

# BOLETIM CLIMAPERD *15 Anos*

ISSN 2675 - 9837  
v. 01, n. 01 - Jan/2021

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



Fulvio Cupolillo

Jean Monteiro Lima

2005/2019

**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.01, n.01 - Jan/2021 – Governador Valadares: IFMG, 2021.

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

ISSN 2675 - 9837 - Publicação Mensal

## PREFÁCIO

Fiquei muito honrado com o convite dos autores deste Boletim Climatológico do PERD para escrever o Prefácio desta importante contribuição técnico-científica “traduzida” numa linguagem acessível para o cidadão não versado nos temas do clima. Fulvio Cupolillo e Jean Monteiro Lima nos trazem ferramentas novas para entendermos o clima local/regional do PERD e como estas ferramentas podem nos ajudar a interpretar as variações e mudanças que temos observado e medido ao longo dos últimos 21 anos de pesquisa ecológica de longa duração, nesta Unidade de Conservação do trecho médio da bacia do Rio Doce.

Nesta sua 1ª fase, este Boletim apresenta o histórico médio semestral de 15 anos (2005 a 2019) das estações chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro) para os parâmetros: temperatura do ar, pluviosidade, evapotranspiração potencial e, em termos hídricos, como excedente, deficiência, retirada, reposição. Seu objetivo é divulgar tais informações e torná-las acessíveis para distintos grupos de usuários, aí incluindo a comunidade científica que trabalha no PERD e região como também potenciais usuários interessados no conhecimento do clima regional e suas variações e potenciais impactos no balanço hídrico regional. Especificamente, este Boletim vai informar sobre os períodos de excedente e deficiência hídrica e as mudanças ocorridas; identificar se houve ou não aumento na estação seca na área do PERD e identificar os mecanismos atmosféricos que influenciam o balanço hídrico do PERD.

Certamente que este conhecimento tem importantes reflexos nas atividades socioeconômicas da região e permite a compreensão de mudanças ocorridas no clima com reflexos no planejamento dos usos do solo e na conservação da diversidade biológica regional. Temos certeza que este Boletim em suas edições mensais (3ª fase), será importante fonte de dados e informações climatológicas da região do Parque Estadual do Rio Doce e seu entorno, a ser consultada não somente por pesquisadores mas também pelos gestores da região na busca por subsídios para o enfrentamento da variabilidade climática, notadamente, mudanças na frequência e intensidade de chuvas e períodos de estiagem, alterações no nível de água dos lagos e no balanço hídrico regional, com potenciais reflexos na socioeconomia e conservação da diversidade biológica da região.

Cumprimento os autores deste Boletim pelo excelente trabalho realizado e deixo meu testemunho como coordenador do Projeto PELD/Rio DOCE, de que esta contribuição constitui uma evidência clara do valor do conhecimento científico adquirido e sua tradução e utilização para o bem estar da vida silvestre e das comunidades humanas da região.

Belo Horizonte, 27 de dezembro de 2020

Francisco Barbosa  
Coordenador do Projeto PELD/Rio Doce.

## SUMÁRIO

<b>EDITORIAL</b>	<b>3</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2 – OBJETIVO GERAL</b>	<b>6</b>
<b>3 – MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>6</b>
<b>4 – RESULTADOS</b>	<b>9</b>
<b>5 – CONSIDERAÇÕES</b>	<b>17</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>19</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.

Nós, do projeto PELD/UFMG, 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 fazem parte 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.

Faz parte também desta equipe o MSc. Jean Monteiro Lima (Mestre pelo Programa MPSTA- Campus Bambuí). Após longo período de organização do histórico de 16 anos dos dados das quatro estações meteorológicas localizadas no PERD e seu entorno (Ipatinga, Caratinga e Timóteo), estamos lançando o Boletim Climatológico CLIMAPERD em três fases:

***1ª Fase - CLIMAPERD 15 anos 2005 a 2019 - Número Especial***

***2ª Fase - CLIMAPERD ano 2020 - Número Especial***

***3ª Fase - CLIMAPERD mensal a partir de 2021***

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 mediado do município de Caratinga, com a 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)

