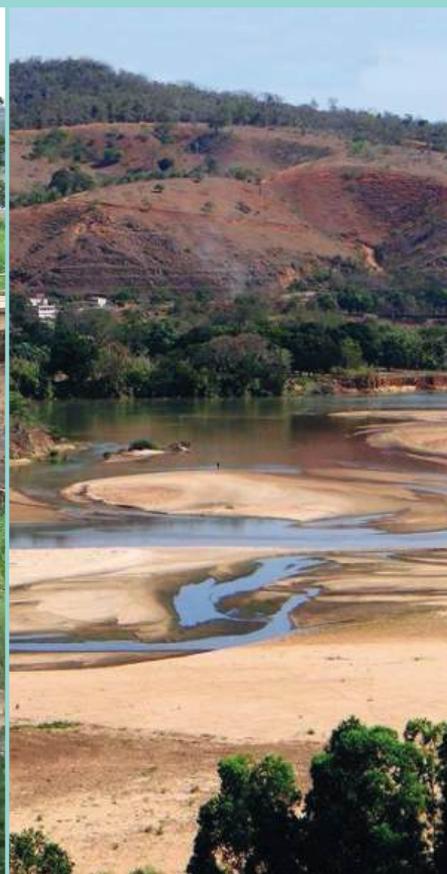


CRISE HÍDRICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO: O CASO DE 2014 A 2017



© 2025 - Incaper

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória-ES, Brasil
CEP: 29052-010 - Telefones: (27) 3636-9888/ 3636-9846
<http://incaper.es.gov.br>
<https://editora.incaper.es.gov.br>
coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br

ISBN: 978-85-89274-49-4

DOI: 10.54682/livro.9788589274494

Editor: Incaper

Formato: Impresso e digital

Tiragem: 500

Janeiro 2025

Conselho Editorial

Antonio Elias Souza da Silva - Presidente	José Aires Ventura
Agno Tadeu da Silva	José Altino Machado Filho
Anderson Martins Pilon	José Salazar Zanuncio Junior
André Guarçoni Martins	Marianna Abdalla Prata Guimarães
Fabiana Gomes Ruas	Mauricio Lima Dan
Felipe Lopes Neves	Vanessa Alves Justino Borges

Aparecida L. do Nascimento - Coordenadora Editorial

Marcos Roberto da Costa - Coordenador Editorial Adjunto

Equipe de Produção

Projeto gráfico, capa e diagramação: Laudeci Maria Maia Bravin

Revisão textual: Paula Christina Corrêa de Almeida

Coordenação de Diagramação e Revisão: Laudeci M. M. Bravin e Marcos Roberto da Costa

Ficha catalográfica: Merielem Frasson da Silva

Fotos: Crédito na imagem e acervo do Incaper

Fotos da capa: Ariele Altoé, PEPDEC

Ilustrações: Elaboradas pelo(s) autor(es)

Todos os direitos reservados nos termos da Lei 9.610/1998, que resguarda os direitos autorais. É proibida a reprodução total ou parcial por qualquer meio ou forma, sem a expressa autorização do Incaper e dos autores.

Incaper - Biblioteca Rui Tendinha Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C932 Crise hídrica no Estado do Espírito Santo: o caso de 2014 a 2017 / organizadores, José Geraldo Ferreira da Silva, Pedro Henrique Bonfim Pantoja e Enio Bergoli da Costa – Vitória, ES : Incaper, 2025.
384 p. : il. color. : 21 x 28 cm.

ISBN: 978-85-89274-49-4

DOI: 10.54682/livro.9788589274494

1. Climatologia. 2. Hidrometeorologia. 3. Precipitação Pluvial. 4. Estiagem. 5. Política Governamental. I. Silva, José Geraldo Ferreira da. II. Pantoja, Pedro Henrique Bonfim. III. Costa, Enio Bergoli da. IV. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. V. Título.

CDD: 363.75



Capítulo 2

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO ENTRE 2014 E 2018

Thábata Teixeira Brito de Medeiros¹

Hugo Ely dos Anjos Ramos²

Ivaniél Fôro Maia³

Pedro Henrique Bonfim Pantoja⁴

Bruce Francisco Pontes da Silva⁵

Fabiola Angela Ferrari⁶

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição da precipitação pluvial, no espaço e no tempo, em determinada área, é de extrema importância para a organização, planejamento e desenvolvimento de diversas atividades realizadas em uma região. Porém, para tal, faz-se necessária uma boa distribuição da rede de observação, estações meteorológicas e/ou pluviômetros, o que, na maioria das vezes, não é a realidade encontrada em muitos estados.

O Espírito Santo possui uma heterogeneidade topográfica singular, áreas montanhosas localizadas no Sul do Estado e planícies no litoral e Norte capixaba, que influenciam nas características climáticas da região. Além disso, os sistemas meteorológicos provenientes das latitudes médias interagem com os distúrbios da zona tropical, somados às características de relevo, resultando na ocorrência de eventos

extremos de precipitação sobre o Estado (PONTES DA SILVA *et al.*, 2014a).

Em vista dessas características e dificuldades, a utilização de geotecnologias pode auxiliar na compreensão do comportamento da precipitação pluviométrica em áreas onde não há equipamentos de medição instalados, utilizando, por exemplo, a técnica da interpolação (BRUBACHAR; OLIVEIRA; GUASSELLI, 2020; BRUBACHAR; OLIVEIRA; GUASSELLI, 2021). Através dessa técnica, é possível realizar a espacialização de uma informação pontual, como é o caso da variável precipitação, visto que a coleta dos dados é pontual e não permite uma análise na distribuição espacial dessa variável em áreas sem equipamento de medição. Dentre os métodos de interpolação de dados climatológicos descritos na literatura, destaca-se o método determinístico, inverso do

¹M.Sc. Engenharia de Biossistemas, Pesquisadora do Incaper, thabata.brito@incaper.es.gov.br

²Esp. em Gestão de Recursos Hídricos, Pesquisador do Incaper

³Esp. Gestão Ambiental, Pesquisador do Incaper

⁴M.Sc. Engenharia Ambiental, Pesquisador do Incaper

⁵M.Sc. Meteorologia, Pesquisador do Incaper

⁶Esp. Ciências Florestais, Pesquisadora do Incaper

quadrado da distância ponderada (IDW) e o método geoestatístico, representado pela krigagem (MAZZINI; SCHETTINI, 2009). Por apresentar características topográficas bem peculiares e ser influenciado por sistemas meteorológicos de diferentes escalas, é de suma importância o conhecimento da distribuição, no espaço e no tempo, da precipitação pluviométrica do Espírito Santo.

Recentemente, o Estado passou por um período de escassez hídrica. Na ocasião, a estiagem prolongada afetou grande parte da população capixaba e foi priorizado o abastecimento humano e animal em todas as bacias hidrográficas de domínio estadual, de acordo com o que preconiza a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal Nº 9.433/1997). Em virtude disso, o objetivo deste capítulo foi analisar a distribuição espaço-temporal da precipitação pluviométrica e descrever os sistemas meteorológicos atuantes no período entre 2014 e 2018 no Espírito Santo.

2 METODOLOGIA

Utilizando os dados de acumulados mensais de precipitação para o período de janeiro de 1984 a dezembro de 2014, foi elaborada a série temporal climatológica de precipitação para o Espírito Santo, conforme práticas recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial – OMM (2011), que, de modo simplificado, nesse estudo, será chamado de climatologia. Para isso, conforme representado na Figura 1, foram levantados 94 pontos de observação distribuídos de forma irregular em todo o território capixaba e nos estados vizinhos (Minas Gerais, Rio de Janeiro e Bahia) para diminuir o efeito de borda, envolvendo dados de chuva de pluviômetros convencionais e estações meteorológicas de superfície automáticas e convencionais de diversas instituições, dentre elas: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) e o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) (Quadro 1).

Com relação à obtenção dos dados brutos, o Incaper possui uma base de informações digitalizada em planilha eletrônica e formulários manuscritos. Os dados do Inmet e da ANA foram obtidos em suas respectivas páginas disponíveis na web (<http://inmet.gov.br> e <http://hidroweb.ana.gov.br>).

Os dados brutos das estações meteorológicas e pluviômetros foram tabulados em planilha eletrônica e submetidos a um controle de qualidade, a fim de detectar possíveis dados errôneos ou falhas oriundas dos instrumentos/sensores, de acordo com as normas regulamentadas pela OMM (WMO, 2003).

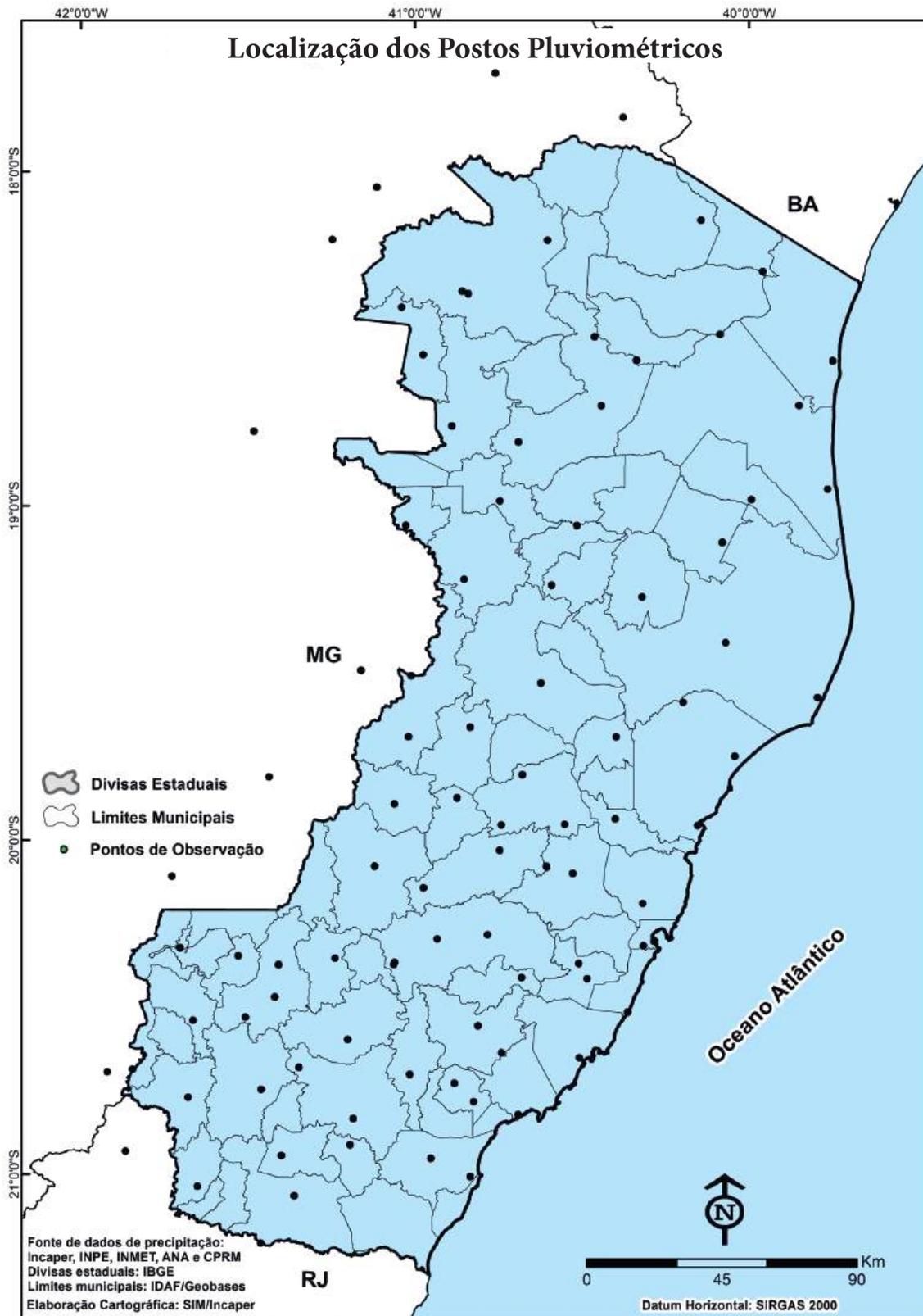


Figura 1 - Distribuição dos postos pluviométricos no Espírito Santo.

Quadro 1 - Descrição da localização geográfica de cada equipamento, da instituição a qual pertence, do início das observações e da extensão das séries temporais utilizadas nesse estudo

(continua)

Latitude (Grau Decimal)	Longitude (Grau Decimal)	Altitude (m)	Estações no Estado do Espírito Santo	Instituição	Início das operações	Ano início	Ano fim	Anos dados
-20,0786	-41,1214	300,0	Afonso Cláudio	ANA/CPRM	1967	1984	2014	31
-18,5481	-40,9764	280,0	Água Doce do Norte	ANA/CPRM	1959	1984	2014	31
-18,9856	-40,7461	180,0	Águia Branca	ANA/CPRM	1969	1984	2014	31
-20,7469	-41,4661	127,0	Alegre (Rive)	ANA/CPRM	1939	1984	2014	31
-20,6365	-40,7415	35,0	Alfredo Chaves	Inmet	1976	1984	2014	25
-20,5567	-40,8114	515,0	Alfredo Chaves (Matilde)	ANA/CPRM	1949	1984	2014	31
-19,0592	-41,0275	500,0	Alto Rio Novo	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-20,8036	-40,6556	6,0	Anchieta	ANA/CPRM	1948	1984	2014	31
-19,5886	-40,1981	50,0	Aracruz (Jacupemba)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-19,9578	-40,1544	5,0	Aracruz (Santa Cruz)	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-19,7497	-40,0431	5,0	Aracruz (Vila do Riacho)	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-20,9128	-41,1950	76,0	Atilio Vivacqua	ANA/CPRM	1944	1984	2014	31
-19,5236	-41,0142	70,0	Baixo Guandu	ANA/CPRM	1941	1984	2014	31
-19,6911	-41,0200	100,0	Baixo Guandu (Ibituba)	ANA/CPRM	1967	1984	2014	31
-18,7536	-40,8936	192,0	Barra de São Francisco	ANA/CPRM	1947	1984	2014	30
-18,4061	-41,0400	500,0	Barra de São Francisco (Santo Agostinho)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-20,8340	-41,1850	70,0	Cachoeiro de Itapemirim	Incaper/Inmet	1928	1984	2013	30
-20,6806	-41,3483	180,0	Cachoeiro de Itapemirim (Burarama)	ANA/CPRM	1964	1984	2014	31
-20,6056	-41,1997	107,0	Castelo (Cesan)	ANA/CPRM	1939	1984	2014	31
-19,5308	-40,6231	40,0	Colatina (Corpo de Bombeiros)	ANA/CPRM	1967	1984	2014	31
-19,2375	-40,5914	170,0	Colatina (Novo Brasil)	ANA/CPRM	1969	1984	2014	31
-18,5622	-39,7472	3,0	Conceição da Barra	ANA/CPRM	1930	1984	2014	31
-20,3522	-41,2394	600,0	Conceição do Castelo	ANA/CPRM	1948	1984	2014	31
-20,3667	-41,0611	1075,0	Domingos Martins (Aracê)	ANA/CPRM	1963	1984	2014	31
-20,3720	-41,0640	950,0	Domingos Martins (Mendes da Fonseca)	Incaper/Inmet	1982	1984	2014	31
-20,2836	-40,7831	603,0	Domingos Martins (Perobinha)	ANA/CPRM	1948	1984	2014	31

(continuação)

