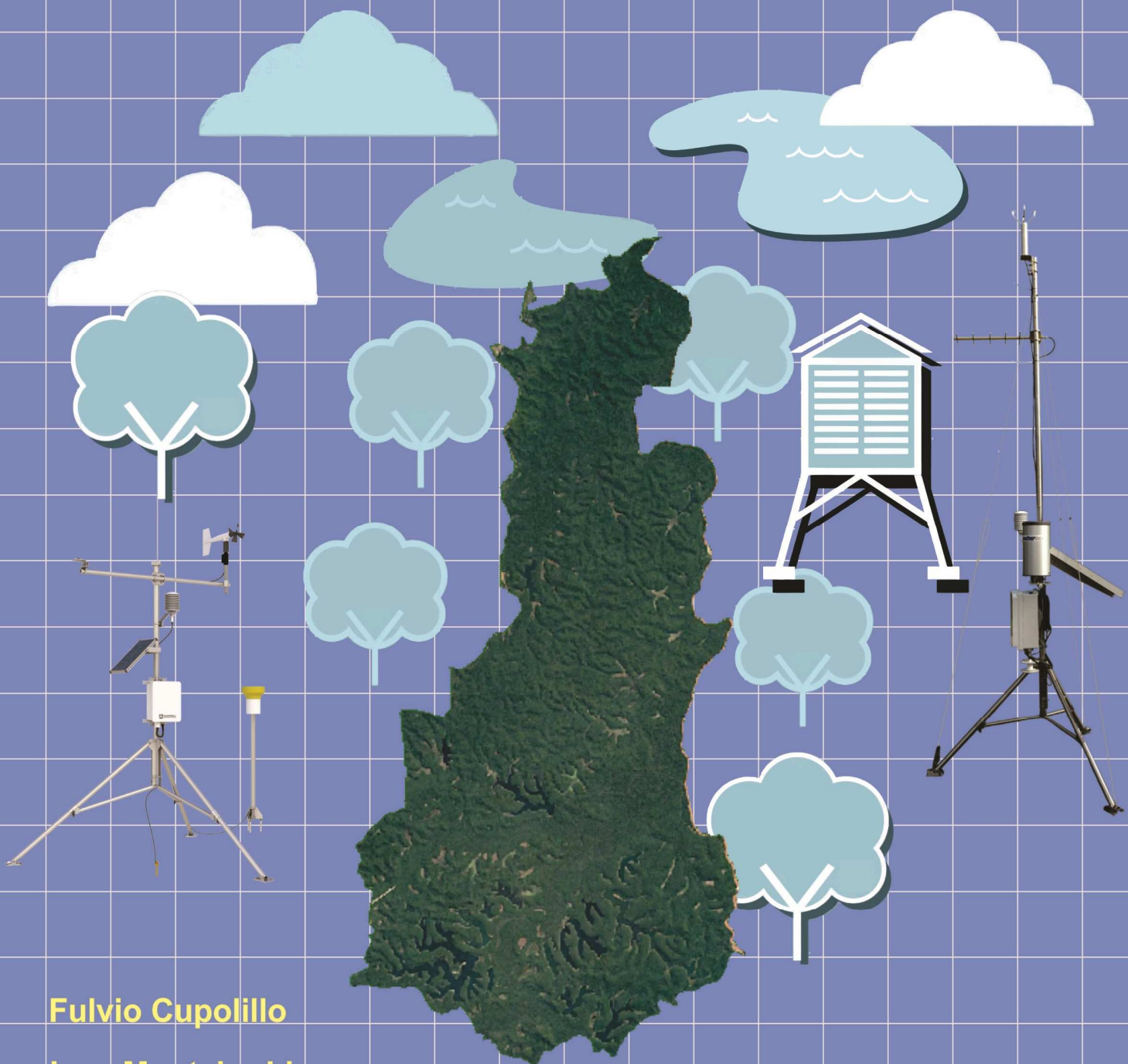


# BOLETIM CLIMAPERD

ISSN 2675 - 9837  
v. 03, n. 02 - Jan/2023

## PROGRAMA DE ESTUDOS DE LONGA DURAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO RIO DOCE - MG (PELD/PERD)



Fulvio Cupolillo

Jean Monteiro Lima

2022



**INSTITUTO FEDERAL**  
Minas Gerais



**Presidente da República**

Luiz Inácio Lula da Silva

**Ministro de Estado da Educação**

Camilo Santana

**Reitor do Instituto Federal Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG**

Kleber Gonçalves Glória

**Pró-reitor de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação, Desenvolvimento e Pesquisa - IFMG**

Fernando Gomes Braga

**Diretor Geral do IFMG - Campus Bambuí**

Rafael Bastos Teixeira

**Coordenadora do Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologias Ambientais –Campus Bambuí**

Gustavo Augusto Lacorte

**Diretor Geral do IFMG - Campus Governador Valadares**

Willerson Custódio da Silva

**Diretor de Ensino, Pesquisa e Extensão do IFMG - Campus Governador Valadares**

Tonimar Domiciano Arrigui Senra

**Editores**

Fulvio Cupolillo (IFMG – Campus Governador Valadares)

Jean Monteiro Lima (MSc por IFMG – Campus Bambuí)

**Conselho Editorial**

Daniela Martins Cunha (IFMG – Campus Governador Valadares)

Evandro Klen Panquestor (IFMG – Campus Governador Valadares)

Jairo Rodrigues Silva (IFMG – Campus Ouro Preto)

Fernanda Morcatti Coura (IFMG – Campus Bambuí)

Hygor Aritides Victor Rossoni (UFV – Campus Florestal)

Carlos Fernando Lemos (UFV – Campus Florestal)

Ludmila Silva Brighenti (UEMG – Campus Divinópolis)

Wellington Lopes Assis (UFMG)

Diego Guimarães Florencio Pujoni (UFMG)

Lizandro Gemiacki (INMET - 5°DISME)

Copyright © 2020 – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Boletim CLIMAPERD / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Edição Especial

- v.03, n.02 - Jan/2023 – Governador Valadares: IFMG, 2023.

Disponível em:

<https://www.ifmg.edu.br/governadorvaladares/pesquisa/laboratorio-de-climatologia/boletim-climaperd>

ISSN 2675 - 9837 - Publicação Mensal

## SUMÁRIO

<b>EDITORIAL</b>	<b>3</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2 – OBJETIVO GERAL</b>	<b>5</b>
<b>3 – MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>6</b>
<b>4 – RESULTADOS</b>	<b>8</b>
<b>5 – CONSIDERAÇÕES</b>	<b>18</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>20</b>

## EDITORIAL

Desde 1999 o CNPq vem apoiando sítios de pesquisas ecológicas de longa duração no Brasil, denominados sítios PELD e que são áreas de referência para a Pesquisa Ecológica no Brasil. Localizam-se nos mais diversos ecossistemas e nos principais biomas brasileiros, incluindo áreas preservadas e não-preservadas, onde são desenvolvidos estudos abordando desde longas séries temporais de dados sobre os ecossistemas e suas biotas associadas, até pesquisas temáticas de menor duração.

O projeto PELD/UFMG, é coordenado pelo DSc. Prof. Francisco Barbosa, e somos responsáveis pelo sítio **MLRD: Mata Atlântica e Sistema Lacustre do médio Rio Doce-MG**, tendo como área “core” o Parque Estadual do Rio Doce-PERD e áreas do seu entorno. Participam do PELD sítio#4 MLRD as seguintes instituições de pesquisa, ensino e extensão: UFMG, UFSJ, UFOP, UEMG e IFMG. A equipe do IFMG é liderada pelo pesquisador DSc. Fulvio Cupolillo (IFMG – Campi Governador Valadares e Bambuí), responsável pelo Subprojeto 8 – Climatologia, no qual, o MSc. Jean Monteiro Lima (Mestre pelo Programa MPSTA- Campus Bambuí) é um dos responsáveis pela elaboração desta série de boletins.

Neste número estamos lançando o Boletim Climatológico CLIMAPERD em sua 2ª fase, 1 ano de dados (2021/2022) de três estações meteorológicas localizadas no PERD e seu entorno (Caratinga e Timóteo).

Salienta-se que estas publicações, objetivam atender a demanda informativa dos pesquisadores e da sociedade em geral.

