



CLIMATOLOGIA ESTATÍSTICA DO VALE DO PARAÍBA

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

(PIBIC/INPE/CNPq)

Renan de Jesus Santos (Centro Universitário Salesiano de São Paulo, Bolsista
PIBIC/CNPq)

E-mail: renan_js@hotmail.com

Diogo Alessandro Arsego (CPTEC/DIDOP, Orientador)

E-mail:diogo.arsego@inpe.br

Antônio Marcos Vianna Campos (CPTEC/DIDOP, Co-Orientador)

E-mail:marcos.vianna@inpe.br

Julho de 2020

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1. Dados Meteorológicos	9
3.2. Desenvolvimento da ferramenta web de visualização	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
4.1. Precipitação	13
4.1.1 Extremos de Precipitação	13
4.1.2. Variabilidade da Precipitação Mensal	18
4.2. Extremos de Temperatura	22
4.2.1. Temperatura Mínima	22
4.2.2. Temperatura Máxima	24
4.3. Ferramenta de visualização Web	27
5. CONCLUSÃO	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXO	34
Anexo A – Código e tela da view de precipitação mensal.	34
Anexo B – Código e tela da view de precipitação anual.	36

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar as características de precipitação e temperatura do ar no Vale do Paraíba, Região Bragantina e Litoral Norte de São Paulo. Baseado nos dados de 6 estações automáticas do INMET instaladas na região de estudo foram organizados e separados dados extremos de precipitação, temperatura mínima e máxima. Nota-se que os maiores eventos de chuva se concentraram durante a estação chuvosa no Estado de São Paulo, porém sem um sistema sinótico preferencial para ocorrência dos mesmos. Para temperaturas mínimas, observou-se que o mês de julho apresentou maior ocorrência de valores extremos de temperatura mínima. Para as máximas, o mês de outubro apresentou maior frequência de valores extremos. Foi desenvolvida uma ferramenta web para organização e visualização dos dados provenientes das estações utilizadas neste estudo para utilização pelo Grupo de Previsão de Tempo da Divisão de Operações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Palavras Chave: Vale do Paraíba, Extremos meteorológicos, Web Site.

ABSTRACT

The main of this work was to investigate the characteristics of precipitation and air temperature in the Paraíba Valley, Bragantina Region and North Coast of São Paulo. Data of six meteorological stations was organized by extreme values of precipitation, minimum and maximum temperature. It is noted that the major rainfall events were concentrated during the rainy season in the State of São Paulo, but without a preferential synoptic system for their occurrence. For minimum temperatures, it was observed that there is a higher occurrence of extreme temperatures in July. For the maximums, the month of October presented greater frequency of extreme values. A web tool was developed to organize and visualize data from the stations used in this study for use by the Weather Forecast Group of the the National Institute for Space Research (INPE).

Key words: Paraíba Valley, Meteorological extremes, Web Site.