Latitude (Grau Decimal)	Longitude (Grau Decimal)	Altitude (m)	Estações no Estado do Espírito Santo	Instituição	Início das operações	Ano início	Ano fim	Anos dados
-20,2964	-40,9339	818,0	Domingos Martins (São Rafael)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-20,6858	-41,8461	772,0	Dores do Rio Preto	ANA/CPRM	1948	1984	2014	31
-18,3657	-40,8406	250,0	Ecoporanga	Incaper/Inmet	1976	1984	2013	30
-18,3658	-40,8406	300,0	Ecoporanga (Cesan)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-18,2056	-40,6033	200,0	Ecoporanga (Patrimônio Santa Luzia do Norte)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-19,9369	-40,4014	50,0	Fundão	ANA/CPRM	1948	1984	2014	31
-20,7736	-41,6817	576,0	Guaçuí	ANA/CPRM	1939	1984	2014	31
-20,6522	-40,5086	6,0	Guarapari	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-20,5406	-41,6656	794,0	Ibitirama	ANA/CPRM	1954	1984	2014	31
-20,7836	-40,8258	25,0	Iconha (Montante)	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-20,7281	-40,8825	265,0	Iconha (Duas Barras)	ANA/CPRM	1957	1984	2014	31
-19,6636	-40,8353	70,0	Itaguaçu (Itaimbé)	ANA/CPRM	1957	1984	2014	31
-21,0075	-40,8353	4,0	Itapemirim (Barra do Itapemirim)	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-20,9528	-40,9533	40,0	Itapemirim (Usina Paineiras)	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-19,8744	-40,8744	165,0	Itarana	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-20,3458	-41,5375	615,0	Iúna	ANA/CPRM	1954	1984	2014	31
-20,3228	-41,7042	920,0	Iúna (Santa Cruz)	ANA/CPRM	1956	1984	2014	31
-18,9817	-39,9933	60,0	Jaguará (Barra Seca de Ponte Nova)	ANA/CPRM	1972	1984	2013	30
-19,6922	-40,3981	50,0	João Neiva (Cavalinho)	ANA/CPRM	1948	1984	2014	31
-19,9011	-41,0581	250,0	Laranja da Terra	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-19,4100	-40,0700	40,0	Linhares	Incaper/Inmet	1976	1984	2014	31
-19,5775	-39,7944	3,0	Linhares (Povoação)	ANA/CPRM	1974	1984	2014	31
-20,4119	-40,6822	544,0	Marechal Floriano	ANA/CPRM	1949	1984	2014	31
-21,0647	-41,3625	67,0	Mimoso do Sul	ANA/CPRM	1964	1984	2014	31
-21,2061	-41,4628	59,0	Mimoso do Sul (Ponte do Itabapoana)	ANA/CPRM	1937	1984	2014	31
-18,1456	-40,1439	96,0	Montanha (Fazenda Limoeiro)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-20,4700	-41,4200	575,0	Muniz Freire	Incaper/Inmet	1976	1984	2013	30
-20,5283	-41,5114	380,0	Muniz Freire (Itaici)	ANA/CPRM	1961	1984	2014	31

(continuação)

Latitude (Grau Decimal)	Longitude (Grau Decimal)	Altitude (m)	Estações no Estado do Espírito Santo	Instituição	Início das operações	Ano início	Ano fim	Anos dados
-20,3714	-41,4089	580,0	Muniz Freire (Usina Fortaleza)	ANA/CPRM	1956	1984	2014	31
-20,9447	-41,4008	600,0	Muqui (Fazenda Monte Alegre)	ANA/CPRM	1952	1984	2014	31
-18,8097	-40,6906	190,0	Nova Venécia (Cedrolândia)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-18,7006	-40,4419	80,0	Nova Venécia (Córrego da Boa Esperança)	ANA/CPRM	1976	1984	2014	31
-18,4942	-40,4642	96,0	Nova Venécia (Patrimônio do XV)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-19,2203	-40,8533	135,0	Pancas	ANA/CPRM	1957	1984	2014	31
-18,2994	-39,9586	66,0	Pedro Canário (Morro D'Anta)	ANA/CPRM	1951	1984	2014	31
-19,2742	-40,3208	95,0	Rio Bananal	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-20,1003	-40,5278	160,0	Santa Leopoldina	ANA/CPRM	1949	1984	2014	31
-20,0794	-40,6067	406,0	Santa Leopoldina (Cachoeira Suíça)	ANA/CPRM	1959	1984	2014	31
-20,1433	-40,9753	940,0	Santa Leopoldina (Garrafão)	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-20,0283	-40,7433	710,0	Santa Maria de Jetibá	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-19,9550	-40,7417	690,0	Santa Teresa (Caldeirão)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-19,8051	-40,6789	128,0	Santa Teresa (São João de Petrópolis)	Inmet	1976	1984	2014	31
-19,9533	-40,5525	675,0	Santa Teresa (Valsugana Velha)	ANA/CPRM	1956	1984	2014	31
-19,0578	-40,5164	70,0	São Gabriel da Palha (Barra de São Gabriel)	ANA/CPRM	1968	1984	2014	31
-21,0367	-41,6522	150,0	São José do Calçado	ANA/CPRM	1952	1984	2014	31
-18,7000	-39,8500	39,0	São Mateus	Inmet	1969	1984	2014	29
-18,9503	-39,7644	6,0	São Mateus (Barra Nova)	ANA/CPRM	1971	1984	2014	29
-18,4894	-40,0906	40,0	São Mateus (Itauninhas)	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-18,5647	-40,3367	100,0	São Mateus (São João da Cachoeira Grande)	ANA/CPRM	1981	1984	2014	31
-20,1903	-40,3189	70,0	Serra (Fazenda Fonte Limpa)	ANA/CPRM	1965	1984	2014	31
-19,1100	-40,0800	75,0	Sooretama	Incaper/Inmet	1986	1986	2014	28
-20,7019	-41,0164	580,0	Vargem Alta (Jaciguá)	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31

(conclusão)

Latitude (Grau Decimal)	Longitude (Grau Decimal)	Altitude (m)	Estações no Estado do Espírito Santo	Instituição	Início das operações	Ano início	Ano fim	Anos dados
-20,3700	-40,5100	20,0	Viana	Incaper	1982	1984	2014	31
-20,4155	-40,4849	40,0	Viana (Jucuruaba)	ANA/CPRM	1947	1984	2014	31
-20,5156	-40,3636	3,0	Vila Velha (Ponta da Fruta)	ANA/CPRM	1970	1984	2014	31
-20,3167	-40,3167	36,0	Vitória	Inmet	1923	1984	2014	31
Latitude (Grau Decimal)	Longitude (Grau Decimal)	Altitude (m)	Estações no Estado de Minas Gerais	Instituição	Início das operações	Ano início	Ano fim	Anos dados
-19,4925	-41,1617	115,0	Aimorés (São Sebastião da Encruzilhada)	ANA/CPRM	1967	1984	2014	31
-18,0469	-41,1144	247,0	Ataléia	ANA/CPRM	1965	1984	2014	29
-18,2031	-41,2483	250,0	Ataléia (Fidelândia)	ANA/CPRM	1963	1984	2014	30
-20,6939	-41,9219	739,0	Caiana	ANA/CPRM	1939	1984	2014	31
-17,7056	-40,7597	158,0	Carlos Chagas	ANA/CPRM	1939	1984	2014	30
-18,7769	-41,4828	268,0	Divino das Laranjeiras	ANA/CPRM	1983	1984	2014	30
-20,1081	-41,7283	458,0	Manhuaçu (Dores do Manhumirim)	ANA/CPRM	1946	1984	2014	30
-19,8111	-41,4378	227,0	Mutum	ANA/CPRM	1983	1984	2014	30
-17,8375	-40,3772	92,0	Nanuque	ANA/CPRM	1942	1984	2014	29
Latitude (Grau Decimal)	Longitude (Grau Decimal)	Altitude (m)	Estações no Estado do Rio de Janeiro	Instituição	Início das operações	Ano início	Ano fim	Anos dados
-21,4919	-41,6136	20,0	Campos dos Goytacazes (Cardoso Moreira)	ANA/CPRM	1939	1984	2014	31
-20,9308	-41,8500	650,0	Natividade (Varre-Sai)	ANA/CPRM	1968	1984	2014	31
-21,4828	-41,1033	15,0	São João da Barra (São Francisco de Paula - Cacimbas)	ANA/CPRM	1971	1984	2014	31

Após análises iniciais, constatou-se a necessidade de complementar os dados ausentes de algumas estações para preencher as lacunas da série utilizada no estudo. Para isso, foi utilizado o método de regressão linear, por ser um método amplamente empregado em estudos sobre o comportamento espaço-temporal de precipitação, conforme utilizado por Brubachar, Oliveira e Guasselli (2020) e Brubachar *et al.*, (2021). As falhas foram preenchidas de acordo com a equação:

$$Y = a * x + b$$

Em que, Y é dado preenchido, a é o valor esperado, x é a inclinação da reta e b é o intercepto.

Com as falhas preenchidas, posteriormente, foi feita a interpolação dos dados através do *software* ArcGIS 10.1 e utilizadas as bases vetoriais dos limites político e municipal do Espírito Santo para as análises. Foi empregado o método do IDW (inverso do quadrado da distância), que consiste em estimar valores de um ponto fazendo a média ponderada pelo inverso das distâncias desse método aos dados amostrais reais (MELLO *et al.*, 2003). A ponderação da média é feita entre o ponto escolhido para interpolação e o seu vizinho, considerando que a influência diminui de acordo com a distância e os valores interpolados não extrapolam os valores dos seus vizinhos (RODRIGUES, M.; RODRIGUES, B.; MONTE, 2014).

Após o tratamento estatístico e espacialização dos dados, a análise dessa série foi baseada levando-se em consideração três períodos distintos: o ano civil, delimitado de janeiro a dezembro e o ano hidrológico (correspondente ao período de outubro a setembro), e outro sazonal, sendo um período úmido ou chuvoso (outubro a março) e outro seco (abril a setembro).

3 RESULTADOS

3.1 CLIMATOLOGIA 1984-2014

Os maiores acumulados anuais de precipitação pluviométrica são observados nas áreas mais altas do Estado, regiões Sul e Serrana (1200 mm/ano a 1500 mm/ano, com picos de 1700 mm/ano) (Figura 2).

As características geomorfológicas dessas regiões, cujo relevo é montanhoso, podem produzir vários efeitos, dependendo do seu alinhamento e tamanho, como, por exemplo, ascensão forçada em uma encosta suave produzindo resfriamento adiabático, condensação e precipitação (BARRY; CHORLEY, 2013).

O Norte do Espírito Santo é uma região localizada entre uma zona de transição entre o Sudeste e Nordeste do Brasil, uma longa faixa litorânea, e diferentes condições de relevo, com planícies ao longo do litoral, altitude de até 450 m na área central e de até 600 m no extremo oeste (FEITOZA; STOCKING; RESENDE, 2001). A partir dessas características, as regiões do Estado que apresentam os menores valores de precipitação anual são o extremo norte, o oeste capixaba e Litoral Sul (entre ~900 mm/ano e 1100 mm/ano).

Através da análise sazonal (divisão semestral, com primeiro semestre iniciado em outubro) é possível afirmar que o regime pluviométrico anual do Espírito Santo apresenta dois períodos distintos: um úmido ou chuvoso, com altura de chuva significativa entre outubro e março (com “quebra” em fevereiro, que é relativamente seco – exceto no extremo sudoeste capixaba) e outro com decréscimo acentuado da precipitação, entre abril e setembro.

No período úmido ou chuvoso, a precipitação apresenta boa distribuição espacial, sendo as regiões Sul (exceto a faixa litorânea), Serrana e Grande Vitória, as áreas onde apresentam os maiores acumulados de precipitação, valores superiores a 900 mm para o período. Na região Nordeste e no extremo norte do Estado, os acumulados variam entre 600 mm e 800 mm no mesmo período (Figura 3a).

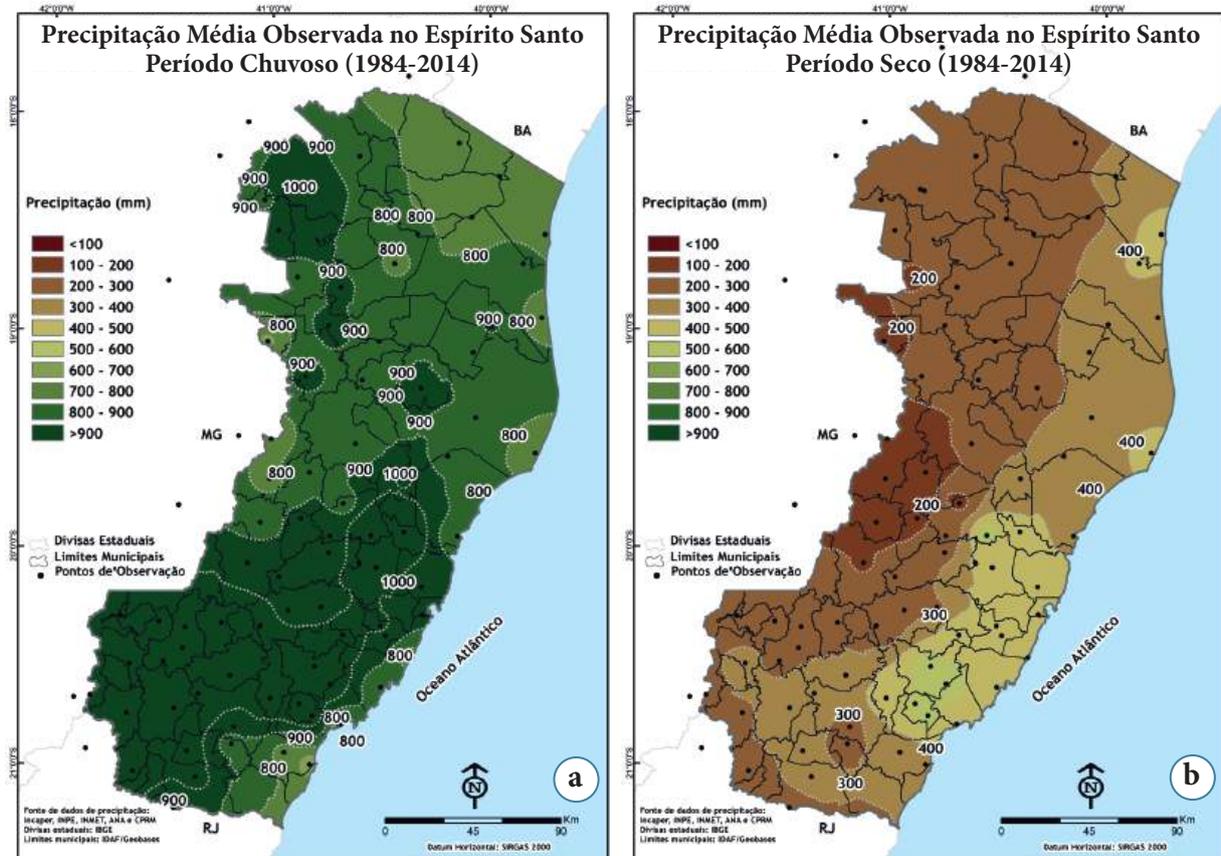


Figura 3 - Precipitação acumulada média observada no período chuvoso (a) e seco (b) no Espírito Santo para o período 1984-2014.