Os Autores

## 1 - INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de ecossistemas florestais e ecossistemas associados. Trata-se de uma das florestas mais ricas em diversidade de paisagens, fauna, flora e culturas humanas. No entanto, apesar de sua magnitude, é um dos biomas mais fragmentados e destruídos do planeta (SOS MATA ATLÂNTICA, 2011).

Seguindo preceitos de conservação, o Parque Estadual do Rio Doce (PERD) se apresenta como uma pequena porção do bioma de Mata Atlântica existente no Brasil e no estado de Minas Gerais. É considerado o maior remanescente contínuo do bioma Mata Atlântica do Estado. Importante pela elevada biodiversidade e endemismos, como também abriga boa parte dos lagos que compõem o sistema lacustre do médio Rio Doce, terceiro maior do Brasil (IEF-MG, 2008).

A Unidade de Conservação (UC) do PERD está inserida na região do Vale do Aço (Figura 1), onde concentra grande atividade industrial voltada para a produção de aço, abrigando também, grandes monoculturas de eucalipto para abastecimento da siderurgia, indústria de celulose, madeireira e pequenas propriedades agrosilvopastoris. Esta UC sofre pressão direta no seu entorno, da expansão urbana da Região Metropolitana do Vale do Aço e indiretamente do leste margeado pelo município de Caratinga. Apresenta redução da zona de amortecimento com ocupações irregulares, desmatamentos ilegais e contaminação do ar e da água, além dos impactos causados pela atividade turística e desastres naturais.

Nimer (1979), aponta a região Sudeste como a que mais possui um clima de transição, onde as turbulências e instabilidades atmosféricas dificultam as previsões de tempo, como reforçado por Cupolillo (2015), salientando que a atuação de vários sistemas atmosféricos acarreta dificuldades em identificar qual sistema atmosférico está atuando com maior ou menor intensidade na formação do tempo ou clima.

Da diversidade de sistemas atmosféricos atuantes na Região Sudeste do Brasil, alguns interferem no PERD, como: o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul - ASAS; Zona de Convergência da América do Sul - ZCAS<sup>1</sup>; os Sistemas Frontais - SF; o Anticiclone Alta da Bolívia - AB; Vórtice Ciclônico de Altos Níveis - VCAN e o Cavado do Nordeste - CN.

---

<sup>1</sup> Define-se como mais apropriado para a Zona de Convergência o uso da nomenclatura “Zona de Convergência da América do Sul” em vez de “Zona de Convergência do Atlântico Sul”, devido este mecanismo atmosférico ocorrer predominantemente sobre o continente, o qual é fator determinante para sua formação conforme Amaro, Lacerda e Molion (2008).

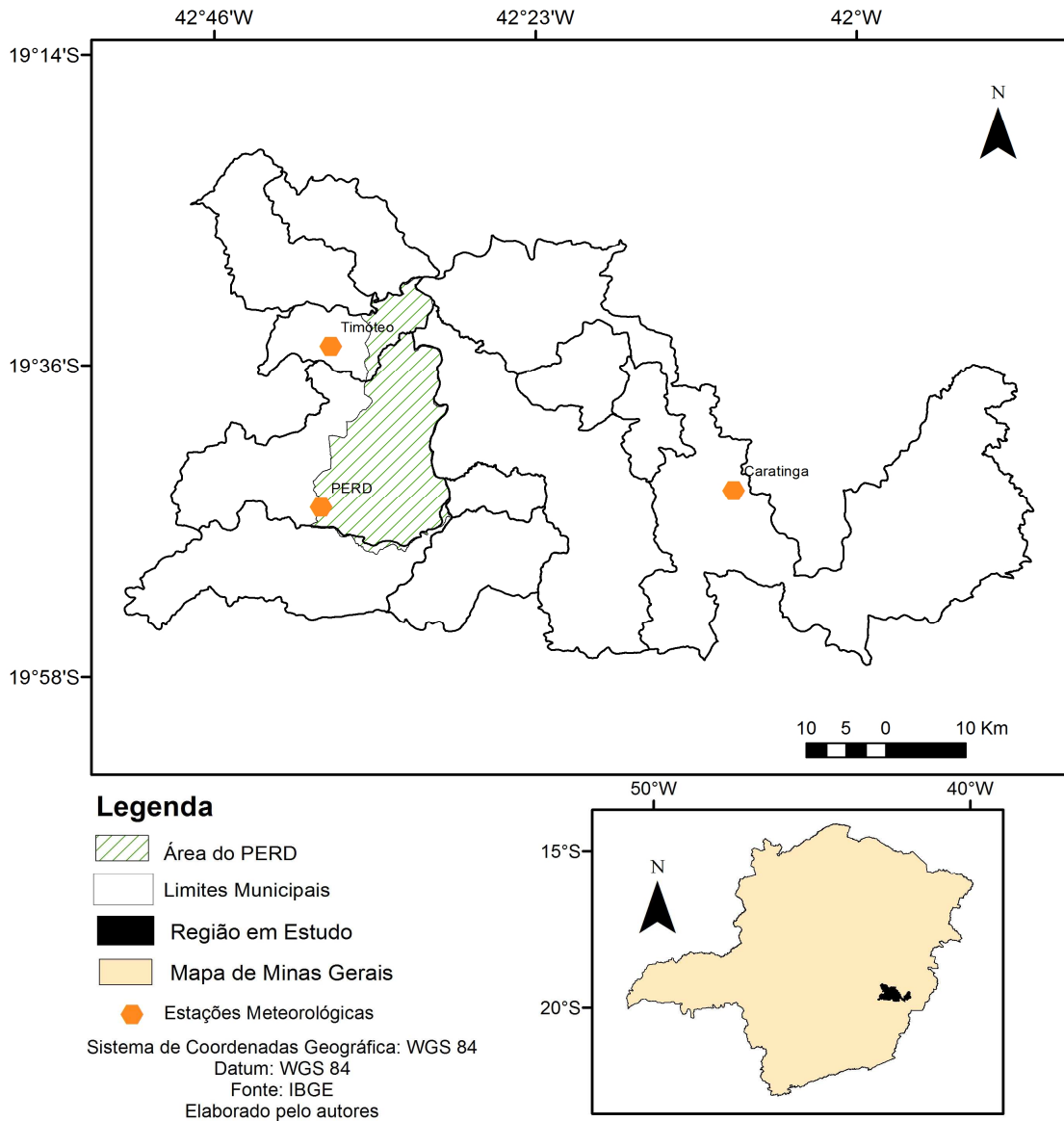


Figura 1 – Localização do Parque Estadual do Rio Doce – PERD.  
Fonte: Elaborado pelos autores

Este boletim demonstra um histórico médio semestral do ano hidrológico 2021/2022, das estações chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro) para os seguintes parâmetros: temperatura, pluviosidade, evapotranspiração potencial e em termos hídricos como excedente, deficiência, retirada, reposição.

## 2 - OBJETIVO GERAL

- Analisar o comportamento climático no PERD no ano hidrológico de 2021/2022.

## 2.1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Compreender melhor as interações dos aspectos climatológicos com o bioma vigente no PERD;
- Demonstrar o comportamento das chuvas e temperatura média na região do PERD e seu entorno;
- Demonstrar o comportamento médio dos ventos nas estações do ano na região do PERD e seu entorno;
- Identificar os mecanismos atmosféricos que influenciam das chuvas e temperatura.

## 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos aplicados para a realização deste estudo utilizaram uma série de dados climatológicos de outubro de 2021 a setembro de 2022 (ano hidrológico de 2022), coletados nas estações meteorológicas automáticas dos municípios de Caratinga, Timóteo e no PERD (Tabela 1), disponibilizados pelo INPE e INMET, de modo a investigar a distribuição das chuvas, o comportamento das temperaturas médias, os períodos com maior excedente de água, bem como os períodos nos quais a deficiência hídrica pode causar prejuízos, tanto para o bioma, quanto para o sistema lacustre no PERD.

**TABELA 1 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS**

LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE(m)	CODIGO-INSTITUIÇÃO
PERD/ Marliéria/MG	-19.803	-42.638	297	PCD 30800 – INPE
TIMÓTEO	-19.5736	-42,6222	333	A511 - INMET
CARATINGA	-19.7358	-42,1536	615	A554 – INMET

Fonte: INPE e INMET, 2021.

Os dados de precipitação e temperatura foram agrupados em períodos decendiais (10 dias), sendo nove meses com trinta e um dias, nestes a média do 3º decêndio é elaborada com onze dias; no mês de fevereiro o 3º decêndio é calculado para oito dias e nos anos bissextos a média refere-se a nove dias, de acordo com Cupolillo (2015).

