

# BOLETIM CLIMAPERD

ISSN 2675 - 9837  
v. 02, n. 02 - Jan/2022

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



Fulvio Cupolillo

Jean Monteiro Lima

2021



INSTITUTO FEDERAL  
Minas Gerais



**Presidente da República**

Jair Messias Bolsonaro

**Ministro de Estado da Educação**

Milton Ribeiro

**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**

Fernanda Morcatti Coura

**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)

Gustavo Augusto Lacorte (IFMG – Campus Bambuí)

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.02, n.02 - Jan/2022 – Governador Valadares: IFMG, 2021.

Disponível em:

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

ISSN 2675 - 9837 - Publicação Mensal

CLIMAPERD – v. 02, n. 02 – Jan/2022

## 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>9</b>
<b>5 – CONSIDERAÇÕES</b>	<b>20</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>21</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 (2020/2021) 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).

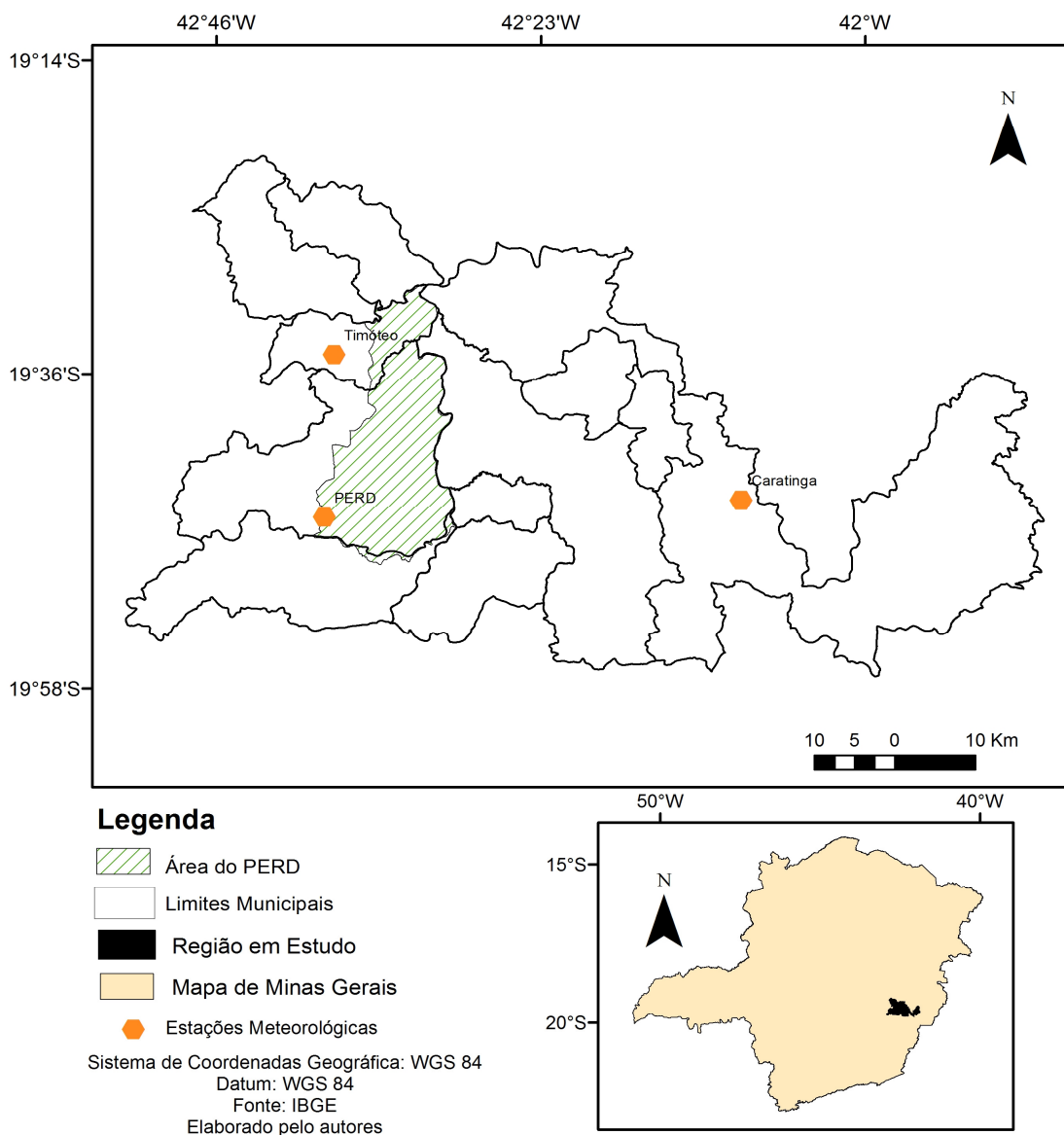


Figura 1 – Localização do Parque Estadual do Rio Doce – PERD.  
Fonte: Elaborado pelos autores

Este boletim demonstra um histórico médio semestral do ano hidrológico 2020/2021, das estações chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro) para os seguintes parâmetros: temperatura, pluviosidade, direção e velocidade do vento, evapotranspiração potencial e em termos hídricos como excedente, deficiência, retirada, reposição.

## 2 - OBJETIVO GERAL

- Analisar o comportamento climático no PERD no ano hidrológico de 2020/2021.

## 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 2020 a setembro de 2021 (ano hidrológico de 2021), 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, a direção e intensidade dos ventos, 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.

Com dados de direção e intensidade dos ventos das estações meteorológicas, obteve-se a medias das variáveis organizadas conforme os períodos de duração das quatro estações do ano civil, sendo outono e inverno representando a estação seca da região do PERD e primavera e verão representando a estação chuvosa da região, georreferenciando no sistema de coordenadas geografia WGS 84 dentro do SIG

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 2020 a 2021 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 2020 a março de 2021) e seca (abril a setembro de 2021), especializando cada elemento climático. Como também foi elaborado mapa de vetores de direção e intensidade do vento para as quatro estações do ano civil a partir da ferramenta geostatística 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 2020/2021, 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).

