor e a umidade relativa do ar, provocando precipitações intensas (NOBRE et al., 2008). O aquecimento também afeta a circulação atmosférica que resulta na mudança dos padrões de precipitação (SIMONOVIC, 2017).

A precipitação impacta na vazão da bacia hidrográfica. Segundo Tucci (2009), nos anos com valores extremos de inundações e seca, a resposta da bacia se amplifica com a variação adimensional da precipitação (elasticidade da vazão). Nos anos com maior umidade relativa do ar a precipitação e vazão irão aumentar e a evapotranspiração potencial diminui pelo excesso de chuva. Já nos anos com menor umidade relativa do ar (seca), a precipitação e vazão irão diminuir e a evapotranspiração irá aumentar por não haver chuva.

2.3 Modelagem Climática

A modelagem climática é a representação matemática que facilita o entendimento dos processos que ocorrem na atmosfera e o comportamento hidrológico de bacias hidrográficas, tendo a possibilidade de caracterizar as mudanças no clima e no uso do solo do sistema terrestre. Modelos climáticos são usados para representar os processos naturais que possam afetar o comportamento meteorológico e o clima, possibilitando a obtenção de previsões em várias escalas de tempo (MARENGO, 2014).

Esses modelos são formados por um agrupamento de equações matemáticas, que demonstram os processos hidrológicos das bacias hidrográficas, como a precipitação, taxa de infiltração, a evapotranspiração e a vazão dos rios. Os principais dados para começar a modelagem são obtidos por estações pluviométricas, nelas que encontramos os dados de entrada das chuvas, no Brasil estes dados são obtidos junto a Agência Nacional de Águas (ANA), ou também podem ser obtidos com o uso de sensoriamento remoto para umidade de solo e evapotranspiração.

As alterações que ocorrem em uma bacia hidrográfica em decorrência das mudanças de clima na região, nem sempre pode ser avaliada devido à falta de informações das vazões

líquidas. Mas, atualmente, é possível simular os impactos decorrentes de alterações climáticas através da modelagem de cenários, que emprega modelos matemáticos que representem o sistema climático e sua interação com a atmosfera, recursos hídricos e cobertura vegetal associados a Sistemas de Informações Geográficas, que facilitam a manipulação e interpretação dos dados.

Com o propósito de avaliar como os níveis de emissões de GEEs afetam o clima no planeta, foram desenvolvidos modelos que permitem simular o clima atual e projetar o clima futuro através de cenários de emissão de gases, este modelo é denominado Modelos Globais Climáticos (GCM), que representam processos físicos da atmosfera, do oceano e da superfície terrestre e simulam o sistema climático global (RANDALL, 2000).

No Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC, foi apresentado um conjunto de cenários chamados de RCPs (*Representative Concentration Pathways*), que foram projetados para descrever diferentes possibilidades de emissões e concentrações de GEEs. Os RCPs foram criados com o intuito de servir como entrada para a modelagem química atmosférica e climática em experimentos numéricos do *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5) (SILVEIRA *et al.*, 2016). Sendo assim, os RCPs, são nomeados em função da sua força radiativa de emissão de GEEs, sendo 2.6 W m^{-2} uma força menos severa, 4.5 W m^{-2} a intermediária e 8.5 W m^{-2} a radiação é mais severa, estes três cenários projetam o que ocorrerá com o ambiente no futuro, com o aumento da temperatura média global, com ondas de calor e eventos de precipitação extrema, com os oceanos aquecendo e o nível médio global do mar também se elevando. Essas estimativas são baseadas na concentração de gases de efeito estufa e outros agentes (CHOU *et al.*, 2014).

2.4 Modelos Climáticos Globais

Modelos climáticos globais (MCG), são representações de projeções climáticas futuros de temperatura que apontam diferentes cenários de emissões de gases com aumento ou diminuição do mesmo. Os modelos analisam os comportamentos dos compartimentos climáticos (atmosfera, oceanos, criosfera, vegetação, solos, etc.) e suas interações, permitindo a simulação de prováveis cenários de evolução do clima para vários cenários de emissões de gases de efeito estufa, mas as estimativas de precipitação pluvial, diferem conforme as áreas geográficas, sendo assim afetando os resultados e expectativas de mudanças nas variáveis. Com isso, para que os estudos sejam mais confiáveis se mostra necessário avaliar o comportamento de diferentes modelos climáticos globais, neste trabalho serão avaliados 3 modelos integrantes do CMIP5 (IPCC, 2014), que são: CSIRO-Mk3-6-0, HadGEM2-ES e MIROC5.

O modelo CSIRO-Mk3.6.0, que é atualização do GCM CSIRO-Mk3.5, apresenta uma melhora na resolução norte-sul reforçada nos oceanos comparada ao anterior, sendo capaz

de simular interações sazonais tropicais e extratropicais (COLLIER *et al.*, 2010). O modelo *Hadley Centre Global Environmental Model* (HadGEM2-ES), é um modelo que possui uma resolução espacial de 1.875 graus em longitude e 1.275 em latitude terrestre, considera o ciclo de carbono utilizando 5 tipos de vegetação e interação atmosférica em 38 níveis, no oceano utiliza a resolução espacial de 1/3 graus nos trópicos e de 1 grau em latitudes superiores a 30° em 40 níveis verticais e possui modelo de química atmosférica com aerossóis 21 (COLLINS *et al.*, 2008). E o modelo MIROC5 que é um modelo desenvolvido no Japão, conhecido como *Model for Interdisciplinary Research on Climate* (MIROC), versão 5, utiliza da microfísica de nuvens acoplado com modelo de aerossóis, representação de dinâmica de gelo oceânico e na superfície utiliza efeitos do albedo em neve e espelhos d'água, com dinâmica vertical em 40 níveis terrestres e 50 níveis oceânicos, em resolução espacial de aproximadamente 150 km na cobertura terrestre e 1 grau no oceano (CHOU *et al.*, 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Renato, contribuinte da margem direita do rio Teles Pires, inserida na região do Médio Teles Pires, localizada entre os municípios de Cláudia e Itaúba, no norte do estado de Mato Grosso, com uma área de drenagem aproximada de 1.336,5 km². Nessa bacia hidrográfica foram instaladas duas seções de monitoramento hidrológico, na região da nascente (11°31'19.69"S e 55°12'9.71"O) e da foz (11°4'16.00"S e 55°14'58.78"O).

Essa região do rio Teles Pires apresenta importância significativa para o estado de Mato Grosso por apresenta expressivos indicadores de desenvolvimento econômico, cultural e social, sendo estimulado pela atividade agropecuária, extrativismo e atividades agroindustriais. Nos últimos anos a região sofreu avanços de processos antropogênicos decorrentes das instalações de usinas hidrelétricas na calha do rio Teles Pires, que afetou a dinâmica do curso hídrico, a pesca, a ocupação do solo e a cobertura vegetal. A bacia hidrográfica do rio Renato, é a primeira contribuição de vazão líquida considerável após o barramento hidrelétrico da UHE Sinop, que apresenta área de inundação aproximada de 342 km² (RIMA, 2010).

A região de estudo apresenta clima caracterizado como tropical quente e úmido (Aw) pela classificação de Koppen, com temperaturas médias mensais superiores a 23 °C. A estação seca ocorre no outono/inverno e a estação chuvosa na primavera/verão, com médias anuais de precipitação de 1.975 mm e de evapotranspiração de 1.328 mm (SOUZA *et al.*, 2013).

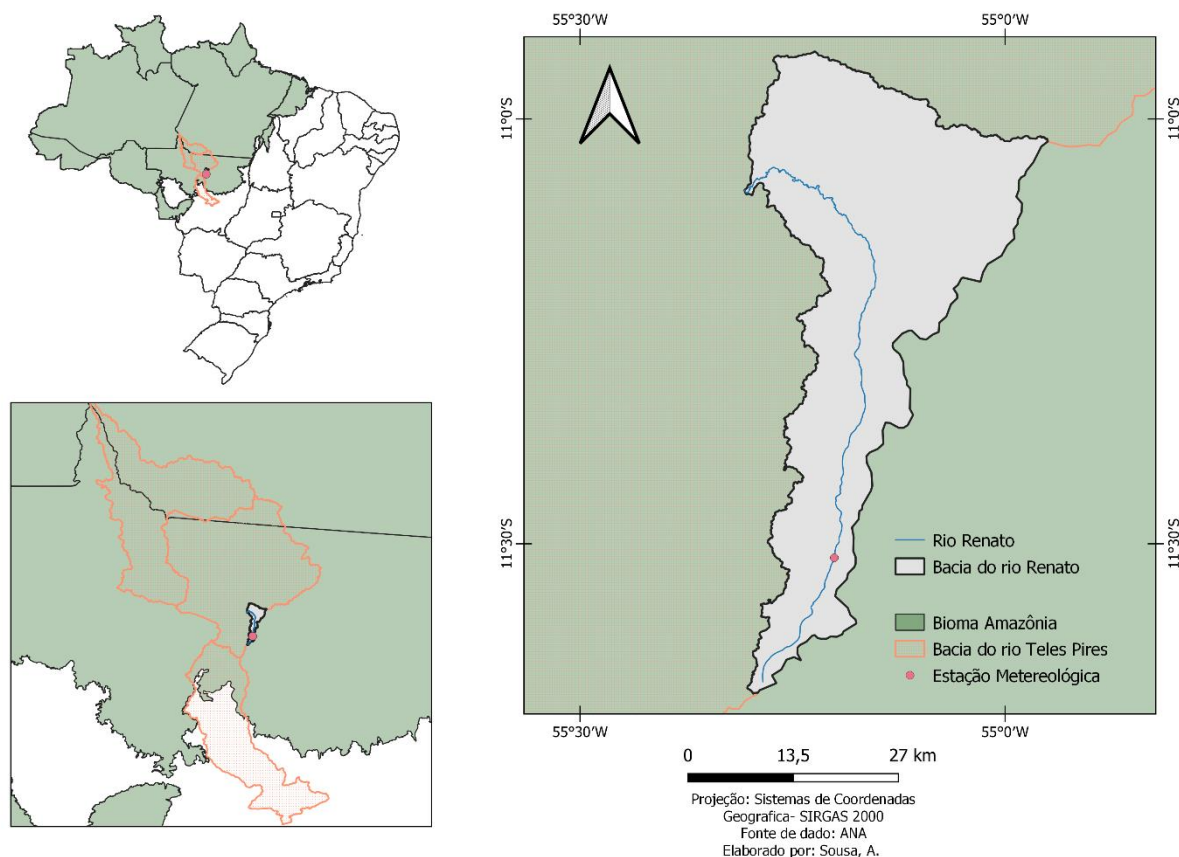


Figura 1. Localização geográfica em escala estado e região da bacia hidrográfica do rio Teles Pires e sua sub-bacia o rio Renato.

3.2 Base de Dados Meteorológicos

Como referência, para análise das projeções e cenários de mudanças climáticas, foram utilizados dados diários de precipitação e temperatura do ar, de dois anos de referência (2019 e 2020), medidos por uma estação meteorológica automática Davis Vantage Pro 2, localizada na Fazenda Continental ($11^{\circ}30'51.95''S$ e $55^{\circ}13'32.65''O$). Os quais foram coletados de forma manual e in-loco, em intervalos quinzenais, sendo o intervalo de armazenamento de dados de 30 minutos.

3.3 Análise dos Modelos Climáticos

Para a escolha do modelo a ser utilizado no estudo, realizou-se avaliações de como se comporta as projeções dos MCG's em relação a quantidade de replicação sobre a área de estudo no período de 2019 e 2020. Através da plataforma Marksim DSSAT Weather File Generator, foram geradas 99 replicações agrupadas em 1, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 50 e 99 para análise de tendência da precipitação total anual e temperatura média do ar anual partir de dados do clima da estação meteorológica e de projeções futuras dos MCG's, CSIRO-Mk3-6-0, HadGEM2-ES e MIROC5 para os RCP's 2.6, 4.5 e 8.5, podem ser visualizados no Apêndice A.

3.4 Modelo Climático

O modelo utilizado no presente trabalho foi o HadGEM2-ES, do conjunto da família de modelos HadGEM e representa o *Earth System* (ES). A escolha desse modelo foi devido a sua capacidade de incluir processos químicos da atmosfera como carbono orgânico de combustível fóssil, nitrato de amônia, poeira e aerossóis biogênicos orgânicos (MARTIN *et al.*, 2011). Esses modelos são de desenvolvimento do AR5 do IPCC, sendo que cada modelo gera variáveis para períodos futuros que permitem a utilização na modelagem hidrológica, como a velocidade do vento, precipitação, insolação, radiação e temperatura.

Foram considerados três cenários de emissão de GEEs do IPCC, sendo eles os RCP 2.6, 4.5 e 8.5. Esses cenários foram utilizados com o propósito de determinar a diferença entre os níveis de emissão e como eles afetarão na duração e intensidade do déficit hídrico na bacia hidrográfica do rio Renato. Foram avaliados cinco períodos futuros de análises: 2019-2020 (atual), 2021-2025, 2026-2030, 2031-2050 e 2051-2090.

Os dados climáticos usados para fornecer representações anuais da variabilidade climática futura consideram as medidas das variáveis de temperatura média do ar a 2 m da superfície e precipitação total (PREC), sendo obtidos para o período de 2019-2090, e posteriormente subdivididos nos períodos supracitados. Os valores obtidos pela série de dados dos períodos de simulação 2019-2020, foram comparados com os dados de referência da estação meteorológica da Faz. Continental, permitindo a avaliação de qual cenário está mais próximo do atual e como o mesmo representa as mudanças climáticas em cada cenário de emissão.