Calculou-se a temperatura média do ar através do somatório da frequência média de ocorrência da variável para série de trinta e seis decêndios. Sendo 18 para a estação chuvosa e 18 para estação seca, correspondentes a cada uma das três estações meteorológicas.

A precipitação sazonal da chuva foi calculada através do somatório da frequência de ocorrência da variável pluviosidade para a série dos trinta e seis decêndios. Sendo 18 para a estação chuvosa e 18 para estação seca, correspondentes a cada uma das três estações meteorológicas.

Os balanços hídricos foram calculados a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955), conforme Tubelis, Nascimento (1984), por ser um dos métodos mais utilizados no Brasil e de fácil cálculo. E para buscar dentro de cada mês detalhes do comportamento dos elementos climáticos (temperatura e chuva) foi utilizado o decêndio em virtude deste oferecer análises que só são possíveis nesta escala. Também na elaboração destes foi considerado o valor de 100 mm para a capacidade de campo - CAD.

Os dados de temperatura e precipitação tabulados foram dispostos em planilhas Excel (planilhas), adaptado por ROLIM (1998), para o cálculo das médias das temperaturas e somatórios de chuvas no período estudado e permite elaborar-se a representação dos balanços hídricos que tem como finalidade permitir a visualização do ritmo anual de elementos básicos a saber: evapotranspiração, excedente hídrico, deficiência hídrica, retirada hídrica e reposição hídrica, como também facilitar a identificação das épocas secas e chuvosas, possibilitando atender às necessidades ecológicas e climáticas regionais.

De posse dos dados de evapotranspiração, excedente hídrico, deficiência hídrica, retirada hídrica e reposição hídrica, obtidos conforme planilha ROLIM (1998), e com os dados de precipitação e temperatura, construiu-se um banco de dados com as médias semestrais de cada elemento climático separados por estação chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro), dos anos de 2021 a 2022 contemplando a localização de cada estação meteorológica, no sistema de coordenadas geografia WGS 84 dentro do SIG.

Foram também elaborados mapas sazonais das estações, chuvosa (outubro de 2021 a março de 2022) e seca (abril a setembro de 2022), especializando cada elemento climático a partir da ferramenta geoestatística do *software* ArcGIS 10.5.

Conforme Cupolillo (2015), foram geradas isolineas através do modelo matemático de interpolação determinístico *Inverse Distance Weighting (IDW)*. As superfícies estatísticas geradas apresentaram melhor a realidade geográfica da bacia do Rio Doce. Este mesmo interpolador foi utilizado por Antunes (2018) em função do número reduzido de estações meteorológicas instaladas no PERD e proximidades (Vieira *et al*, 2020).

Para verificar os processos dinâmicos que atuam sobre a América do Sul e oceanos adjacentes, foram gerados mapas climatológicos de linha de corrente semestrais do ano



hidrológico 2021/2022, utilizando dados de reanálise<sup>2</sup> do NCEP (*National Center for Environment Prediction*), obtidos via portal do CDC/NOAA (*Climate Diagnostic Center/National Oceanic and Atmospheric Administration*). Foram considerados dados diários de vento, com resolução horizontal de 2,5° x 2,5° e trabalhados no visualizador gráfico GrADS (*Grid Analysis and Display System*).

De acordo com a Figura 2, o domínio espacial para América do Sul, Oceanos Pacífico e Atlântico, será definido entre as coordenadas geográficas entre 15° de latitude norte, 60° de latitude sul, 90° de longitude oeste e 20° de longitude leste, englobando as variáveis: componentes meridional e zonal do vento; convergência e divergência; e linhas de corrente para os níveis de 200 hPa. e 850 hPa. (CUPOLILLO, 2015).

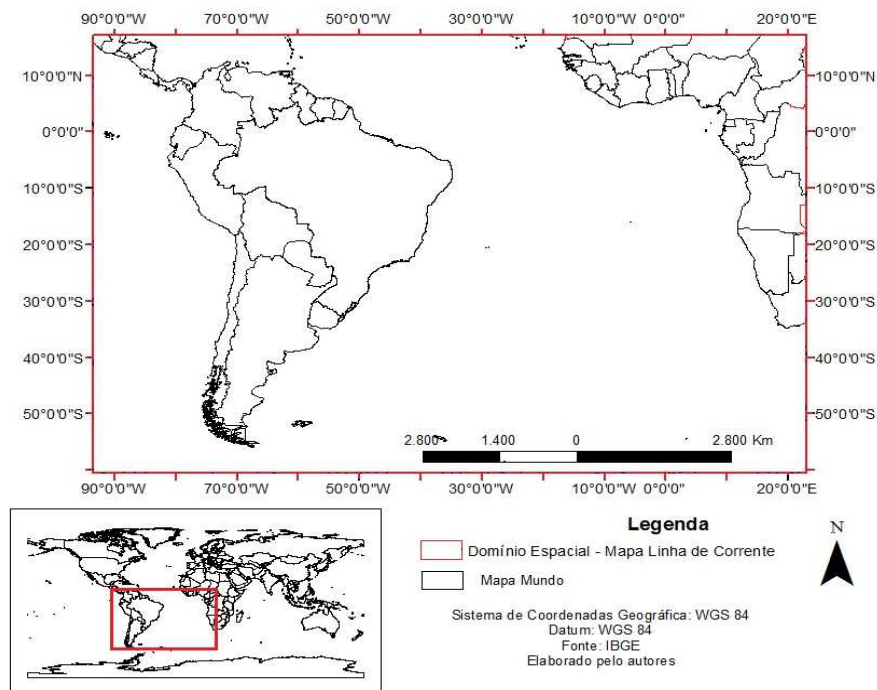


Figura 2 – Localização do Domínio Espacial para plotar Linhas de Corrente.  
 Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4 - RESULTADOS

Os resultados obtidos nas análises dos dados das estações meteorológicas estão dispostos em forma de gráficos nas Figuras 3a, 3b e 3c, representando reposição, excedente, retirada e deficiência hídrica de cada estação climática.

<sup>2</sup> Dados de Reanálise é um conjunto de dados obtidos a partir de modelos de circulação global com dados obtidos através da assimilação e sintetização de dados observados em todo o planeta.