Pode-se dizer que a distribuição espacial da precipitação ocorre de forma irregular no período seco, nos quais os acumulados tendem a diminuir a medida em que as áreas ficam mais afastadas do litoral (Figura 3b). Isso pode ser explicado pelos principais sistemas meteorológicos atuantes para o período, que organizam a precipitação pela faixa litorânea do Estado, por exemplo, a passagem de sistemas frontais, as perturbações ondulatórias nos ventos alísios (POA) e circulações locais de brisas (VENEGAS; MYSAK; STRAUB, 1997; SATYAMURTY; NOBRE; SILVA DIAS, 1998; CAVALCANTI; KAYANO, 1999; NUNES; VICENTE; CANDIDO, 2009). Na faixa litorânea do Estado, os valores variam entre 300 mm e 500 mm, nas áreas mais afastadas do litoral são esperados entre 100 mm e 300 mm. O extremo noroeste, região de Baixo Guandu e Alto do Rio Novo, é o local com os menores acumulados, sendo esperado menos de 100 mm.

De acordo com as Figuras 4a e 4b, é possível analisar a contribuição do total de precipitação ocorrido no período chuvoso e seco. A faixa litorânea do Estado, correspondendo por até 70% do total de precipitação ocorrido no período chuvoso, e 30% no período seco, a faixa central do Estado que representa até 80% do total de precipitação no período chuvoso e 20% no seco e, por fim, o extremo oeste, representando até 90% do total de chuva anual e os 10% restantes no período seco.

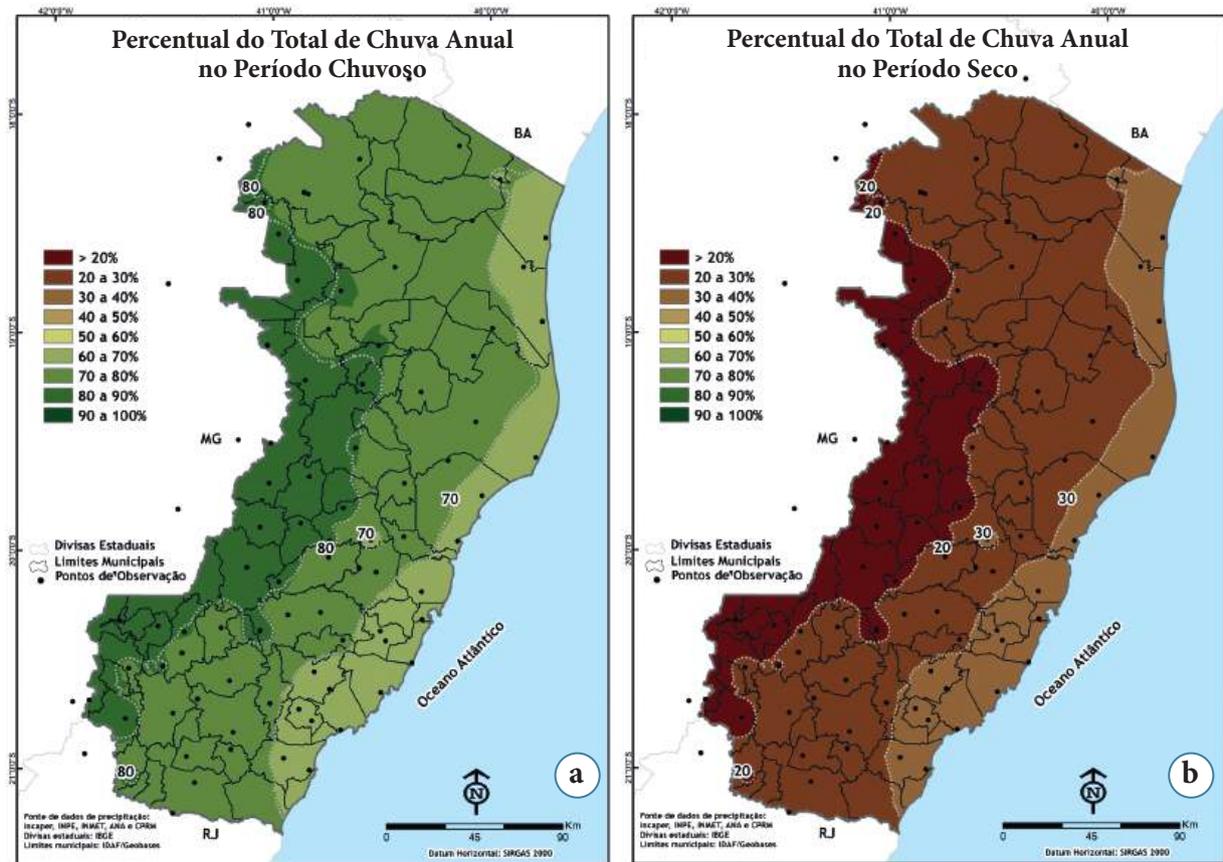


Figura 4 - Percentual do total de precipitação anual para o período chuvoso (a) e seco (b) para o Espírito Santo.

Realizando uma breve análise mensal, verificou-se que abril e outubro parecem demarcar a transição entre os períodos chuvoso/seco e seco/chuvoso, respectivamente, na maioria dos anos. Contudo, fevereiro, que apresenta uma característica pluviométrica similar a abril e outubro, em quase todos os anos da série analisada (1984-2014), pode ser caracterizado como uma pausa ou “quebra” do período chuvoso na maior parte do Estado. Isto significa que março poderia ser considerado um período chuvoso “secundário”. Essa mudança no padrão de chuva observada em fevereiro também foi observada no Estado do Rio de Janeiro por Brito *et al.* (2016), sendo atribuída a maior ocorrência de veranicos (dias sem chuva dentro do período chuvoso) com duração de 11 a 15 dias durante o mês (CRUZ *et al.*, 2004).

Para uma melhor organização interanual, optou-se por incluir fevereiro como um dos meses do período chuvoso, apesar de ele apresentar valores de chuva similares ou até inferiores, dependendo da região do Estado, ao mês de abril, que faz parte do período seco (também por convenção, visto que abril representa o início do período seco). Da mesma forma (início/término da estação de chuvas) é válida para outubro, que normalmente apresenta as primeiras chuvas significativas do período chuvoso (MINUZZI *et al.*, 2006; MINUZZI *et al.*, 2007).

O máximo mensal de precipitação no Espírito Santo ocorre em dezembro, quando a altura da chuva ultrapassa 250 mm no sudoeste capixaba, fica entre 150 mm e 200 mm nos setores norte/nordeste e litoral sul e chega a 200 mm - 250 mm nas demais regiões. O mínimo ocorre em julho, quando a chuva acumulada não ultrapassa os 15 mm na divisa com Minas Gerais.

3.2 ANÁLISE DOS CICLOS HIDROLÓGICOS

De acordo com a climatologia de precipitação para o período 1984-2014 apresentada, o regime da precipitação no Espírito Santo pode ser caracterizado em dois períodos distintos, sendo um seco, de abril a setembro, e outro chuvoso, de outubro a março. Os principais sistemas meteorológicos moduladores da precipitação no Estado são a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS); a Zona de Convergência de Umidade (ZCOU); a passagem de frentes frias; os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM), por condições de forte instabilidade termodinâmica; os sistemas de brisa (terrestre/marítima, vale-montanha e sua interação); os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN); as Perturbações Ondulatórias nos Ventos Alísios (POA); e, em casos mais raros, Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) (PONTES DA SILVA *et al.*, 2014a; PONTES DA SILVA *et al.*, 2004b).

Após as chuvas observadas em dezembro de 2013, quando alguns locais do Estado tiveram anomalia positiva de precipitação igual ou maior que 400 mm (PONTES DA SILVA *et al.*, 2014b), a região Sudeste do Brasil passou por um período de estiagem. O verão de 2014 (janeiro-fevereiro-março) foi marcado pela formação de uma anômala, intensa e persistente área de alta pressão atmosférica nos níveis baixos e médios da atmosfera, inibindo assim a atuação dos principais sistemas meteorológicos responsáveis por chuvas abundantes no período chuvoso sobre toda a região Sudeste do Brasil (COELHO *et al.*, 2015; MARENCO *et al.*, 2016).

Entre os diversos setores impactados, a agricultura foi um dos afetados pelos extremos climáticos, e esse setor tem um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico do Espírito Santo. Segundo Galeano *et al.* (2015), a estimativa de perdas monetárias, em 2015, devido ao baixo índice pluviométrico no Espírito Santo, ultrapassou R\$ 1 bilhão, sendo que as mais significativas ocorreram na cafeicultura (R\$ 745,6 milhões), na olericultura (R\$ 144,3 milhões) e na fruticultura (R\$ 165,9 milhões).

Ao longo desse período, foram adotadas ações emergenciais para ajudar no enfrentamento do combate à crise hídrica no Estado, destacando-se os decretos de situação de emergência aos

municípios atingidos, a utilização da água, priorizando o abastecimento público, dessedentação de animais e a irrigação, prorrogação de débitos de crédito rural.

3.2.1 Análise da precipitação ano hidrológico 2014-2015 (out/14–set/15)

Após o excesso de precipitação observado no acumulado anual de 2013, devido ao evento extremo ocorrido em dezembro, discutido e analisado por Pontes da Silva *et al.* (2013) e Pontes da Silva *et al.* (2014), o ano posterior apresentou um cenário bastante diferente.

A precipitação acumulada para o ciclo hidrológico 2014-2015 ficou abaixo dos 1000 mm em grande parte do Espírito Santo, apenas na região de Ibitirama o total acumulado foi superior a 1500 mm (Figura 5a). Alguns pontos isolados no Sudeste do Estado, nas regiões de Alfredo Chaves e Iconha, ainda registraram um acumulado superior a 1200 mm. No extremo Oeste do Estado, nas regiões de Baixo Guandu, São Domingos do Norte e Nova Venécia, o acumulado de 12 meses ficou abaixo dos 600 mm.

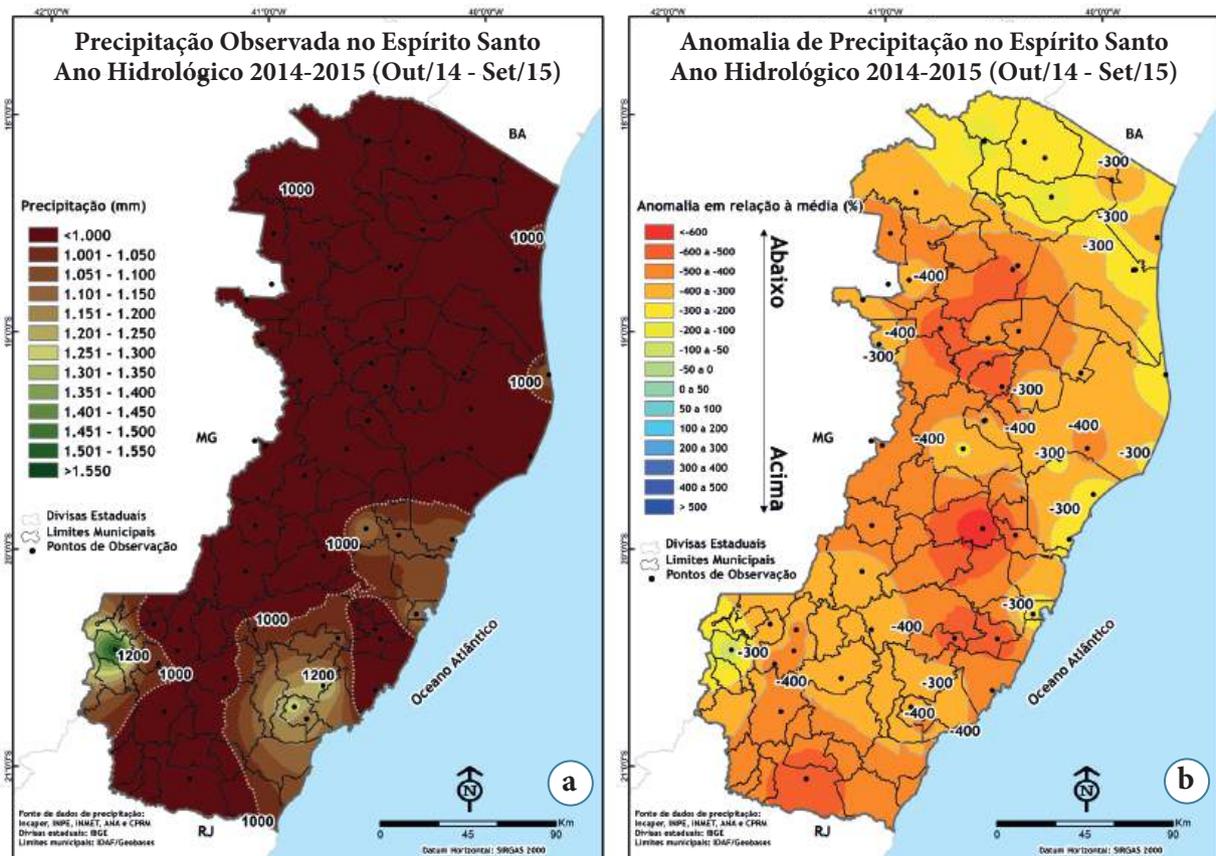


Figura 5 - Precipitação acumulada observada (a) e anomalia da precipitação observada (b) no Espírito Santo no ano hidrológico (2014-2015).

O reflexo da baixa altura pluviométrica acumulada é observado na Figura 5b, na qual o Estado todo apresentou anomalias negativas de precipitação. A região de Santa Teresa e Nova Venécia foram os locais com os maiores valores de anomalia negativa, totalizando acumulados superiores a 700 mm e 600 mm, respectivamente. Nas demais áreas, as anomalias negativas variaram entre 300 mm e 400 mm.

3.2.1.1 Período chuvoso ano hidrológico 2014-2015 (out/14–mar/15)

O início do período chuvoso, do ciclo hidrológico 2014-2015, foi caracterizado por anomalias positivas de precipitação na metade Norte do Estado no mês de outubro. No município de Montanha, no extremo Norte, e na região Metropolitana, em Vitória e Serra, as anomalias positivas de precipitação foram superiores a 200 mm.

Apesar da boa distribuição espacial em outubro, e da metade norte do Estado ter observado chuva acima da média climatológica, os meses subsequentes, que fazem parte do período chuvoso, apresentaram precipitação abaixo da média, devido à ausência dos principais sistemas meteorológicos moduladores da precipitação no período chuvoso.

A partir do final de 2014 até fevereiro de 2015, o estabelecimento e persistência das condições de bloqueio atmosférico nas latitudes médias do Hemisfério Sul inibiram a formação da ZCAS, o principal sistema meteorológico responsável por um período prolongado de precipitação frequente e volumosa, e o avanço de sistemas frontais pelo litoral do Estado. Já em fevereiro, a ocorrência dos episódios de ZCAS e outros sistemas meteorológicos, que favoreceram a organização da precipitação em todo o Estado, contribuíram para que o mês ficasse com chuva acima da média em alguns pontos (BRITO *et al.*, 2015a).

De maneira geral, a distribuição da precipitação ao longo do período chuvoso ocorreu da seguinte maneira: os extremos Sudeste e Noroeste foram as áreas com os menores acumulados de precipitação, variando entre 300 mm e 400 mm em Mimoso do Sul, Guarapari e Baixo Guandu. Nas demais áreas, o valor acumulado de precipitação variou entre 400 mm e 600 mm (Figura 6a). A partir desses valores, foram observadas anomalias negativas de precipitação em todo o Espírito Santo (Figura 6b). No Sudeste do Estado, área que vai da Central Sul até a região Central Serrana, as anomalias negativas foram superiores a 500 mm. Nas demais áreas, as anomalias negativas de precipitação variaram entre 200 mm e 400 mm. Vale ressaltar que janeiro de 2015 foi o mais seco da série histórica no município de Vitória. No referido mês, a precipitação acumulada no município foi de 0 mm (BRITO *et al.*, 2015a).