Para realização do downscaling espacial, foi utilizado coordenadas da estação da Faz. Continental, sendo o valor da variabilidade utilizado para gerar séries de dados de precipitação pluvial na modelagem, gerando as futuras série de dados de precipitação pluvial e evapotranspiração. Para uma melhor análise de dados, devido à grande quantidade de dados gerados ao longo de cada período e cenário no modelo, foi calculado a média mensal de vazão líquida e evapotranspiração.

As projeções foram obtidas na plataforma Copernicus apresentadas no Apêndice B, para os cenários 2.6, 4.5, e 8.5 do modelo HadGEM2-ES e para as variáveis MXTP, MNTP e PREC, considerando o conjunto de repetições (r2i1p1) e o período (2015-2095). Com esses dados, para a bacia hidrográfica do rio Renato foram analisadas as seguintes relações do balanço hídrico climatológico na sub-bacia hidrográfica: precipitação média anual (P), evapotranspiração potencial (ETP) obtida pelo método de Camargo (TANAKA *et al.*, 2016), deficiência (DEF) e excedente hídrico (EXC) e os índices de aridez, hídrico e de umidade de Thornthwaite (1948), para 2020, 2025, 2030, 2050 e 2090. Para tanto, a relação com a disponibilidade hídrica será estabelecida de forma direta pela relação $Q = P - ETP$.

Para obter a evapotranspiração real/referência (ET_o) empregou-se o modelo de Camargo (PEREIRA *et al.*, 1997), definido pela Eq. 1. Na sequência, foram obtidas as estimativas da evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC). O excedente hídrico indica a quantidade de água que ultrapassa a capacidade de armazenamento do solo e escoar superficialmente. A deficiência hídrica ou déficit hídrico indica a quantidade de água que poderia ser evapotranspirada, mas não ocorreu devido a indisponibilidade no solo.

$$ET_o = F \times H_o \times T_{med} \times ND. \quad (Eq. 1)$$

em que: F é o fator de ajuste; H_o é a radiação extraterrestre em equivalente de evaporação mm/dia; T_{med} é a temperatura média diária e o ND é o número de dias. O fator de ajuste, alterado conforme a temperatura média anual, sendo temperatura até 23°C fator é 0,01; temperatura até 24°C fator é 0,0105; temperatura até 25°C fator é 0,011, temperatura até 26°C fator é 0,0115 e temperatura maior que 26°C fator é 0,012.

Para avaliar os efeitos dos cenários de mudanças climáticas na bacia hidrográfica, empregou-se os índices de classificação do clima, indicados por Souza et al. (2013). Na chave de classificação climática do modelo de Thornthwaite, são definidos: i) índice hídrico (Eq. 2), indica a excedente de disponibilidade de água; ii) índice de aridez (Eq. 3) indica a falta de disponibilidade de água na região; iii) índice de umidade (Eq. 4) que estabelece a relação entre I_h e I_a.

$$I_h = (EXC/ETP) * 100 \quad (Eq. 2)$$

$$I_a = (DEF/ETP) * 100 \quad (Eq. 3)$$

$$I_u = I_h - 0,6 * I_a \quad (Eq. 4)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Dinâmica Climática Atual

A dinâmica de precipitação pluvial, evapotranspiração de referência e temperatura do ar observada entre 2019 e 2020 pela estação meteorológica automática instalada na bacia do rio Renato estão apresentadas na Figura 2. Durante esse período, as precipitações e evapotranspiração alcançaram 2.070,30 mm e 1.542,95 mm, respectivamente, com maiores volumes de água registrados entre outubro e abril passando de 200,0 mm/mês de chuva e de 100,0 mm/mês de evapotranspiração (Figura 2A).

A temperatura do ar média registrado pela estação apresentou variação de 25,0 °C a 28,0 °C entre os meses de julho e dezembro, e as maiores amplitudes mensais ocorreram entre maio a setembro, com variações entre 19,0 °C e 37,0 °C (Figura 2B). Os valores de precipitação pluvial, evapotranspiração de referência e temperatura do ar observados no presente estudo foram semelhantes ao descrito por Souza et al. (2013) em região próxima da bacia hidrográfica do rio Renato, que apresentaram precipitações e evapotranspiração anuais de 1.974,47 mm e 1.327,29 mm, respectivamente, e temperatura do ar média de 24,70°C.

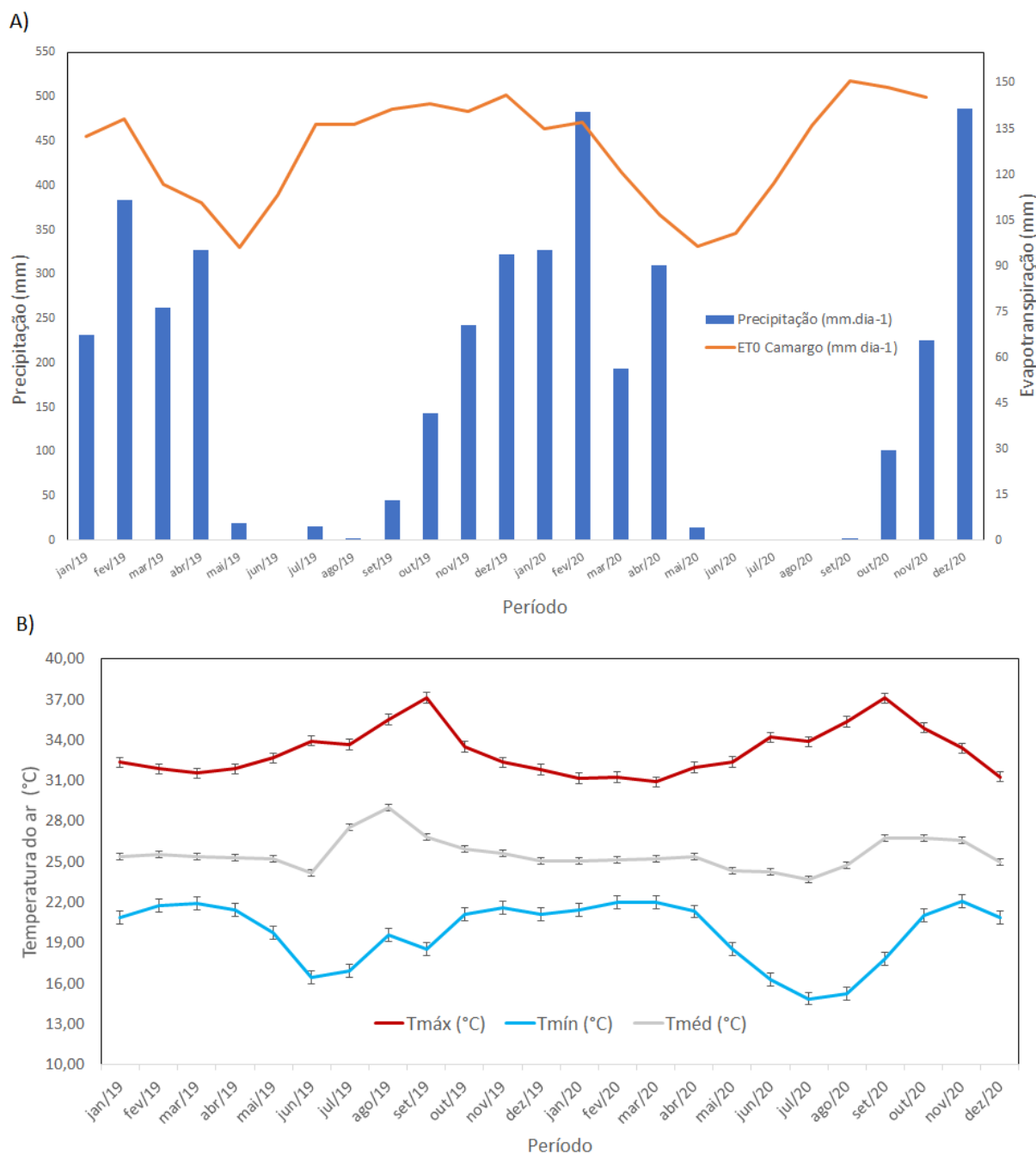


Figura 2. Valores acumulados de precipitação pluvial e evapotranspiração de referência (a) e valores médios mensais de temperatura do ar máxima, média e mínima (b) entre 01/01/2019 e 31/12/2020, em Cláudia-MT.

A Figura 3 mostra o balanço hídrico para o período de 2019, sendo possível identificar que nos meses de novembro a abril ocorrem maiores precipitações pluviais. Essa condição propicia um aumento no excedente hídrico, decorrente da alteração no armazenamento de água, que se iguala ou ultrapassa a capacidade de água disponível (CAD). Nos períodos de seca maio a setembro apresenta taxa de evaporação elevada por conta do aumento da

temperatura. Com isso, a deficiência hídrica tem acréscimo nos meses de maio a julho e vai diminuindo de agosto a outubro (Figura 3A).

No balanço hídrico do período de 2020, nota-se que nos meses de novembro a abril ocorrem maiores precipitações pluviais. Nos períodos de seca maio a setembro apresenta taxa de evaporação elevada por conta do aumento da temperatura. Com isso, a deficiência hídrica tem acréscimo nos meses de maio a agosto e vai diminuindo de setembro a novembro (Figura 3B).

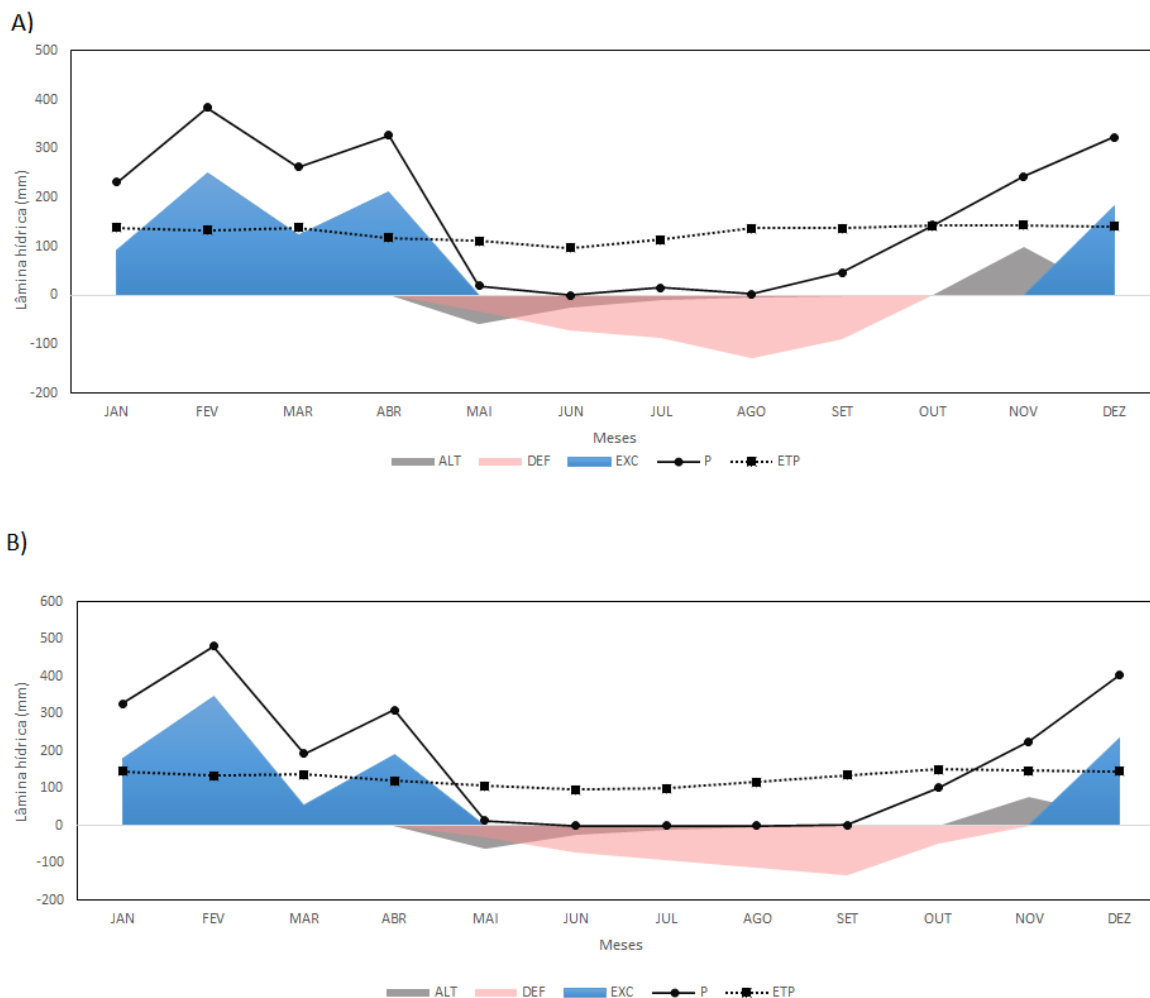


Figura 3. Representação do balanço hídrico climatológico para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato em 2019 (a) e 2020 (b), região norte do estado de Mato Grosso.

4.2 Projeções futuras

As projeções da temperatura do ar média anual estimada pelo modelo HadGEM2-ES para o período de 2019 a 2090 estão apresentadas na Figura 4. No cenário de baixa emissão de GEEs 2.6 os valores de temperatura do ar média variaram de 26,0 °C a 28,0 °C ao longo de todo o período de 2019 a 2090. Já no cenário de alta emissão dos GEEs 8.5 ocorreu um

aumento expressivo na temperatura do ar a partir de 2060 até 2090 com valores médios variando de 30,0 °C a 33,0 °C. Enquanto o cenário 4.5 se apresentou valores extremo de temperatura do ar média variando de 28,0 °C a 30,0 °C a partir do período de 2050 a 2090. As projeções dos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, os modelos projetam valores de variabilidade entre -20% e 10% e o modelo HadGEM2-ES mostra aumento de 1,0 °C a 1,5°C para temperatura (Silveira *et. al*, 2016).