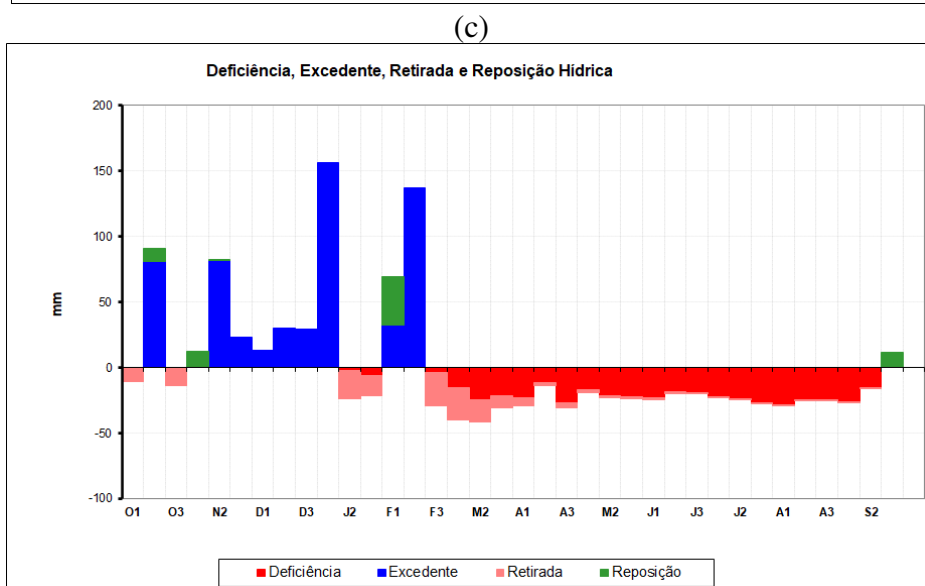
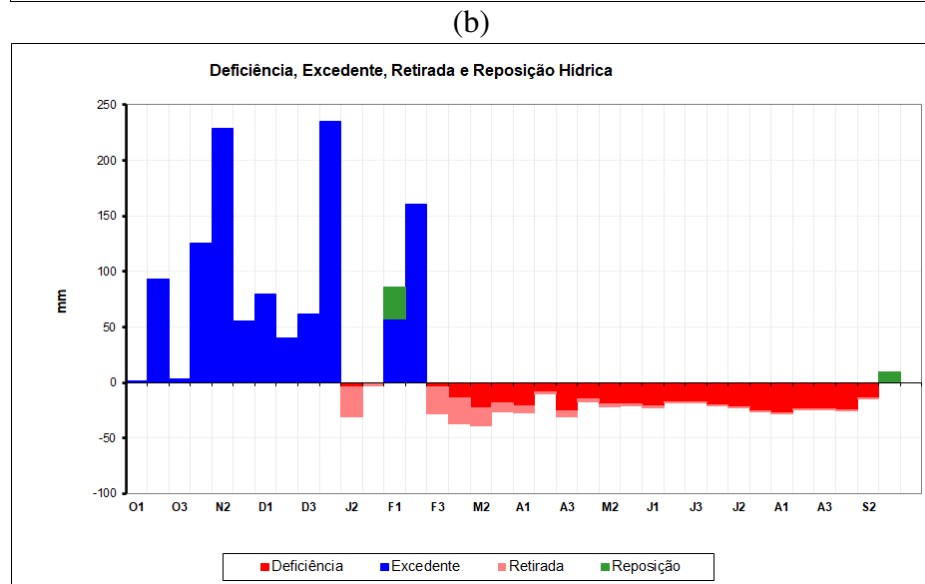
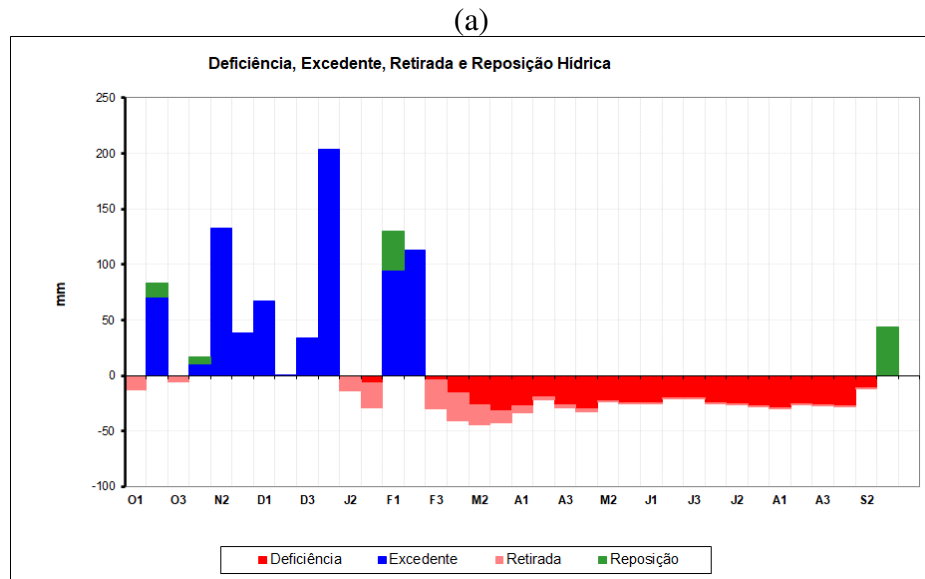


Figura 3: Balanços Hídricos: Caratinga(a); Timóteo (b) e PERD (c) – (2021/2022).  
 FONTE dos Dados: INMET e INPE

Nota-se que os decêndios são distribuídos de outubro de 2021 a setembro de 2022, abrangem a estação chuvosa, estendendo-se de outubro a março e a estação seca, de abril a setembro.

As três estações meteorológicas, Caratinga, Timóteo e PERD (Figuras 3a, 3b e 3c), apresentaram *temperaturas* semelhantes, com pouca variabilidade entre elas. Na estação chuvosa as temperaturas variaram, respectivamente, 25,05°C, 23,28°C e 24,13°C e durante a estação seca a variabilidade térmica configurou-se, respectivamente, com 21,89°C, 20,72°C e 21,30°C.

Quanto aos totais *pluviométricos* os valores foram diferentes entre as três estações meteorológicas Caratinga, Timóteo e PERD (Figuras 3a, 3b e 3c). Na estação chuvosa as cotas pluviométricas foram, respectivamente, 1322,20 mm, 1609,14 mm e 1093,68, enquanto na estação seca os valores pluviométricos reduziram para, respectivamente, 137,20 mm, 97,8 mm e 104,5 mm.

As maiores taxas de *evapotranspiração*, foram encontradas, para as três estações meteorológicas durante a estação chuvosa, no 3° decêndio de janeiro com valores de: 50,54 mm em Caratinga, 42,33 mm em Timóteo e 46,49 mm no PERD. Na estação seca, os menores valores foram encontrados no 3° decêndio de julho com valores de 21,04 mm em Caratinga, e 18,2 mm no Timóteo e 19,59 mm no PERD.

Os maiores *excedentes hídricos*, na estação chuvosa, foram encontrados no 1° decêndio de janeiro com 203,3 mm em Caratinga, com 235 mm e no PERD com 156,1 mm, enquanto os menores valores foram 10,5 mm no 1° decêndio de novembro em Caratinga, 1,0 mm no 1° decêndio de outubro em Timóteo e 13,3 mm no 1° decêndio de dezembro no PERD (Figuras 3a, 3b e 3c).

Quanto a maior *deficiência hídrica* ocorre na estação seca e os maiores valores foram encontrados no 1° decêndio de maio em Caratinga com -29,9 mm, no 1° decêndio de agosto em Timóteo com -27,3 mm e no PERD com -28,5 mm. Assim como, a maior *retirada hídrica* ocorre na estação chuvosa, no 3° decêndio de fevereiro nas estações meteorológicas, de Caratinga e PERD, respectivamente, -26,0 mm e -25,7 mm. Em Timóteo a retirada ocorreu no 2° decêndio de janeiro com -26,3 mm (Figuras 3a, 3b e 3c).

No que se refere a maior *reposição hídrica*, os valores mais elevados são encontrados, nas três estações meteorológicas, durante a estação chuvosa, no 1° decêndio de fevereiro em Caratinga com 34,8 mm, em Timóteo com 28,7 mm e no PERD com 36,7 mm.

Pela climatologia os balanços hídricos apresentam passagens abruptas, de excedente hídrico para retirada hídrica, nos decêndios de janeiro configurando a formação de Veranico Climático no PERD e seu entorno, normalmente influenciado pelo giro anti-horário do ASAS, que conseqüentemente provoca a subsidência do ar à superfície, inibindo o padrão das chuvas. Tal fato foi observado por Cupolillo (1997), Pujoni *et al.* (2012), Cupolillo (2015), Antunes (2018), Lima (2019) e Vieira (2020).

O veranico Climático causa uma interrupção de chuvas dentro do período chuvoso, fazendo com que o excedente hídrico seja interrompido por vários dias, acarretando problemas de abastecimento e consumo de água para a população, prejudicando a sobrevivência da fauna e flora e do metabolismo complexo do sistema lacustre, de origem tectônica, no PERD. Esse fenômeno é causado pelo posicionamento anômalo da Alta da Bolívia, sobre a Bolívia e noroeste da Amazônia permitindo o avanço de um mecanismo atmosférico denominado Cavado do Nordeste - CN. De modo que o CN fica semi-estacionado sobre o estado de Minas Gerais e que através de uma forte subsidência do ar à superfície, favorece a formação de veranico climático em todo o estado e conseqüentemente no PERD.

No ano hidrológico 2021/2022, apresentou um comportamento climatológico, ocorrendo veranicos nas três estações (3a, 3b e 3c), nos decêndios 3º de novembro e 1º, 2º de janeiro. Salienta-se que, neste ano, os veranicos mais intensos, nas três estações meteorológicas, ocorreram nos 1º e 2º decêndios de janeiro, configurando-se o chamado ***Veranico Climático***.

No PERD, durante a estação seca (Figura 4a), demonstra a distribuição da temperatura média distribuída em dois territórios: o sul com intervalo de 21,1°C a 21,5° e o norte com intervalo de 20,6°C a 21,0°C. Enquanto na estação chuvosa (Figura 4b), a temperatura é distribuída em três territórios: o sul com intervalo de 24,1°C à 24,5°C, o centro com 23,6°C à 24,0°C e o norte com intervalo de 23,1°C à 23,5°C.