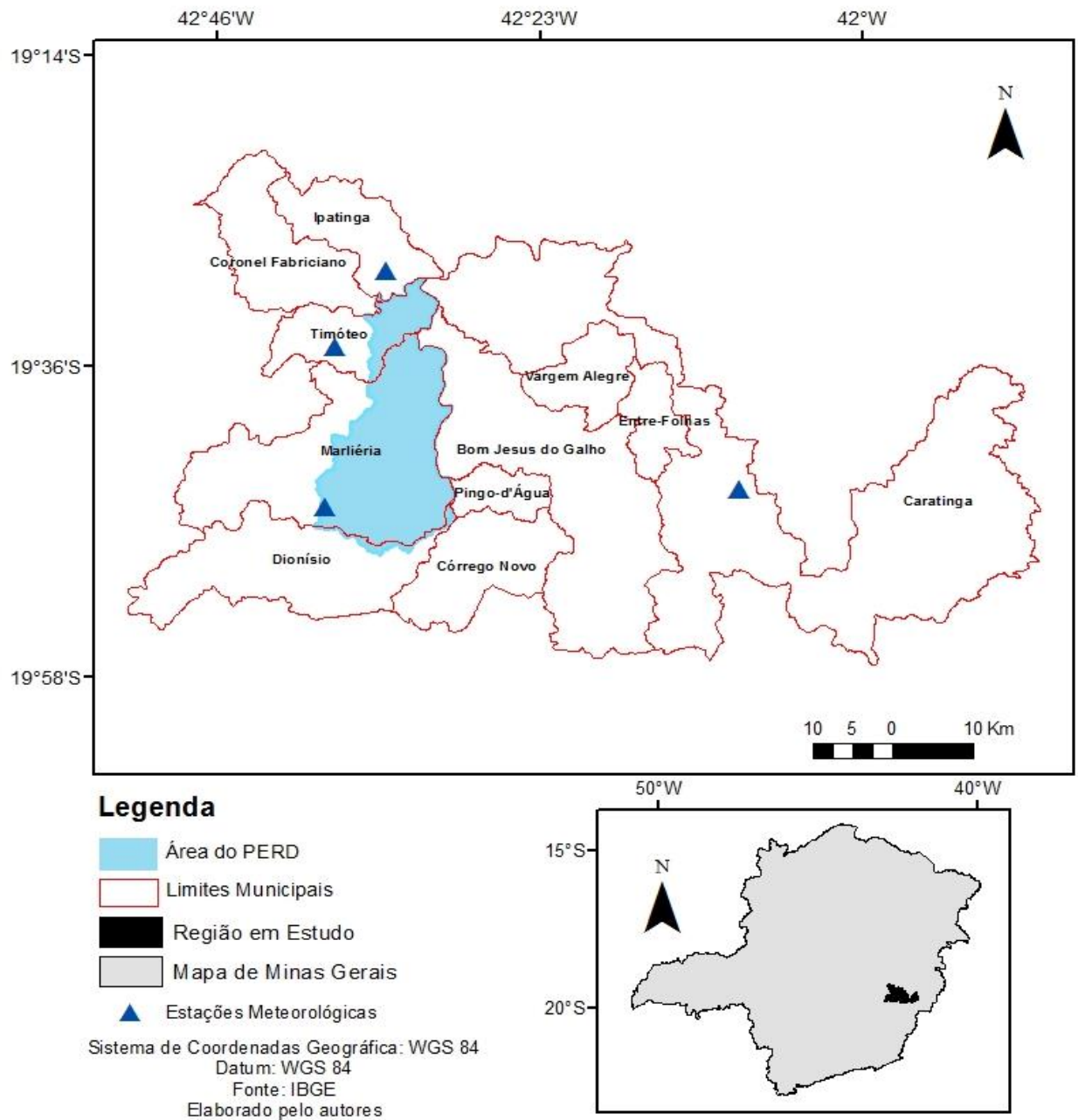


Figura 1 – Localização do Parque Estadual do Rio Doce – PERD  
 Fonte: Elaborado pelos autores

Este boletim demonstra um histórico médio semestral de 15 anos (2005 a 2019), 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 período de 2005 a 2019.

### 2.1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Compreender melhor as interações dos aspectos climatológicos com o bioma vigente no PERD;
- Demonstrar os períodos de excedente e deficiência hídrica e as mudanças ocorridas;
- Identificar se houve ou não aumento na estação seca no PERD;
- Identificar os mecanismos atmosféricos que influenciam o balanço hídrico do PERD.

## 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos aplicados para a realização deste estudo utilizaram uma série de dados climatológicos de quinze anos (2005-2019), coletados nas estações meteorológicas automáticas dos municípios de Caratinga, Ipatinga, Timóteo e no PERD (Tabela 1), disponibilizados pelo INPE e INMET, de modo a apurar com precisão 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
IPATINGA/MG	-19.470	-42.523	305	PCD 32507 - INPE
TIMÓTEO	-19.5736	-42,6222	333	A511 - INMET
CARATINGA	-19.7358	-42,1536	615	A554 – INMET

Fonte: INPE e INMET, 2020.

Os dados das estações meteorológicas 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 do ar através do somatório da frequência média de ocorrência da variável e para série de trinta e seis decêndios para as estações chuvosa e seca,



dividido pelo período de anos correspondentes a cada uma das quatro 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 para as estações chuvosa e seca, dividido pelo período de anos correspondente a cada uma das quatro 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 permitir elabora-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 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 2005 a 2019, contemplando a localização de cada estação meteorológica, no sistema de coordenadas geografia WGS 84 dentro do SIG.

Foram também elaborados mapas sazonais, estações chuvosa e seca, especializando cada elemento climático a partir da ferramenta geoestatística do *software* ArcGIS 10.5, utilizado segundo Cupolillo (2015). As isolneas foram geradas a partir 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.