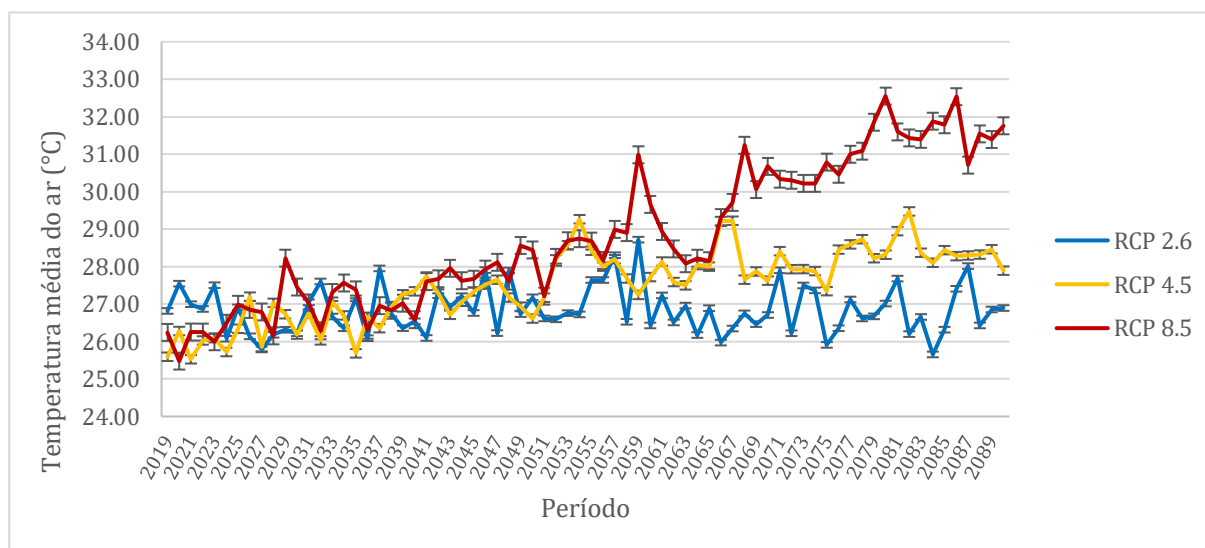


Figura 4. Variabilidade climática do período 2019-2090, simulada pelo modelo HadGEM2-ES, nos cenários RCP 2.6, 4.5 e 8.5.

Para as condições atuais (2019-2020) no balanço hídrico considerando as projeções do modelo HadGEM2-ES, tem-se as seguintes condições: 1) no cenário RCP 2.6 (Figura 5) foi observado um aumento na evapotranspiração ao longo do ano, em contrapartida, uma redução no volume de precipitação pluvial, que leva a uma redução no armazenamento de água no solo e aumento da deficiência hídrica (119mm), principalmente em agosto.

No cenário RCP 4.5 houve um aumento na precipitação pluvial que ultrapassou 300,0 mm nos primeiros três meses dos anos, favorecendo maiores recargas de água no solo e gerando excedente hídrico de até 226,0 mm. A evapotranspiração é maior nos períodos de estiagem, sendo que entre agosto e novembro, ocorreu redução no armazenamento e recargas de água no solo a partir de dezembro.

No cenário RCP 8.5 foi observado um aumento na deficiência hídrica em julho e agosto permanecendo até novembro, ou seja, essa condição é diferente dos balanços anteriores. Isso ocorre por que a temperatura média do ar foi mais elevada nesse cenário, aumentando a taxa de evapotranspiração no período de estiagem.

Com base nos dados meteorológicos da estação da Faz. Continental, indica-se que a região apresentou condições meteorológicas entre as projeções dos cenários 2.6 e 4.5. Segundo Souza *et al.* (2013), em balanço hídrico climatológico normal (1974-2010) para a região de Vera-MT, espera-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 284,6 mm, distribuídas entre maio e setembro; e excedente hídrico anual de 931 mm concentrados entre novembro e abril.

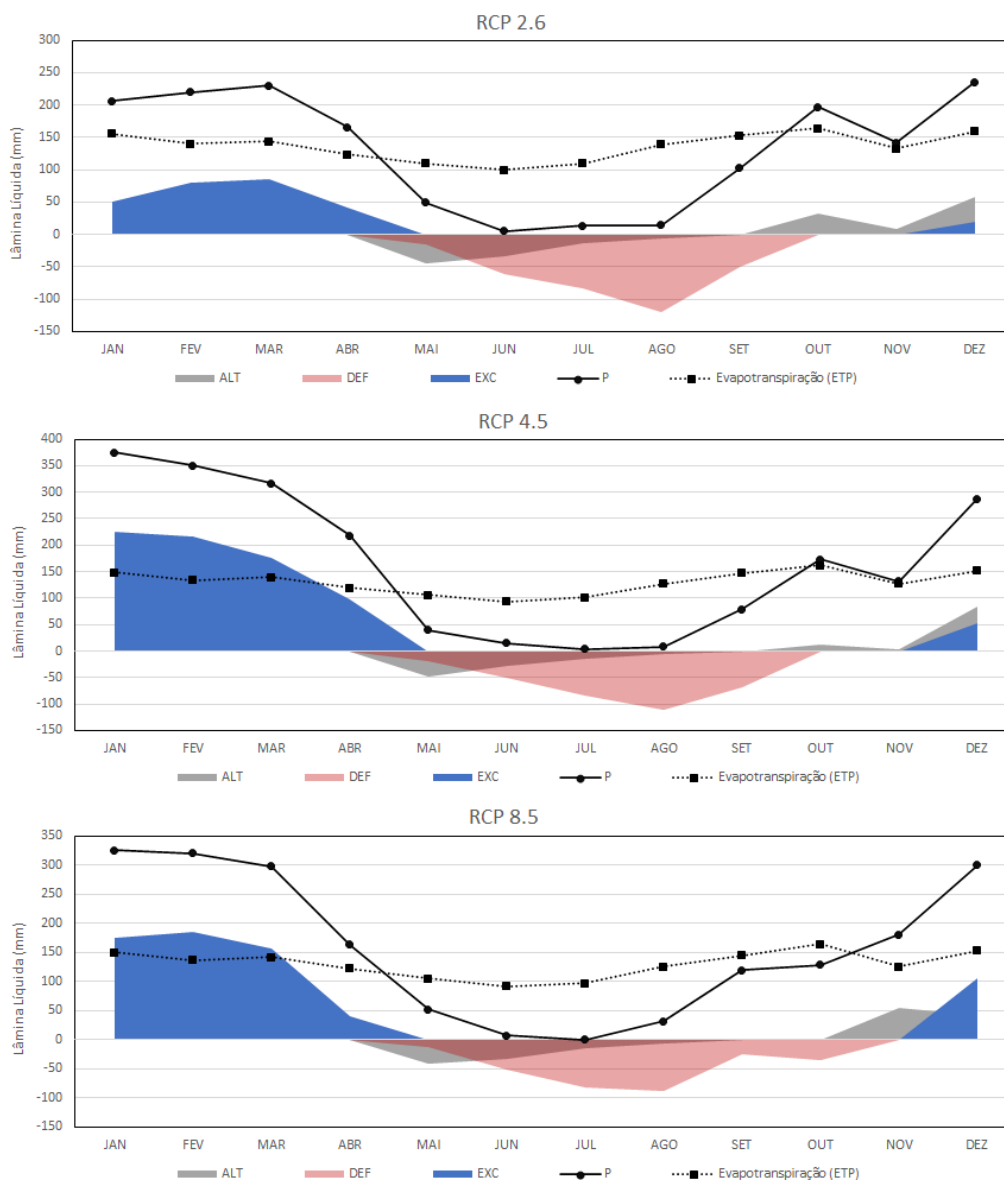


Figura 5. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2019-2020, região norte do estado de Mato Grosso.

Para o período de 2021 a 2025 no balanço hídrico do cenário RCP 2.6 (Figura 6), observa-se recarga hídrica no começo do período chuvoso menor, por conta do baixo volume

de chuva e maior evaporação da água nos meses de seca e a deficiência hídrica se concentra nos meses de agosto e setembro.

No cenário RCP 4.5 apresenta resultados de recarga hídrica no começo do período chuvoso maior, devido ao aumento volume de chuva que tem início no mês de setembro e permanece até maio e maior evaporação da água nos meses de seca e a deficiência hídrica se concentra nos meses de julho a setembro.

No cenário RCP 8.5 observa-se que a recarga hídrica no começo do período chuvoso é maior, por conta do aumento volume de chuva que tem início no mês de novembro e permanece até maio, com maior evaporação da água nos meses de seca, a deficiência hídrica se concentra no mês de agosto.

Novamente utilizando o trabalho de Souza *et al.* (2013), como referência, têm-se a percepção de que o cenário 4.5 representa as expectativas observadas para a deficiência de 106,0 mm e o excedente hídrico de 199,0 mm na bacia hidrográfica.

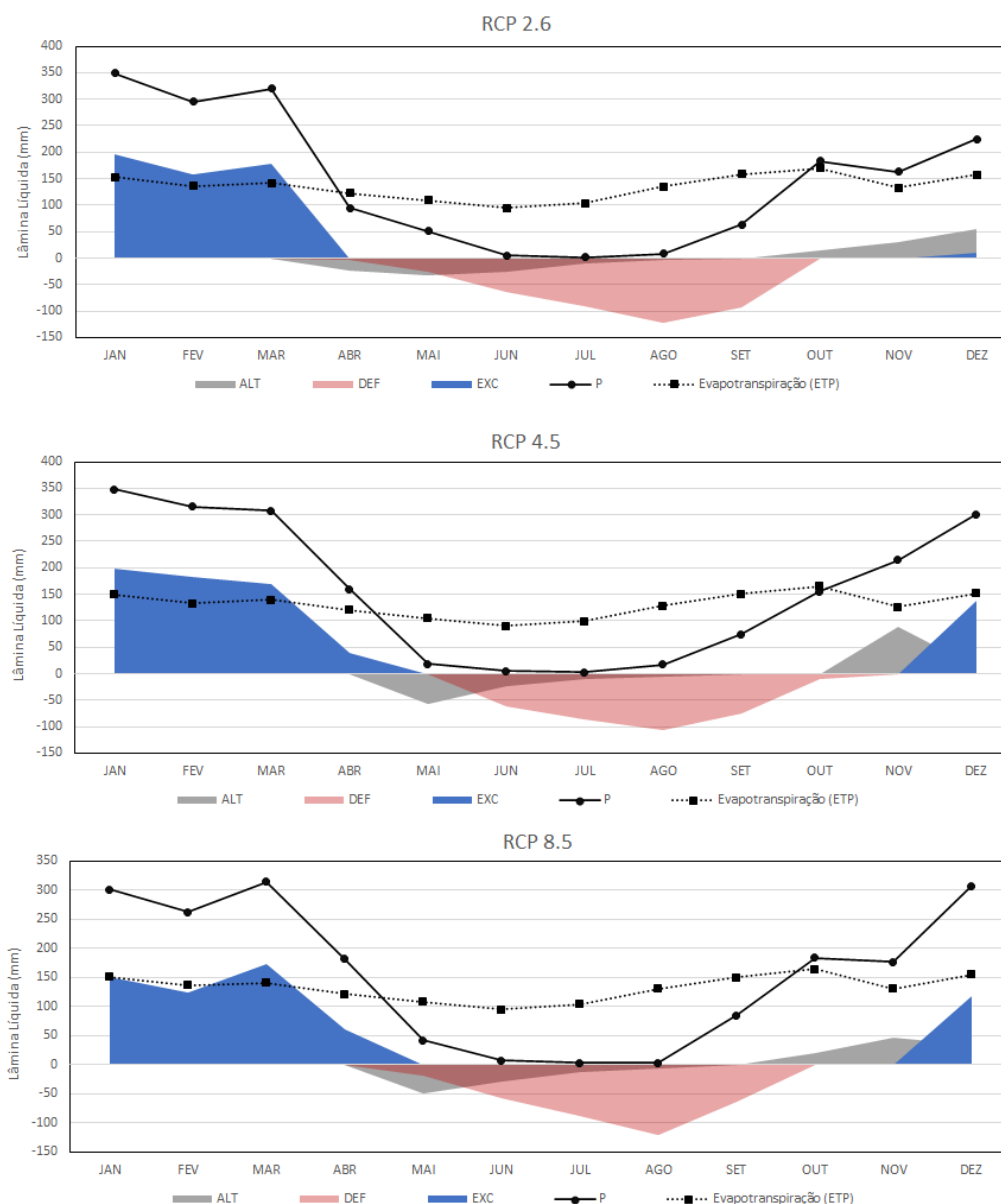


Figura 6. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2021-2025, região norte do estado de Mato Grosso.

No período de 2026 a 2030 pelo balanço hídrico do cenário RCP 2.6 (Figura 7), apresenta uma reposição no armazenamento de água maior que nos demais, devido ao aumento da precipitação entre os meses de outubro a março, onde o solo começa a ser abastecido retomando a sua capacidade de armazenamento disponível, quando então o excedente hídrico chega a 226,0 mm.