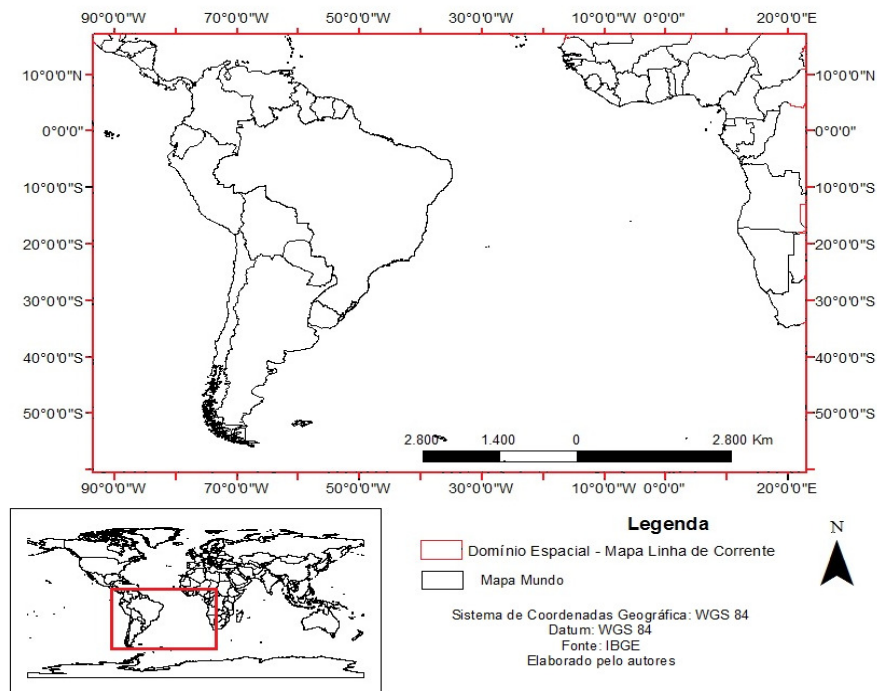


Figura 2 – Localização do Domínio Espacial para plotar Linhas de Corrente.

Fonte: Elaborado pelos autores

<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.

### 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.

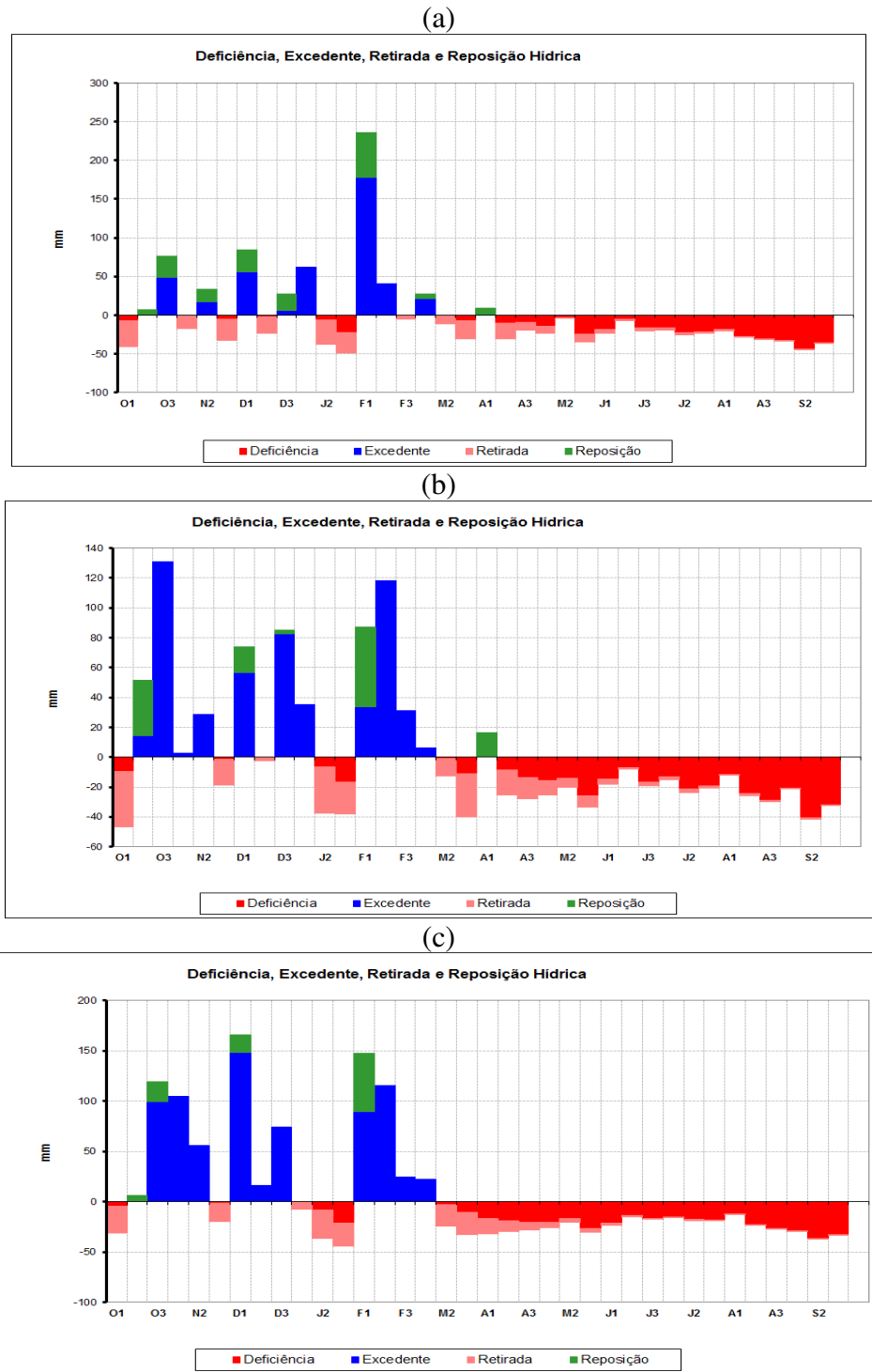


Figura 3: Balanços Hídricos: Caratinga(a); Timóteo (b) e PERD (c) – (2020/2021).  
 FONTE dos Dados: INMET e INPE