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

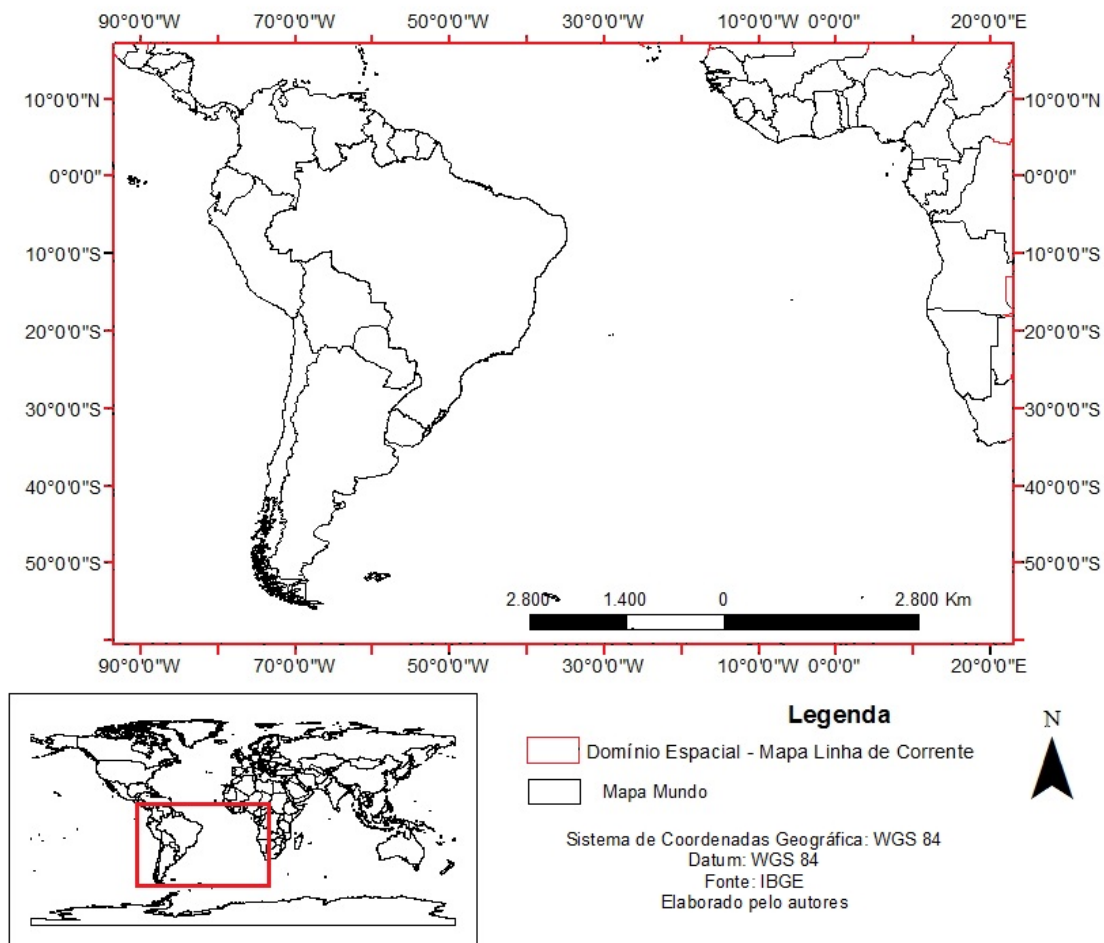


Figura 2 – Localização do Domínio Espacial para plotar Linhas de Corrente  
 Fonte: Elaborado pelos autores

<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, 3c e 3d, representando reposição, excedente, retirada e deficiência hídrica de cada estação.

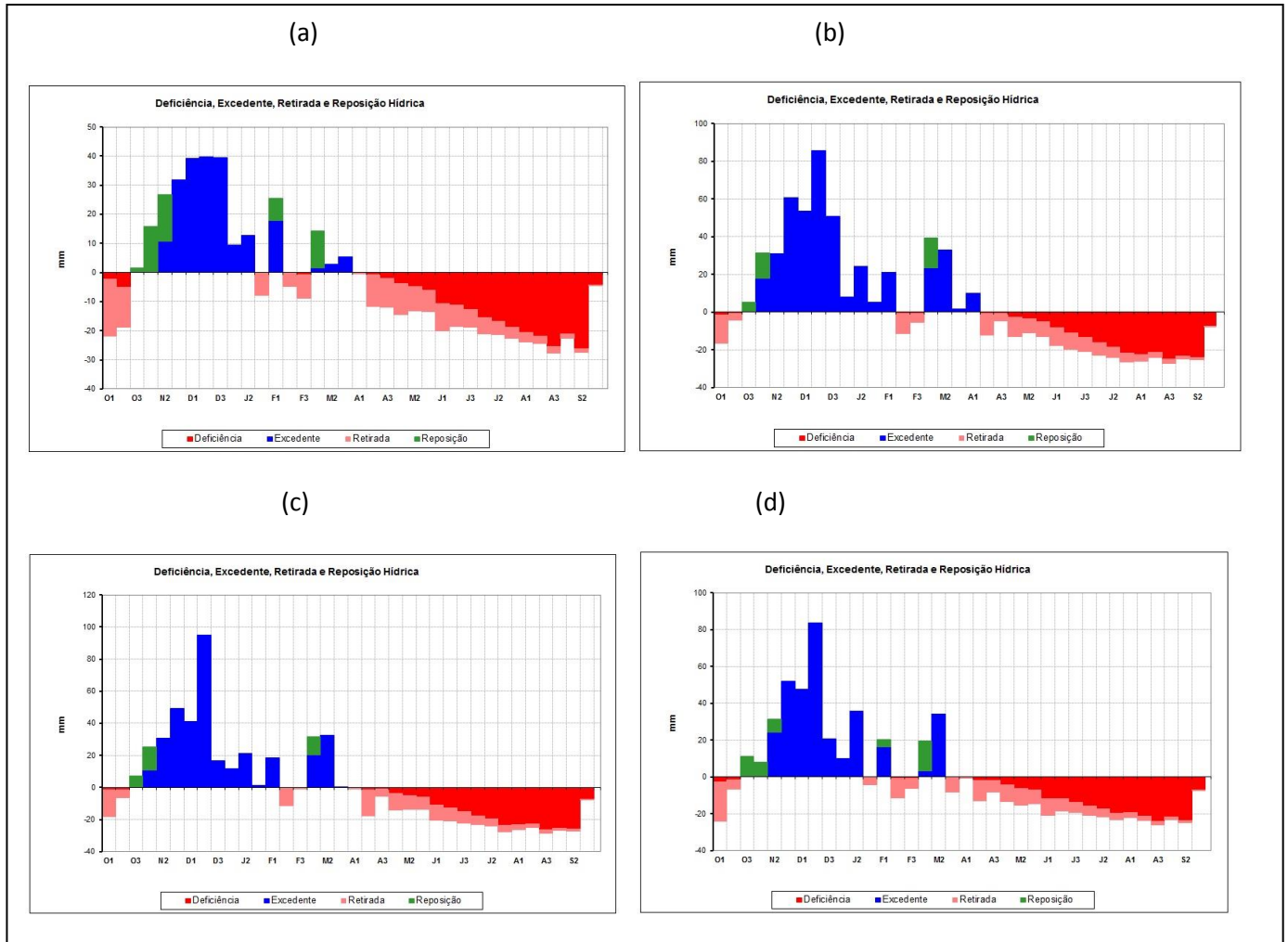


Figura 3: Balanços Hídricos: Caratinga(a) ; Timóteo (b) ; Ipatinga(c); PERD (d) – (2005-2019).  
 FONTE dos Dados: INMET e INPE

Nota-se que os decêndios são distribuídos de outubro a setembro, ou seja, abrangem o começo da estação chuvosa e a estação seca, de abril a setembro.