No balanço hídrico do cenário RCP 4.5 apresenta aumento da deficiência hídrica, devido aos baixos valores de precipitação pluvial de 150,0 mm, pois é o período de estiagem. O balanço hídrico do cenário RCP 8.5, observa-se que o armazenamento de água é menor em razão do período de estiagem se estender por vários meses seguidos, acarretando no

aumento da deficiência hídrica levando a maior retirada de água. Com elevadas taxas de evapotranspiração chegando a 150,0 mm, em função das temperaturas do cenário 8.5 serem altas com valores acima de 30°C.

No trabalho de Chou *et al.* (2014) o HadGEM2 é mais sensível ao aumento de gases de efeito estufa, conforme os autores o HADGEM2 atinge um aquecimento de cerca de 4,0 °C e apresenta simulações conduzidas de precipitação menor no período chuvoso, concluindo que a disponibilidade de água ocorre uma redução ao longo de todo o período 2026-2030.

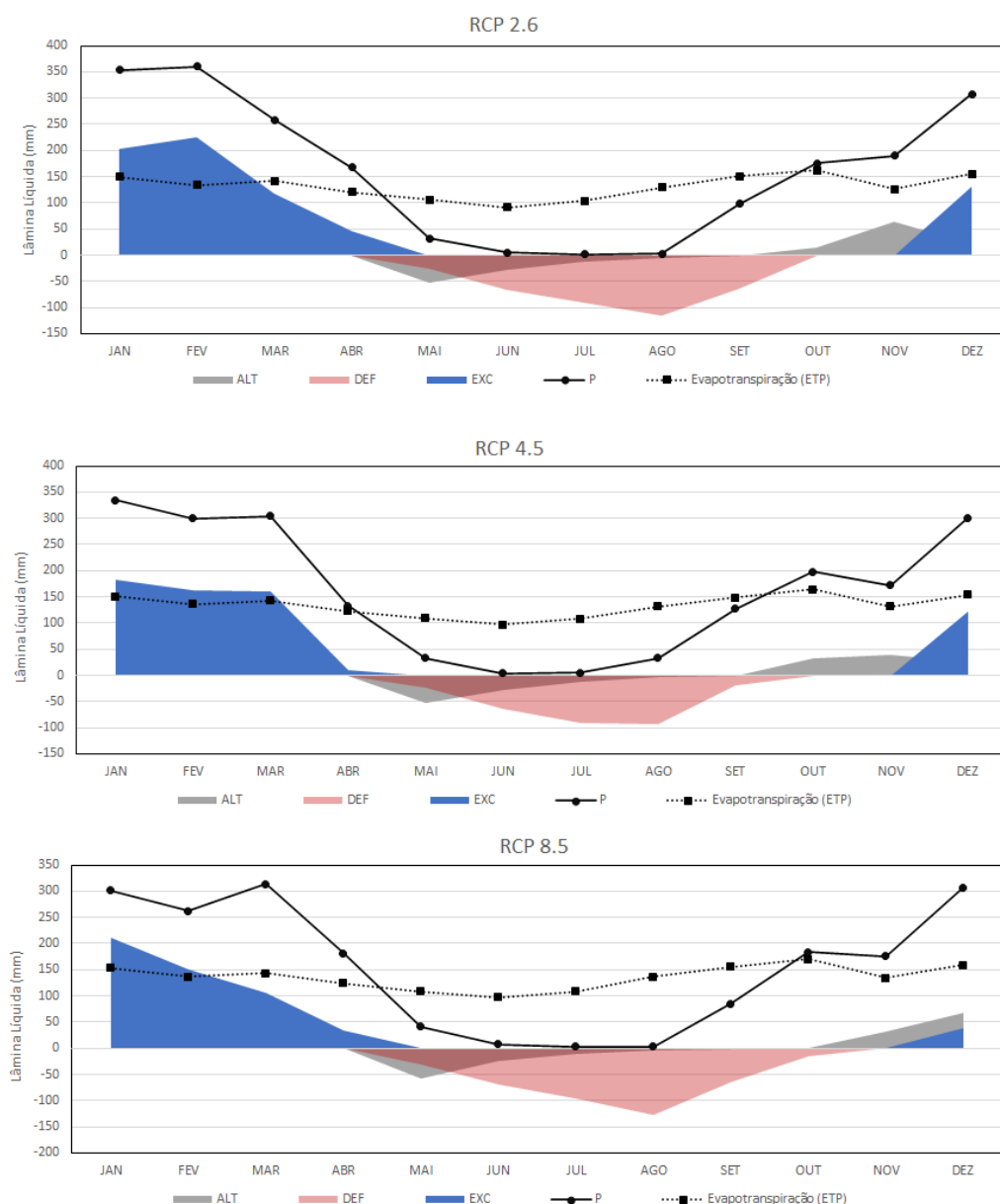


Figura 7. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2026-2030, região norte do estado de Mato Grosso.

No período de 2031-2050 o balanço hídrico do cenário RCP 2.6 (Figura 8), apresenta aumento da deficiência hídrica, devido aos baixos valores de precipitação pluvial de 100,0 mm, que se estende de abril a setembro, com pico de retirada de água em agosto.

No balanço hídrico do cenário RCP 4.5 apresenta aumento no excedente hídrico, por conta do aumento de chuva nos 3 últimos meses do período chuvoso janeiro a abril com valores superior a 250,0 mm.

O balanço hídrico do cenário RCP 8.5 observa-se que nos meses de seca a precipitação não ultrapassa o valor de 50mm, devido a temperatura do ar neste cenário ter taxas elevadas acima de 30,0 °C.

Em Chou et al. (2014), os autores descrevem que o HadGEM2 é o modelo mais sensível ao aumento de gases de efeito estufa os autores encontraram que o HADGEM2 atinge um aquecimento de cerca de 4,0 °C e apresenta simulações conduzidas de precipitação menor no período chuvoso, concluindo que com a redução da chuva nos cenários 4.5 e 8.5 de 10% confirma que um aumento na concentração de GEEs na atmosfera afetaria a disponibilidade hídrica da bacia, que é notado principalmente no cenário 8.5 onde a deficiência hídrica se estende por 6 meses.

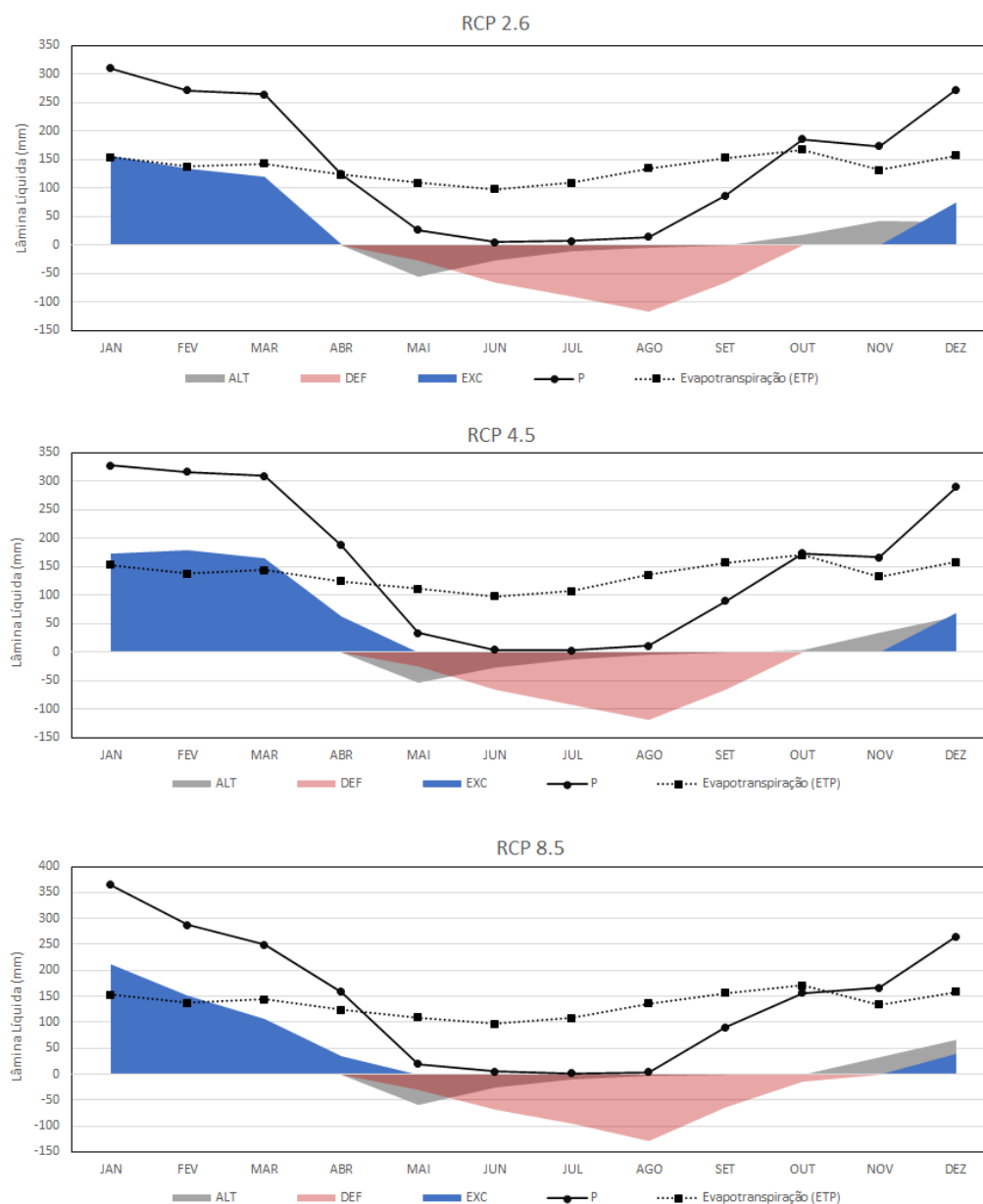


Figura 8. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2031-2050, região norte do estado de Mato Grosso.

No período de 2051-2090, no balanço hídrico do cenário RCP 2.6 (Figura 9), verifica-se que no período de estiagem, quem que o clima fica mais seco, a demanda evapotranspirativa aumenta e como o solo está com pouca água armazenada, abaixo de sua capacidade de campo, essa demanda de evaporação faz com que aumente o déficit hídrico do solo (114,0 mm).

No balanço hídrico do cenário RCP 4.5 verificou-se que apesar da precipitação pluvial ter sido alta com valores de 300mm, o excedente hídrico não foi alto como nos períodos anteriores, pois teve uma alteração no armazenamento tendo maior retirada de água do solo,

por conta de o aumento nas taxas de evapotranspiração devido a temperatura média mensal ser elevada nesse cenário.

E o balanço hídrico do cenário RCP 8.5 nos meses de seca a precipitação não ultrapassa o valor de 50mm, devido a temperatura do ar neste cenário ter taxas elevadas acima de 30°C e a deficiência hídrica se estende por 7 meses, com pico nos meses de agosto e setembro.

No trabalho de Silveira *et al.* (2016) descrevem que as séries anuais de precipitação do modelo HadGEM2 no clima mais quente-úmido, tanto para o cenário RCP 4.5 quanto para RCP 8.5, o modelo indica um aumento de anos extremos de precipitação, principalmente nos últimos anos do século XXI, o que corrobora com o presente trabalho.

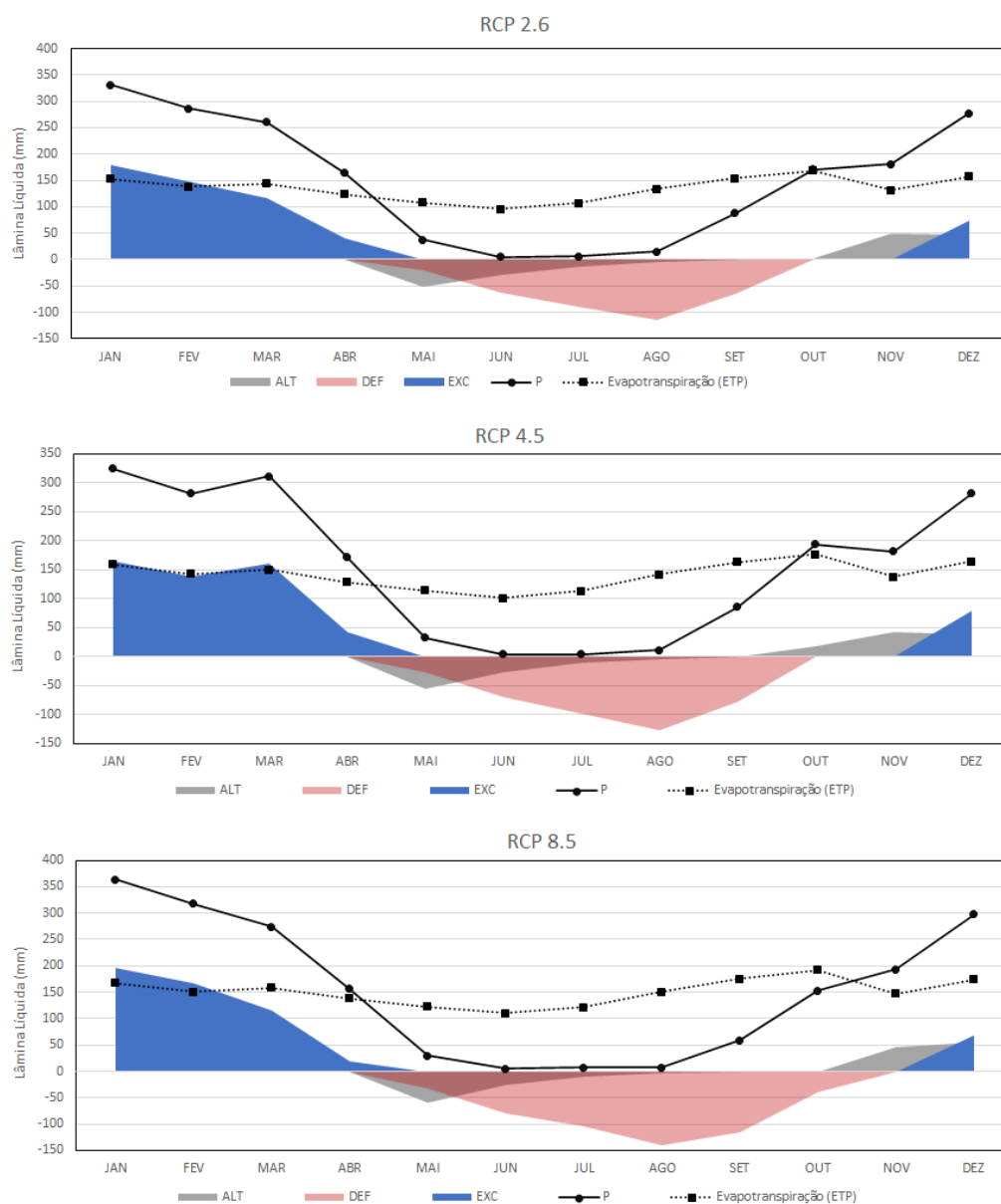


Figura 9. Representação do balanço hídrico climatológico simulado pelo modelo HadGEM2-Es, para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato entre 2051-2090, região norte do estado de Mato Grosso.