LISTA DE FIGURAS

1. Precipitação máxima acumulada em 24 horas nos municípios de: a) Bragança Paulista; b) Cachoeira Paulista; c) Campos do Jordão; d) São Luís do Paraitinga; e) São Sebastião; f) Taubaté..... 13
2. Análise sinótica de superfície (superior esquerda) e 250 hPa (superior direita) para as 18Z (16:00 de Brasília) do dia 15/02/2018 e precipitação acumulada inferior) no dia 15/02/2018..... 14
3. Análise sinótica de 850 hPa (superior esquerda) e 500 hPa (superior direita) para as 06Z (04:00 de Brasília) do dia 03/12/2013 e precipitação acumulada (inferior) no dia 03/12/2013..... 15
4. Análise sinótica de superfície (superior esquerda) e 500 hPa (superior direita) para as 00Z (21:00 de Brasília) do dia 01/03/2011 (28/02/2011) e precipitação acumulada (inferior) no dia 01/03/2011..... 16
5. Precipitação acumulada mensal no município de São Luís do Paraitinga..... 17
6. Precipitação acumulada mensal no município de Taubaté..... 18
7. Precipitação acumulada mensal no município de Campos do Jordão..... 18
8. Temperaturas mínimas registradas nos municípios de: a) Bragança Paulista; b) Cachoeira Paulista; c) Campos do Jordão; d) São Luís do Paraitinga; e) São Sebastião; f) Taubaté.....19
9. Análise sinótica das 06Z (03:00 de Brasília) do dia 13/06/2016 (esquerda) e 28/06/2011 (direita)..... 20
10. Temperaturas máximas registradas nos municípios de: a) Bragança Paulista; b) Cachoeira Paulista; c) Campos do Jordão; d) São Luís do Paraitinga; e) São Sebastião; f) Taubaté..... 22
11. Análise sinótica do nível de 500 hPa para as 18Z (15:00 de Brasília) no dia 17/10/2014..... 23
12. Tela inicial para pesquisa, aonde é selecionada a cidade e variável desejada.... 24
13. Resultado da busca de temperatura mínima e máxima diário para Taubaté no período de 01/01/2019 à 31/01/2019..... 24
14. Script da view temperatura.phtml responsavel por consumir o webservice e apresentar o resultado..... 25

15.	Resultado da busca de precipitação diária para Taubaté no período de 01/01/2018 à 31/01/2018.....	26
-----	--	----

1. INTRODUÇÃO

O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) tem como missão prover o país com o estado da arte em previsões numéricas de tempo e clima, fornecendo capacidade científica e tecnológica que contribuam para a melhora das previsões e estudos climatológicos, ao qual resultem em benefícios para a sociedade. O Grupo de Previsão de Tempo (GPT) do CPTEC/INPE realiza atividade operacional de análise e previsão das condições de tempo para todo o Brasil. Em virtude da localização do CPTEC, a região situada entre o Vale do Paraíba, Litoral Norte, Serra da Mantiqueira e Região Bragantina demanda maior atenção dos meteorologistas do centro por conta da maior interação de usuários e da parceria entre o CPTEC/INPE e emissoras locais de rádio e televisão, as quais são fornecidas diariamente a previsão de tempo e trimestralmente a previsão climática elaborada neste Instituto.

Frequentemente, são solicitadas informações sobre registros de chuva, valores baixos/elevados de temperatura, intensidade de vento, índices de umidade relativa do ar e fenômenos adversos. Embora existam estudos que caracterizem algumas regiões ou municípios da região acima mencionada, uma caracterização histórica de valores extremos destas variáveis bem como o desenvolvimento de uma ferramenta prática e ágil de visualização das mesmas se faz necessário para agregar mais qualidade a informação fornecida à sociedade. Uma pesquisa mais ampla que destaque os maiores valores de precipitação, temperatura máxima e velocidade do vento e menores valores de temperatura mínima e umidade relativa do ar agregará valor as informações divulgadas na mídia e à sociedade.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho de iniciação científica é identificar as principais características da precipitação e temperatura do ar, bem como destacar os valores extremos destas variáveis para cada época do ano. Para isso, uma ferramenta web que ordene e forneça uma visualização dos dados meteorológicos em função dos valores extremos para cada cidade e período desejado faz-se necessária.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A região do Estado de São Paulo que engloba o Vale do Paraíba, Litoral Norte e Região Bragantina está inserida em um regime de precipitação com estações secas e chuvosas bem definidas (GAN et al., 2009; REBOITA, et al., 2010; DA COSTA et al., 2012). Os maiores volumes de precipitação mensal são observados nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e representam, aproximadamente, 44% da precipitação anual enquanto nos meses de inverno são registrados os menores índices de precipitação representando cerca de 7% da precipitação total anual. Já as estações de transição (primavera e outono) dividem o restante da precipitação total (FOLHES, M. T.; FISCH, G., 2006).