3.2.1.2 Período seco ano hidrológico 2014-2015 (abr/14–set/15)

O período seco foi marcado pela frequente passagem de sistemas frontais, que se deslocaram de forma rápida pelo litoral do Estado (BRITO *et al.*, 2014b). Vale destacar que durante esse

período, na região Sudeste do Brasil, a passagem de sistemas frontais é mais frequente, no entanto, eles não conseguem organizar a precipitação de forma bem distribuída espacialmente, pois deslocam-se rapidamente com trajetória mais zonal, assim não conseguem penetrar no interior do continente, provocando chuva nas áreas mais próximas ao litoral (DERECZYNSKI; OLIVEIRA; MACHADO, 2009).

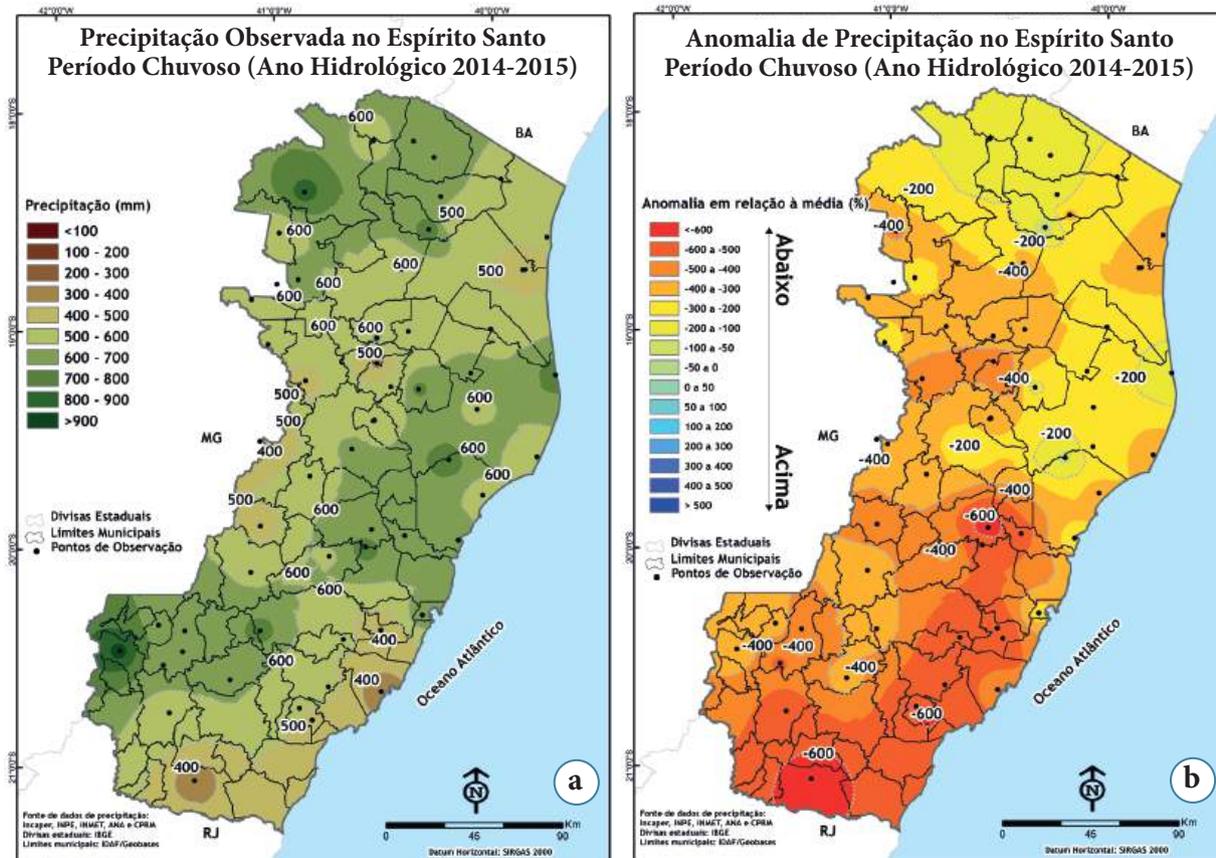


Figura 6 - Precipitação acumulada observada (a) e anomalia da precipitação observada (b) no Espírito Santo ao longo do período chuvoso do ano hidrológico (2014-2015).

Após a sua passagem, o transporte de umidade do oceano para o continente, ocasionado pela circulação da borda da Alta Subtropical do Atlântico Sul (Asas) interagiu com a instabilidade que avançava do mar, organizando a precipitação observada no Estado.

Devido ao padrão de circulação predominante ao longo do período seco (BRITO *et al.*, 2015b; BRITO *et al.*, 2015c), a precipitação acumulada na metade norte variou entre 400 mm em alguns pontos mais próximas ao litoral, e 200 mm na faixa oeste do Estado. O Sudeste do Espírito Santo foi a área com os maiores acumulados, os municípios de Atílio Vivacqua e Cachoeiro de Itapemirim a precipitação acumulada foi superior a 500 mm (Figura 7a). Se comparada com a precipitação média climatológica, a chuva apresentou anomalias positivas, de até 100 mm, no Sul do Espírito Santo. Em áreas pontuais, que vão da Grande Vitória até o litoral Nordeste,

foram observadas anomalias positivas de 50 mm. Em contraste à metade sul, o Centro-norte do Estado, municípios de São Gabriel da Palha, Nova Venécia e Sooretama apresentaram anomalia negativa de até 100 mm (Figura 7b).

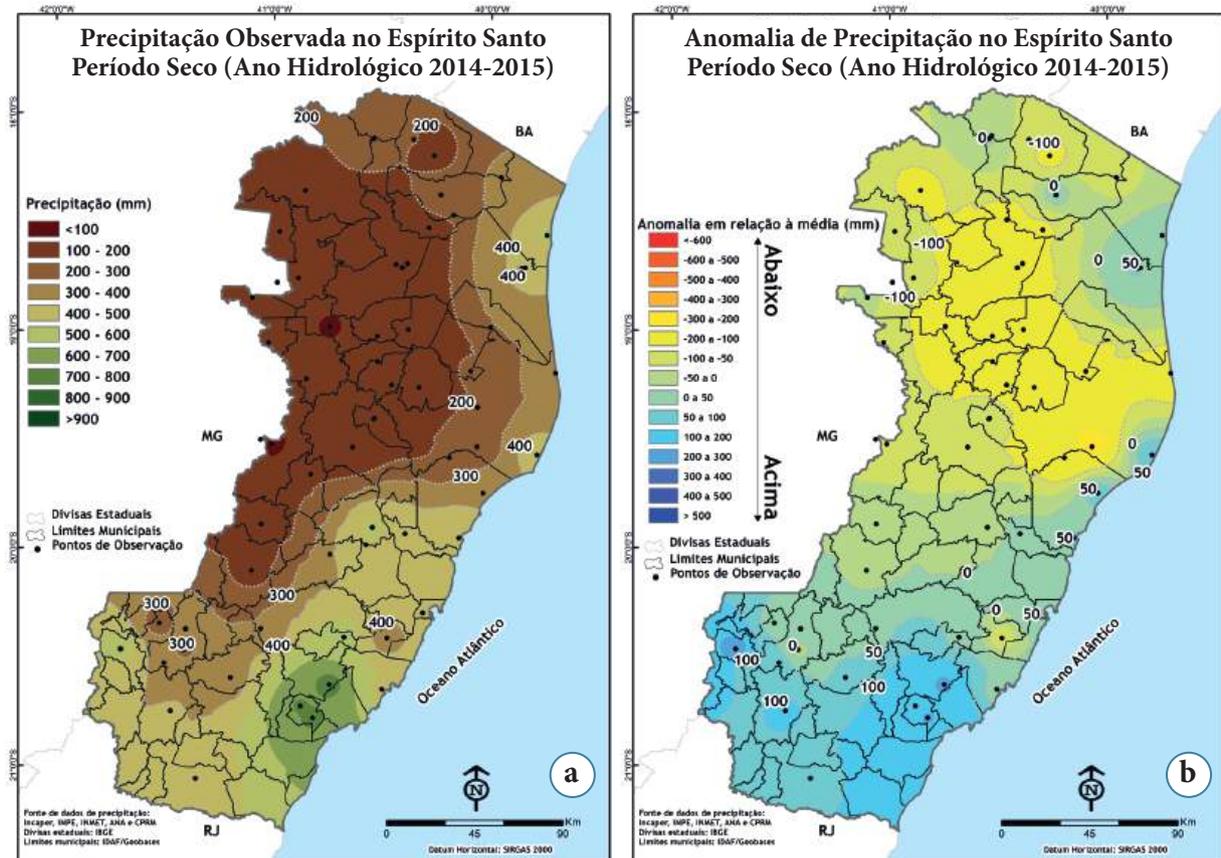


Figura 7 - Precipitação acumulada observada (a) e anomalia da precipitação observada (b) no Espírito Santo ao longo do período seco do ano hidrológico (2014-2015).

Fica evidente, observando os mapas de anomalia de precipitação, ao longo do período chuvoso, que os acumulados ficaram abaixo da média climatológica. Enquanto no período seco, a precipitação observada ficou acima dessa média, principalmente na metade sul do Estado.

Analisando os mapas sazonais, conclui-se que ao longo do ciclo hidrológico 2014-2015, a precipitação acumulada no Estado registrou valores abaixo da média climatológica, e, no período seco, ficou acima, em alguns pontos. Levando em consideração de que o período seco é caracterizado por pequenos volumes de chuva, as precipitações acima dessa média, nessa ocasião, não foram suficientes para suprir a necessidade hídrica anual.

3.2.2 Análise da precipitação ano hidrológico 2015-2016 (out/15–set/16)

O ano hidrológico, correspondente ao período 2015-2016 no Espírito Santo, foi marcado por precipitação média anual, muito abaixo da média climatológica. Um sistema de alta pressão atmosférica, que desde o ciclo hidrológico anterior se fez presente durante boa parte do ano, favoreceu o bloqueio da entrada de sistemas frontais em grande parte da região Sudeste do Brasil. Esse bloqueio intenso ao longo do período foi evidenciado como um dos responsáveis pela continuidade do período de seca prolongada no Espírito Santo (BRITO *et al.*, 2015d; BRITO *et al.*, 2016a).

Nas regiões mais elevadas, localizadas no sul do Estado, de acordo com a climatologia (1984-2014), a precipitação pluviométrica ultrapassou os 1500 mm, e observa-se que os acumulados pluviométricos foram da ordem de 800 mm. Nas regiões menos elevadas do Estado (Norte, Leste e Noroeste) os acumulados pluviométricos ficaram em torno de 500 mm a 600 mm, bem abaixo da climatologia, que varia entre 1100 mm e 1300 mm (Figura 8a).

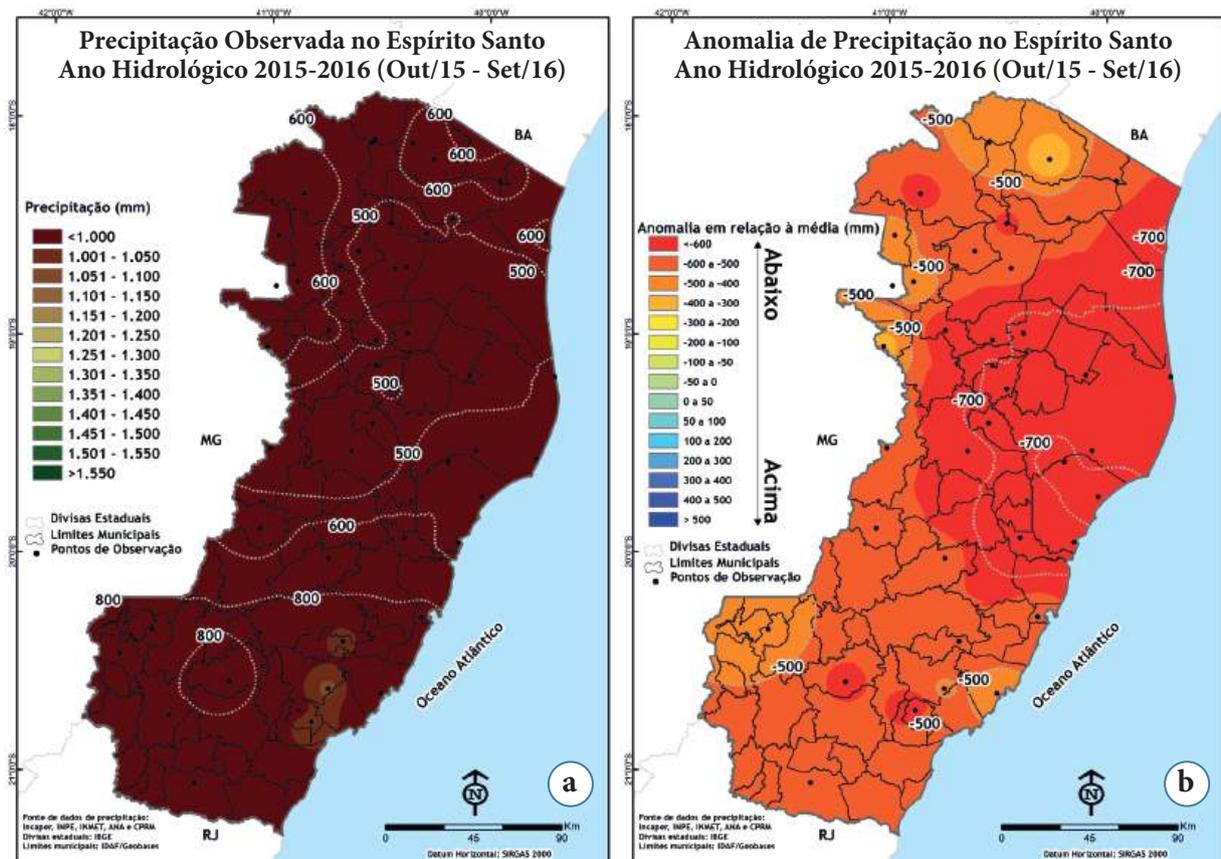


Figura 8 - Precipitação anual acumulada (a) e a anomalia de precipitação (b) para o ano hidrológico 2015/2016.

Sistemas de origem frontal são um dos responsáveis por favorecer condições para precipitações volumosas que, normalmente, marcam o início do período chuvoso em outubro de cada ano

(NUNES *et al.* 2015). Já que, diferente do que ocorre no período seco, durante a época chuvosa, a trajetória dos sistemas frontais é mais lenta e caracterizada por maior atividade convectiva devido às interações com os sistemas quase estacionários como a ZCAS (DERECZYNSKI; OLIVEIRA; MACHADO, 2009).

Porém, a presença do bloqueio atmosférico, provocado pelo sistema de alta pressão, no ano hidrológico 2015-2016, impediu a passagem dos sistemas frontais pela região Sudeste do Brasil, e influenciou, significativamente, as condições de tempo no Estado do Espírito Santo (BRITO *et al.*, 2015d; BRITO *et al.*, 2016a).

As precipitações foram pouco expressivas e má distribuídas, ficando restritas às regiões mais elevadas, como, por exemplo, a região do Caparaó e Serrana, que, devido ao relevo montanhoso, são favorecidas por chuvas de características orográficas. Mesmo assim, até mesmo os acumulados de chuvas nas partes altas do Espírito Santo ficaram abaixo da média.