As quatro estações estudadas (Figuras 3a, 3b, 3c e 3d), apresentaram totais pluviométricos relativamente semelhantes. Com isso, as características de cada estação mostraram regimes pluviométricos parecidos, sendo o 2º decêndio do mês de dezembro o

decêndio de maior excedente hídrico em todas as quatro estações, e o 2º decêndio de setembro registrou a maior deficiência hídrica para todas as estações analisadas.

Observa-se também, que todos os balanços hídricos apresentaram passagens abruptas, de excedente hídrico para retirada hídrica, nos decêndios de janeiro e fevereiro configurando a formação de Veranico Climático no PERD, 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 Antunes (2018), Cupolillo (2015), Pujoni *et al.* (2012).

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.

Na estação seca, a Figura 4a demonstra a distribuição da temperatura média, variando, em três territórios: na porção setentrional 22,1° à 22,5°C, ao centro de 21,6° à 22°C e na porção meridional 21,1° à 2,5°C.

Na Figura 4b, a estação chuvosa caracteriza-se com dados térmicos maiores no extremo norte do PERD, com temperaturas médias variando entre 25,1° à 25,5°C. O restante do PERD apresenta uma homogeneidade da temperatura média, variando de 24,6 à 25° C.

Na Figura 5a, a estação chuvosa caracteriza-se com dados pluviométricos demonstrando variações de valores maiores para os menores no sentido Norte- Sul. Tendo ao norte 1101 a 1150 mm ao norte, 1050 a 1100 mm na parte central e 1001 a 1050, na porção sul do PERD.

Na estação seca (Figura 5b), as chuvas são distribuídas em dois territórios: o centro-norte variando de 201 a 250mm, enquanto o centro sul de 150 a 200mm.

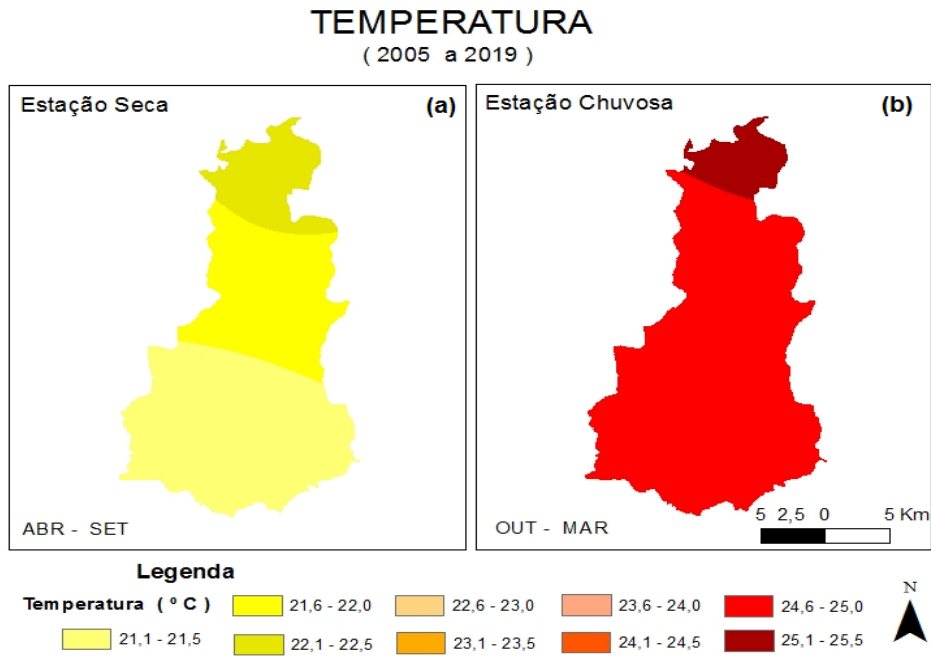


Figura 4: Espacialização da Temperatura Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2005-2019).  
 FONTE dos Dados: INMET e INPE

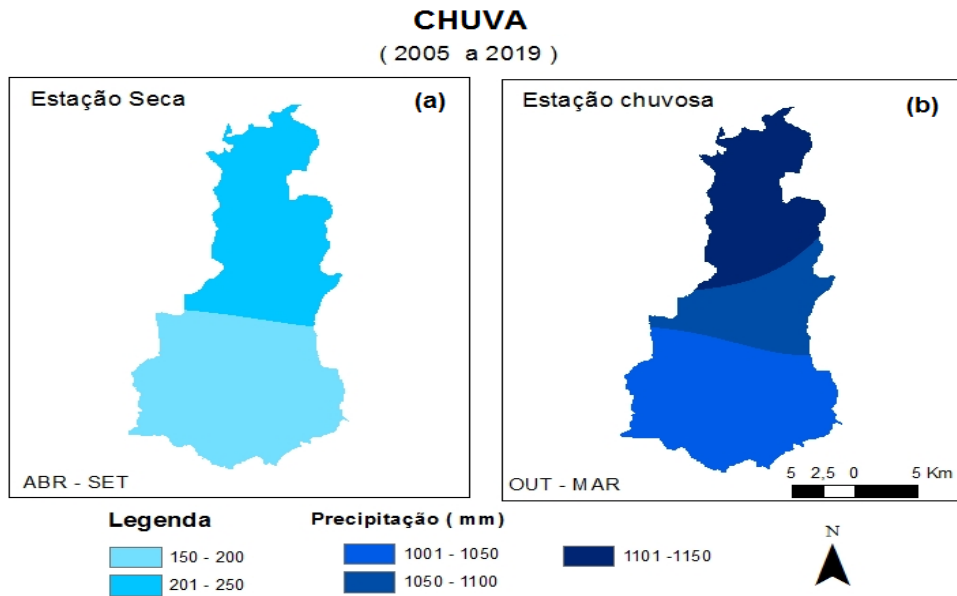


Figura 5: Espacialização da Chuva na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2005-2019).  
 FONTE dos Dados: INMET e INPE

No que se refere à evapotranspiração potencial, na estação seca (Figura 6a), os valores mais baixos ocorrem no extremo sul do PERD e os mais altos no extremo norte.