Inúmeros são os sistemas meteorológicos atuantes no Sudeste e que, de uma forma ou outra, influenciam no regime de precipitação na Região do Vale do Paraíba, Litoral Norte e Bragantina. Dentre eles podem ser citados: sistemas frontais, ciclones, Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), convecção resultante do aquecimento da superfície, Linhas de Instabilidade, entre outros (VASCONSELLOS, F. C. A., 2008; REBOITA, et al., 2010).

A atividade econômica do Vale do Paraíba possui a agropecuária e o turismo dentre suas principais vertentes. Tanto o setor agropecuário como o setor de comércio e turismo são fortemente influenciados por oscilações de temperaturas (RODRIGUES et al., 2009). Com relação às temperaturas, o período mais frio do ano se concentra entre os meses de junho, julho e agosto (FOLHES, M. T.; FISCH, G., 2006). O avanço de massas de ar mais frio, principalmente, nestes meses, resulta em episódios de geadas e temperaturas negativas na Serra da Mantiqueira (GAN et al., 2009). Em Taubaté, a média das temperaturas mais elevadas são observadas no mês de fevereiro enquanto o mês de outubro é o que apresenta a maior variabilidade na temperatura do ar (FOLHES, M. T.; FISCH, G., 2006).

Também no período de inverno, como reflexo da diminuição da frequência e intensidade da precipitação, os índices de umidade relativa do ar apresentam os menores valores sendo, em algumas vezes, inferiores a 30%, situação que caracteriza estado de atenção.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), índices de umidade relativa do ar inferiores a 30% caracterizam nível de atenção; de 20% a 12%, alerta; e abaixo de 12%, nível de emergência.

Todas as características acima listadas trazem impactos, de uma forma ou outra, para a sociedade e o melhor conhecimento de intensidade, frequência e período do ano mais provável para sua ocorrência se torna de extrema importância para os tomadores de decisão.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Dados Meteorológicos

Os dados inicialmente utilizados nesta pesquisa são das estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizadas nos municípios de Bragança Paulista, Taubaté, São Luiz do Paraitinga, Campos do Jordão, Cachoeira Paulista e São Sebastião. Na Tabela 1, estão listadas as datas de instalação das estações do INMET utilizadas neste trabalho. Os dados do INMET, que foram utilizados neste estudo, estão disponíveis no Banco de Dados Climatológicos do CPTEC. A pesquisa engloba o período compreendido entre a data de instalação de cada estação e o mês de junho de 2020.

Tabela 1: Data de instalação das estações do INMET.

Cidade	Data de instalação
Bragança Paulista	20/12/2017
Cachoeira Paulista	20/10/2017
Campos do Jordão	14/03/2002
São Sebastião	26/10/2017
São Luís do Paraitinga	01/11/2007
Taubaté	20/12/2006

A definição de eventos extremos de precipitação é subjetiva e varia de acordo com os objetivos e local do estudo (SANTOS, D. C., 2012). Por simplificação e visando o caráter operacional da ferramenta desenvolvida, foram definidos como extremos os 10 maiores (menores) valores de precipitação e temperatura máxima (temperatura mínima) para o período de estudo. Desta forma, os dados meteorológicos das estações automáticas do INMET instaladas no Vale do Paraíba foram separados em categorias de valores extremos de: precipitação diária, precipitação mensal, temperatura mínima e temperatura máxima.

As condições sinóticas atuantes na Região do Vale do Paraíba de São Paulo durante as datas destacadas com valores mais elevados basearam-se nas cartas de análise sinótica e descrição das condições atmosféricas na América do Sul realizadas pelo Grupo de Previsão de Tempo do CPTEC/INPE e disponíveis em: <http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>.

3.2. Desenvolvimento da ferramenta web de visualização

A meteorologia atingiu ao longo dos tempos um nível muito sofisticado com base na importância prática da previsão do tempo e clima, tornando-se uma ciência muito desenvolvida, sendo as informações meteorológicas, atualmente, vitais para a sobrevivência humana (PRESTES et al., 2011). Uma forma mais ágil e intuitiva de

visualização de dados meteorológicos pode auxiliar na difusão do conhecimento dos profissionais da área para a sociedade em geral.