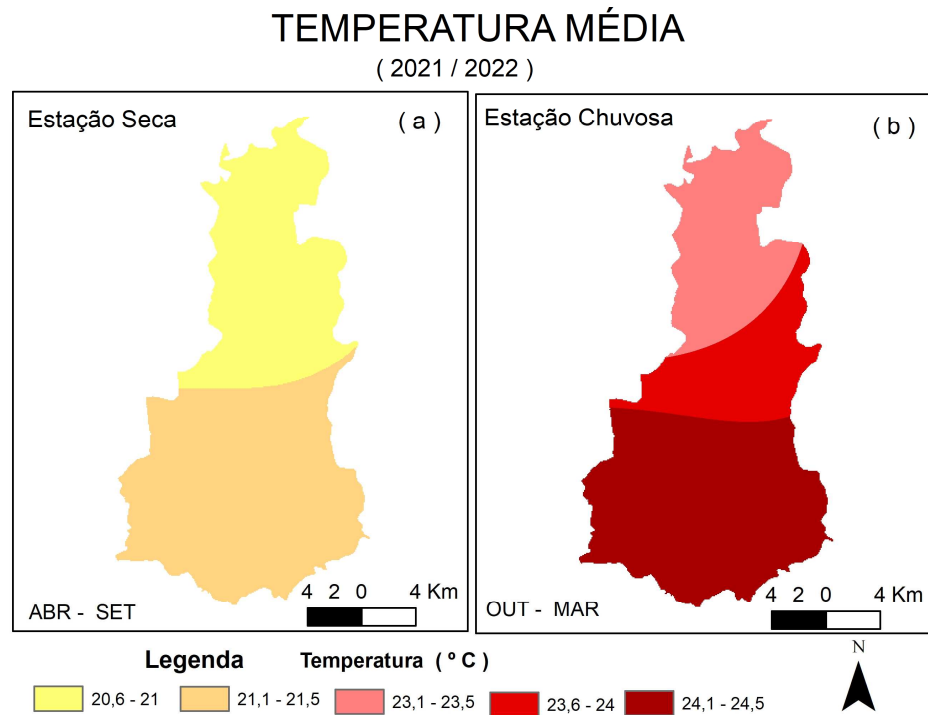


Figura 4: Espacialização da Temperatura Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2021/2022).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

Na estação seca (Figura 5a), as chuvas são distribuídas em dois territórios no sul com valores variando entre 100,1 mm a 110,0 mm e no norte com valores entre 90,1 mm a 100,0 mm.

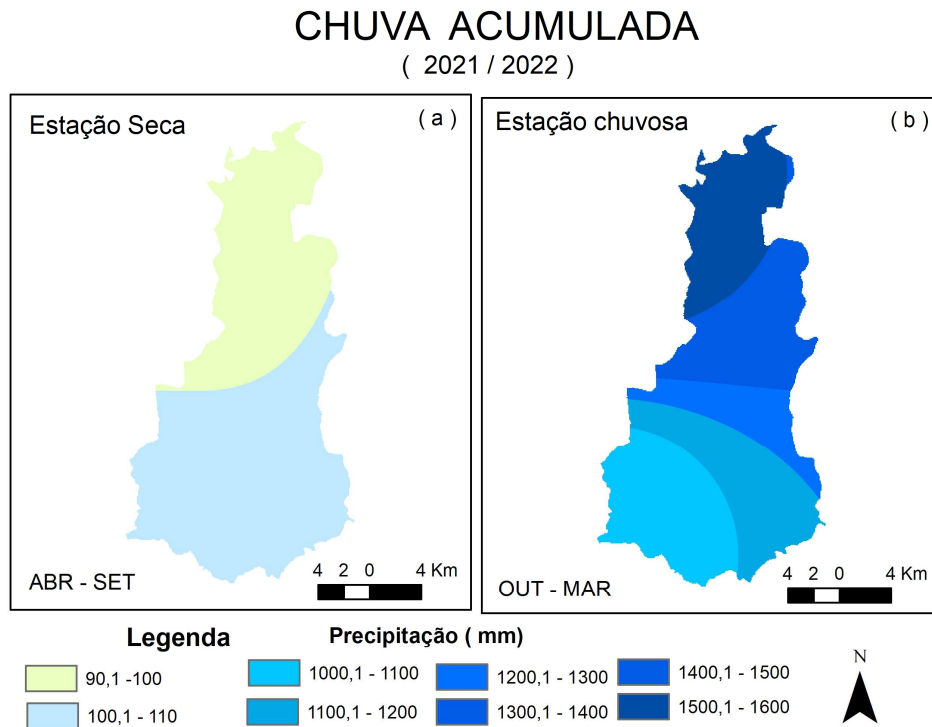


Figura 5: Espacialização da Chuva na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2021/2022).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

Enquanto na estação chuvosa (Figura 5b), caracteriza-se com dados pluviométricos demonstrados em 5 territórios.

As variações pluviométricas ocorrem de valores menores para os maiores no sentido Sul-Norte. O sul apresenta cotas entre 1000,1 mm a 1100 mm; na parte centro-sul de 1100,1 mm e 1200 mm, no centro 1200,1 mm a 1300 mm, no setor centro-norte com cotas entre 1300,1 mm a 1400 mm e na porção norte entre 1500,1 mm e 1600 mm. Salienta-se que o extremo nordeste do PERD, apresentou cota pluviométrica variando entre 1400,1 mm a 1500 mm.

No que se refere à evapotranspiração potencial, na estação seca (Figura 6a), demonstra uma distribuição em três territórios do PERD. O sul com valores variando entre 27,1 mm e 28,0 mm, o centro entre 26,1 mm a 27,0 mm e o norte variando entre 25,1 mm a 26,0 mm.

Na estação chuvosa (Figura 6b), a evapotranspiração é distribuída em 4 territórios, da seguinte forma, onde os maiores valores encontram-se no extremo sul do PERD com cotas entre 36,1 mm e 37,0 mm, seguido pela porção centro-sul variando de 35,1 mm a 36,0 mm, em seguida a porção centro-norte variando entre 34,1 mm a 35,0 mm e o extremo norte com os menores valores variando entre 33,1 mm e 34,0 mm. Salienta-se que o extremo nordeste do PERD apresenta valores que variam entre 34,1 mm a 35,0 mm.

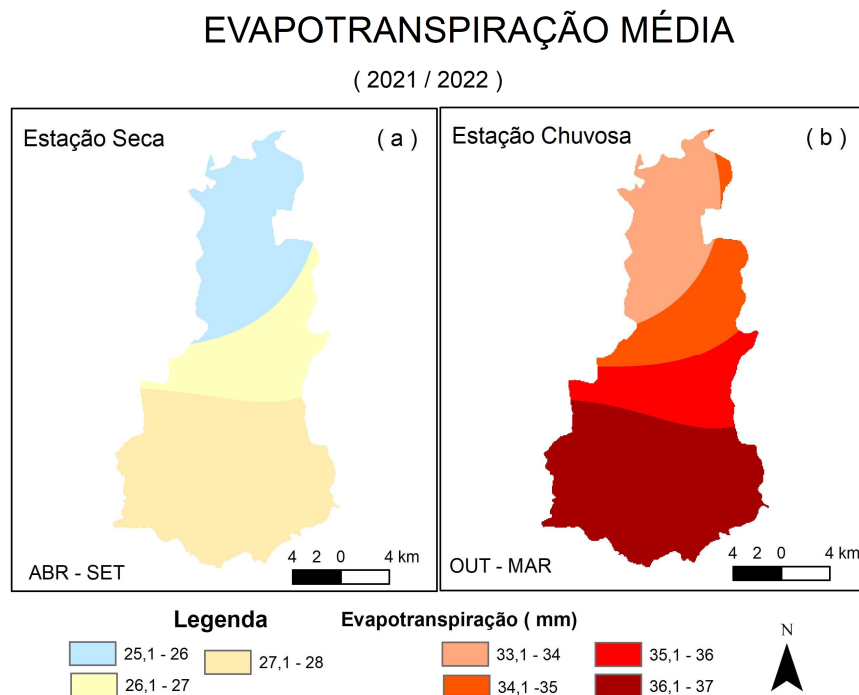


Figura 6: Espacialização da Evapotranspiração Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2021/2022).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

No que se referem ao excedente hídrico, na estação seca (Figura 7a), é distribuído de forma homogênea em todo território do PERD com valores de 0,0 mm. Enquanto na estação chuvosa (Figura 7b), o excedente hídrico encontra-se distribuído em quatro territórios, variando dos menores valores para os maiores, no sentido sul-norte.