Os valores médios de precipitação pluvial que foram estimados pelo modelo HadGEM2-ES em comparação aos medidos pela estação meteorológica (Tabela 1), mostra que com o passar dos anos em cada cenário a ocorrência de chuva será menor, principalmente nos períodos de 2031-2050 a 2051-2090.

O acréscimo dos valores de temperatura do ar no período de seca provoca um aumento da deficiência hídrica, com pouco armazenamento de água no solo afetando o manejo da floresta da região. Analisando por cenários, os valores de precipitação que mais se aproxima com o de referência obtido na estação é o cenário 4.5.

Os valores médios de temperatura do ar anual estimados pelo modelo HadGEM2-ES em comparação aos medidos pela estação meteorológica (Tabela 1) evidenciaram um aumento na temperatura ao longo dos períodos em cada cenário, sendo o RCP 4.5 o que mais se aproximou do valor medido pela estação, e o que apresentou temperatura mais elevada no RCP 8.5 a partir de 2026 até 2090.

Nobre *et al.* (2008) relatam que em termos simples, o aumento de temperatura induz a maior evapotranspiração, reduzindo a quantidade de água no solo, mesmo que as chuvas não diminuam significativamente.

Tabela 1. Valores médios anuais estimados pelo modelo HadGEM2-ES.

Cenários	Precipitação pluvial (mm)					EMA (2019-2020)
	2019-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2050	2051-2090	
RCP 2.6	1.580,57	1.760,17	1.952,57	1.740,62	1.822,58	2.070,3
RCP 4.5	1.998,53	1.921,33	1.943,70	1.910,49	1.882,76	
RCP 8.5	1.925,78	1.865,69	1.768,77	1.880,15	1.865,11	
	Temperatura média do ar (°C)					EMA (2019-2020)
	2019-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2050	2051-2090	
RCP 2.6	27,18	26,87	26,13	26,94	26,87	25,59
RCP 4.5	25,94	25,94	26,60	26,94	28,19	
RCP 8.5	25,86	26,40	27,10	27,42	30,15	

Na Tabela 2 apresenta os dados de disponibilidade de água da estação meteorológica entre os anos de 2019 e 2020. Em que o ano de 2019 aponta deficiência hídrica acumulada em 411,0 mm, distribuídas entre maio e setembro; e excedente hídrico anual de 859,0 mm concentrados entre dezembro e abril. E no ano de 2020, mostra deficiência hídrica acumulada em 489,0 mm, distribuídas entre maio e setembro; e excedente hídrico anual de 1.093,0 mm concentrados entre dezembro e abril

Na tabela 3 são apresentadas as disponibilidades de água que foram estimadas pelo modelo HadGEM2-ES. No período 2019-2020 para o cenário 2.6, observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 328 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 278 mm concentrados entre dezembro e abril. No cenário 4.5 as deficiências hídricas anuais acumuladas em 332 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 770 mm concentrados entre dezembro e abril. E no cenário 8.5 observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 293 mm, distribuídas entre maio e outubro e excedente hídrico anual de 661 mm concentrados entre dezembro e abril.

No período 2021-2025 para o cenário 2.6, observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 401 mm, distribuídas entre abril e setembro e excedente hídrico anual de 545 mm concentrados entre dezembro e março. No cenário 4.5 as deficiências hídricas anuais acumuladas em 367 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 728 mm concentrados entre dezembro e abril. E no cenário 8.5 observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 347 mm, distribuídas entre maio e outubro e excedente hídrico anual de 627 mm concentrados entre dezembro e abril.

No período 2026-2030 para o cenário 2.6, observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 343 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 724 mm concentrados entre dezembro e março. No cenário 4.5 as deficiências hídricas anuais acumuladas em 292 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 639 mm concentrados entre dezembro e abril. E no cenário 8.5 nota-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 402 mm, distribuídas entre maio e outubro e excedente hídrico anual de 542 mm concentrados entre dezembro e abril.

Tabela 2. Disponibilidade de água da estação meteorológica para a sub-bacia hidrográfica do rio Renato em 2019 e 2020, região norte do estado de Mato Grosso.

		Deficiência Hídrica	Excedente Hídrico
		EMA	
2019	JAN	0	93
	FEV	0	251
	MAR	0	123
	ABR	0	210
	MAI	32	0
	JUN	72	0
	JUL	88	0
	AGO	129	0
	SET	90	0
	OUT	0	0
	NOV	0	0
	DEZ	0	182
2020	JAN	0	181
	FEV	0	347
	MAR	0	56
	ABR	0	190
	MAI	32	0
	JUN	72	0
	JUL	91	0
	AGO	113	0
	SET	132	0
	OUT	49	0
	NOV	0	0
	DEZ	0	318

Tabela 3. Disponibilidade Hídrica, estimada pelo modelo HadGEM2-ES.

		Deficiência Hídrica (mm)			Excedente Hídrico (mm)		
		RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
2019-2020	JAN	0	0	0	51	226	175
	FEV	0	0	0	80	216	184
	MAR	0	0	0	86	177	156
	ABR	0	0	0	42	98	41
	MAI	15	18	12	0	0	0
	JUN	61	51	51	0	0	0
	JUL	83	83	82	0	0	0
	AGO	119	112	88	0	0	0
	SET	50	68	25	0	0	0
	OUT	0	0	35	0	0	0
	NOV	0	0	0	0	0	0
	DEZ	0	0	0	19	53	105
2021-2025	JAN	0	0	0	196	199	150
	FEV	0	0	0	159	183	125
	MAR	0	0	0	179	169	173
	ABR	4	0	0	0	40	60
	MAI	25	29	18	0	0	0
	JUN	65	61	57	0	0	0
	JUL	91	86	87	0	0	0
	AGO	122	106	121	0	0	0
	SET	94	75	64	0	0	0
	OUT	0	10	0	0	0	0
	NOV	0	0	0	0	0	0
	DEZ	0	0	0	11	137	119
2026-2030	JAN	0	0	0	204	183	212
	FEV	0	0	0	226	163	151
	MAR	0	0	0	117	161	106
	ABR	0	0	0	46	10	34
	MAI	22	23	30	0	0	0
	JUN	59	64	68	0	0	0
	JUL	90	91	96	0	0	0
	AGO	121	94	128	0	0	0
	SET	51	20	65	0	0	0
	OUT	0	0	15	0	0	0
	NOV	0	0	0	0	0	0
	DEZ	0	0	0	131	122	39
2031-2050	JAN	0	0	0	156	173	180
	FEV	0	0	0	133	178	171
	MAR	0	0	0	120	165	120
	ABR	0	0	0	1	63	45
	MAI	26	24	20	0	0	0
	JUN	66	65	62	0	0	0
	JUL	91	93	91	0	0	0
	AGO	116	119	120	0	0	0
	SET	65	66	78	0	0	0
	OUT	0	0	0	0	0	0
	NOV	0	0	0	0	0	0
	DEZ	0	0	0	76	69	88
2051-2090	JAN	0	0	0	179	165	196
	FEV	0	0	0	148	139	167
	MAR	0	0	0	117	161	116
	ABR	0	0	0	40	43	19
	MAI	20	26	32	0	0	0
	JUN	62	70	79	0	0	0
	JUL	89	98	105	0	0	0
	AGO	114	127	140	0	0	0
	SET	65	77	116	0	0	0
	OUT	0	0	39	0	0	0
	NOV	0	0	0	0	0	0
	DEZ	0	0	0	73	79	69

No período 2031-2050 para o cenário 2.6, observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 364 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 486 mm concentrados entre dezembro e março. No cenário 4.5 observam-se deficiências

hídricas anuais acumuladas em 367 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 648 mm concentrados entre dezembro e abril. E no cenário 8.5 observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 371 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 604 mm concentrados entre dezembro e abril.

No período 2051-2090 para o cenário 2.6, observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 350 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 557 mm concentrados entre dezembro e março. No cenário 4.5 observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 398 mm, distribuídas entre maio e setembro e excedente hídrico anual de 587 mm concentrados entre dezembro e abril. E no cenário 8.5 observam-se deficiências hídricas anuais acumuladas em 511 mm, distribuídas entre maio e outubro e excedente hídrico anual de 567 mm concentrados entre dezembro e abril.

Tabela 4. Índices climático de Thornthwaite.

		Índices de Thornthwaite		
		Ih - Hídrico (%)	Ih - Aridez (%)	Iu - Umidade (%)
EMA	2019	55,58	26,58	39,63
	2020	70,93	31,73	51,89
RCP 2.6	2019-2020	17,1	20,2	5,0
	2021-2025	33,7	24,8	18,9
	2026-2030	46,1	21,8	33,0
	2031-2050	30,1	22,5	16,6
	2051-2090	34,5	21,6	21,5
RCP 4.5	2019-2020	49,4	21,2	36,7
	2021-2025	46,6	23,5	32,5
	2026-2030	40,0	18,3	29,0
	2031-2050	39,8	22,5	26,3
	2051-2090	34,7	23,5	20,6
RCP 8.5	2019-2020	42,5	18,8	31,2
	2021-2025	39,5	21,9	26,3
	2026-2030	33,3	24,7	18,5
	2031-2050	36,7	22,5	23,1
	2051-2090	31,3	28,2	14,4

Na tabela 4, apresenta resultado dos índices climáticos simulados pelo modelo HadGEM2-ES para o cenário 2.6 ao longo de todo período (2019-2090), nota-se que em condições mínimas de emissão de GEE, o índice de aridez não sofre alterações mantendo intensidade de seca com média de 22,2 %, devido a evapotranspiração nesse cenário não ser elevada, em contra partida a precipitação é maior, ou seja, o índice hídrico é maior.

No cenário 4.5, nota-se o índice de aridez aumenta ao longo do período, devido a evapotranspiração apresentar taxas elevadas conforme passa os anos, com isso o índice de umidade e hídrico diminuem devido a disponibilidade de água ser menor.

E no cenário 8.5 o comportamento dos índices se assemelha ao cenário 4.5, mas com aumento de 10% entre 2019-2020 e 2051-2090, essa relação se faz presente devido a temperatura do ar nesse período ser elevada e possuir taxas de evapotranspiração maiores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou uma avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre as projeções de precipitação pluvial e temperatura média anual do ar pelo modelo HadGEM2-ES sobre a bacia do rio Renato.

Conclui-se que o cenário 4.5 apresentou valores próximos ao medidos pela estação meteorológica, tais resultados podem ser preocupantes pelo fato ser uma força intermediária de radiação, ou seja, um cenário intenso de emissão de GEEs, com aumento médio da temperatura do ar entre 1°C a 1,5°C na região. O aumento da temperatura média do ar pode causar prejuízos na época de seca, por significarem maior evaporação e maior deficiência hídrica na bacia hidrográfica no rio Renato.

Os cenários RCP 8.5 e RCP 4.5 mostram-se semelhantes no período de 2019 a 2050, as discrepâncias entre esses passa a ser mais significativa nos períodos de 2050 a 2090. No último período de 20 anos, a média de variabilidade de temperatura do ar entre os cenários tem diferença de quase 2°C. Observa-se ainda que os impactos, ou seja, as diferenças de precipitação e temperatura do ar entre o período atual e futuro tendem a serem maiores quanto mais distante for o período simulado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMAGRO, A.; OLIVEIRA, P. T. S.; NEARING, M. A.; HAGEMANN, S. **Projected climate change impacts in rainfall erosivity over Brazil. Nature – Scientific Reports**, v. 7, n. 8130, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08298-y>.

ARVOR, D.; TRITSCH, I.; BARCELLOS, C.; JÉGOU, N.; DUBREUIL, V. Land use sustainability on the SouthEastern Amazon agricultural frontier: Recent progress and the challenges ahead. **Applied Geography**, v. 80, p. 86-97, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.02.003>.

BATES, B.; KUNDZEWICZ, Z.; WU, S. **Climate Change and Water**. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat: Geneva, 2008. 210p.