O desenvolvimento da ferramenta foi dividido em 4 etapas, sendo elas:

1ª: Conhecimento da rotina operacional e formato de dados meteorológicos utilizados no Banco de Dados do CPTEC;

2ª: Levantamento de funcionalidades necessárias para a ferramenta;

3ª: Desenvolvimento da UI (User interface) e a codificação do Front-End, utilizando as linguagens HTML5, CSS3 e JavaScript;

4ª: Elaboração e o desenvolvimento do Back-end, utilizando as linguagens PHP e Javascript, seguindo os padrões de desenvolvimento MVC (Model-View-Controller) e codificação do Front-End para a implementação de gráficos e tabelas.

A primeira parte focou-se na compreensão, por parte do bolsista, das necessidades e atividades desenvolvidas no ambiente operacional do GPT do CPTEC.

Já na segunda etapa foi feito um levantamento das funcionalidades e requisitos necessários para a ferramenta, tais como: representação gráfica de dados históricos, tabela de extremos da variável pesquisada, cadastro de usuário, login e as variáveis para pesquisa (cidade, estação, período e data).

Durante a terceira etapa foi desenvolvido o View (telas que o usuário final irá ver), tendo em mente os requisitos levantados durante a etapa anterior. Ao todo foram feitas 11 views, sendo 4 delas para as variáveis climatológicas (precipitação, temperatura, umidade e vento) analisadas. Essas quatro views são as únicas responsáveis por consumir os webservices que fornecem os dados do banco de dados do CPTEC, tratar de acordo e exibir em forma de gráfico/tabela os dados obtidos.

Web Services são métodos que fazem a comunicação entre diferentes aplicações. Eles permitem que aplicações, desenvolvidas em diferentes linguagens, se comuniquem através do envio e recebimento de dados. Para isso os web services traduzem os dados para uma linguagem universal (XML, Json, etc) o que acaba por possibilitar a comunicação entre sistemas desenvolvidos em linguagens distintas (Opensoft, 2017).

A quarta e última etapa foi o desenvolvimento do Back-end (Model e Controller) em conjunto com pequenas mudanças no Front-end (3ªetapa) da ferramenta. No Model foi feita a conexão com o banco de dados e as CRUD, que são quatro operações básicas (criação, consulta, atualização e destruição de dados) utilizadas em bancos de dados. E por fim o Controller, que é responsável por receber as requisições do usuário e “dizer” qual Model usar e qual View apresentar ao usuário.

Outras ferramentas utilizadas durante o desenvolvimento desta ferramenta foram o Visual Studio Code e o phpMyAdmin. O Visual Studio Code ou VSCode é um editor de código desenvolvido pela Microsoft, lançado em 2015, para Windows, Linux e macOS. Utilizado no desenvolvimento de aplicações web, ele é um editor totalmente gratuito e open source com possibilidade de ser “personalizado” através da instalação de plugins (extensões) presentes em seu repositório (DEVMIDIA, 2016).

Para o cadastro de usuários e autenticação de login, foi utilizado o aplicativo web phpMyAdmin. O phpMyAdmin é uma ferramenta de software livre desenvolvida em PHP e que suporta uma ampla gama de operações no MySQL e no MariaDB. Com ele é possível manipular o banco de dados de forma prática através da interface do usuário (phpMyAdmin, 2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Precipitação

4.1.1 Extremos de Precipitação

A estação chuvosa no Estado de São Paulo tem início entre setembro e outubro e fim entre os meses de março e abril (GAN et al., 2009). Da mesma forma que os maiores acumulados mensais de chuva são observados no período acima mencionado, a maior parte dos extremos diários de precipitação foi observada nestes meses (Figura 1). Para o período de verão, destaca-se o evento de 05/01/2019, data na qual foram registradas chuvas intensas em Bragança Paulista, Cachoeira Paulista, São Luís do Paraitinga e São Sebastião (Figura 1a, 1b, 1d e 1e). Nesta data, a aproximação de uma frente fria pelo litoral de São Paulo direcionou o fluxo de umidade em baixos níveis sobre parte do Estado e a propagação de um cavado de onda curta (Figura 2) contribuiu para o desenvolvimento de intensas áreas de instabilidade que resultaram nas chuvas com acumulados expressivos sobre a Região.