Desta maneira o excedente hídrico, apresenta os seguintes intervalos: no sul entre 30,1 mm a 40,0 mm, o centro-sul 40,1mm a 50,0 mm, o centro-norte 50,1 mm a 60,0 mm e no norte 60,1 mm e 70,0 mm.

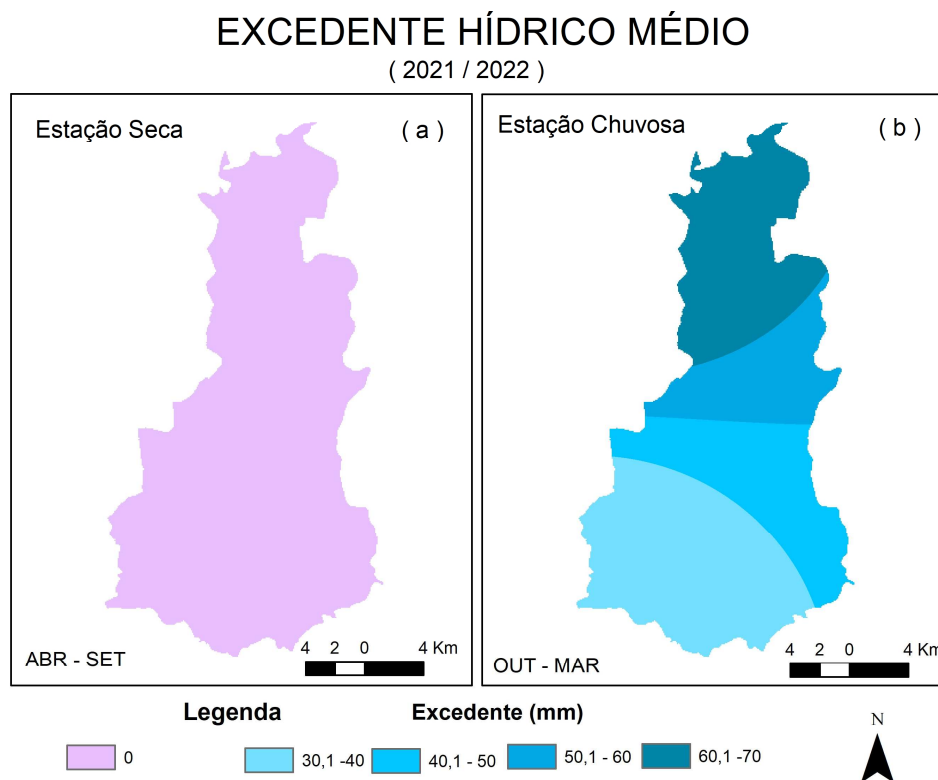


Figura 7: Espacialização da Excedente Hídrico Médio na Estação Seca (a) e na chuvosa (b) - (2021/2022).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

Quanto aos parâmetros, deficiência e retirada hídricas (Figuras 8a, 8b, 9a e 9b), apresentam-se com muita importância. A deficiência hídrica na estação seca (Figura 8a), é dividida em dois territórios: sul variando entre -21,0 a -20,1 mm, e norte com valores que variam -20,0 e -19,1 mm. Na estação chuvosa (Figura 8b), a deficiência hídrica no PERD é distribuída, também, em dois territórios, variando, com intervalos, ao sul entre -5,0 e -4,1 mm e ao norte entre -4,0 mm e -3,1 mm.

A retirada hídrica na estação seca, espacializa-se em um território homogêneo no PERD (Figura 9a), com valores que variam entre -2,0 mm e -2,1 mm. Na estação chuvosa

(Figura 9b), a retirada é distribuída em três territórios, ao sul entre -8,0 mm e -7,1 mm, no centro -7,0 mm e -6,1 mm e no norte entre -6,0 mm a 5,1 mm.

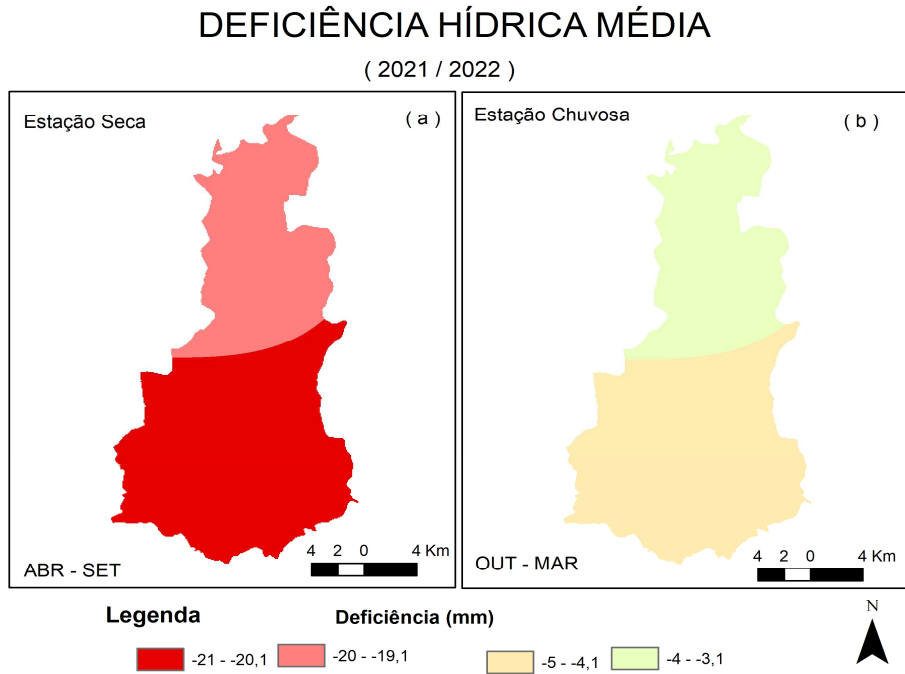


Figura 8: Espacialização da Deficiência Hídrica Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2021/2022).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

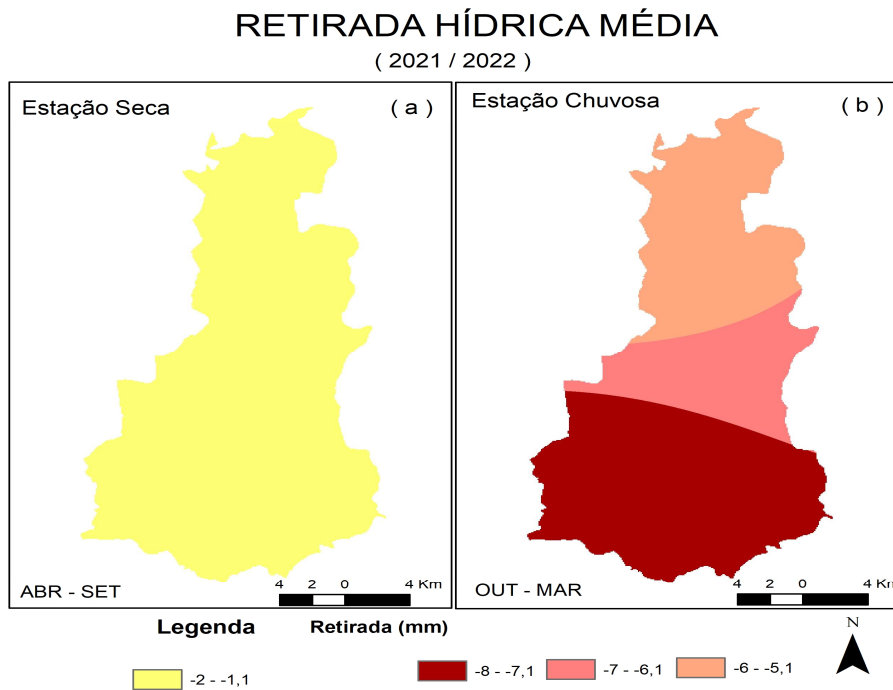


Figura 9: Espacialização da Retirada Hídrica Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2021/2022).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE



A reposição hídrica na estação seca (Figura 10a), é distribuída homogeneamente em todo território do PERD em 1,0 mm. Enquanto na estação chuvosa (Figura 10b), o PERD apresenta três territórios bem definidos, o sul com cotas que variam de 3,1 a 4,0 mm, a porção central com cotas entre 2,1 e 3,0 mm e o norte variando entre 1,1 mm e 2,0 mm.