Do ponto de vista da anomalia da precipitação, o ano hidrológico 2015-2016 foi marcado por uma anomalia negativa em todos os municípios capixabas (Figura 8b), com valores que variaram de 400 mm a 700 mm. A porção entre a região Nordeste e Noroeste do Estado destaca-se no ciclo hidrológico 2015-2016, com valores negativos de chuva da ordem de 700 mm.

Ao compararmos o ano hidrológico de out/15 a set/16 com o ano hidrológico anterior, fica evidenciado o aumento dos valores de anomalia negativa de precipitação, com “manchas” mais homogêneas, e evidenciando a evolução da estiagem que se estabeleceu no Estado do Espírito Santo.

O comportamento da precipitação pluviométrica, observada sob a análise sazonal (seca e chuvosa), evidenciam que as precipitações ocorridas no período chuvoso são fundamentais para a manutenção dos recursos hídricos ao longo do ano, desde que apresentem homogeneidade na sua distribuição.

A maior parte das precipitações mais volumosas do período chuvoso é oriunda da ZCAS, com precipitações convectivas e chuvas provenientes da umidade marítima (ALVES *et al.*, 2005). Nesse ano hidrológico, um único evento de ZCAS, ocorrido em janeiro de 2016, foi o responsável por boa parte dos acumulados de chuva do período chuvoso, principalmente na metade sul do Estado. Porém, como foi apenas um evento meteorológico de chuva expressiva, nos demais meses do período chuvoso, as precipitações foram pouco significativas (BRITO *et al.*, 2016a).

3.2.2.1 Período chuvoso ano hidrológico 2015-2016 (out/15–mar/16)

Dentro do período chuvoso, entre outubro e dezembro de 2015, de acordo com Brito *et al.* (2015d), observou-se que as precipitações pluviométricas acumuladas, nesse trimestre, apresentaram distribuição espacial pouco homogênea no Espírito Santo, sendo um pouco mais expressivas somente sobre as regiões Sul e Serrana do Estado, em virtude de um canal de umidade que se formou no final de outubro e que provocou pancadas de chuvas isoladas, resultando em

acumulados de chuvas bastante expressivos de 114 mm, em 24 horas, no município de Muniz Freire, onde o maior valor já registrado nesse município, para esse período, foi em 1961.

Nos municípios situados ao Norte do Estado, o acumulado de chuva ficou entre 200 mm e 600 mm, e de acordo com a climatologia (1984-2014), para o período chuvoso no Espírito Santo, foram esperados acumulados de precipitação entre 800 mm e 1000 mm. O baixo índice pluviométrico registrado na metade norte capixaba, principalmente em novembro, quando apenas as extremidades das frentes frias atingiram essa região, provocou chuvas com características isoladas e precipitações pouco expressivas, diferentemente do que é esperado para essa época do ano.

Em dezembro, uma frente fria ficou semiestacionária sobre o Estado, com a formação de um complexo convectivo de mesoescala, que contribuiu para ocorrência de chuvas, com distribuição mais homogênea, principalmente na porção Sul e Sudoeste capixaba (BRITO *et al.*, 2015d).

No Sudoeste capixaba, a precipitação acumulada apresentou características de homogeneidade similares à climatologia apenas na região do Caparaó; já nos municípios de Ibitirama, Irupi, Divino de São Lourenço e Dores do Rio Preto os acumulados ficaram em torno de 900 mm. Nessa região, observou-se que janeiro teve comportamento normal quanto à distribuição das chuvas. Em fevereiro, de acordo com Brito *et al.* (2016a), teve comportamento anormal, com bons acumulados de chuva, principalmente na região do Caparaó, mesmo assim, sob o aspecto da anomalia, essa região ficou, ainda, com chuvas abaixo da média para o período.

Apesar da ocorrência de chuvas expressivas, porém, de forma isolada (não homogêneas), em alguns dias do período chuvoso, a análise da anomalia de precipitação, na maior parte do Espírito Santo, aponta para o agravamento do cenário de seca, em todo o Estado, onde a anomalia negativa de chuva ficou entre 300 mm e 600 mm (Figura 9b). Os municípios do Nordeste do Estado apresentaram as maiores anomalias negativas de chuva no período chuvoso, com destaque para os municípios de Fundão, Linhares e Governador Lindenberg, onde a anomalia negativa superou os 600 mm.

3.2.2.2 Período seco ano hidrológico 2015-2016 (abr/16–set/16)

A atuação de uma massa de ar quente e seca, associada à presença de um bloqueio atmosférico, foi o principal motivo pelo baixo volume de chuva observado no início de abril (BRITO *et al.*, 2016b). A chuva, abaixo dos padrões climatológicos, colaborou ainda mais para o agravamento do processo de estiagem no Estado, associada à ausência de precipitações significativas no período chuvoso, como observado nas Figuras 9a e 9b, foi determinante para o agravamento da seca iniciada no ciclo hidrológico do ano anterior, 2014-2015.

A precipitação observada no período seco variou entre 100 mm e 300 mm (Figura 10a). O Noroeste do Estado, em anos climatologicamente normais, tem precipitação média em torno de

200 mm a 300 mm e apresentou os menores valores de chuva acumulada no período seco, ou seja, da ordem de 100 mm.

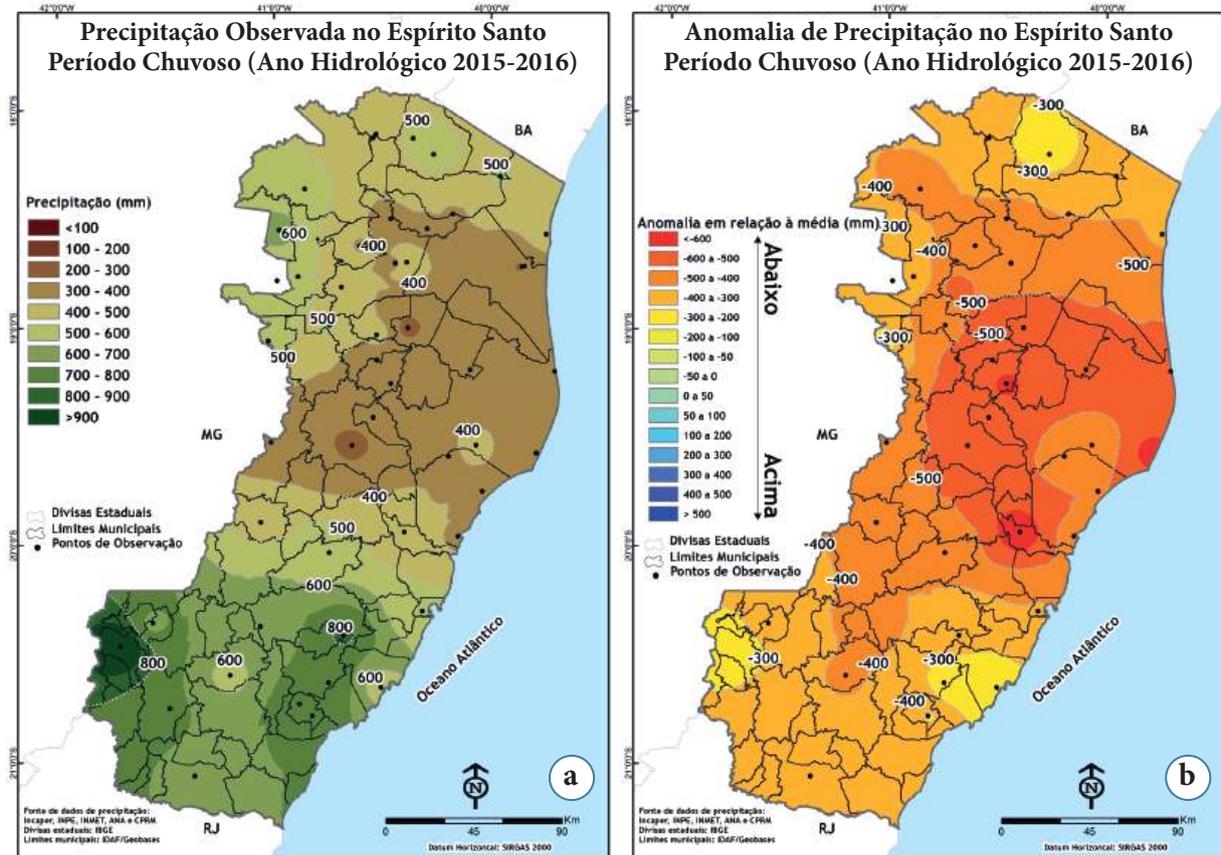


Figura 9 - Precipitação acumulada para o período chuvoso (a) e anomalia do período chuvoso (b).

O período seco no ano hidrológico 2015-2016 apresentou redução ainda maior das precipitações para esse período, quando comparamos com o período anterior, com anomalias negativas entre 50 mm e 400 mm. A porção leste do Estado, nas áreas mais elevadas, na região entre Vargem Alta, Alfredo Chaves, Viana, Linhares e Conceição da Barra, apresentou anomalia negativa de chuva da ordem de 400 mm (Figura 10b). Segundo Brito *et al.* (2016b), em agosto foi observada pouca chuva na maior parte do Estado, com desvios negativos de chuva entre 75% e 100%, com exceção apenas nas regiões de Guarapari, Anchieta e Alfredo Chaves, que tiveram desvios negativos da ordem entre 25% e 50%. Na faixa Oeste, a anomalia negativa variou entre 50 mm e 200 mm, sendo que a região do Caparaó e dos Pontões Capixabas foram as que tiveram menores anomalias de chuva, evidenciando que o relevo acidentado e montanhoso dessas regiões favorecem a ocorrência de chuvas orográficas e convectivas, amenizando, assim, a falta de chuva provenientes de sistemas meteorológicos de escala maior, que conseguiriam organizar uma melhor distribuição de chuvas pelo território capixaba (FEITOZA; STOCKING; RESENDE, 2001).

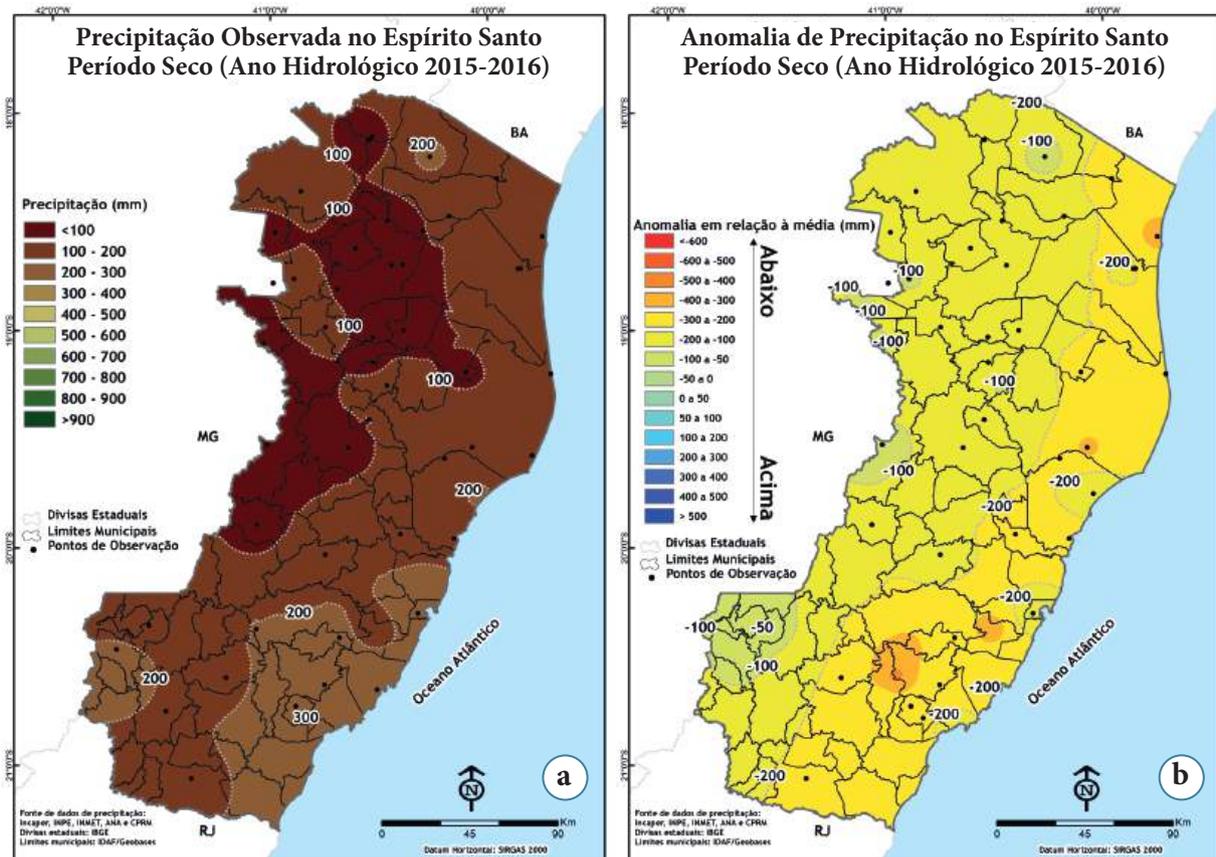


Figura 10 - Precipitação acumulada para o período seco (a) e anomalia do período seco (b).

3.2.3 Análise da precipitação ano hidrológico 2016-2017 (out/16 – set/17)

Assim como nos dois períodos anteriores, o ano hidrológico 2016/2017 corresponde ao terceiro ciclo consecutivo em que se observou as evidências de um padrão irregular da distribuição espaço-temporal das chuvas, o que contribuiu para o agravamento do cenário de estiagem prolongada no Espírito Santo, iniciado no ano hidrológico 2014-2015.

A distribuição das chuvas ao longo desse período hidrológico anual, 2016/2017, ocorreu de forma irregular. A precipitação acumulada na maior parte do Estado foi inferior a 1000 mm, sendo mais visível em grande parte da metade Norte capixaba, além de um trecho que se estende do Centro-Sul até a divisa com o Estado do Rio de Janeiro, onde o acumulado total de chuva oscilou entre 1000 mm e 1200 mm (Figura 11a). Esses registros acabaram indicando a ocorrência de anomalias negativas de precipitação em quase todo o Espírito Santo, com valores entre 200 mm e 300 mm inferiores à média climatológica (Figura 11b).

Por outro lado, os maiores acumulados ocorreram em alguns trechos da metade sul capixaba, ou seja, no setor próximo ao Caparaó, onde os totais acumulados ficaram em torno dos 1300 mm anuais, enquanto na porção próxima ao litoral o volume total foi superior à 1500 mm. Também

foram notados dois trechos situados no Norte do Estado, em que os acumulados de precipitação alcançaram os 1200 mm, sendo um situado no Nordeste e o outro no extremo Noroeste do Estado, perto da divisa com Minas Gerais. Esses valores refletiram nas anomalias positivas de chuva nessas áreas, onde o total observado ao longo do período superou a média climatológica em até 100 mm.