Conforme destacado acima, grande parte dos eventos de precipitação intensa ocorreram durante o verão. Apesar disso, durante a estação seca ocorreram eventos isolados de chuvas intensas sobre a Região com destaque para o episódio do dia 05/07/2019 com registros de acumulados elevados em Bragança Paulista, Campos do Jordão e São Sebastião (Figura 1a, 1b e 1e). Nesta data, o avanço de uma frente fria com aporte da circulação em baixos, médios e altos níveis da atmosfera contribuíram para chuvas generalizadas no Estado de São Paulo e acumulados pontualmente elevados (Figura 3). Nesta época do ano, o avanço de sistemas frontais, normalmente, está associado a queda das temperaturas e os acumulados de chuva, geralmente são baixos. Apesar disso, em situações com suporte da circulação em outros níveis da atmosfera e aporte de umidade podem ocorrer acumulados expressivos como neste caso.

Figura 1 - Precipitação máxima acumulada em 24 horas nos municípios de: a) Bragança Paulista; b) Cachoeira Paulista; c) Campos do Jordão; d) São Luís do Paraitinga; e) São Sebastião; f) Taubaté.

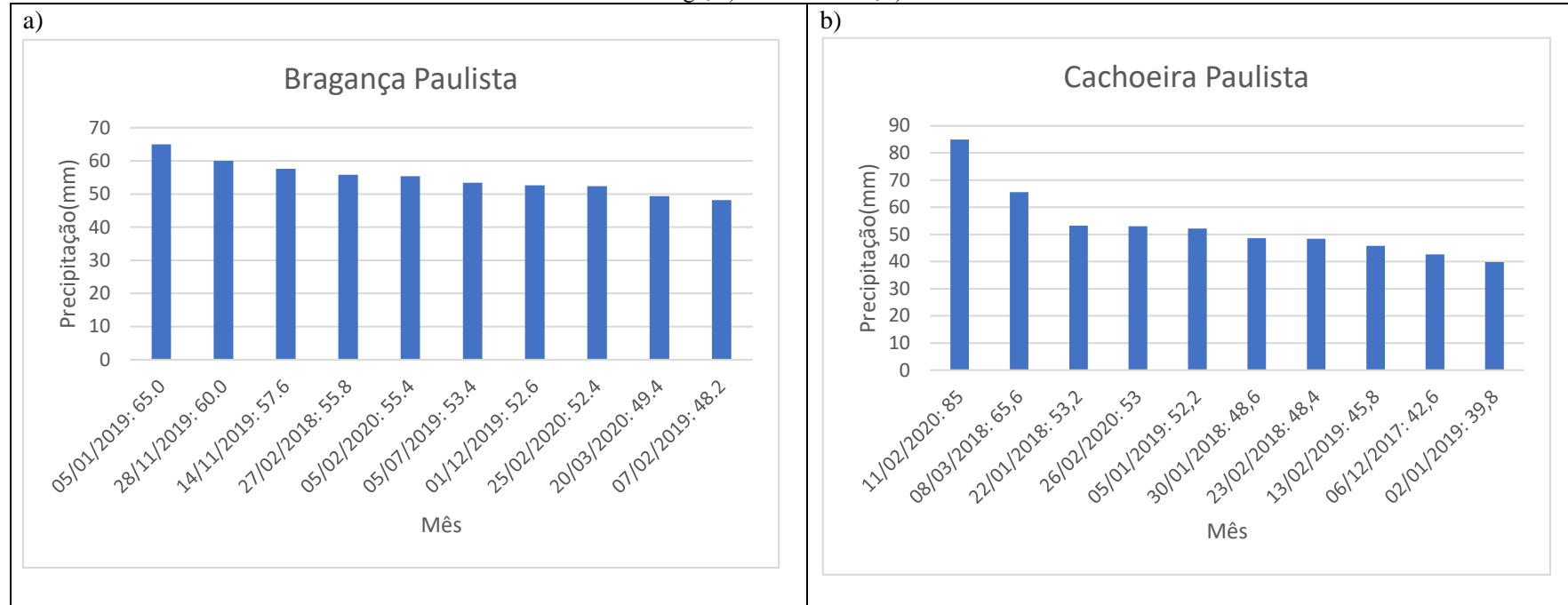


Figura 1 - Precipitação máxima acumulada em 24 horas nos municípios de: a) Bragança Paulista; b) Cachoeira Paulista; c) Campos do Jordão; d) São Luís do Paraitinga; e) São Sebastião; f) Taubaté.