Nota-se que os decêndios são distribuídos de outubro de 2020 a setembro de 2021, 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, 24,73°C, 24,12°C e 23,05°C e durante a estação seca a variabilidade térmica configurou-se, respectivamente, com 21,78°C, 20,78°C e 20,62°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, 1047 mm, 1115,20 mm e 1251,75, enquanto na estação seca os valores pluviométricos reduziram para, respectivamente, 105,00 mm, 83,40 mm e 20,35 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: 49,19 mm em Caratinga, 41,89 mm em Timóteo e 44,61 mm no PERD. Na estação seca, os menores valores foram encontrados no 1° decêndio de agosto com valores de 20,29 mm em Caratinga e 15,92 mm no PERD. Para Timóteo, o 1° decêndio de julho foi o apresentou a menor taxa de *evapotranspiração*, com 15,73 mm.

Os maiores *excedentes hídricos*, na estação chuvosa, foram encontrados no 1° decêndio de fevereiro com 177,9 mm em Caratinga, seguido pelo 1° decêndio de dezembro com 148 mm no PERD e 3° decêndio de outubro com 131 mm em Timóteo, enquanto os menores valores foram 17,4 mm no 2° decêndio de novembro em Caratinga, 2,6 mm no 1° decêndio de novembro em Timóteo e 16,3 mm no 2° 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 2° decêndio de setembro em Caratinga com -44,1 mm, em Timóteo com -40,7 mm e no PERD com -36,3 mm. Assim como, a maior *retirada hídrica* ocorre no início da estação chuvosa, no 1° decêndio de outubro para as três estações meteorológicas, com -33,5 mm em Caratinga, -37,2 mm em Timóteo e -26,8 mm no PERD (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 1º decêndio de fevereiro em Caratinga com -58,3 mm, em Timóteo com -53,3 mm e no PERD com -58,4 mm.

Pela climatologia os balanços hídricos apresentam passagens abruptas, de excedente hídrico para retirada hídrica, nos decêndios de janeiro e fevereiro 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 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.

O ano hidrológico 2020/2021, tornou-se excepcional, divergindo do comportamento climatológico. Pois, ocorreu uma diversidade de veranicos climatológicos nas três estações (3a, 3b e 3c), principalmente em decêndios de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. 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 20,1°C a 20,5° e o norte com intervalo de 20,6°C a 21,0°C. Enquanto na estação chuvosa (Figura 4b), a temperatura é também distribuída em dois territórios: o sul com intervalo de 23,1°C à 23,5°C e o norte com intervalo de 23,6°C à 24,0°C.

## TEMPERATURA MÉDIA

( 2020 / 2021 )

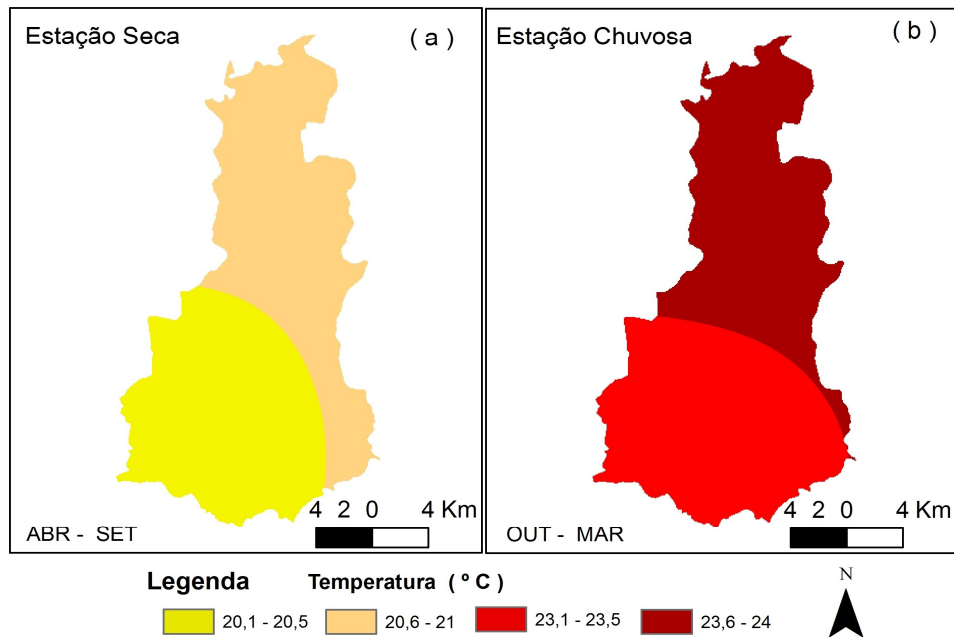


Figura 4: Espacialização da Temperatura Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2020/2021).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

Na estação seca (Figura 5a), as chuvas são distribuídas em dois territórios no sul com valores variando entre 0,1 mm a 50,0 mm e no norte com valores entre 50,1 mm a 100,0 mm..