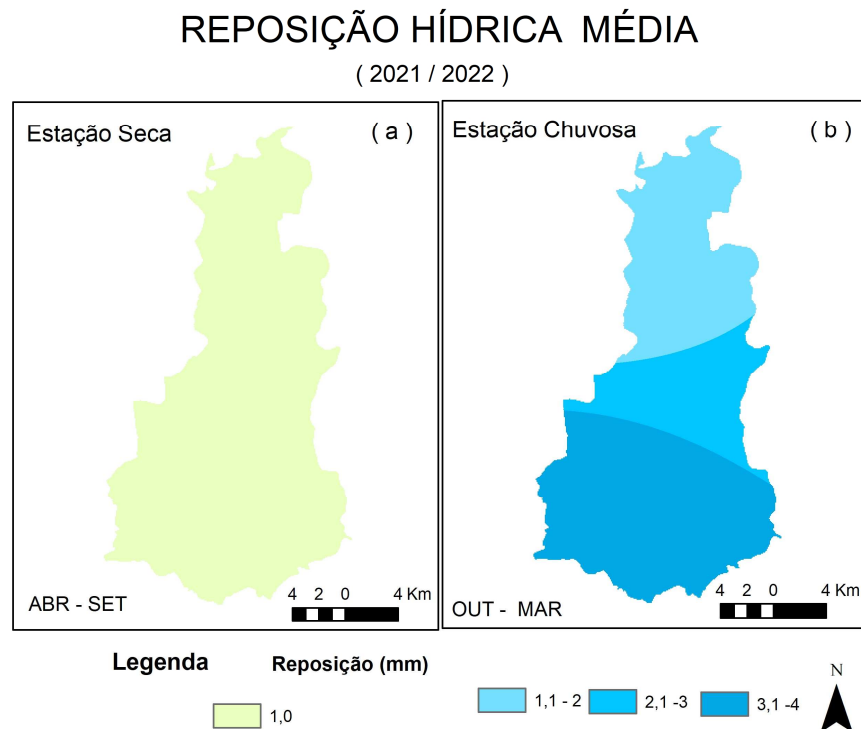


Figura 10: Espacialização da Reposição Hídrica Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2021-2022).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

Ao analisar as estações seca (Figuras 11a) e chuvosa (Figuras 11b), nos campos de linha de corrente a 200 hPa e as estações seca (Figuras 12a) e chuvosa (Figuras 12b), nos campos de linha de corrente a 850 hPa, verifica-se que a estação chuvosa é marcada pelos mesmos mecanismos atmosféricos atuantes no estado de Minas Gerais e que influenciam o regime hídrico do PERD.

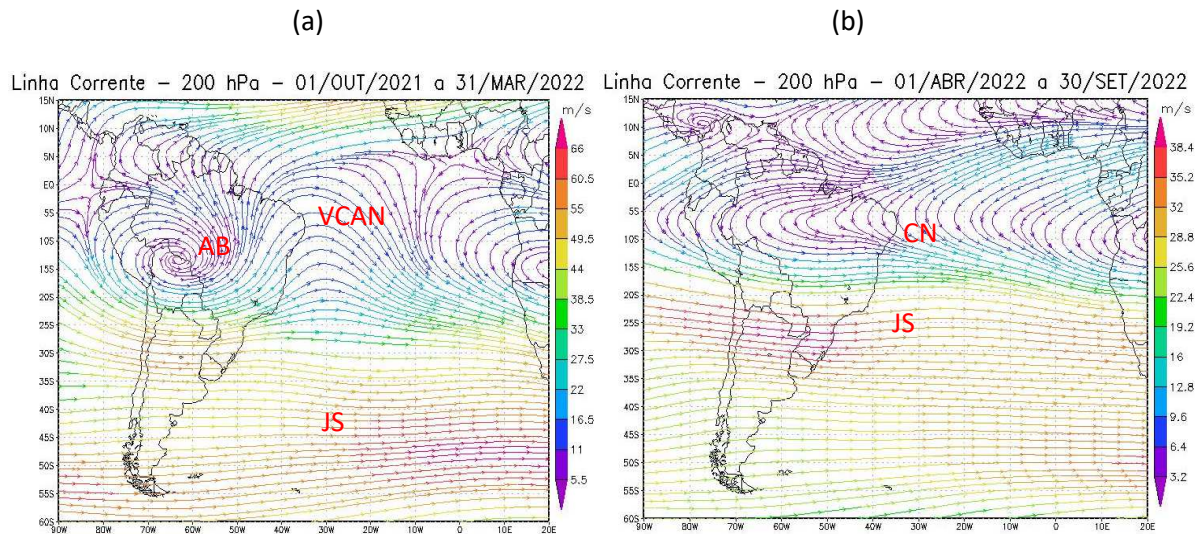


Figura 11: Campos de Linha de Corrente – Estação Seca - 200 hPa. (a) e Estação Chuvosa – 200 hPa (b); demonstrando interação entre os sistemas atmosféricos: Alta da Bolívia (AB), Vórtice Ciclônico de Altos níveis (VCAN), Cavado do Nordeste (CN) e Jato Subtropical (JS) - (2021/2022).

FONTE - Dados: NOAA 2023.

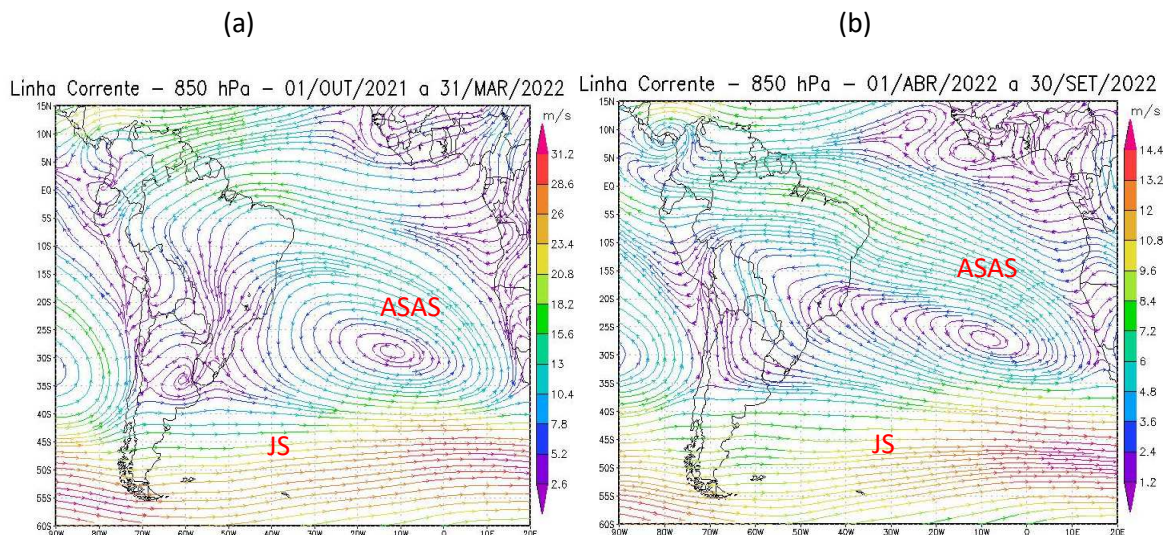


Figura 12: Campos de Linha de Corrente – Estação Seca - 850 hPa. (a) e Estação Chuvosa – 850 hPa (b); demonstrando interação entre os sistemas atmosféricos: Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e Jato Subtropical (JS) - (2021/2022).

FONTE - Dados: NOAA 2023.

Nota-se na estação chuvosa, em 200 hPa (Figura 11a), a presença da Alta da Bolívia (AB) que geralmente é composta de umidade e nebulosidade e do Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) que contribui para a ocorrência do Veranico Climático.

Na estação seca, no nível de 200 hPa (Figura 11b), nota-se a presença do Cavado do Nordeste (CN) e ausência da AB, enquanto sobre o restante do país o escoamento apresenta-se de forma zonal incluindo-se o jato JS.

Na estação chuvosa no nível de 850 hPa (Figura 12a), o ASAS, com o seu giro anti-horário encontra-se sobre o continente propagando a subsidência do ar contribuindo também para a formação do Veranico Climático no PERD. Quanto ao JS encontra-se descolado para o sul do continente.

Na estação seca no nível de 850 hPa (Figura 12b), o ASAS atua contribuindo para o decréscimo da umidade dentro desta estação.