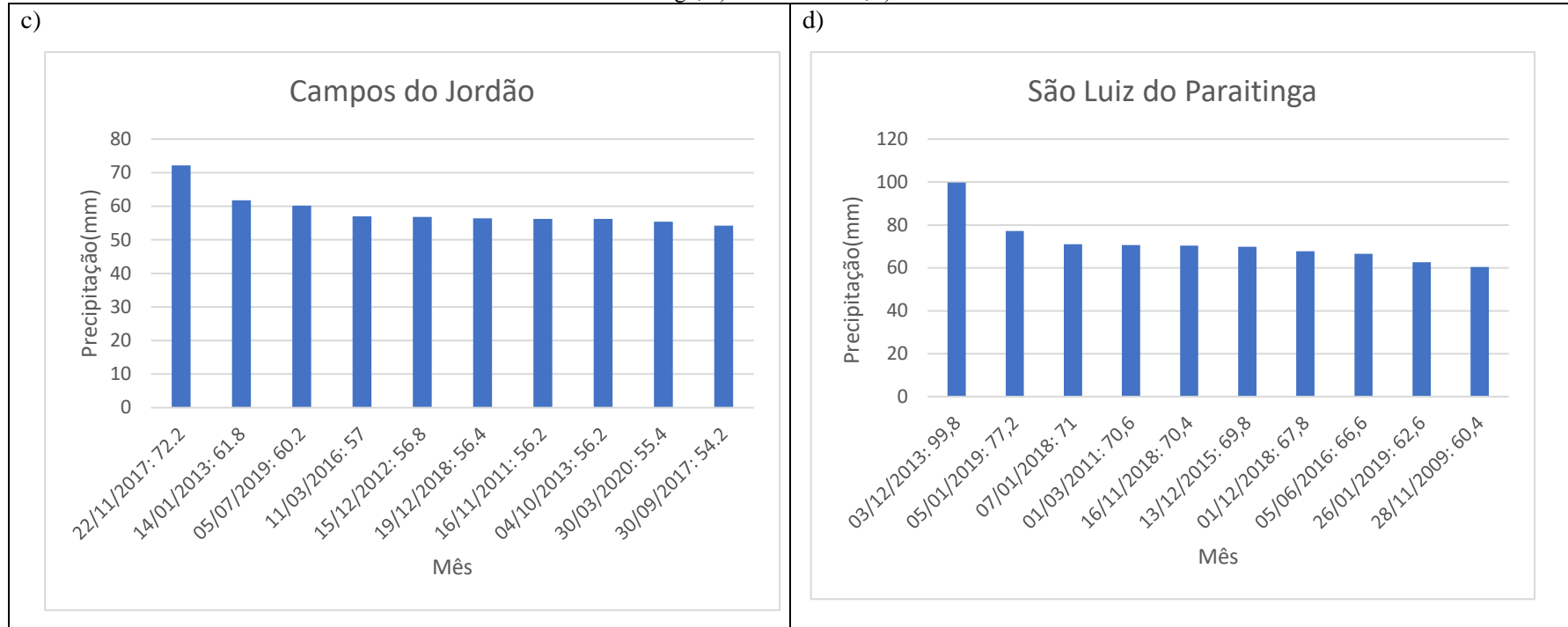


Figura 1 - Precipitação máxima acumulada em 24 horas nos municípios de: a) Bragança Paulista; b) Cachoeira