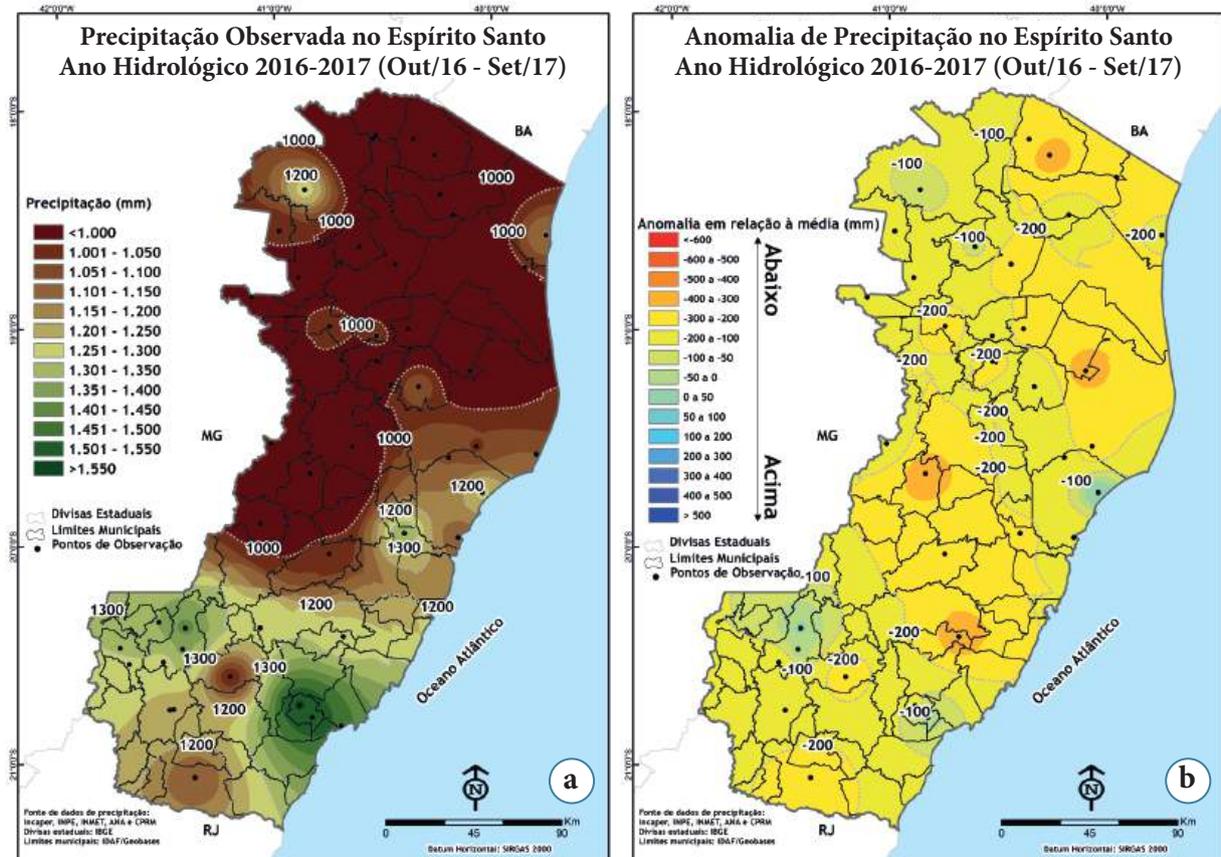


Figura 11 - Precipitação acumulada observada (a) e anomalia da precipitação observada (b) no Espírito Santo no ano hidrológico (2016-2017).

3.2.3.1 Período chuvoso no ano hidrológico 2016-2017 (out/16 – mar/17)

De um modo geral, a estação chuvosa do ano 2016-2017 foi caracterizada pela baixa frequência de eventos chuvosos, o que resultou em totais pluviométricos pouco expressivos na maior parte do Espírito Santo. Vale ressaltar que, nessa época do ano, as chuvas são comumente associadas pela organização de sistemas meteorológicos, dentre os quais, a ZCAS (KODAMA, 1992) e de outros sistemas de menor escala (linhas de instabilidade, perturbações ondulatórias dos alísios e das brisas marítimas), que resultam em um grande acumulado de chuva em um curto período de tempo, e marcam o início do período chuvoso no Estado (NÓBREGA *et al.*, 2008a; NÓBREGA *et al.*, 2008b). No entanto, análises feitas por Brito *et al.* (2016d) e Brito *et al.* (2017a)

mostraram que a maior frequência das chuvas ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2016 e em fevereiro de 2017, ocasionada principalmente pelos episódios da ZCAS, enquanto que nos meses de dezembro de 2016, janeiro e março de 2017 foram observadas uma longa duração de dias sem chuva, provocada principalmente pelo posicionamento anômalo de um sistema de alta pressão, causando um padrão de “bloqueio” atmosférico, que impediu o avanço dos sistemas frontais, e, conseqüentemente, inibiu a formação de nuvens de chuva.

Ao longo da estação chuvosa, o volume de chuva acumulado ficou entre 900 mm e 1000 mm nos trechos Sul e Sudoeste do Estado, além de dois pontos isolados, sendo um localizado na parte central e outro no extremo Noroeste (Figura 12a). Nas outras áreas, o acumulado de chuva oscilou entre 500 mm e 700 mm, sendo que os menores acumulados foram observados no trecho Nordeste, em uma faixa que se estende desde a capital capixaba até o limite com o Estado da Bahia. A partir desses valores, em comparação à média climatológica do período chuvoso, observa-se que, em grande parte do Espírito Santo, os totais acumulados ficaram até 300 mm inferiores à climatologia, com destaque para a parte central do Estado e, em alguns pontos isolados, no setor Nordeste. Por outro lado, no litoral Sul e uma parte do Sudoeste, o acumulado de chuvas resultou em anomalias positivas de precipitação, com valores até 100 mm superiores à média climatológica (Figura 12b).

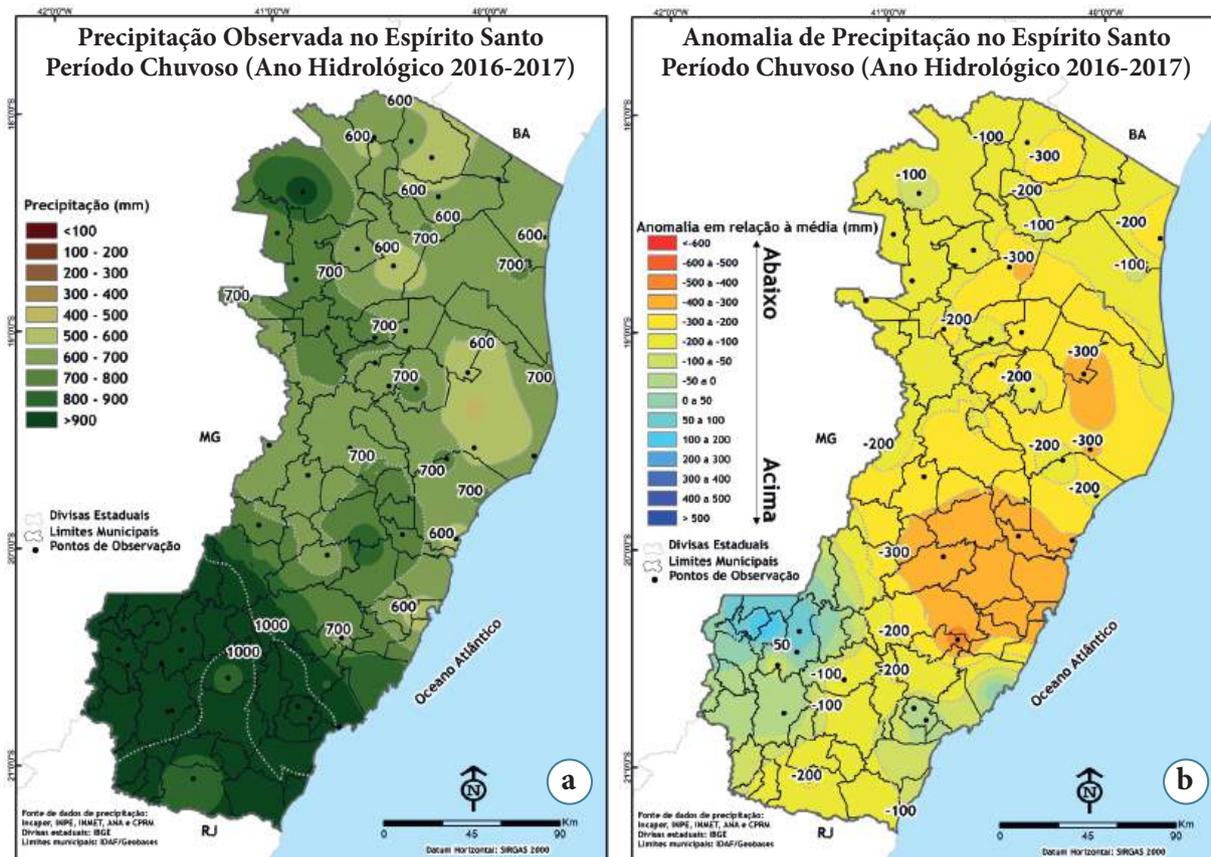


Figura 12 - Precipitação acumulada observada (a) e anomalia da precipitação observada (b) no Espírito Santo ao longo do período chuvoso do ano hidrológico (2016-2017).

3.2.3.2 Período seco no ano hidrológico 2016-2017 (abr/17 – set/17)

Ao constatar que o período chuvoso foi marcado pelos baixos índices pluviométricos, o que contribuiu para o prolongamento do processo de estiagem no Espírito Santo, podemos considerar que o desempenho das chuvas no período seco, ano hidrológico 2016-2017, causou uma descontinuidade na sequência de períodos sazonais em que se observaram a predominância de chuvas abaixo do normal. Isso não significa que essas chuvas foram suficientes para atenuar o cenário de estiagem prolongada, pois, vale salientar que a época menos chuvosa corresponde a apenas uma pequena parcela da média anual de precipitação. Nesse período, as chuvas estão associadas principalmente ao avanço das linhas de instabilidade que antecedem a passagem de frentes frias e ao transporte de umidade do oceano ao continente, que, ao interagirem com o relevo acidentado de áreas próximas à costa, favorecem a formação de nuvens de chuva. Segundo Brito *et al.* (2017b) e Brito *et al.* (2017c), os altos índices pluviométricos para essa época foram registrados nos meses de maio, junho e julho, enquanto nos meses de abril, agosto e setembro ocorreram chuvas abaixo da média climatológica, em razão de uma maior frequência de veranicos, que são comumente associados aos padrões de bloqueio atmosférico.

A distribuição das chuvas ao longo da estação seca ocorreu da seguinte forma: o volume de chuva acumulado ficou entre 300 mm e 500 mm por toda a faixa Leste do Estado, incluindo a zona de transição entre o litoral Sul e a região de altitude mais elevada. Nas outras áreas, o acumulado de chuva ficou abaixo dos 300 mm, podendo destacar na porção mais a Oeste valores inferiores a 200 mm (Figura 13a). Baseado nesses registros, quando comparados à média climatológica para essa época do ano, verifica-se que, em grande parte do Espírito Santo, os totais acumulados ficaram até 100 mm superiores à climatologia, sendo melhor visualizado no trecho entre a parte central e o extremo Norte do Estado e, de forma isolada, nas proximidades do Caparaó. De outro modo, também foram evidenciadas anomalias negativas de precipitação, com valores entre 50 mm e 100 mm abaixo da média climatológica, com destaque para o Centro-Sul do Estado, além de alguns trechos isolados no extremo Oeste e Norte (Figura 13b).

3.2.4 Análise da precipitação ano hidrológico 2017-2018 (out/17 – set/18)

Diferente do cenário de chuvas abaixo da média histórica, que acarretou uma soma de anomalias negativas de chuva, ao longo dos anos hidrológicos, 2014-2015 e 2015-2016, e uma sutil melhora no período de 2016-2017, o ano hidrológico 2017-2018 teve chuvas acima da média histórica e, assim, começou a apresentar uma recuperação do cenário de escassez hídrica que ocorria no Espírito Santo.

Ao longo do ano, a precipitação observada no Estado se distribuiu principalmente na metade sul do Estado, onde os acumulados superaram os 1300 mm/ano, em alguns trechos dessa área, inclusive onde o relevo é mais elevado, os acumulados passaram dos 1700 mm/ano (Figura 14a). Esses grandes acumulados de chuva resultaram em anomalias positivas que variaram entre

100 mm e 300 mm de chuva acima da média histórica, sendo que, nos trechos com os maiores acumulados, as anomalias positivas chegaram aos 600 mm de chuva acima dessa média (Figura 14b). Com menor magnitude, mas ainda acima da média histórica, trechos do Norte e Nordeste do Estado observaram acumulados de chuva que variaram entre 1200 mm/ano e 1500 mm/ano, resultando em anomalias positivas de até 300 mm acima dessa média.

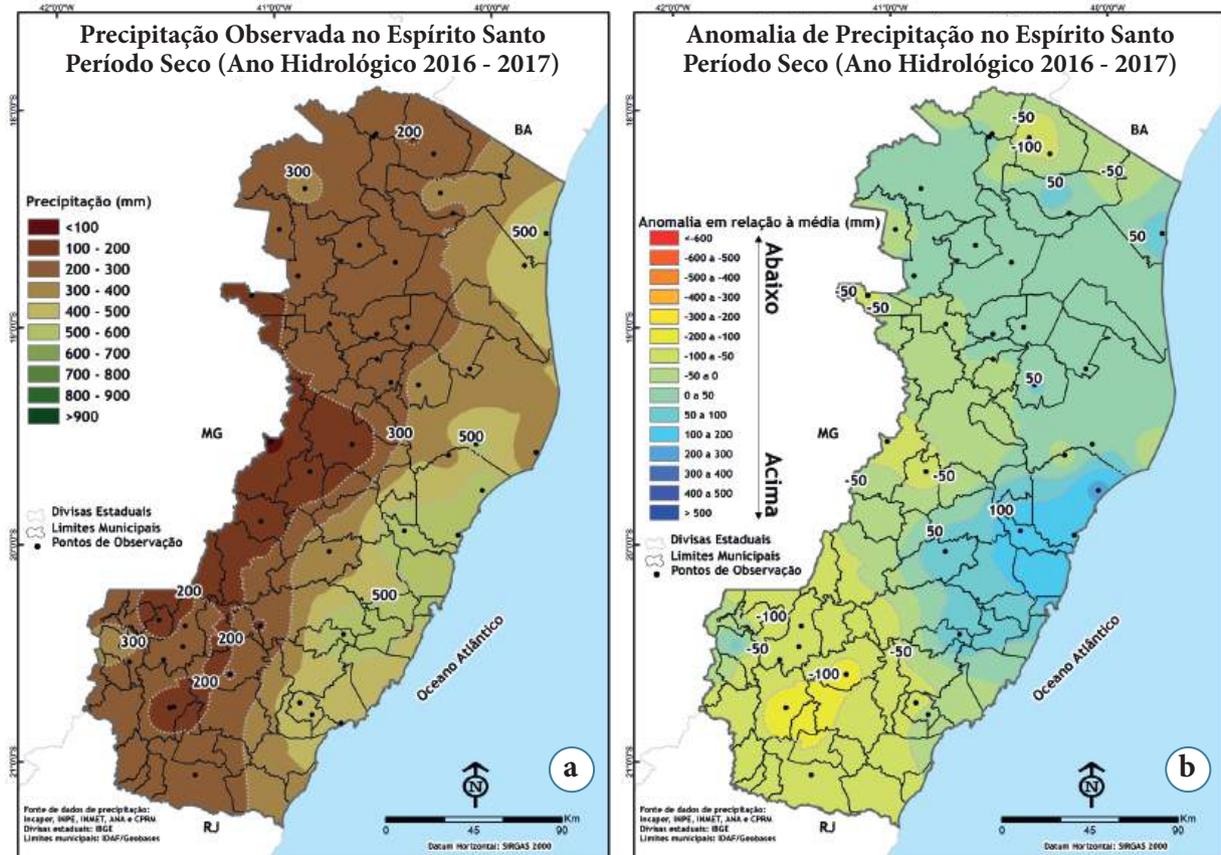


Figura 13 - Precipitação observada (a) e anomalia da precipitação observada (b) no Espírito Santo ao longo do período seco do ano hidrológico (2016-2017).