CHOU, S.C. et al. Evaluation of the Eta simulations nested in three Global Climate Models. **American Journal of Climate Change**, v. 3, p. 438-454. <http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2014.35039>. 2014a.

COLLIER, M. A.; ROTSTAYN, L. D.; DIX, M. R.; FENG, Y.; GORDON, H. B.; O'FARRELL, S. P.; SMITH, I. N.; SYKTUS, J. I. Improved Simulation of Australian Climate and ENSO-related rainfall variability in a global climate model with interactive aerosol treatment. **International Journal Climatology**, v. 30, p. 1067-1088, 2010. DOI:10.1002/joc.1952.

DAVIRON, B.; NANGO, N.; MURPHY, S.; RASHID, S. **Price volatility and food security**. A report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the committee on World Food Security. Rome: CFS-HLPE, 2011. 83 p. (HLPE report, 1).

FUNATSU, B. M.; DUBREUIL, V.; RACAPÉ, A.; DEBORTOLI, N. S.; NASUTI, S.; LE TOURNEAU, F.-M. Perceptions of climate and climate change by Amazonian communities. **Global Environmental Change Human and Policy Dimensions**, v. 57, p. 101923, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.007>.

HOEGH-GULDBERG, O.; JACOB, D.; TAYLOR, M.; BINDI, M.; BROWN, S.; CAMILLONI, I.; DIEDHIOU, A.; DJALANTE, R.; EBI, K. L.; ENGELBRECHT, F.; GUIOT, J.; HIJIOKA, Y.; MEHROTRA, S.; PAYNE, A.; SENEVIRATNE, S. I.; THOMAS, A.; WARREN, R.; ZHOU, G. 2018: **Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems**. In: **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty**. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai,

H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)). Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2018. pp. 175-312. DOI:10.1017/9781009157940.005.

IPCC, 2014: **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 388p.

MARENGO, J. A.; LIMA, J. W. M; COLLISCHONN, W. **Efeitos das Mudanças Climáticas na Geração de Energia Elétrica**. São Paulo: AES Tietê, 2014.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

MARTIN, G. M.; BELLOUIN, N.; COLLINS, W. J.; CULVERWELL, I. D.; HALLORAN, P. R. The HadGEM2 Family of Met Office Unified Model Climate Configurations. **Geoscientific Model Development**, v. 4, p. 723-757, 2011.

NOBRE C. A.; SAMPAIO G.; SALAZAR L. **Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do século 21**. Parcerias estratégicas. Brasília: n.27 dezembro 2008

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

BHANDARI P.; WARSZAWSKI N.; COGAN D.; GERHOLDT R. **O que são as “perdas e danos” das mudanças climáticas?**. ArchDaily Brasil. 08 Mai 2022.

RANDALL, D. **General Circulation Model Development: Past, Present and future**. Academic Press: San Diego, CA, 2000. 781p.

RIMA, 2010. **Relatório de impacto ambiental, UHE Teles Pires**. Empresa de Pesquisa Energética.

SALAZAR, L.; NOBRE, C. A.; GILVAIN, S. Mudanças Climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 22-27, 2007.

SANTOS, J. S.; FELTRAN-BARBIERI, R.; FONTE, E. S.; BALMFORD, A.; MAIOLI, V.; LATAWIEC, A.; STRAUSSBURG, B. B. N.; PHALAN, B. T. Characterising the spatial distribution of opportunities and constraints for land sparing in Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1946, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58770-5> .

SIMÕES, R.; PICOLI, M. C. A.; CAMARA, G.; MACIEL, A.; SANTOS, L.; ANDRADE, P. R.; SÁNCHEZ, A.; FERREIRA, K.; CARVALHO, A. Land use and cover maps for Mato Grosso State in Brazil from 2001 to 2017. **Scientific Data**, v. 7, n. 34, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0371-4>.

SIMONOVIC, S. Bringing future climatic change into water resources management practice today. **Water Resources Management**, v. 31, n. 10, p. 2933-2950, 2017.

SILVEIRA, C. S.; SOUZA FILHO, F. A.; MARTINS, E. S. P. R., OLIVEIRA, J. L.; COSTA, A. C.; NOBREGA, M. T.; SOUZA, S. A.; SILVA, R. F. V. Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 2, p. 416 – 428, 2016.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação Climática E Balanço Hídrico Climatológico No Estado De Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 1, n. 1, p.34-43, out./dez., 2013

TANAKA, A.A; SOUZA, A. P.; KLAR, A. E.; SILVA, A. C.; GOMES, A. W. A. Evapotranspiração De Referência Estimada Por Modelos Simplificados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.2, p.91-104, fev. 2016

TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos**. Colaboração da Associação Brasileira de Recursos Hídricos/ABRH. 2ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

TUCCI, C. E. M. Mudanças climáticas e impactos sobre os recursos hídricos no Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 34, p. 137- 156, 2007.

TUCCI, C. E. M. Modelos Hidrológicos. **A Elasticidade Da Vazão**. Editora da UFRGS. 2009.

TUCCI, C. E. M. Modelos hidrológicos, Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998. 668p.

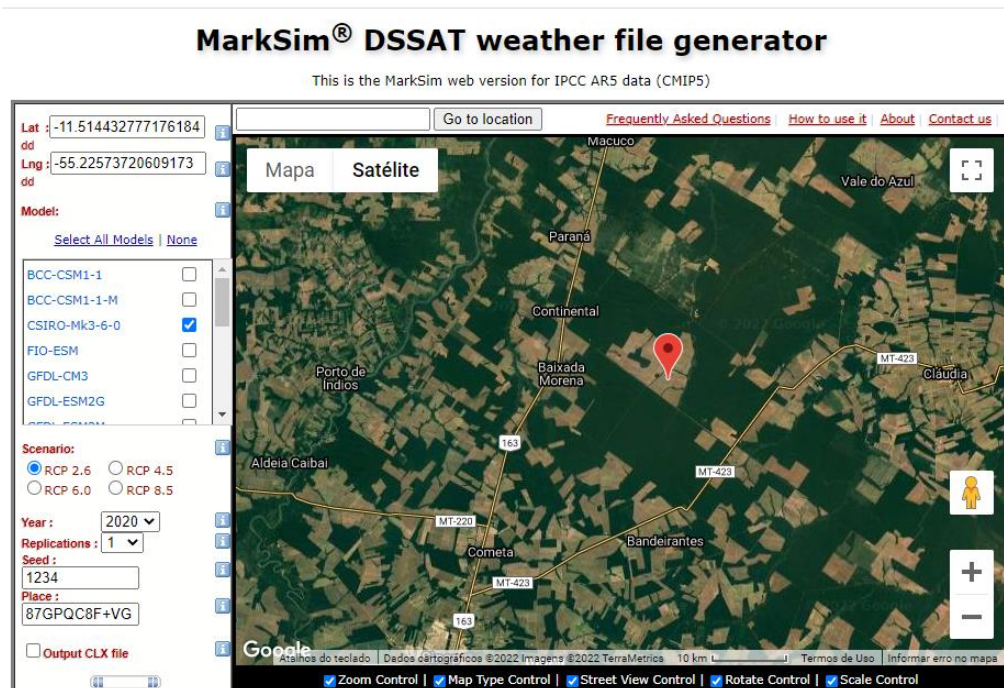
ZAIATZ, A. P. S. R.; ZOLIN, C. A.; VENDRUSCULO, L. G.; LOPES, T. R.; PAULINO, J. Agricultural land use and cover change in the Cerrado/Amazon ecotone: a case study of the

upper Teles Pires River basin. **Acta Amazônica**, v. 48, n. 2, p. 168-177, 2018. DOI:
<https://doi.org/10.1590/1809-4392201701930>.

7 APÊNDICE

7.1 Apêndice A

7.1.1 Plataforma utilizada para obtenção dos modelos.



7.1.2 Resultado da avaliação da quantidade de replicação de precipitação total da sub-bacia hidrográfica do rio Renato, no período de 2019.

Precipitação anual (mm) - Continental/2019											
Modelos	Cenários	Replicações									P (mm) EMA*
		1	3	4	5	10	20	30	50	99	
CSIRO-Mk3-6-0	2.6	2.105	1.905	1.933	1.935	1.863	1.853	1.841	1.851	1.870	2.004
HadGEM2-ES	2.6	2.109	1.830	1.946	1.908	1.954	1.859	1.779	1.767	1.781	
MIROC5	2.6	1.990	1.837	1.964	1.960	1.841	1.852	1.850	1.857	1.833	
CSIRO-Mk3-6-0	4.5	2.256	1.942	1.907	1.904	1.982	1.980	1.913	1.911	1.935	
HadGEM2-ES	4.5	2.263	1.856	1.883	1.921	1.893	1.901	1.847	1.871	1.862	
MIROC5	4.5	1.908	1.914	1.989	1.968	1.896	1.881	1.848	1.856	1.843	
CSIRO-Mk3-6-0	8.5	2.097	1.971	2.033	1.969	1.991	1.921	1.901	1.877	1.871	
HadGEM2-ES	8.5	2.100	1.905	1.894	1.902	1.859	1.819	1.785	1.792	1.785	
MIROC5	8.5	1.898	1.775	1.817	1.823	1.809	1.840	1.843	1.821	1.822	

7.1.3 Resultado da avaliação da quantidade de replicação de precipitação total da sub-bacia hidrográfica do rio Renato, no período de 2020.

Precipitação anual (mm) - Continental/2020											
Modelos	Cenários	Replicações									P (mm) EMA*
		1	3	4	5	10	20	30	50	99	
CSIRO-Mk3-6-0	2.6	2.096	2.072	2.105	2.033	2.005	1.905	1.877	1.862	1.867	2121,4
HadGEM2-ES	2.6	2.109	1.830	1.946	1.908	1.954	1.852	1.804	1.787	1.780	
MIROC5	2.6	1.892	1.764	1.824	1.846	1.808	1.804	1.803	1.839	1.807	
CSIRO-Mk3-6-0	4.5	2.095	1.978	1.941	1.947	1.893	1.901	1.870	1.910	1.917	
HadGEM2-ES	4.5	2.234	1.865	1.894	1.959	1.868	1.902	1.849	1.857	1.858	
MIROC5	4.5	1.996	1.844	1.923	1.931	1.896	1.873	1.804	1.836	1.824	
CSIRO-Mk3-6-0	8.5	2.220	1.819	1.822	1.852	1.904	1.899	1.893	1.899	1.908	
HadGEM2-ES	8.5	2.292	2.054	1.977	1.961	1.913	1.855	1.818	1.813	1.809	
MIROC5	8.5	1.893	1.804	1.855	1.875	1.843	1.849	1.818	1.825	1.805	

7.1.4 Resultado da avaliação da quantidade de replicação de temperatura média do ar da sub-bacia hidrográfica do rio Renato, no período de 2019.

Temperatura média anual (°C) - Continental/2019											
Modelos	Cenários	Replicações									T (°C) EMA*
		1	3	4	5	10	20	30	50	99	
CSIRO-Mk3-6-0	2.6	26,57	26,19	26,00	26,12	26,14	26,12	26,19	26,18	26,19	25,88
HadGEM2-ES	2.6	26,82	26,45	26,27	26,38	26,41	26,37	26,43	26,41	26,43	
MIROC5	2.6	27,78	27,90	27,78	27,92	28,02	28,04	28,11	28,10	28,13	
CSIRO-Mk3-6-0	4.5	26,40	26,02	25,83	25,94	25,97	25,95	26,02	26,01	26,02	
HadGEM2-ES	4.5	26,54	26,17	25,98	26,10	26,12	26,10	26,17	26,16	26,17	
MIROC5	4.5	27,36	26,98	26,80	26,91	26,94	26,92	26,99	26,97	26,99	
CSIRO-Mk3-6-0	8.5	26,40	26,01	25,83	25,94	25,97	25,95	26,02	26,01	26,02	
HadGEM2-ES	8.5	26,66	26,29	26,11	26,22	26,24	26,22	26,30	26,28	26,30	
MIROC5	8.5	27,87	27,50	27,33	27,43	27,46	27,44	27,51	27,49	27,51	

7.1.5 Resultado da avaliação da quantidade de replicação de temperatura média do ar da sub-bacia hidrográfica do rio Renato, no período de 2020.

Temperatura média anual (°C) - Continental/2020											
Modelos	Cenários	Replicações									T (°C) EMA*
		1	3	4	5	10	20	30	50	99	
CSIRO-Mk3-6-0	2.6	26,60	26,22	26,04	26,15	26,18	26,16	26,23	26,21	26,23	25,25
HadGEM2-ES	2.6	26,82	26,45	26,27	26,38	26,41	26,39	26,46	26,44	26,46	
MIROC5	2.6	28,55	28,20	28,03	28,13	28,16	28,14	28,20	28,18	28,20	
CSIRO-Mk3-6-0	4.5	26,45	26,07	25,88	25,99	26,02	26,00	26,07	26,06	26,07	
HadGEM2-ES	4.5	26,59	26,22	26,03	26,15	26,17	26,15	26,22	26,21	26,22	
MIROC5	4.5	27,38	27,01	26,83	26,93	26,96	26,94	27,01	27,00	27,01	
CSIRO-Mk3-6-0	8.5	26,45	26,07	25,88	26,00	26,02	26,00	26,07	26,06	26,08	
HadGEM2-ES	8.5	26,70	26,32	26,14	26,26	26,28	26,26	26,33	26,32	26,34	
MIROC5	8.5	27,94	27,58	27,40	27,51	27,54	27,52	27,58	27,57	27,58	

7.2 Apêndice B

7.2.1 Obtenção de dados na plataforma Copernicus.

Home Search Datasets Applications Your requests Toolbox Support Live

CMIP5 daily data on single levels

CDS has resumed to normal operation. Still some works in the background might temporally affect the system. For more updated information please visit our [User Forum](#) or [So...](#)

Overview Download data Quality assessment Documentation

Experiment ?