## CHUVA ACUMULADA

( 2020 / 2021 )

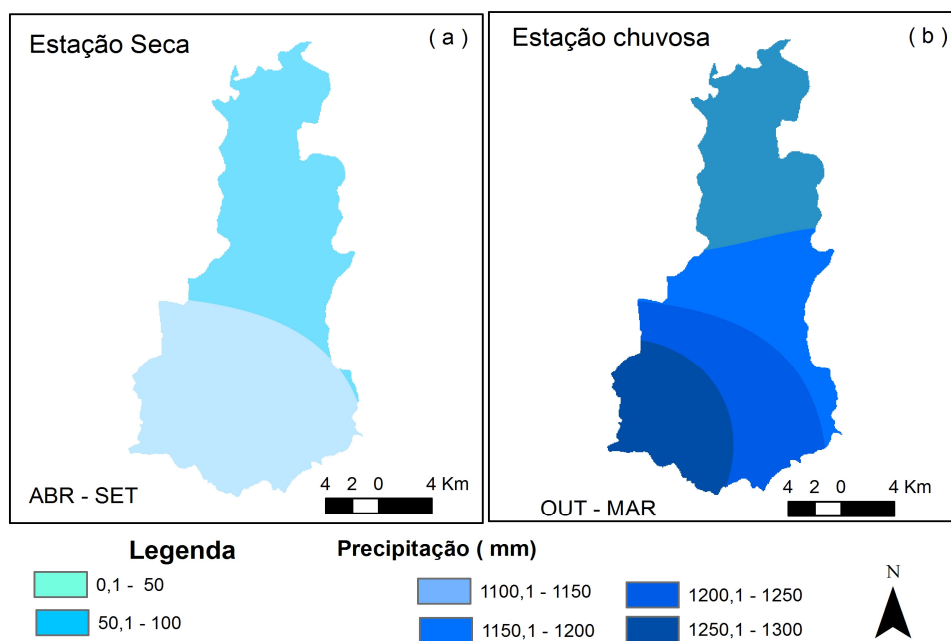


Figura 5: Espacialização da Chuva na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2020/2021).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

Enquanto na estação chuvosa (Figura 5b), caracteriza-se com dados pluviométricos demonstrados em 4 territórios.

As variações de valores maiores para os menores no sentido Sul-Norte. Tendo ao sul cotas entre 1250,1 mm a 1300 mm; na parte centro-sul de 1200,1 mm e 1250 mm, no setor centro-norte com cotas entre 1150,1 a 1200 mm e na porção norte entre 1100,1 e 1150 mm.

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

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

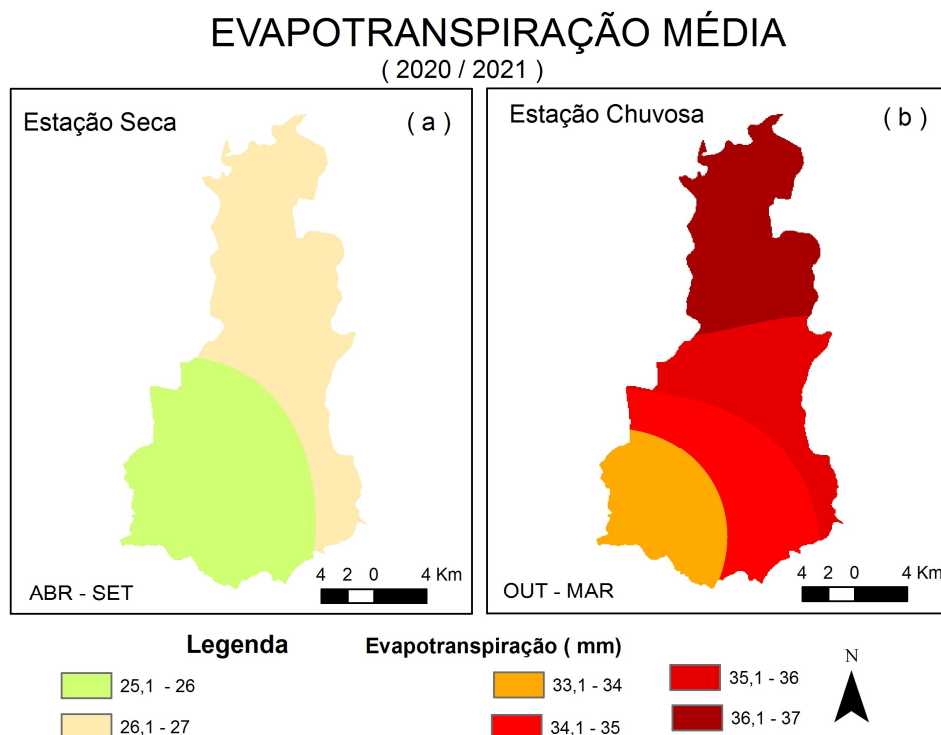


Figura 6: Espacialização da Evapotranspiração Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2020/2021).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

No que se referem ao excedente hídrico, na estação seca (Figura 7a), é distribuído de forma homogênea em todo território do PERD com valores variando entre 0,0 mm e 10,0 mm. Enquanto na estação chuvosa (Figura 7b), os maiores valores encontram-se na porção sul e os menores no extremo norte, distribuído de forma heterogênea por 2 territórios.

O excedente hídrico no sentido sul-norte apresenta os seguintes intervalos: no sul entre 40,1 mm e 50,0 mm e no norte, os menores valores entre 30,1 mm e 40,0 mm.