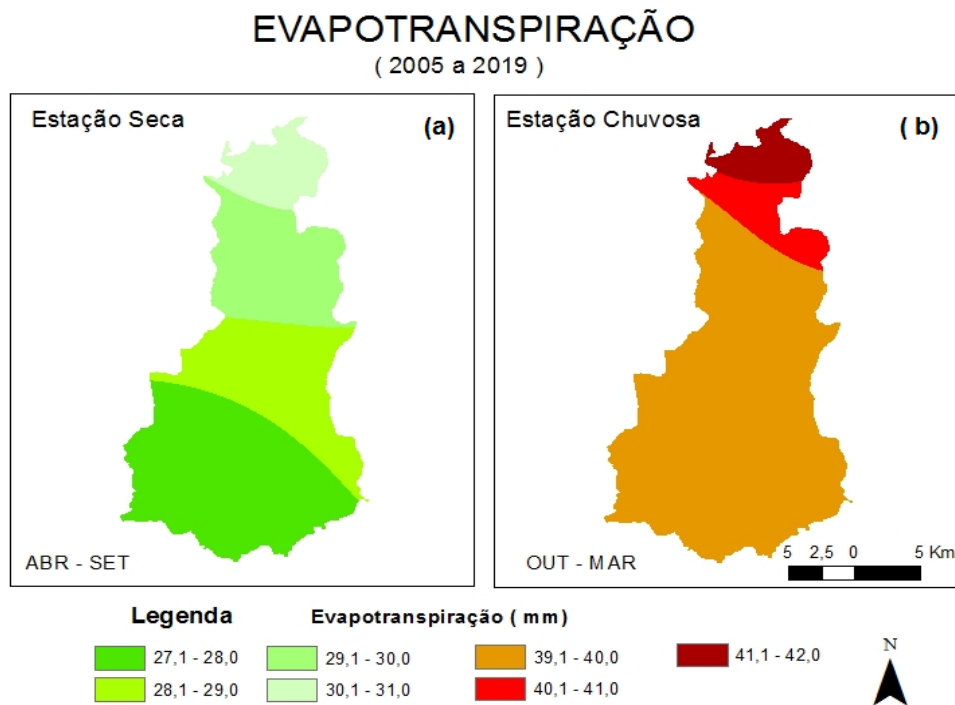


Figura 6: Espacialização da Evapotranspiração Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2005-2019).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

Seguindo o sentido norte-sul os valores variam no extremo norte variando de 30.1 a 31,0 mm, centro-norte 29,1 a 30,0 mm, centro-sul 28,1 a 29,0 mm e no extremo sul 27,1 a 28,0 mm.

Quanto à estação chuvosa (Figura 6b), os maiores valores encontram-se no extremo norte do PERD com cotas entre 41,1 e 42,0 mm, seguido pela porção norte variando de 40,1 a 41,0 mm e o restante do Parque apresentando valores entre 39,1 e 40,0 mm.

No que se refere ao excedente hídrico, na estação seca (Figura 7a), os menores valores encontram-se em todo PERD com cotas, muito baixas, entre 0,0 e 1,0 mm. Enquanto na estação chuvosa (Figura 7b), os maiores valores encontram-se na porção centro-oeste e os menores no extremo sul.

Desta maneira, a variação do excedente hídrico no extremo norte e no centro – sul apresenta-se entre 19,1 a 20,0 mm, a porção norte e centro-leste entre 20,1 e 21,0 mm. Os maiores e menores valores extremos apresentam-se, respectivamente, no centro-oeste entre 21,0 e 23,0 e no extremo sul entre 18,1 e 19,0 mm.

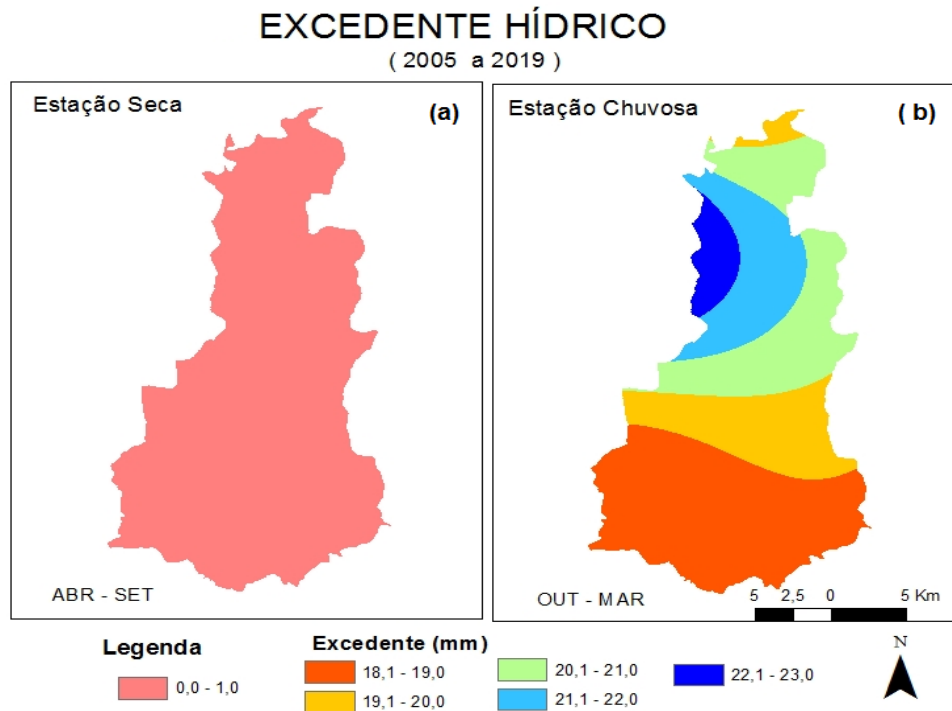


Figura 7: Espacialização da Excedente Hídrico Médio na Estação Seca (a) e na chuvosa (b) - (2005-2019).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

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 onde mais se sobressai, apresentando três territórios. O extremo norte com cotas que variam de -13,1 a -14,0 mm. No norte de -12,1 a -13,0 mm e o restante do PERD com valores de -11,1 a -12,0 mm. Na estação chuvosa (Figura 8b), o PERD não apresenta, praticamente, nenhuma deficiência. Pois os valores são muito baixos variando de 0,0 a -1,0 mm.