☐ AMIP
 ☐ Historical
 ☒ RCP 2.6
 ☐ RCP 4.5
 ☐ RCP 6.0
 ☐ RCP 8.5

Variable ?

☐ 10m wind speed
 ☒ Maximum 2m temperature in the last 24 hours
 ☐ Mean sea level pressure
 ☐ Near-surface specific humidity
 ☐ Daily near-surface relative humidity
 ☐ 2m temperature
 ☒ Mean precipitation flux
 ☒ Minimum 2m temperature in the last 24 hours
 ☐ Snowfall
 ☐ Surface solar radiation downwards

Select all Clear all

Model ?

- ☐ Inmcm4 (INM, Russia)
- ☐ ACCESS1-3 (BoM-CSIRO, Australia)
- ☐ bcc-csm1-1-m (BCC, China)
- ☐ CCSM4 (NCAR, USA)
- ☐ CESM1-CAM5 (NCAR, USA)
- ☐ CMCC-CM (CMCC, Italy)
- ☐ CNRM-CM5 (CNRM-CERFACS, France)
- ☐ CanAM4 (CCCMA, Canada)
- ☐ CanESM2 (CCCMA, Canada)
- ☐ FGOALS-g2 (LASG/IAP, China)
- ☐ GFDL-CM3 (NOAA, USA)
- ☐ GFDL-ESM2M (NOAA, USA)
- ☐ GFDL-HIRAM-C360 (NOAA, USA)
- ☐ GISS-E2-R (NASA, USA)
- ☐ HadGEM2-A (UK Met Office, UK)
- ☒ **HadGEM2-ES (UK Met Office, UK)**
- ☐ IPSL-CM5A-MR (IPSL, France)
- ☐ MPI-ESM-LR (MPI, Germany)
- ☐ MPI-ESM-P (MPI, Germany)
- ☐ ACCESS1-0 (BoM-CSIRO, Australia)
- ☐ bcc-csm1-1 (BCC, China)
- ☐ BNU-ESM (BNU, China)
- ☐ CESM1-BGC (NCAR, USA)
- ☐ CMCC-CESM (CMCC, Italy)
- ☐ CMCC-CMS (CMCC, Italy)
- ☐ CSIRO-Mk3-6-0 (CSIRO, Australia)
- ☐ CanCM4 (CCCMA, Canada)
- ☐ EC-EARTH (EC-EARTH consortium, Europe)
- ☐ FGOALS-s2 (LASG/IAP, China)
- ☐ GFDL-ESM2G (NOAA, USA)
- ☐ GFDL-HIRAM-C180 (NOAA, USA)
- ☐ GISS-E2-H (NASA, USA)
- ☐ HadCM3 (UK Met Office, UK)
- ☐ HadGEM2-CC (UK Met Office, UK)
- ☐ IPSL-CM5A-LR (IPSL, France)
- ☐ IPSL-CM5B-LR (IPSL, France)
- ☐ MPI-ESM-MR (MPI, Germany)
- ☐ NorESM1-M (NCC, Norway)

Clear all

Ensemble member ?

- ☐ r10i1p1
- ☐ r11i1p1
- ☐ r12i1p1
- ☐ r13i1p1
- ☐ r14i1p1
- ☐ r15i1p1
- ☐ r16i1p1
- ☐ r17i1p1
- ☐ r18i1p1
- ☐ r19i1p1
- ☐ r20i1p1
- ☐ r21i1p1
- ☐ r22i1p1
- ☐ r23i1p1
- ☐ r24i1p1
- ☐ r25i1p1
- ☐ r26i1p1
- ☐ r27i1p1
- ☐ r28i1p1
- ☐ r29i1p1
- ☐ r30i1p1
- ☐ r31i1p1
- ☐ r32i1p1
- ☐ r33i1p1
- ☐ r34i1p1
- ☐ r35i1p1
- ☐ r36i1p1
- ☐ r37i1p1
- ☐ r38i1p1
- ☐ r39i1p1
- ☐ r40i1p1
- ☐ r41i1p1
- ☐ r42i1p1
- ☐ r43i1p1
- ☐ r44i1p1
- ☐ r45i1p1
- ☐ r46i1p1
- ☐ r47i1p1
- ☐ r48i1p1
- ☐ r49i1p1
- ☐ r50i1p1
- ☐ r51i1p1
- ☐ r52i1p1
- ☐ r53i1p1
- ☐ r54i1p1
- ☐ r55i1p1
- ☐ r56i1p1
- ☐ r57i1p1
- ☐ r58i1p1
- ☐ r59i1p1
- ☐ r60i1p1
- ☐ r61i1p1
- ☐ r62i1p1
- ☐ r63i1p1
- ☐ r64i1p1
- ☐ r65i1p1
- ☐ r66i1p1
- ☐ r67i1p1
- ☐ r68i1p1
- ☐ r69i1p1
- ☐ r70i1p1
- ☐ r71i1p1
- ☐ r72i1p1
- ☐ r73i1p1
- ☐ r74i1p1
- ☐ r75i1p1
- ☐ r76i1p1
- ☐ r77i1p1
- ☐ r78i1p1
- ☐ r79i1p1
- ☐ r80i1p1
- ☐ r81i1p1
- ☐ r82i1p1
- ☐ r83i1p1
- ☐ r84i1p1
- ☐ r85i1p1
- ☐ r86i1p1
- ☐ r87i1p1
- ☐ r88i1p1
- ☐ r89i1p1
- ☐ r90i1p1
- ☐ r91i1p1
- ☐ r92i1p1
- ☐ r93i1p1
- ☐ r94i1p1
- ☐ r95i1p1
- ☐ r96i1p1
- ☐ r97i1p1
- ☐ r98i1p1
- ☐ r99i1p1
- ☐ r100i1p1
- ☐ r101i1p1
- ☐ r102i1p1
- ☐ r103i1p1
- ☐ r104i1p1
- ☐ r105i1p1
- ☐ r106i1p1
- ☐ r107i1p1
- ☐ r108i1p1
- ☐ r109i1p1
- ☐ r110i1p1
- ☐ r111i1p1
- ☐ r112i1p1
- ☐ r113i1p1
- ☐ r114i1p1
- ☐ r115i1p1
- ☐ r116i1p1
- ☐ r117i1p1
- ☐ r118i1p1
- ☐ r119i1p1
- ☐ r120i1p1
- ☐ r121i1p1
- ☐ r122i1p1
- ☐ r123i1p1
- ☐ r124i1p1
- ☐ r125i1p1
- ☐ r126i1p1
- ☐ r127i1p1
- ☐ r128i1p1
- ☐ r129i1p1
- ☐ r130i1p1
- ☐ r131i1p1
- ☐ r132i1p1
- ☐ r133i1p1
- ☐ r134i1p1
- ☐ r135i1p1
- ☐ r136i1p1
- ☐ r137i1p1
- ☐ r138i1p1
- ☐ r139i1p1
- ☐ r140i1p1
- ☐ r141i1p1
- ☐ r142i1p1
- ☐ r143i1p1
- ☐ r144i1p1
- ☐ r145i1p1
- ☐ r146i1p1
- ☐ r147i1p1
- ☐ r148i1p1
- ☐ r149i1p1
- ☐ r150i1p1
- ☐ r151i1p1
- ☐ r152i1p1
- ☐ r153i1p1
- ☐ r154i1p1
- ☐ r155i1p1
- ☐ r156i1p1
- ☐ r157i1p1
- ☐ r158i1p1
- ☐ r159i1p1
- ☐ r160i1p1
- ☐ r161i1p1
- ☐ r162i1p1
- ☐ r163i1p1
- ☐ r164i1p1
- ☐ r165i1p1
- ☐ r166i1p1
- ☐ r167i1p1
- ☐ r168i1p1
- ☐ r169i1p1
- ☐ r170i1p1
- ☐ r171i1p1
- ☐ r172i1p1
- ☐ r173i1p1
- ☐ r174i1p1
- ☐ r175i1p1
- ☐ r176i1p1
- ☐ r177i1p1
- ☐ r178i1p1
- ☐ r179i1p1
- ☐ r180i1p1
- ☐ r181i1p1
- ☐ r182i1p1
- ☐ r183i1p1
- ☐ r184i1p1
- ☐ r185i1p1
- ☐ r186i1p1
- ☐ r187i1p1
- ☐ r188i1p1
- ☐ r189i1p1
- ☐ r190i1p1
- ☐ r191i1p1
- ☐ r192i1p1
- ☐ r193i1p1
- ☐ r194i1p1
- ☐ r195i1p1
- ☐ r196i1p1
- ☐ r197i1p1
- ☐ r198i1p1
- ☐ r199i1p1
- ☐ r200i1p1
- ☐ r201i1p1
- ☐ r202i1p1
- ☐ r203i1p1
- ☐ r204i1p1
- ☐ r205i1p1
- ☐ r206i1p1
- ☐ r207i1p1
- ☐ r208i1p1
- ☐ r209i1p1
- ☐ r210i1p1
- ☐ r211i1p1
- ☐ r212i1p1
- ☐ r213i1p1
- ☐ r214i1p1
- ☐ r215i1p1
- ☐ r216i1p1
- ☐ r217i1p1
- ☐ r218i1p1
- ☐ r219i1p1
- ☐ r220i1p1
- ☐ r221i1p1
- ☐ r222i1p1
- ☐ r223i1p1
- ☐ r224i1p1
- ☐ r225i1p1
- ☐ r226i1p1
- ☐ r227i1p1
- ☐ r228i1p1
- ☐ r229i1p1
- ☐ r230i1p1
- ☐ r231i1p1
- ☐ r232i1p1
- ☐ r233i1p1
- ☐ r234i1p1
- ☐ r235i1p1
- ☐ r236i1p1
- ☐ r237i1p1
- ☐ r238i1p1
- ☐ r239i1p1
- ☐ r240i1p1
- ☐ r241i1p1
- ☐ r242i1p1
- ☐ r243i1p1
- ☐ r244i1p1
- ☐ r245i1p1
- ☐ r246i1p1
- ☐ r247i1p1
- ☐ r248i1p1
- ☐ r249i1p1
- ☐ r250i1p1
- ☐ r251i1p1
- ☐ r252i1p1
- ☐ r253i1p1
- ☐ r254i1p1
- ☐ r255i1p1
- ☐ r256i1p1
- ☐ r257i1p1
- ☐ r258i1p1
- ☐ r259i1p1
- ☐ r260i1p1
- ☐ r261i1p1
- ☐ r262i1p1
- ☐ r263i1p1
- ☐ r264i1p1
- ☐ r265i1p1
- ☐ r266i1p1
- ☐ r267i1p1
- ☐ r268i1p1
- ☐ r269i1p1
- ☐ r270i1p1
- ☐ r271i1p1
- ☐ r272i1p1
- ☐ r273i1p1
- ☐ r274i1p1
- ☐ r275i1p1
- ☐ r276i1p1
- ☐ r277i1p1
- ☐ r278i1p1
- ☐ r279i1p1
- ☐ r280i1p1
- ☐ r281i1p1
- ☐ r282i1p1
- ☐ r283i1p1
- ☐ r284i1p1
- ☐ r285i1p1
- ☐ r286i1p1
- ☐ r287i1p1
- ☐ r288i1p1
- ☐ r289i1p1
- ☐ r290i1p1
- ☐ r291i1p1
- ☐ r292i1p1
- ☐ r293i1p1
- ☐ r294i1p1
- ☐ r295i1p1
- ☐ r296i1p1
- ☐ r297i1p1
- ☐ r298i1p1
- ☐ r299i1p1
- ☐ r300i1p1
- ☐ r301i1p1
- ☐ r302i1p1
- ☐ r303i1p1
- ☐ r304i1p1
- ☐ r305i1p1
- ☐ r306i1p1
- ☐ r307i1p1
- ☐ r308i1p1
- ☐ r309i1p1
- ☐ r310i1p1
- ☐ r311i1p1
- ☐ r312i1p1
- ☐ r313i1p1
- ☐ r314i1p1
- ☐ r315i1p1
- ☐ r316i1p1
- ☐ r317i1p1
- ☐ r318i1p1
- ☐ r319i1p1
- ☐ r320i1p1
- ☐ r321i1p1
- ☐ r322i1p1
- ☐ r323i1p1
- ☐ r324i1p1
- ☐ r325i1p1
- ☐ r326i1p1
- ☐ r327i1p1
- ☐ r328i1p1
- ☐ r329i1p1
- ☐ r330i1p1
- ☐ r331i1p1
- ☐ r332i1p1
- ☐ r333i1p1
- ☐ r334i1p1
- ☐ r335i1p1
- ☐ r336i1p1
- ☐ r337i1p1
- ☐ r338i1p1
- ☐ r339i1p1
- ☐ r340i1p1
- ☐ r341i1p1
- ☐ r342i1p1
- ☐ r343i1p1
- ☐ r344i1p1
- ☐ r345i1p1
- ☐ r346i1p1
- ☐ r347i1p1
- ☐ r348i1p1
- ☐ r349i1p1
- ☐ r350i1p1
- ☐ r351i1p1
- ☐ r352i1p1
- ☐ r353i1p1
- ☐ r354i1p1
- ☐ r355i1p1
- ☐ r356i1p1
- ☐ r357i1p1
- ☐ r358i1p1
- ☐ r359i1p1
- ☐ r360i1p1
- ☐ r361i1p1
- ☐ r362i1p1
- ☐ r363i1p1
- ☐ r364i1p1
- ☐ r365i1p1
- ☐ r366i1p1
- ☐ r367i1p1
- ☐ r368i1p1
- ☐ r369i1p1
- ☐ r370i1p1
- ☐ r371i1p1
- ☐ r372i1p1
- ☐ r373i1p1
- ☐ r374i1p1
- ☐ r375i1p1
- ☐ r376i1p1
- ☐ r377i1p1
- ☐ r378i1p1
- ☐ r379i1p1
- ☐ r380i1p1
- ☐ r381i1p1
- ☐ r382i1p1
- ☐ r383i1p1
- ☐ r384i1p1
- ☐ r385i1p1
- ☐ r386i1p1
- ☐ r387i1p1
- ☐ r388i1p1
- ☐ r389i1p1
- ☐ r390i1p1
- ☐ r391i1p1
- ☐ r392i1p1
- ☐ r393i1p1
- ☐ r394i1p1
- ☐ r395i1p1
- ☐ r396i1p1
- ☐ r397i1p1
- ☐ r398i1p1
- ☐ r399i1p1
- ☐ r400i1p1
- ☐ r401i1p1
- ☐ r402i1p1
- ☐ r403i1p1
- ☐ r404i1p1
- ☐ r405i1p1
- ☐ r406i1p1
- ☐ r407i1p1
- ☐ r408i1p1
- ☐ r409i1p1
- ☐ r410i1p1
- ☐ r411i1p1
- ☐ r412i1p1
- ☐ r413i1p1
- ☐ r414i1p1
- ☐ r415i1p1
- ☐ r416i1p1
- ☐ r417i1p1
- ☐ r418i1p1
- ☐ r419i1p1
- ☐ r420i1p1
- ☐ r421i1p1
- ☐ r422i1p1
- ☐ r423i1p1
- ☐ r424i1p1
- ☐ r425i1p1
- ☐ r426i1p1
- ☐ r427i1p1
- ☐ r428i1p1
- ☐ r429i1p1
- ☐ r430i1p1
- ☐ r431i1p1
- ☐ r432i1p1
- ☐ r433i1p1
- ☐ r434i1p1
- ☐ r435i1p1
- ☐ r436i1p1
- ☐ r437i1p1
- ☐ r438i1p1
- ☐ r439i1p1
- ☐ r440i1p1
- ☐ r441i1p1
- ☐ r442i1p1
- ☐ r443i1p1
- ☐ r444i1p1
- ☐ r445i1p1
- ☐ r446i1p1
- ☐ r447i1p1
- ☐ r448i1p1
- ☐ r449i1p1
- ☐ r450i1p1
- ☐ r451i1p1
- ☐ r452i1p1
- ☐ r453i1p1
- ☐ r454i1p1
- ☐ r455i1p1
- ☐ r456i1p1
- ☐ r457i1p1
- ☐ r458i1p1
- ☐ r459i1p1
- ☐ r460i1p1
- ☐ r461i1p1
- ☐ r462i1p1
- ☐ r463i1p1
- ☐ r464i1p1
- ☐ r465i1p1
- ☐ r466i1p1
- ☐ r467i1p1
- ☐ r468i1p1
- ☐ r469i1p1
- ☐ r470i1p1
- ☐ r471i1p1
- ☐ r472i1p1
- ☐ r473i1p1
- ☐ r474i1p1
- ☐ r475i1p1
- ☐ r476i1p1
- ☐ r477i1p1
- ☐ r478i1p1
- ☐ r479i1p1
- ☐ r480i1p1
- ☐ r481i1p1
- ☐ r482i1p1
- ☐ r483i1p1
- ☐ r484i1p1
- ☐ r485i1p1
- ☐ r486i1p1
- ☐ r487i1p1
- ☐ r488i1p1
- ☐ r489i1p1
- ☐ r490i1p1
- ☐ r491i1p1
- ☐ r492i1p1
- ☐ r493i1p1
- ☐ r494i1p1
- ☐ r495i1p1
- ☐ r496i1p1
- ☐ r497i1p1
- ☐ r498i1p1
- ☐ r499i1p1
- ☐ r500i1p1
- ☐ r501i1p1
- ☐ r502i1p1
- ☐ r503i1p1
- ☐ r504i1p1
- ☐ r505i1p1
- ☐ r506i1p1
- ☐ r507i1p1
- ☐ r508i1p1
- ☐ r509i1p1
- ☐ r510i1p1
- ☐ r511i1p1
- ☐ r512i1p1
- ☐ r513i1p1
- ☐ r514i1p1
- ☐ r515i1p1
- ☐ r516i1p1
- ☐ r517i1p1
- ☐ r518i1p1
- ☐ r519i1p1
- ☐ r520i1p1
- ☐ r521i1p1
- ☐ r522i1p1
- ☐ r523i1p1
- ☐ r524i1p1
- ☐ r525i1p1
- ☐ r526i1p1
- ☐ r527i1p1
- ☐ r528i1p1
- ☐ r529i1p1
- ☐ r530i1p1
- ☐ r531i1p1
- ☐ r532i1p1
- ☐ r533i1p1
- ☐ r534i1p1
- ☐ r535i1p1
- ☐ r536i1p1
- ☐ r537i1p1
- ☐ r538i1p1
- ☐ r539i1p1
- ☐ r540i1p1
- ☐ r541i1p1
- ☐ r542i1p1
- ☐ r543i1p1
- ☐ r544i1p1
- ☐ r545i1p1
- ☐ r546i1p1
- ☐ r547i1p1
- ☐ r548i1p1
- ☐ r549i1p1
- ☐ r550i1p1
- ☐ r551i1p1
- ☐ r552i1p1
- ☐ r553i1p1
- ☐ r554i1p1
- ☐ r555i1p1
- ☐ r556i1p1
- ☐ r557i1p1
- ☐ r558i1p1
- ☐ r559i1p1
- ☐ r560i1p1
- ☐ r561i1p1
- ☐ r562i1p1
- ☐ r563i1p1
- ☐ r564i1p1
- ☐ r565i1p1
- ☐ r566i1p1
- ☐ r567i1p1
- ☐ r568i1p1
- ☐ r569i1p1
- ☐ r570i1p1
- ☐ r571i1p1
- ☐ r572i1p1
- ☐ r573i1p1
- ☐ r574i1p1
- ☐ r575i1p1
- ☐ r576i1p1
- ☐ r577i1p1
- ☐ r578i1p1
- ☐ r579i1p1
- ☐ r580i1p1
- ☐ r581i1p1
- ☐ r582i1p1
- ☐ r583i1p1
- ☐ r584i1p1
- ☐ r585i1p1
- ☐ r586i1p1
- ☐ r587i1p1
- ☐ r588i1p1
- ☐ r589i1p1
- ☐ r590i1p1
- ☐ r591i1p1
- ☐ r592i1p1
- ☐ r593i1p1
- ☐ r594i1p1
- ☐ r595i1p1
- ☐ r596i1p1
- ☐ r597i1p1
- ☐ r598i1p1
- ☐ r599i1p1
- ☐ r600i1p1
- ☐ r601i1p1
- ☐ r602i1p1
- ☐ r603i1p1
- ☐ r604i1p1
- ☐ r605i1p1
- ☐ r606i1p1
- ☐ r607i1p1
- ☐ r608i1p1
- ☐ r609i1p1
- ☐ r610i1p1
- <