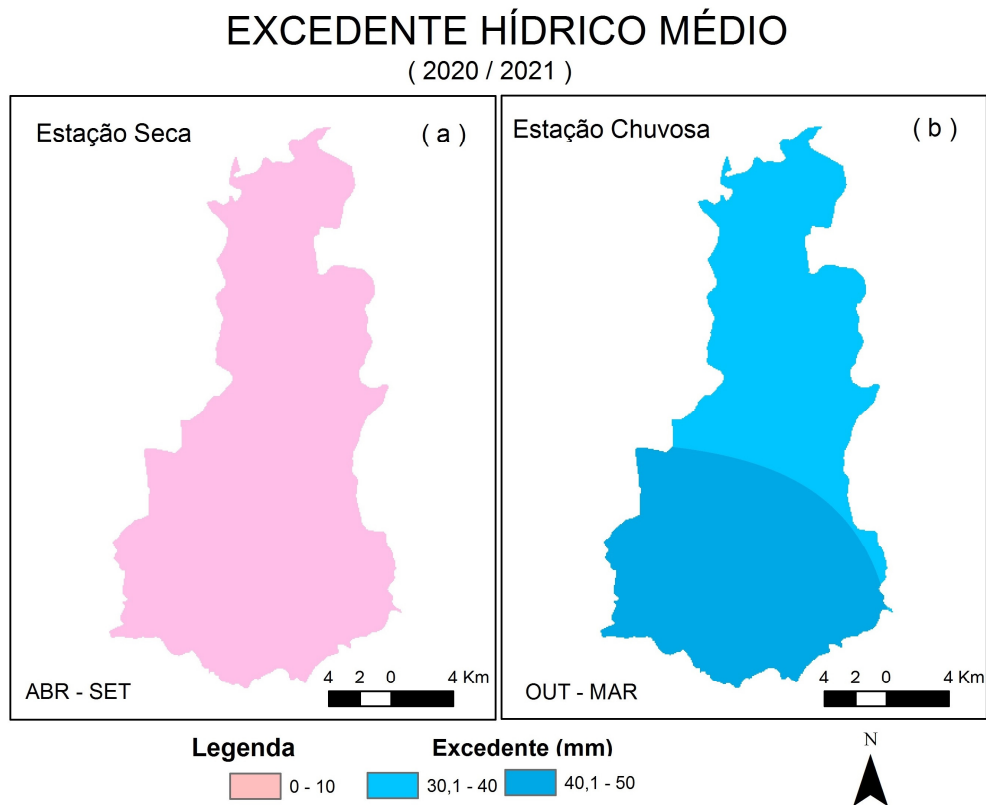


Figura 7: Espacialização da Excedente Hídrico Médio na Estação Seca (a) e na chuvosa (b) - (2020/2021).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

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 três porções: meridional variando entre -20,1 a -21,0 mm, central variando entre -19,1 mm a -20,0 mm e setentrional com valores que variam -18,1 e -19,0 mm. Na estação chuvosa (Figura 8b), a deficiência hídrica no PERD e distribuída de forma homogênea em todo território, variando com intervalo entre -2,1 a -3,0 mm.

A retirada hídrica na estação seca, espacializa-se em dois territórios do PERD (Figura 9a). Os menores valores localizam-se, no sul entre -3,1 e -4,0 mm e na porção norte entre -4,1 e 5,0 mm. Na estação chuvosa (Figura 9b), a retirada é distribuída de forma homogênea em todo território variando entre -8,1 a 9,0 mm.

## DEFICIÊNCIA HÍDRICA MÉDIA

( 2020 / 2021 )

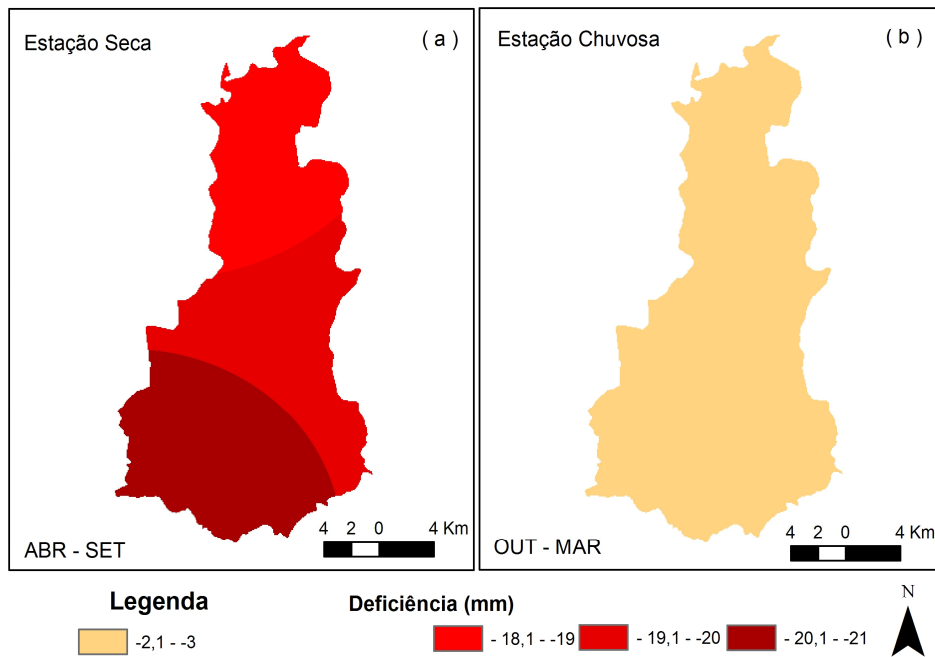


Figura 8: Espacialização da Deficiência Hídrica Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2020/2021).  
 FONTE dos Dados: INMET e INPE

## RETIRADA HÍDRICA MÉDIA

( 2020 / 2021 )