A exceção ao longo do período ficou por conta do trecho no extremo Sudeste do Estado, já na divisa com o Estado do Rio de Janeiro, e, em parte do Oeste do Estado, na divisa com o Estado de Minas Gerais, onde a chuva acumulada esteve abaixo da observada nas demais áreas do Estado, ficando, inclusive, até abaixo da média histórica. A chuva acumulada no período não passou dos 1100 mm no Oeste e dos 1300 mm no extremo Sudeste do Estado, e essas áreas tiveram anomalias negativas entre 100 mm e 200 mm de chuva abaixo da média histórica.

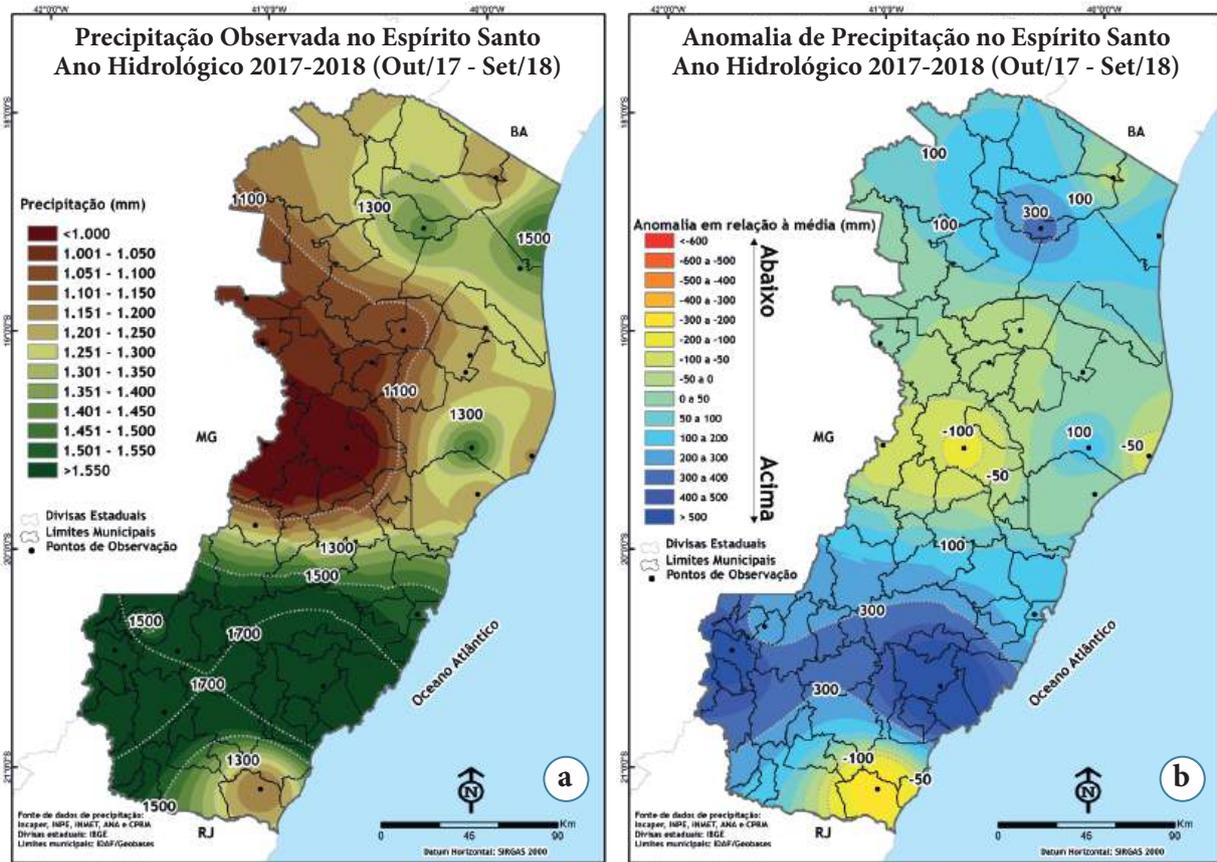


Figura 14 - Precipitação acumulada observada (a) e anomalia da precipitação observada (b) no Espírito Santo no ano hidrológico (2017-2018).

3.2.4.1 Período chuvoso ano hidrológico 2017-2018 (out/17 – mar/18)

Durante o período chuvoso no Espírito Santo, apesar de diminuírem sua frequência, algumas frentes frias ainda avançaram com fraca intensidade pelo Estado. As massas de ar frio que acompanham as frentes não foram tão intensas e provocaram quedas ocasionais de temperatura, principalmente na região Serrana. A partir de outubro houve um aumento progressivo no índice pluviométrico, marcando a passagem da estação seca para a estação chuvosa, onde se iniciaram as pancadas de chuva no final da tarde ou à noite, devido ao aumento gradativo das temperaturas e dos índices de umidade (BRITO *et al.*, 2017d).

Diferente dos períodos chuvosos dos anos hidrológicos anteriores, 2014-2015, 2015-2016 e 2016-2017, ao longo do período chuvoso do ano hidrológico 2017-2018, tivemos a ocorrência de vários episódios da ZCAS, que atuaram na região Sudeste do Brasil e influenciaram as condições de tempo no Espírito Santo (BRITO *et al.*, 2017d; BRITO *et al.*, 2018a). Desse modo, os meses de dezembro de 2017, fevereiro e março de 2018 foram chuvosos, com volumes de chuva bem distribuídos pelo território capixaba, características típicas quando ocorre a ZCAS. Por outro lado, em outubro e novembro de 2017 e janeiro de 2018 aconteceram menores índices de

volumes de chuva, ficando até abaixo da média histórica em grande parte do Estado. Na ocasião, os episódios de ZCAS que atuaram sobre a região Sudeste do Brasil não conseguiram organizar convecção eficiente sobre o Espírito Santo que pudessem resultar em grandes volumes de chuva (BRITO *et al.*, 2017d; BRITO *et al.*, 2018a). Nesses meses, porém, houve alguns episódios de pancadas de chuvas, associada à combinação entre calor e umidade relativa do ar, em trechos isolados do Estado, principalmente nas regiões Sul e Serrana, onde o relevo elevado favorece o desenvolvimento de nuvens com potencial para maiores volumes de chuva.

O volume de chuva observado ao longo do período chuvoso se concentrou na metade sul do Estado e em grande parte do Norte. Essas áreas observaram acumulados de chuva que chegaram a 1000 mm (Figura 15a), resultando em anomalias positivas de até 300 mm de chuva acima da média histórica (Figura 15b). Por outro lado, em uma faixa central do Estado e em trechos dos extremos noroeste e sudeste, os acumulados de chuva não passaram dos 800 mm, resultando em anomalias negativas de até 100 mm de chuva abaixo da média histórica.

Assim, pode-se dizer que o cenário de escassez hídrica que vinha sendo observado, desde o ano hidrológico 2014-2015, começou a apresentar sinais de recuperação no período chuvoso do ano hidrológico 2017-2018.

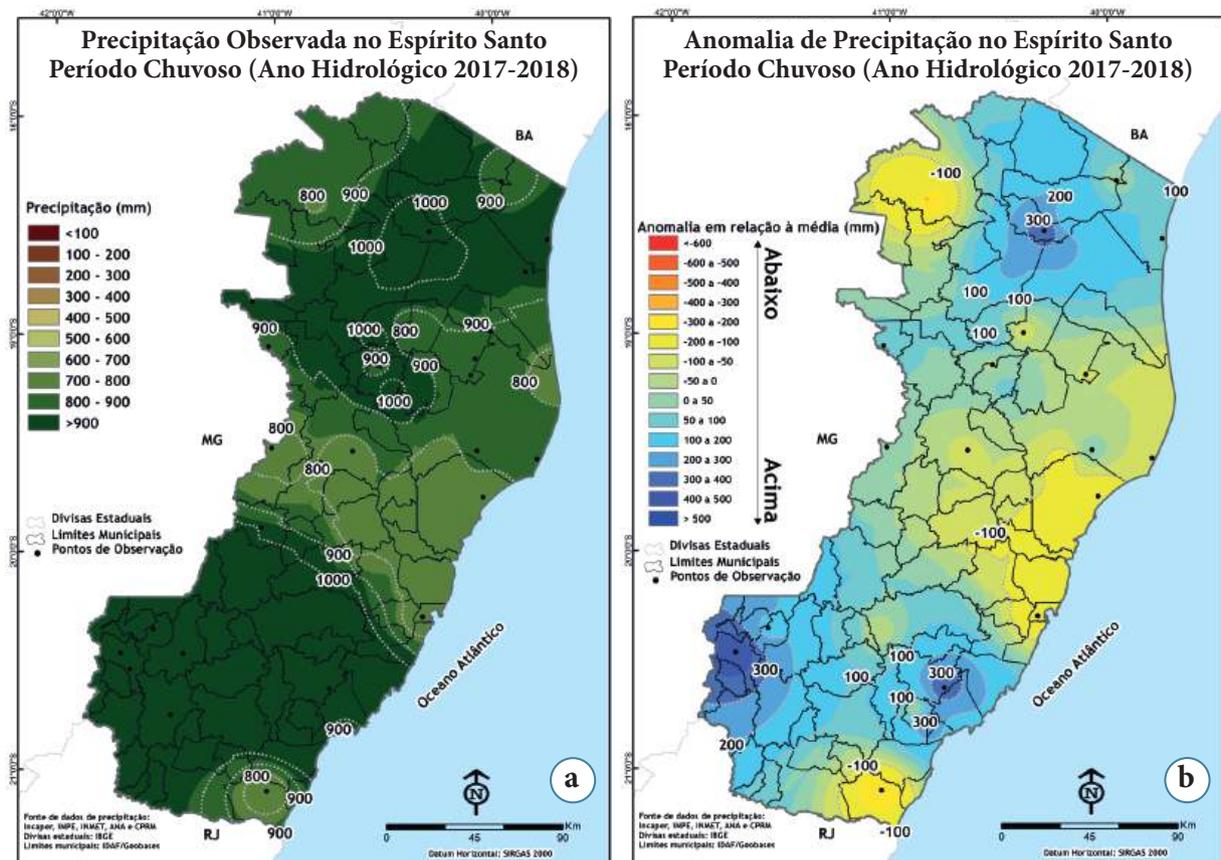


Figura 15 - Precipitação observada (a) e anomalia da precipitação observada (b) no Espírito Santo ao longo do período chuvoso do ano hidrológico (2017-2018).

3.2.4.2 Período seco ano hidrológico 2017-2018 (abr/18 – set/18)

Enquanto o início do período seco, marcado pelo mês de abril, ainda teve a influência do último episódio de ZCAS, que provocou chuva bem distribuída por todo o Estado, os meses de maio, junho e agosto tiveram frequentes passagens de frentes frias, o que é comum para o período. Contudo, esses sistemas normalmente não conseguem provocar chuva significativa no Estado (BRITO *et al.*, 2018b). Nesses meses, porém, em grande parte dos episódios de frentes frias que aconteceram no Espírito Santo, o deslocamento foi muito lento e as frentes frias ficaram praticamente paradas no território capixaba por dias seguidos. Desse modo, houve significativo suporte de umidade para a formação de nuvens com ocorrência de chuva, principalmente nos trechos próximos ao litoral (BRITO *et al.*, 2018c).

Por outro lado, durante os meses de agosto e setembro, pouca chuva foi observada no Estado. As frentes frias, principal sistema responsável por ocasionar chuva na região Sudeste do Brasil nessa época do ano, normalmente não conseguem formar grandes acumulados de chuva e, ainda somado ao rápido deslocamento pela região Sudeste, seguindo em direção ao Oceano Atlântico na altura do Espírito Santo, resultou em pouca chuva observada no Estado, que teve precipitação abaixo da média histórica durante aqueles dois meses (BRITO *et al.*, 2018c).

Com o constante suporte de umidade originado da frequente passagem das frentes frias pelo Estado, os maiores volumes de chuva observados no período seco se concentraram pela faixa Leste do Estado, variando de 400 mm a 600 mm (Figura 16a), resultando em anomalias positivas de chuva em torno de 100 mm e 200 mm, acima da média histórica (Figura 16b). No trecho Sudeste, incluindo a capital Vitória, o volume de chuva chegou a 700 mm, gerando anomalias positivas de chuva, em torno de 300 mm, acima da média. Por outro lado, a faixa Oeste do Estado, mais afastada do litoral, e, portanto, sob menor influência do suporte de umidade, e, conseqüente menor formação de nuvens de chuva, observou os menores acumulados, que não passaram dos 400 mm de chuva, sendo que em trechos do extremo Oeste, na divisa com o Estado de Minas Gerais, o acumulado de chuva não passou de 200 mm. Nessas áreas, as anomalias negativas de chuva ficaram em torno de 50 mm a 100 mm, abaixo da média histórica.

Assim, o início de recuperação no cenário de escassez hídrica, que começou durante o período chuvoso do ano hidrológico 2017-2018, manteve-se ao longo do período seco.

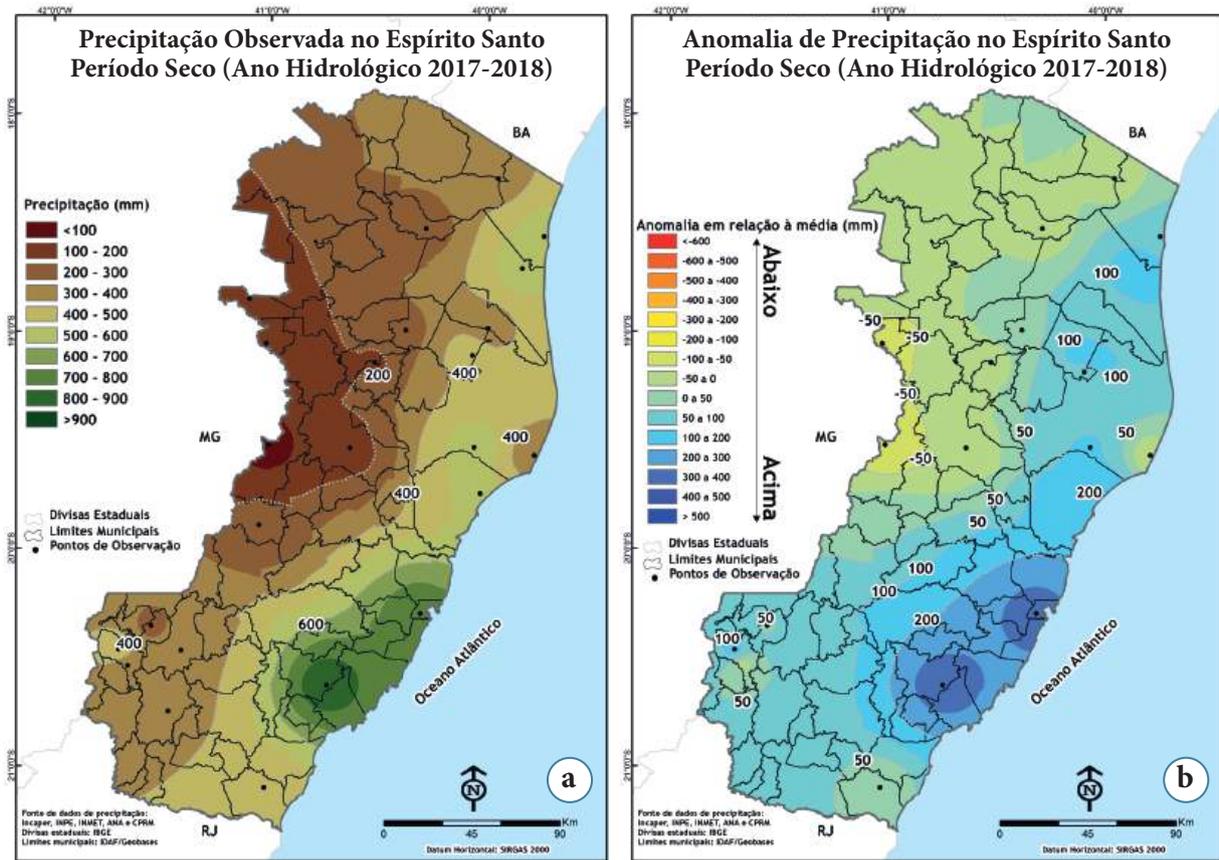


Figura 16 - Precipitação acumulada observada (a) e anomalia da precipitação observada (b) no Espírito Santo ao longo do período seco do ano hidrológico (2017-2018).