☐ 20540101-20540630	☐ 20540101-20541231	☐ 20550101-20550731	☐ 20550101-20551231
☐ 20551201-20601130	☒ 20551201-20651130	☐ 20560101-20561231	☐ 20560101-20601231
☐ 20560101-20651231	☐ 20560101-20801231	☐ 20560101-21001231	☐ 20570101-20571231
☐ 20580101-20581231	☐ 20590101-20591231	☐ 20600101-20601231	☐ 20600101-20691231
☐ 20601201-20651130	☐ 20610101-20611231	☐ 20610101-20651231	☐ 20610101-20901231
☐ 20611201-20711130	☐ 20620101-20621231	☐ 20630101-20631231	☐ 20640101-20641231
☐ 20650101-20651231	☐ 20651201-20701130	☒ 20651201-20751130	☐ 20660101-20661231
☐ 20660101-20701231	☐ 20660101-20751231	☐ 20660101-20851231	☐ 20670101-20671231
☐ 20680101-20681231	☐ 20690101-20691231	☐ 20700101-20701231	☐ 20700101-20791231
☐ 20701201-20751130	☐ 20710101-20711231	☐ 20710101-20751231	☐ 20710101-21001231
☐ 20711201-20811130	☐ 20720101-20721231	☐ 20730101-20731231	☐ 20740101-20741231
☐ 20750101-20751231	☐ 20751201-20801130	☒ 20751201-20851130	☐ 20760101-20761231
☐ 20760101-20801231	☐ 20760101-20851231	☐ 20760101-21001231	☐ 20770101-20771231
☐ 20780101-20781231	☐ 20790101-20791231	☐ 20800101-20801231	☐ 20800101-20891231
☐ 20801201-20851130	☐ 20810101-20811231	☐ 20810101-20851231	☐ 20810101-20991231
☐ 20810101-21001230	☐ 20810101-21001231	☐ 20811201-20911130	☐ 20820101-20821231
☐ 20830101-20831231	☐ 20840101-20841231	☐ 20850101-20851231	☐ 20851201-20901130
☒ 20851201-20951130	☐ 20860101-20861231	☐ 20860101-20901231	☐ 20860101-20951231
☐ 20860101-21001231	☐ 20870101-20871231	☐ 20880101-20881231	☐ 20890101-20891231
☐ 20900101-20901231	☐ 20900101-20991231	☐ 20900101-21001231	☐ 20901201-20951130
☐ 20910101-20911231	☐ 20910101-20951231	☐ 20910101-21001231	☐ 20911201-20991230
☐ 20920101-20921231	☐ 20930101-20931231	☐ 20940101-20941231	☐ 20950101-20951231
☐ 20951201-20991030	☐ 20951201-20991130	☐ 20951201-20991230	☐ 20951201-21001130
☒ 20951201-21001230	☐ 20960101-20961231	☐ 20960101-21001231	☐ 20970101-20971231
☐ 20980101-20981231	☐ 20990101-20990228	☐ 20990101-20991231	☐ 20991101-20991230
☐ 20991201-20991230	☐ 20991201-21091130	☐ 21000101-21001230	☐ 21000101-21001231
☐ 21000101-21991231	☐ 21001201-21001230	☐ 21010101-21011231	☐ 21010101-21091231
☐ 21010101-21201231	☐ 21010101-21241231	☐ 21010101-21501231	☐ 21010101-23001231
☐ 21020101-21021231	☐ 21030101-21031231	☐ 21040101-21041231	☐ 21050101-21051231
☐ 21060101-21061231	☐ 21070101-21071231	☐ 21080101-21081231	☐ 21090101-21091231
☐ 21091201-21191130	☐ 21100101-21101231	☐ 21100101-21191231	☐ 21110101-21111231
☐ 21120101-21121231	☐ 21130101-21131231	☐ 21140101-21141231	☐ 21150101-21151231
☐ 21160101-21161231	☐ 21170101-21171231	☐ 21180101-21181231	☐ 21190101-21191231
☐ 21191201-21291130	☐ 21200101-21201231	☐ 21200101-21291231	☐ 21210101-21211231
☐ 21210101-21401231	☐ 21220101-21221231	☐ 21230101-21231231	☐ 21240101-21241231
☐ 21250101-21251231	☐ 21250101-21491231	☐ 21260101-21261231	☐ 21270101-21271231
☐ 21280101-21281231	☐ 21290101-21291231	☐ 21291201-21391130	☐ 21300101-21301231
☐ 21300101-21391231	☐ 21310101-21311231	☐ 21320101-21321231	☐ 21330101-21331231
☐ 21340101-21341231	☐ 21350101-21351231	☐ 21360101-21361231	☐ 21370101-21371231
☐ 21380101-21381231	☐ 21390101-21391231	☐ 21391201-21491130	☐ 21400101-21400105
☐ 21400101-21491231	☐ 21410101-21601231	☐ 21491201-21591130	☐ 21500101-21591231

☐ 22010101-22011231	☐ 22010101-22091231	☐ 22010101-22201231	☐ 22010101-22501231
☐ 22020101-22021231	☐ 22030101-22031231	☐ 22060101-23001231	☐ 22091201-22191130
☐ 22100101-22191231	☐ 22191201-22291130	☐ 22200101-22291231	☐ 22210101-22401231
☐ 22250101-22491231	☐ 22291201-22391130	☐ 22300101-22391231	☐ 22391201-22491130
☐ 22400101-22491231	☐ 22410101-22601231	☐ 22491201-22591130	☐ 22500101-22591231
☐ 22500101-22741231	☐ 22510101-23001231	☐ 22591201-22691130	☐ 22600101-22691231
☐ 22610101-22801231	☐ 22691201-22791130	☐ 22700101-22801231	☐ 22750101-22991231
☐ 22750101-23001231	☐ 22791201-22891130	☐ 22810101-22891231	☐ 22810101-23001231
☐ 22891201-22991130	☐ 22900101-23001231	☐ 22991201-22991230	

Select all Clear all

Select all Clear all

Format

☒ Zip file (.zip)

☐ Compressed tar file (.tar.gz)

Clear all

Terms of use

☒ CMIPS - Data Access - Terms of Use [View terms](#)

Show API request

Show Toolbox request

Submit Form

7.2.2 Extração dos dados em arquivos NC. para CSV no Matlav.