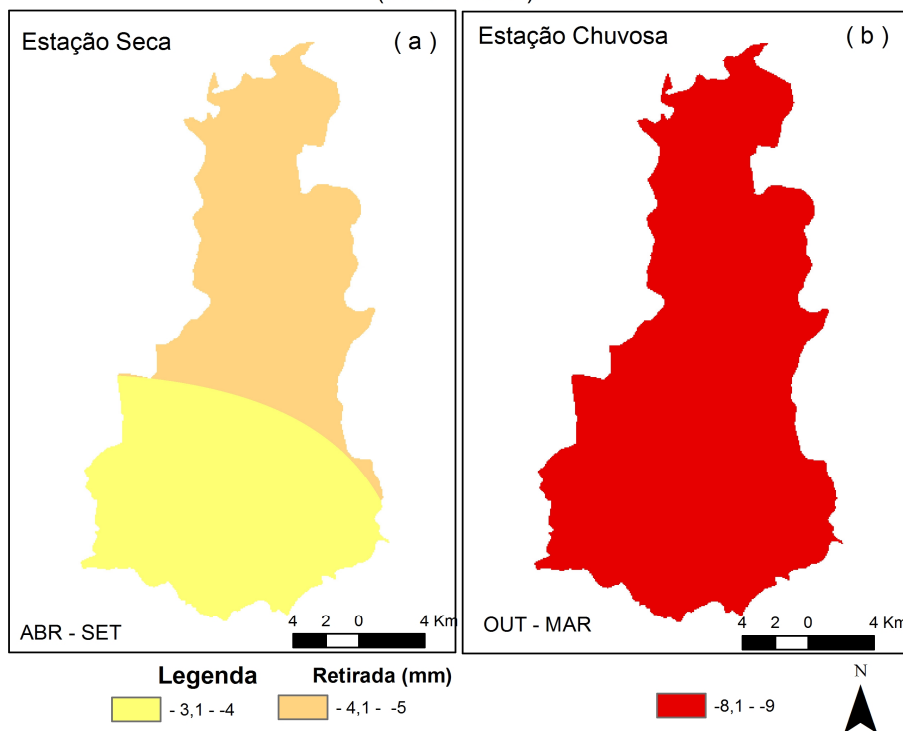


Figura 9: Espacialização da Retirada Hídrica Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2020/2021).  
 FONTE dos Dados: INMET e INPE



A reposição hídrica na estação seca (Figura 10a), é distribuída homogeneamente em todo território do PERD variando entre 0,1 e 1,0 mm. Enquanto na estação chuvosa (Figura 10b), o PERD apresenta dois territórios bem definidos. O centro-sul com cotas que variam de 5,1 a 6,0 mm e a porção centro-norte e sudeste com cotas entre 6,1 e 7,0 mm.

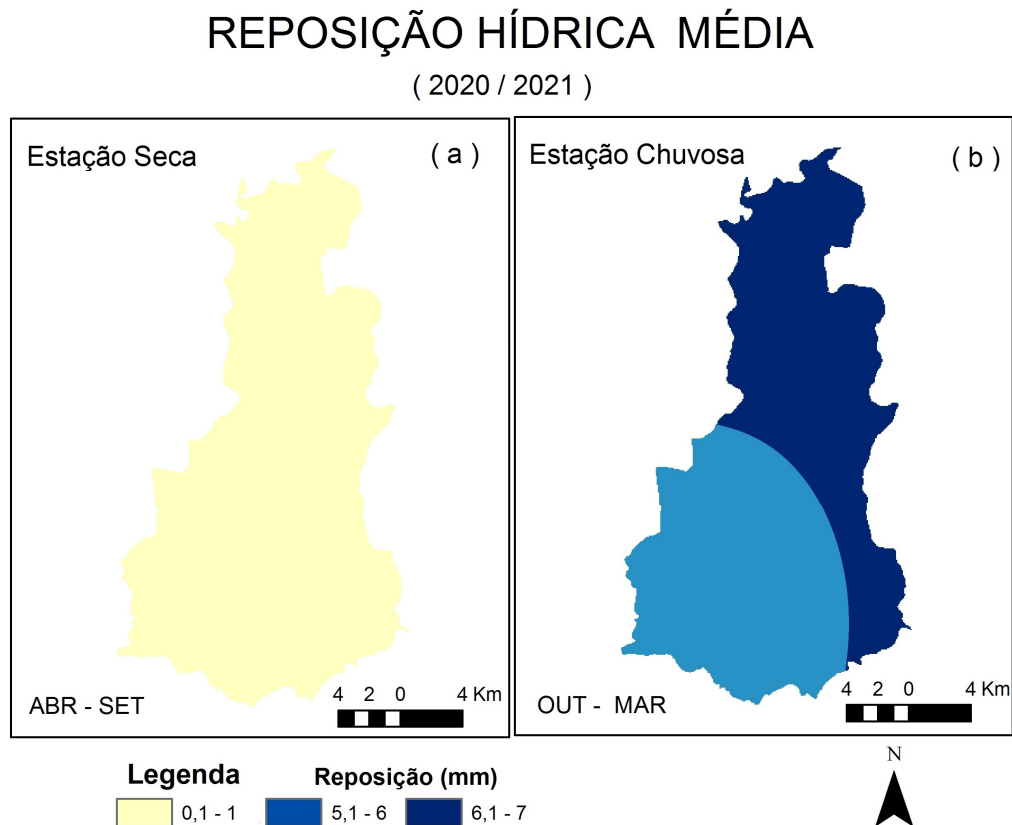


Figura 10: Espacialização da Reposição Hídrica Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2020-2021).  
 FONTE dos Dados: INMET e INPE

As figuras 11a, 11b, 12a e 12b, representam o comportamento do vento (direção e velocidade), para estações chuvosa e seca, respectivamente, representadas astronômicamente pelas datas 21 de março a 21 de junho (outono), 21 de junho a 23 de setembro (inverno), 23 de setembro a 21 de dezembro (primavera) e 21 de dezembro a 21 de março (verão).

No outono (Figura 11a), o vetor vento comporta-se com direção predominante sudeste (SE), sentido noroeste-sudeste (NW-SE) e velocidade variando de 0,1 a 1,0 m/s. Portanto o vento predominante origina-se de NW.

No inverno (Figura 11b), o vetor vento comporta-se de forma diferente em dois territórios; na porção norte com direção predominante sudeste (SE), sentido noroeste-sudeste (NW-SE) e velocidade variando de 0,1 a 1,0 m/s, na porção central o vetor vento comporta-se com as mesmas características de direção e sentido da porção norte, mas intensifica a velocidade variando de 1,1 a 1,5 m/s e na porção sul o vetor vento comporta-se com direção

predominante Leste (E), sentido oeste-leste (W-E) e velocidade mais intensa da estação, variando de 1,6 a 2,0 m/s. Portanto o vento predominante nas porções norte e centro do PERD origina-se de NW, enquanto na porção sul origina-se de oeste (W), possivelmente do Pico do Jacroá.