A retirada, na estação seca, especializa-se em dois territórios do PERD (Figura 9a). Os maiores valores localizam-se, no centro-norte entre -5,1 e -6,0 mm e no centro-sul entre -4,1 a -5,0 mm. Na estação chuvosa (Figura 9b), encontram-se três territórios, ao norte entre -1,1 e -2,0 mm, a porção central entre -2,1 e 3,0 mm e ao sul entre -5,1 e -6,0 mm.

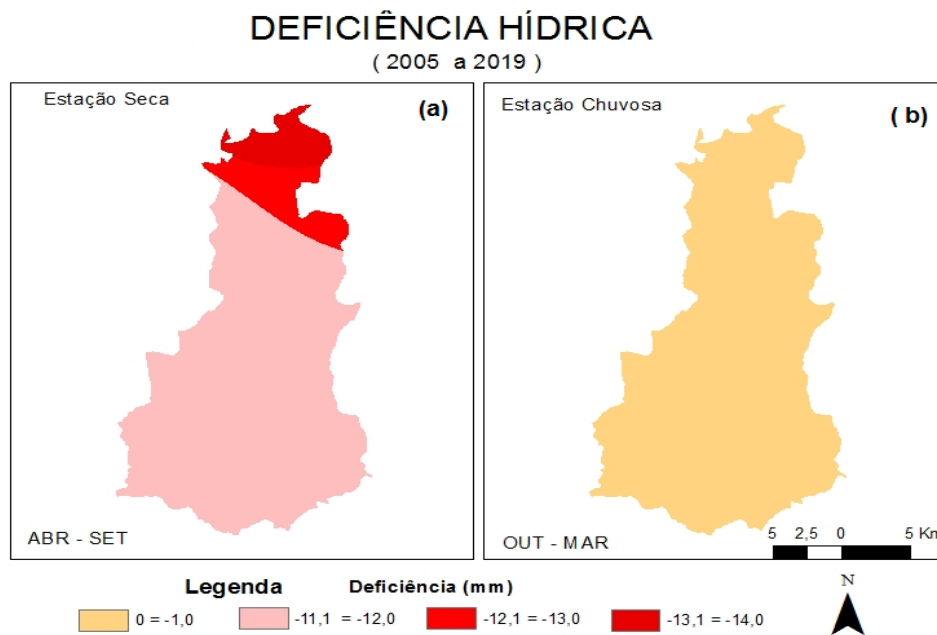


Figura 8: Espacialização da Deficiência Hídrica Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2005-2019).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

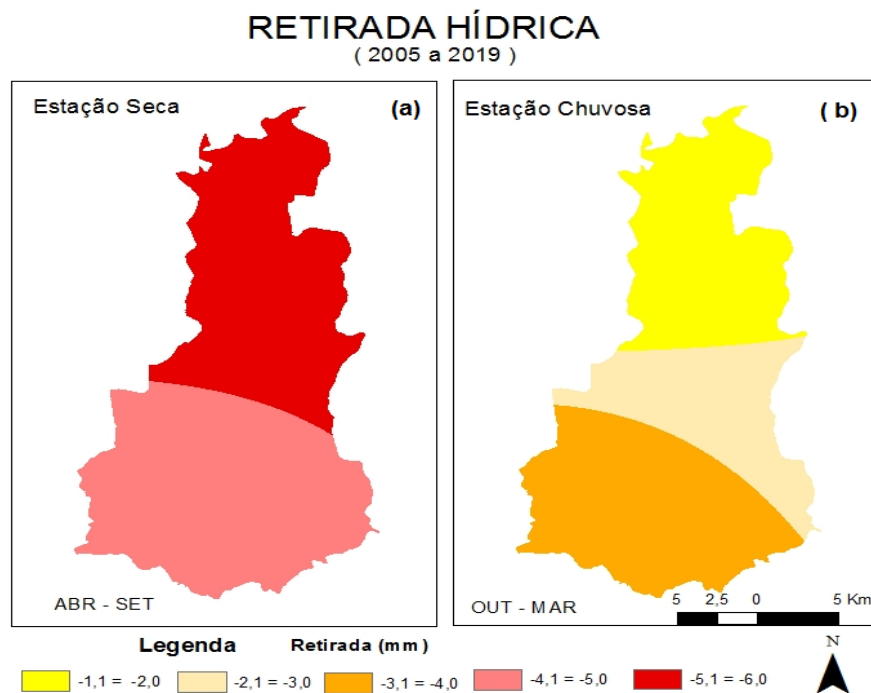


Figura 9: Espacialização da Retirada Hídrica Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2005-2019).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

No que se refere ao parâmetro reposição hídrica, na estação seca (Figura 10a), inexistindo sendo representada por 0,0 mm, enquanto na estação chuvosa (Figura 10b) a reposição



abrange três territórios diferenciados: o norte de 1,6 a 2,0 mm, o centro de 2,1 a 2,5 mm e a porção meridional de 2,6 a 3,0 mm.