3.3 ANÁLISE DOS DIAS EQUIVALENTES SEM CHUVA

O quadro, a seguir, apresenta os valores de anomalia negativa acumulada ao longo de três anos consecutivos de baixo índice pluviométrico no Estado. Fez-se o destaque somente para as áreas onde não houve falha nos dados ao longo de três ciclos hidrológicos consecutivos analisados (2014/2015, 2015/2016, 2016/2017), totalizando 23 pontos distribuídos em todo o Espírito Santo. As informações referentes aos dias equivalentes sem chuva consecutivos foram obtidas a partir da razão entre as anomalias de precipitação acumuladas ao longo dos três anos e a climatologia anual dos respectivos pontos. Os valores obtidos dessa razão foram multiplicados pelo número de dias julianos (365) e organizados da forma como se apresenta no Quadro 2.

Quadro 2 - Anomalia negativa de precipitação acumulada (mm) e dias consecutivos equivalentes sem chuva

Latitude (Grau Decimal)	Longitude (Grau Decimal)	Altitude (m)	Localidade	Anomalia (mm) 2014/2017	Dias equivalentes sem chuva
-19,1460	-40,5271	188	São Domingos do Norte	-1519,2	1 ano, 2 meses e 19 dias
-19,9976	-40,3852	152	Vila Valério	-1426,9	1 ano, 1 mês e 11 dias
-19,5246	-41,0141	102	Baixo Guandu	-1077,3	1 ano e 23 dias
-18,9850	-40,7449	188	Águia Branca	-1486,9	11 meses e 25 dias
-19,1903	-40,0989	60	Sooretama	-1546,3	11 meses e 24 dias
-19,5371	-40,0703	50	Linhares	-1507,5	11 meses e 9 dias
-19,0295	-40,5283	108	São Gabriel da Palha	-1217,3	11 meses e 6 dias
-19,9367	-40,4010	50	Fundão	-1634,7	11 meses e 4 dias
-21,0599	-41,3643	126	Mimoso do Sul	-1438,9	9 meses e 28 dias
-18,5480	-40,9761	259	Água Doce do Norte	-1139,1	9 meses e 20 dias
-18,5665	-39,7491	14	Conceição da Barra	-1220,7	9 meses e 9 dias
-19,5881	-40,1977	35	Aracruz (Jacupemba)	-1088,3	9 meses e 6 dias
-18,2996	-39,9582	77	Pedro Canário	-1114,3	9 meses e 5 dias
-18,3579	-40,8588	296	Ecoporanga	-1011,4	8 meses e 24 dias
-19,9571	-40,1541	22	Aracruz (Santa Cruz)	-1121,4	8 meses e 23 dias
-20,5972	-41,2023	159	Castelo	-1202,4	8 meses e 23 dias
-20,4120	-40,6816	553	Marechal Floriano	-1491,4	8 meses e 19 dias
-19,7495	-40,0425	18	Aracruz (Vila do Riacho)	-800,3	8 meses e 18 dias
-18,7616	-40,8899	260	Barra de São Francisco	-889,2	8 meses e 16 dias
-20,7279	-40,8823	250	Iconha (Duas Barras)	-1197,0	7 meses e 28 dias
-18,1228	-40,5441	251	Ponto Belo	-777,9	7 meses e 20 dias
-20,7827	-40,8248	36	Iconha	-926,8	7 meses e 3 dias
-18,1991	-40,2656	125	Montanha (Vinhático)	-978,3	6 meses e 23 dias

De acordo com o resultado obtido, áreas que vão desde o extremo Sul, no município de Mimoso do Sul, até o extremo Norte do Estado, por exemplo, os municípios de Ponto Belo e Montanha, sofreram com o baixo índice pluviométrico observado no período. A precipitação acumulada ao longo de três ciclos hidrológicos, em algumas localidades, é equivalente a mais de um ano sem chuva. Por exemplo, a anomalia negativa acumulada no município de São Domingos do Norte corresponde a um ano, dois meses e dezenove dias sem precipitação na região.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando o regime de precipitação observado ao longo do período 2014-2018, separando-se os anos hidrológicos, 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017 e 2017-2018, nota-se a importância do estabelecimento de um período chuvoso de qualidade no Estado, ou seja, próximo ao observado na climatologia. Visto que o cenário de escassez hídrica foi construído principalmente pela ocorrência de chuvas abaixo da climatologia durante os períodos chuvosos dos três primeiros anos hidrológicos, com destaque para o primeiro ano. Nessa ocasião, um duradouro episódio de bloqueio atmosférico impossibilitou a ocorrência do principal sistema meteorológico responsável pelo volume de chuvas do período chuvoso, a ZCAS, em 2014-2015, além do deslocamento de sistemas transientes. Por sua vez, nos períodos chuvosos de 2015-2016 e 2016-2017, a ocorrência de bloqueios atmosféricos, em alguns dias, impossibilitou o deslocamento de sistemas transientes que poderiam contribuir para acumulados de chuva significativos no Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAMARGO JR.; CASTRO, C. Início da estação chuvosa na região Sudeste do Brasil: Parte 1 – Estudos. Observacionais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 3, p. 385-394, 2005.
- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. Atmosfera, Tempo e Clima. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- BERTONI J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, p.177-241, 2007.
- BRITO, T. T.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; LYRA, G.; ZERI, M. Multivariate analysis applied to monthly rainfall over Rio de Janeiro state, Brazil. **Meteorology and Atmospheric Physics**, Vienna, v. 129, n. 5, p. 469-478, 2016.
- BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; PANTOJA, P. H. B.; RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da; MAIA, I. F. Análise Climática do Trimestre Janeiro a Março de 2015. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, v. 1, n. 1, 2015a.
- BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; PANTOJA, P. H. B.; RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da; MAIA, I. F. Análise Climática do Trimestre Abril a Junho de 2015. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, v. 1, n. 2, 2015b.
- BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; PANTOJA, P. H. B.; RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da; MAIA, I. F. Análise Climática do Trimestre Julho a Setembro de 2015. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, v. 1, n. 3, 2015c.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; PANTOJA, P. H. B.; RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da; MAIA, I. F. Análise Climática do Trimestre Outubro a Dezembro de 2015. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, v. 1, n. 4, 2015d.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; PANTOJA, P. H. B.; RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da; MAIA, I. F. Análise Climática do Trimestre Janeiro a Março de 2016. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, v. 2, n. 5, 2016a.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; PANTOJA, P. H. B.; RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da; MAIA, I. F. Análise Climática do Trimestre Julho a Setembro de 2016. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, v. 2, n. 7, 2016b.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; PANTOJA, P. H. B.; RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da; MAIA, I. F. Análise Climática do Trimestre Outubro a Dezembro de 2016. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, v. 2, n. 8, 2016c.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; PANTOJA, P. H. B.; RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da; MAIA, I. F. Análise Climática do Trimestre Janeiro a Março de 2017. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, Incaper, v. 3, n. 9, 2017a.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; RAMOS, H. E. dos A.; PANTOJA, P. H. B.; MAIA, I. F. Análise Climática do Trimestre Abril a Junho de 2017. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, Incaper, v. 3, n. 10, 2017b.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; PANTOJA, P. H. B.; RAMOS, H. E. dos A.; MAIA, I. F. Análise climática do trimestre Julho a Setembro de 2017. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, Incaper, v. 3, n. 11, 2017c.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; RAMOS, H. E. dos A.; PANTOJA, P. H. B.; MAIA, I. F. Análise climática do trimestre Outubro a Dezembro de 2017. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, Incaper, v. 3, n. 12, out.-dez. 2017d.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; RAMOS, H. E. dos A.; MAIA, I. F.; PANTOJA, P. H. B.; PACHECO, P. H. V. V. Análise climática do trimestre Janeiro a Março de 2018. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, Incaper, v. 4, n. 13, 2018a.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; RAMOS, H. E. dos A.; MAIA, I. F.; PANTOJA, P. H. B.; PACHECO, P. H. V. V. Análise climática do trimestre Abril a Junho de 2018. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, Incaper, v. 4, n. 14, 2018b.

BRITO, T. T.; PONTES DA SILVA, B. F.; RAMOS, H. E. dos A.; MAIA, I. F.; PANTOJA, P. H. B.; PACHECO, P. H. V. V. Análise climática do trimestre Julho a Setembro de 2018. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo**, Vitória, Incaper, v. 4, n. 15, 2018c.

BRUBACHER, J. P.; OLIVEIRA, G. G.; GUASSELLI, L. A. Preenchimento de falhas e espacialização de dados pluviométricos: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 4, p. 615-629, 2020. Acesso em: 15 fev. 2022.

- BRUBACHER, J. P.; OLIVEIRA, G. G.; GUASSELLI, L. A. Banco de dados espacial de precipitação do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 3, p. 471-493, 2021. Acesso em: 15 fev. 2022.
- CAVALCANTI, I. F. A.; KAYANO, M. T. High frequency patterns of the atmospheric circulation over the Southern Hemisphere and South America. **Meteorology and Atmospheric Physics**, v.69, p. 179-193, 1999.
- CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; DIAS, M. A. F.; JUSTI DA SILVA, M. G. A. (org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 1ª edição.
- COELHO, C. A. dos S.; OLIVEIRA, C. P. de; AMBRIZZI, T.; REBOITA, M.; CARPENEDO, C.; CAMPOS, J.; TOMAZIELLO, A.; PAMPUCH, L.; CUSTODIO, M. .; DUTRA, L.; ROCHA, R. da; REHBEIN, A. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. **Climate Dynamics**, p. 1-16, 2015.
- CRUZ, E. S; CARVALHO, D. F; CEDDIA, M. B; ANTUNES, M. A. H.; AQUINO, R. M. Ocorrência de veranicos no estado do Rio de Janeiro. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 68-79, 2004.
- DERECZYNSKI C. P, OLIVEIRA, J. D, MACHADO, C. O. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 1, p. 24-38, 2009. DOI 10.1590/s0102-77862009000100003.
- FEITOZA, L. R.; STOCKING, M.; RESENDE, M. Natural resources information system for rural development: approaches for Espírito Santo State, Brazil. Vitória, ES: Incaper, 2001.
- GALEANO, E. A. V.; TAQUES, R. C.; MASO, L. J.; COSTA, A. de F. S. da.; FERRÃO, R. G. Estimativa de perdas na produção agrícola capixaba em 2015. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 6 e 7, p. 26-41, 2015.
- KITE, G. Frequency and Risk Analyses in Hydrology. **Water Resources Publications**, Littleton, 257 p., 1988.
- KODAMA, Y-M. Large-scale common features of sub-tropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: characteristics of subtropical frontal zones. **J. Meteor. Soc. Japan**, v. 70, p. 813-835, 1992.
- MARENGO, *et al.* A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, São Paulo, n. 106, p. 31-44, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/110101/108684>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- MAZZINI, P. L. F.; SCHETTINI, C. A. F. Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados espaciais costeiros quase-sinóticos. **Braz J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 13, n. 1, p. 53-64, 2009.
- MELLO, C. R. de; LIMA, J. M.; SILVA, A. M.; MELLO, J. M.; SILVA, M. S. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 925-933, 2003.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J. M. N. da; VIANELLO, R. L. Influência do fenômeno climático “El Niño” no período chuvoso da região sudeste do Brasil. **Revista Geografia**, Londrina, v. 15, n. 2, p. 5-19, 2006. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6586>. ISSN 0102-3888. <http://dx.doi.org/10.5433/2447-1747.2006v15n2p5>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J. M. N. da; VIANELLO, R. L. Influência da “La Niña” na estação chuvosa da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 3, p. 345-353, 2007. *Epub* 28 jan. 2008. ISSN 1982-4351. DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-77862007000300008>. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862007000300008>. Acesso em: 25 fev. 2022.

NÓBREGA, N. E. F. da; SILVA, J. G. F. da; RAMOS, H. E. dos A.; PAGUNG, F. dos S. Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no Norte do Estado do Espírito Santo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15, 2008, São Paulo. A meteorologia e a cidade. São Paulo: SBMET, 2008a. 5 p.

NÓBREGA, N. E. F. da; SILVA, J. G. F. da; RAMOS, H. E. dos A.; PAGUNG, F. dos S. Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no Sul do Estado do Espírito Santo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15, 2008, São Paulo. A meteorologia e a cidade. São Paulo: SBMET, 2008b. 5 p.

NUNES, H. L.; VICENTE, A. K.; CANDIDO, D. H. Clima na Região Sudeste do Brasil. *In*: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (ed.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 243-258, 2009.

PONTES DA SILVA, B. F.; RAMOS, H. E. dos A.; SILVA, J. G. F. da.; HOLLANDA, M. P. de. Chuva extrema: o caso de dezembro de 2013 no Estado do Espírito Santo. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 4 e 5, p. 113-121, 2014a.

PONTES DA SILVA, B. F.; RAMOS, H. E. dos A.; HOLLANDA, M. P. de.; SILVA, J. G. F. da. Evento extremo de chuva em dezembro de 2013 nos Estados do Espírito Santo e de Minas Gerais. *In*: **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais**. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. p. 87-100, 2014b.

RODRIGUES, M. T.; RODRIGUES, B. T.; MONTE, B. E. O. Apreciação de métodos de interpolação em dados pluviométricos e sua distribuição espacial. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.6, n. 1, p. 01-07, 2014.

SATYAMURTY, P.; NOBRE, C.; SILVA DIAS, P. L. South America. Meteorology of the Southern Hemisphere. *In*: KAROLY, D. J.; VICENT, D. G. (ed.) **American Meteorological Society**, v. 27, p. 119-139, 1998.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazão**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2002. 256 p.

VENEGAS, S. A.; MYSAK, L. A.; STRAUB, D. Atmosphere-ocean coupled variability in The South Atlantic. **Journal of Climate**, v. 10, p. 2904-2920, 1997.

WMO n° 1186. Guidelines on Climate Metadata and Homogenization Secretariat of the World Meteorological Organization. Geneva, 2003.

WMO n° 100. Guide to Climatological Practices Secretariat of the World Meteorological Organization. Geneva, 2011.

Apoio



**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

*Secretaria da Ciência, Tecnologia,
Inovação e Educação Profissional*



Realização



**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

*Secretaria da Agricultura,
Abastecimento, Aquicultura e Pesca*



Acesse gratuitamente a produção
editorial do Incaper.



DOI: 10.54682/livro.9788589274494