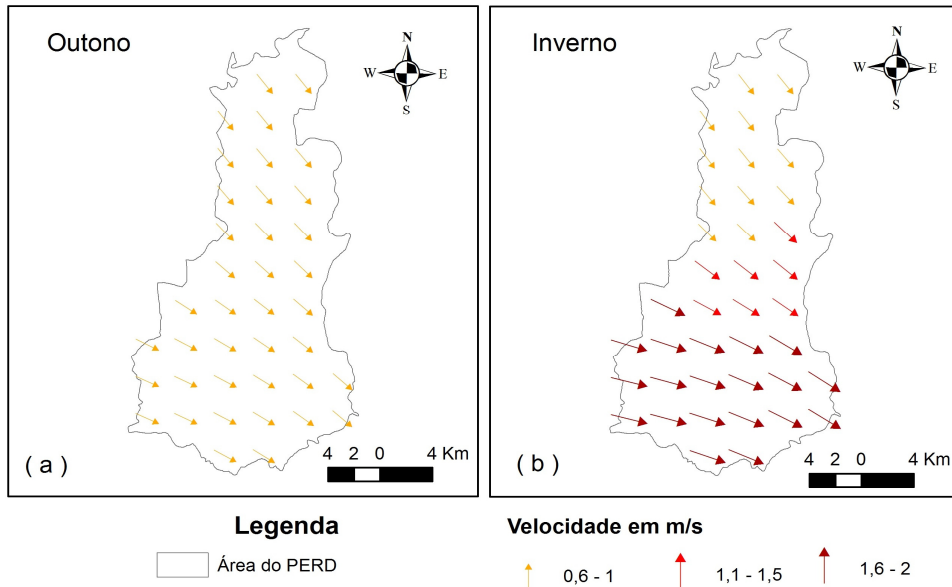


Figura 11: Espacialização da Direção e Velocidade Média do Vento na Estação Seca (a) Outono (b) Inverno – ano hidrológico (2020-2021).

FONTE dos Dados: INMET e INPE

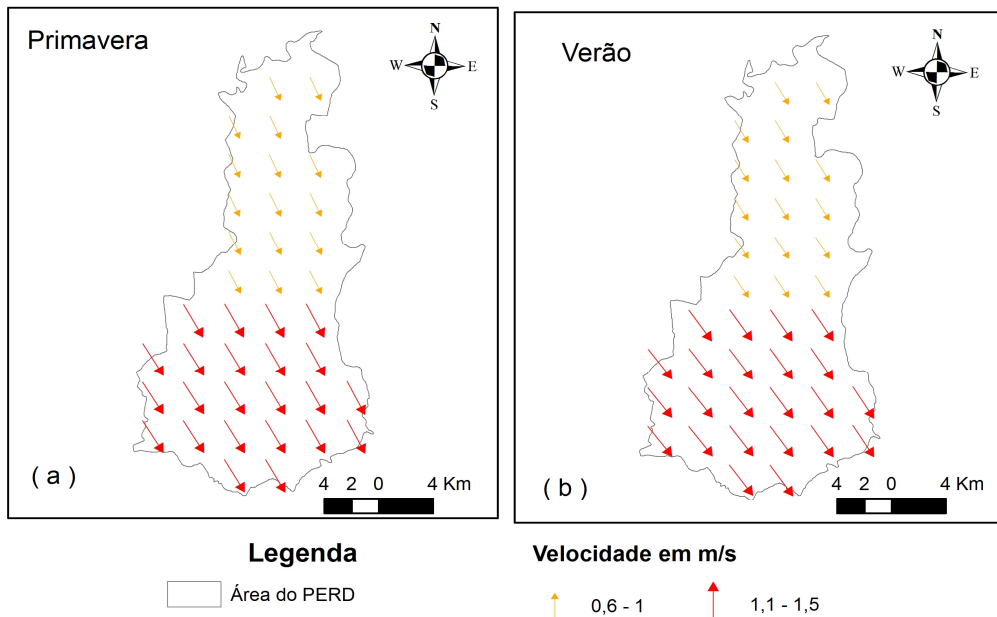


Figura 12: Espacialização da Direção e Velocidade Média do Vento na Estação Chuvosa (a) Primavera (b) Verão – ano hidrológico (2020-2021).

FONTE dos Dados: INMET e INPE

Quanto a primavera e o verão de 2021 no PERD (Figuras 12a e 12b), o vetor vento comporta-se de maneira semelhante, com direção predominante sudeste (SE), sentido noroeste-sudeste (NW-SE) e velocidade variando em dois territórios diferentes: o norte variando de 0,6 a 1,0 m/s e o sul variando de 1,1 a 1,5 m/s . Portanto o vento predominante origina-se de NW.

Ao analisar as estações seca (Figuras 13a e 13c) e chuvosa (Figuras 13b e 13d), nos campos de linha de corrente a 200 hPa (Figuras 13a e 13b) e 850 hPa (Figura 13c e 13d), 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.