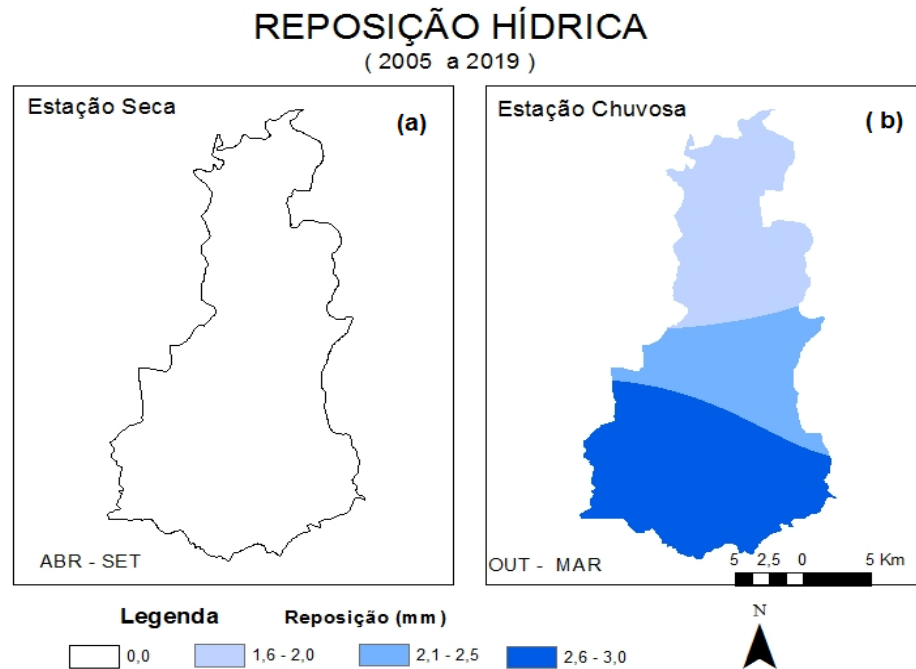


Figura 10: Espacialização da Reposição Hídrica Média na Estação Seca (a) e chuvosa (b) - (2005-2019).  
FONTE dos Dados: INMET e INPE

Ao analisar as estações seca e chuvosa nos campos de linha de corrente a 200 hPa (Figuras 11a e 11b) e 850 hPa (Figura 11c e 11d), 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.

Nota-se na estação chuvosa, tanto em 200 hPa (Figura 11b) como 850 hPa (Figura 11d), a presença de uma Confluência-CONF, que geralmente é composta de umidade e nebulosidade.

Na estação seca, no nível de 200 hPa (Figura 11a), nota-se que a AB localiza-se sobre o extremo norte do Brasil, enquanto sobre o restante do país o escoamento apresenta-se de forma zonal incluindo-se o jato JS. No nível de 850 hPa (Figura 11c), o ASAS, com o seu giro anti-horário encontra-se sobre o continente propagando a subsidência do ar caracterizando a estação seca no PERD.

Na estação chuvosa, no nível de 200 hPa (Figura 11b), a AB se faz presente expandindo-se para o sudeste do Brasil trazendo a umidade da Amazônia e conseqüentemente

chuvas para o PERD. O CN também atua através da subsidência do ar contribuindo para a intensificação do fenômeno Veranico Climático sobre o PERD.

No nível de 850 hPa (Figura 11d), o ASAS atua contribuindo para o decréscimo da umidade dentro da estação chuvosa acarretando na formação do Veranico Climático à superfície que normalmente faz-se presente no mês de fevereiro e em menor intensidade no mês de janeiro. (Cupolillo, 2015).