O ano 2021/2022, os veranicos climáticos na região do PERD, ocorreram nos decêndios 3º de outubro e 1º e 2º de janeiro, fato que pode estar relacionado a atuação mais intensa destes mecanismos atmosféricos no citado ano.

As condições dinâmicas estudadas a partir dos campos de linha de corrente, mecanismos de escala sinóticas atuantes no continente e que influenciam na climatologia do PERD: a Alta da Bolívia (AB), o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), Cavado do Nordeste (CN), Jato Subtropical (JS), Anticiclone do Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e a Zona de Convergência da América do Sul (ZCAS). Os aspectos dinâmicos citados anteriormente foram estudados por Molion e Bernardo (2002), Pujoni (2012), Cupolillo (2015) para toda a bacia do rio Doce e Antunes (2018), Lima (2019) e Vieira (2020) para o PERD.

## 5 - CONSIDERAÇÕES

Este Boletim foi dividido em três partes: a) Balanço hídrico decendial climatológico; b) Espacialização semestral - chuva; temperatura; evapotranspiração potencial; excedente, deficiência, retirada e reposição hídrica; c) Aspectos dinâmicos.

### a) Com relação ao balanço hídrico decendial climatológico do PERD.

Observa-se que a partir do 2º decêndio de outubro estendendo-se para novembro e janeiro as precipitações atingem totais para a reposição e excedente hídricos intercalados por veranicos. O Veranico Climático mais intenso surge nos 1º e 2º decêndios de janeiro e a partir do 3º decêndio de fevereiro inicia-se a retirada hídrica dando início a estação seca.

A atuação destes veranicos na estação chuvosa, está intimamente ligada ao comportamento dos mecanismos atmosféricos VCAN, CN e ASAS (Figuras 11a, 11b, 12a e 12b), sobre a superfície.

**b) Espacialização das chuvas, temperatura, evapotranspiração potencial, excedente, deficiência, retirada e reposição hídrica no PERD.**

Ao analisar as chuvas no PERD notou-se um comportamento pluviométrico semelhante em toda a estação chuvosa, sendo as partes Norte-Noroeste-Nordeste as que recebem maior volume de chuvas. Esse comportamento deve-se a sistemas atmosféricos que agem no estado de Minas Gerais influenciando diretamente o PERD, como a Alta da Bolívia-AB, que penetra pelo PERD na parte noroeste e se direciona para o mar. As frentes frias que avançam para o Sudeste também influenciam as precipitações. A combinação entre a convecção tropical e a atuação dos sistemas frontais formam a Zona de Convergência da América do Sul-ZCAS que, estacionando no estado de Minas Gerais, ocasionam intensa precipitação.

O ASAS contribui com a queda das precipitações na estação seca. Ao estudarem a precipitação do estado de Minas Gerais, Silva e Reboita (2013) citam o ASAS que enfraquece a precipitação e provoca estiagem devido à redução da temperatura da superfície; com seu giro anti-horário permite que a umidade se direcione para o oceano. Bastos e Ferreira (2000) e Antunes (2018), Lima (2019) e Vieira (2020), também citam o ASAS como um fenômeno responsável por um céu limpo e sem nuvens no inverno, sem a presença de precipitações no PERD.

Na análise das temperaturas, conclui-se que, na estação chuvosa, as temperaturas médias ficam entre 25,05°C e 24,13°C, sendo as maiores em Caratinga. Na estação seca, Timóteo e o PERD registraram as menores médias, respectivamente, entre 20,72°C e 21,30°C.

Ao realizar a interpolação de todas as temperaturas, na estação seca variam em dois territórios, distribuídos em duas porções sul e norte. Na porção sul as temperaturas são mais altas que a porção norte do PERD. Na estação chuvosa as temperaturas variam em três territórios, assim como na estação seca as temperaturas da porção sul do PERD são mais altas que a porção sul.

Na estação seca, observa-se a diminuição da evapotranspiração potencial, da reposição, da retirada e do excedente hídrico, aumentando a deficiência hídrica. Enquanto na estação chuvosa, aumenta a evapotranspiração potencial, a reposição, a retirada e o excedente hídrico, diminuindo a deficiência hídrica.

### C) Aspectos dinâmicos

O escoamento do ar em 200 hPa e 850 hPa foi marcante nos períodos secos e úmidos na região em estudo. Enquanto na estação seca predominou a presença do Jato Subtropical-JS, formando um bloqueio que impediu a entrada de frentes úmidas no PERD em nível de 850 hPa, o ASAS provocou uma circulação anômala de forma anticiclônica, que contribuiu para a intensificação de subsidência do ar nos períodos secos e de veranicos.

Na estação chuvosa, os padrões invertem em 850hPa, uma esteira de umidade se forma com ar quente e úmido vindo da Amazônia, que intensifica as condições de instabilidade do ar na Região Sudeste do país, a borda ocidental do ASAS, que com seu giro anticiclônico, escoar umidade do Oceano Atlântico para o continente. Em altos níveis, 200hPa, a movimentação em divergência da AB direciona a umidade da região amazônica também para a região sudeste, o que contribui para a formação de nebulosidade e chuvas intensas de verão no PERD.

Salienta-se que a formação do VCAN, na estação chuvosa, a 200 hPa, contribuiu para a subsidência do ar atmosférico sobre a região contribuindo para a formação do *Veranico Climático*, nos decêndios 1º e 2º de janeiro.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, H. A.; LACERDA, E. G.; MOLION, L. C. B. **Um episódio da Zona de Convergência na América do Sul**. Rev. Bras. Geof. vol.17 n.2 -3, 2008.

BASTOS, C.; FERREIRA, N. **Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, **Anais...** Rio de Janeiro, 2000. p. 612-619.

ANTUNES, D. A. **Diagnóstico Climatológico do Parque Estadual do Rio Doce – PERD**. Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, Bambuí - MG, 2018.

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce**. 1ª Ed. Saarbrücken – Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ArcGIS Professional**. GIS for the desktop, versão 10.5, 2015. Disponível em: <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html> . Acesso em 03 janeiro 2023.

GEORGE MASON UNIVERSITY **GrADS versão 2.0.2**, 2016. Disponível em: <http://cola.gmu.edu/grads/>. Acesso em 03 janeiro 2023.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS-IEF. **PLANO DE MANEJO DO PARQUE ESTADUAL DO RIO DOCE**. 2008. Disponível em: <http://www.ief.gov.br/component/content/360?task=view>. Acesso em 03 janeiro 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. **Dados Meteorológicos Estações Automáticas**. Disponível em: [https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEsta coes/A001](https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEsta%20coes/A001) Acesso em 03 janeiro 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Plano de Dados Abertos (PDA) – Sistema Integrado de Dados Ambientais (SINDA)**. Disponível em: [http://sinda.crn.inpe.br/PCD/SITE /novo/site/index.php](http://sinda.crn.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/index.php) Acesso em 03 janeiro 2023.

Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year **reanalysis project**, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996. Disponível em: <https://psl.noaa.gov/> Acesso em: 03 janeiro 2023.

LIMA, J. M. **Análise espaço-temporal das chuvas persistentes na região do Parque Estadual do Rio Doce – PERD (2005 A 2015)**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Bambuí, 2019. 346 p.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol. 17, n.1, junho/2002. P. 1-10.

NIMER, E.; 1979: **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; 421 p.

PUJONI, D.; CUPOLILLO, F.; BARBOSA, F. A. R.; BARBOSA, P. M. M.; ABREU, M. L. de.; ASSIS, W. L. Parte 2: **Estudo de caso do Balanço Hídrico Decendial do Parque Estadual do Rio Doce-PERD e de Timotéo 2009-2010**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais...** Gramado, 2012

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; DA ROCHA, R. P. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terra e Didática**, v. 8, n.1, 2012. p. 34-50. Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v8-1/pdf81/s3.pdf>. Acesso em: 20 nov.2020.

SOS MATA ATLÂNTICA. 2011 – **Documento disponível [online] na Internet**. Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata>. Consulta em 20 maio 2020.

VIEIRA, C. A; **Estudo da atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) sobre a Região do Parque Estadual do Rio Doce e seu entorno**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Bambuí, 2020. 176 p.

VIEIRA, C. A. ; CUPOLILLO, F. ; LIMA, J. M. ; NUNES, J. B. C. . **Orientação para Interpoladores de Parâmetros Climáticos**. 2020. Cartilha Técnica - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Bambuí, 2020.