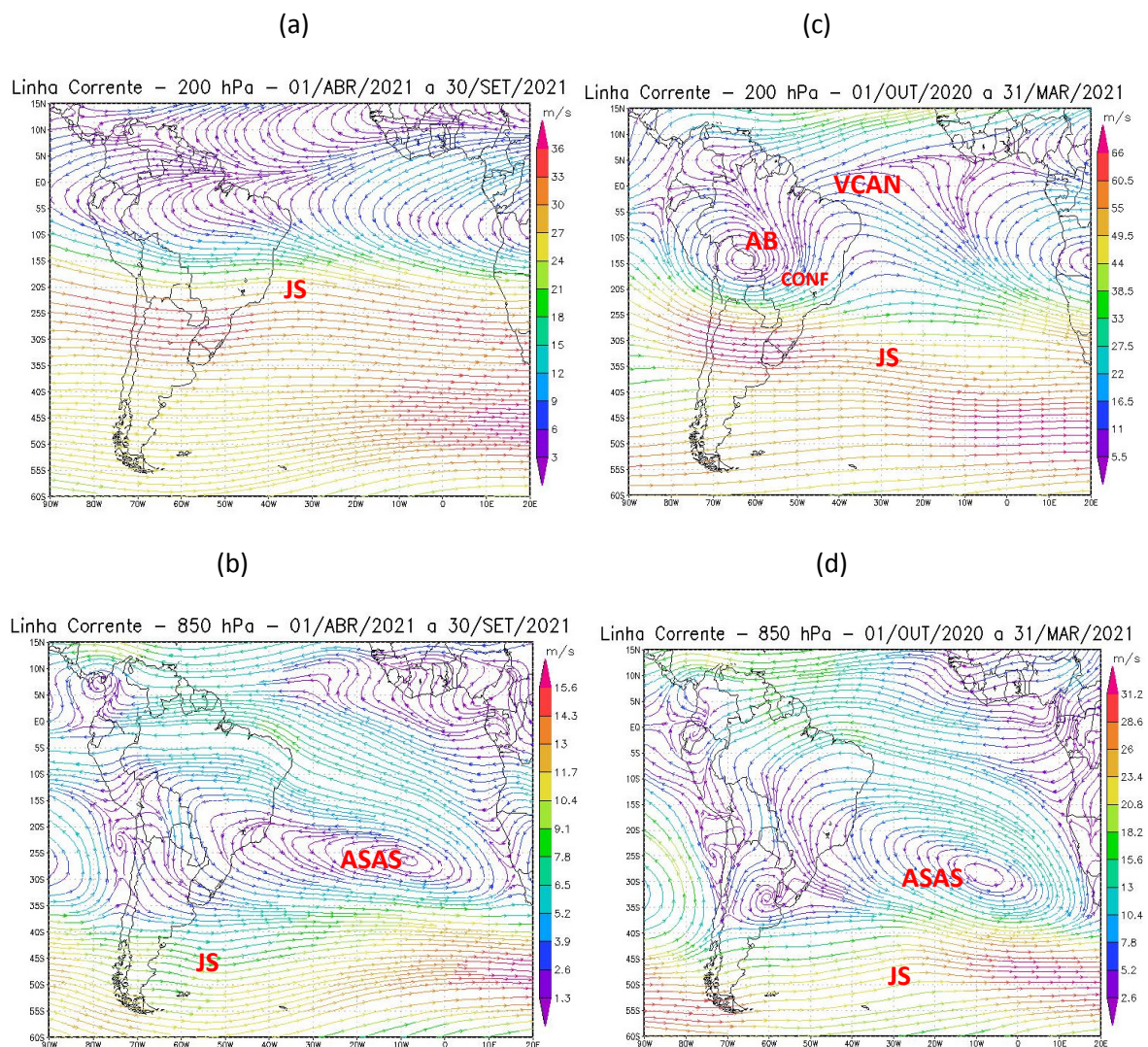


Figura 13: Campos de Linha de Corrente – Estação Seca - 200 hPa. (a) e 850 hPa (b); Estação Chuvosa – 200 hPa (c) e 850 hPa (d); demonstrando interação entre os sistemas atmosféricos: Alta da Bolívia (AB), Cavado do Nordeste (CN), Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e Jato Subtropical (JS) - (2020/2021).  
 FONTE - Dados: NOAA 2021.

Nota-se na estação chuvosa, tanto em 200 hPa (Figura 13b) como 850 hPa (Figura 13d), a presença de uma Confluência-CONF, que geralmente é composta de umidade e nebulosidade.

Na estação seca, no nível de 200 hPa (Figura 13a), nota-se a ausência da AB, enquanto sobre o restante do país o escoamento apresenta-se de forma zonal incluindo-se o jato JS. No nível de 850 hPa (Figura 13b), o ASAS, com o seu giro anti-horário encontra-se sobre o continente propagando a subsidência do ar caracterizando a estação seca no PERD. Quanto ao JS encontra-se descolado para o sul do continente.

Na estação chuvosa, no nível de 200 hPa (Figura 13b), a AB se faz presente expandindo-se para o sudeste do Brasil trazendo a umidade da Amazônia, como também a presença de uma Confluência (CONF), sobre o estado de Minas Gerais e conseqüentemente chuvas para o PERD. O VCAN situado ao leste brasileiro, sobre o litoral do Nordeste e Sudeste também atua através da subsidência do ar contribuindo para a intensificação da baixa umidade no litoral e seu entorno.

No nível de 850 hPa (Figura 13d), o ASAS atua contribuindo para o decréscimo da umidade dentro da estação chuvosa acarretando formação do Veranico Climático à superfície que normalmente faz-se presente no mês de janeiro e em menor intensidade no mês de fevereiro. O ano 2020/2021, tornou-se excepcional, divergindo do comportamento climatológico. Pois, ocorreu uma diversidade de veranicos climáticos na região do PERD, 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), 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 decêndios de janeiro. Nos decêndios 3º de fevereiro e 2º e 3º de março persistem veranicos menos intensos e no 1º decêndio de abril surge a última recarga antes do início da estação seca.

A atuação desta variedade de veranicos na estação chuvosa, está intimamente ligada ao comportamento dos mecanismos atmosféricos VCAN e ASAS (Figuras 13c e 13d), 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 a parte Sul-Sudoeste-sudeste a que recebe 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.

Na análise das temperaturas, conclui-se que, na estação chuvosa, as temperaturas médias ficam entre 23,05°C e 24,73°C, sendo as maiores em Cartinga. Na estação seca,

Timóteo e o PERD registraram as menores médias, respectivamente, entre 20,78°C e 20,62°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 baixas que a porção norte do PERD. Na estação chuvosa as temperaturas variam também em dois territórios, assim como na estação seca as temperaturas da porção norte PERD são mais elevadas 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 e diminui 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 de 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, intensificada pela confluência-CONF da 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, formando o mecanismo ZCAS.

## **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 04 dezembro 2021.

GEORGE MASON UNIVERSITY **GrADS versão 2.0.2**, 2016. Disponível em: <http://cola.gmu.edu/grads/>. Acesso em 04 dezembro 2021.

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 04 dezembro 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. **Dados Meteorológicos Estações Automáticas**. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A001> Acesso em 04 dezembro 2021.

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> Acesso em 04 dezembro 2021.

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: 04 dezembro 2021.

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 Decedial 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.