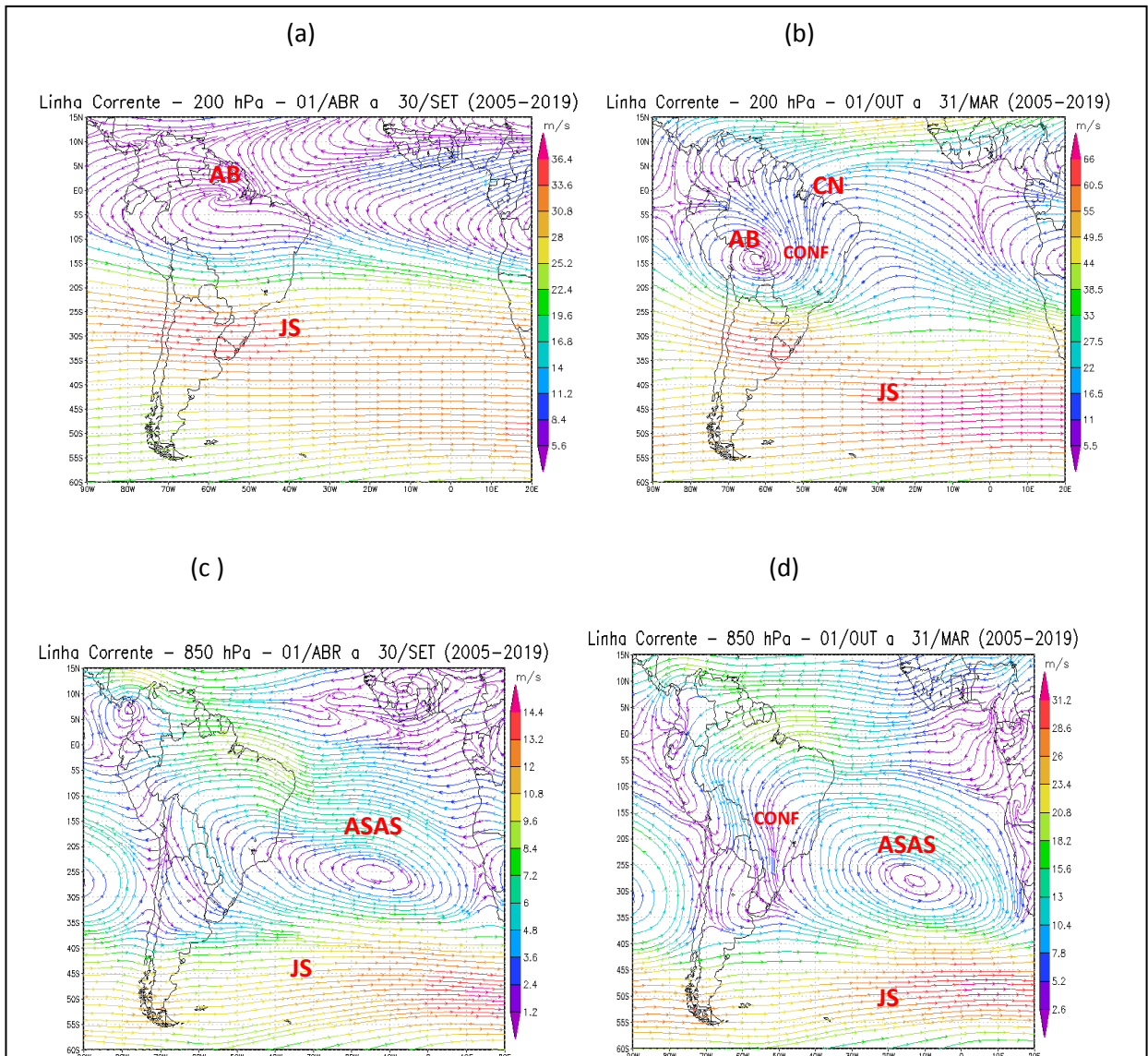


Figura 11: Campos de Linha de Corrente 200 hPa. Estação Seca (a) e Estação Chuvosa (b); 850 hPa. Estação Seca (c) e Estação Chuvosa (d); demonstrando interação entre os sistemas atmosféricos: Alta da Bolívia (AB), Cavado do Nordeste (CN), Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e Jato Subtropical (JS) - (2005-2019).

FONTE - Dados: NOAA 2020.

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 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 Cupolillo (2015) para toda a bacia do rio Doce. Reboita *et al.* (2012) definiu o clima para o estado de Minas Gerais, Leão (2008) para região de Sete Lagoas no estado de Minas Gerais e Moreira (2002) a distribuição espacial e chuvas em Belo Horizonte.

## 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 nos decêndios de outubro, as precipitações não atingem totais para a reposição e excedente hídricos; a partir dos decêndios de novembro a recarga hídrica começa a ser notada. Os decêndios de dezembro apresentam os maiores índices pluviométricos da estação chuvosa (outubro-março). Nos de janeiro, as médias de chuvas decrescem. Em fevereiro, há a presença de veranicos climáticos que foram detectados em todas as estações meteorológicas analisadas.

O mês de março aponta a volta das precipitações nas estações meteorológicas, porém com menor intensidade. No mês de abril há precipitações no 1º decêndio na região do PERD. A partir do 2º decêndio de abril, todas as estações meteorológicas apresentam retiradas e deficiência hídrica que vão acentuando nos meses de junho, julho, agosto e setembro, fazendo com que a região apresente respectivamente os seguintes decêndios: 20 em Ipatinga, 21 no PERD, 19 em Timóteo e 20 em Caratinga, com uma média de 20,0 de decêndios com retirada e deficiência hídrica. O balanço hídrico climatológico das estações meteorológicas instaladas no PERD e entorno demonstraram que a reposição e excedente hídricos tornaram-se efetivos a partir do 3º decêndio de outubro e os meses de dezembro e janeiro foram os únicos com todos os decêndios apresentando excedentes hídricos.

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

Ao analisar as chuvas no PERD um fato inédito foi detectado, já que um estudo sobre direção das chuvas no PERD ainda não tinha sido desenvolvido. Notou-se um comportamento

pluviométrico semelhante em toda a estação chuvosa, sendo a parte Norte-Noroeste-Nordeste 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 Norte 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) 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 22°C e 26°C, sendo as maiores em Ipatinga e Timóteo. Na estação seca, Caratinga e o PERD registraram as menores médias entre 19°C e 22°C.

Ao realizar a interpolação de todas as temperaturas, o posicionamento das temperaturas apresenta-se da seguinte maneira: na parte Norte-Noroeste-Nordeste do PERD, tanto na estação chuvosa quanto na estação seca, as temperaturas são as mais elevadas; a parte Sul do PERD apresenta as menores temperaturas. Uma das possibilidades para tal acontecimento é a proximidade com o Pico do Jacroá (800m), situado no município de Marliéria, que concentra a umidade que chega no PERD não dispersando-a.

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

### **C) Aspectos dinâmicos**

O escoamento do ar em 200hPa e 850hPa foi marcante nos períodos secos e úmidos na região de estudo. Enquanto na estação seca predominou a presença do Cavado do Nordeste-CN em 200hPa, 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. 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.

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.

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.

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce**. 1ª Ed. Saarbucken – 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 20 nov 2020.

GEORGE MASON UNIVERSATY **GrADS versão 2.0.2**, 2016. Disponível em: <http://cola.gmu.edu/grads/>. Acesso em 20 nov 2020.

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: 20 nov 2020.

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: 20 nov 2020.

LEÃO, M. S. **Diagnóstico Climático e estudo das variações termo-higrométricas do município de Sete Lagoas-Mg**. 2008. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. 175f.

MOREIRA, J. L. B. **Estudo da distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte e seu entorno**. 2002.186f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

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.

ROLIM, G.S., SENTELHAS, P.C., BARBIERI, V. **Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos**: normal, sequencial de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n.1, 1998.

SILVA, E. D. da.; REBOITA, M. S. Estudo da precipitação no estado de Minas Gerais-MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.13. n. 9, jul-dez .2013. Disponível: <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/33345/22585>. 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 nov 2020.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance*. **Publications In Climatology**. Drexel Institute of tecnologia. New Jersey. v.8, n 1.1955.p. 104. Disponível em: [oregondigital.org/catalog/oregondigital:df70pr001#page/13/mode/1up](http://oregondigital.org/catalog/oregondigital:df70pr001#page/13/mode/1up). Acesso em: 20 nov 2020.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo; Nobel. 1 ed.4reimp.1984. p.374.