Paulista; c) Campos do Jordão; d) São Luís do Paraitinga; e) São Sebastião; f) Taubaté.

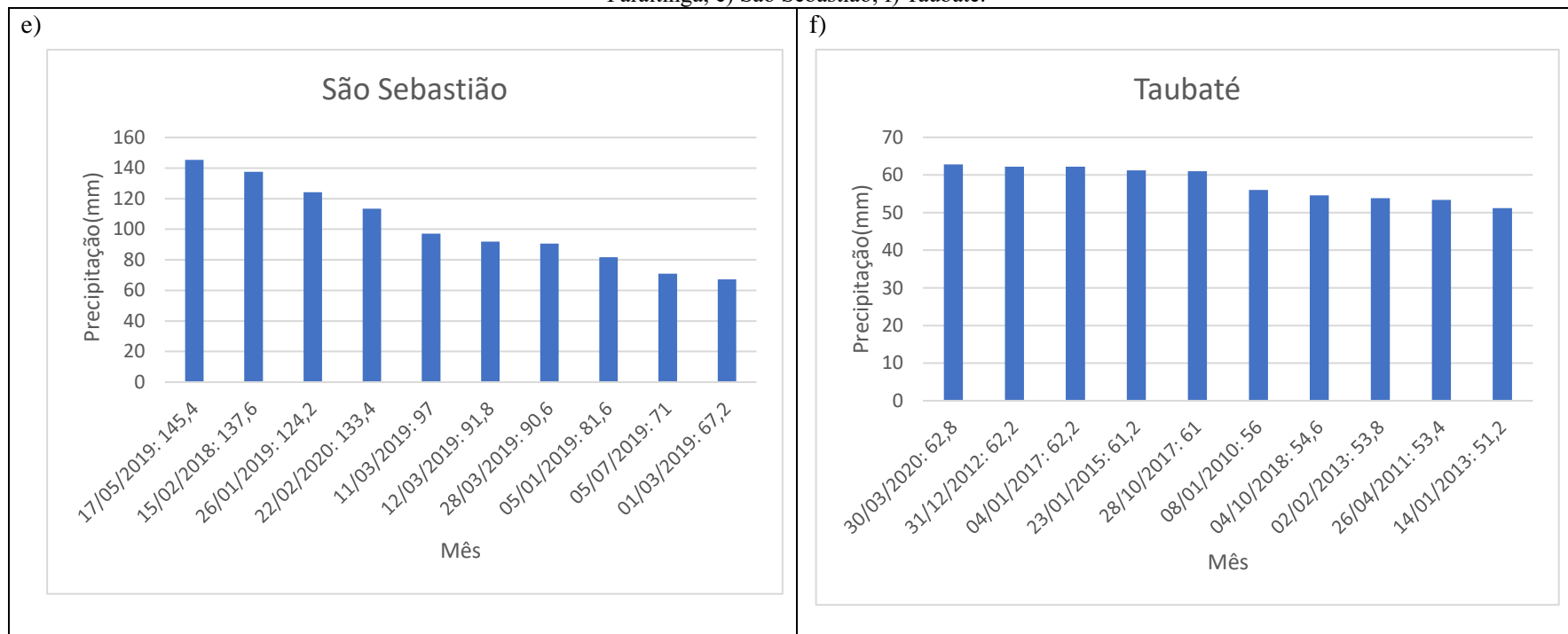
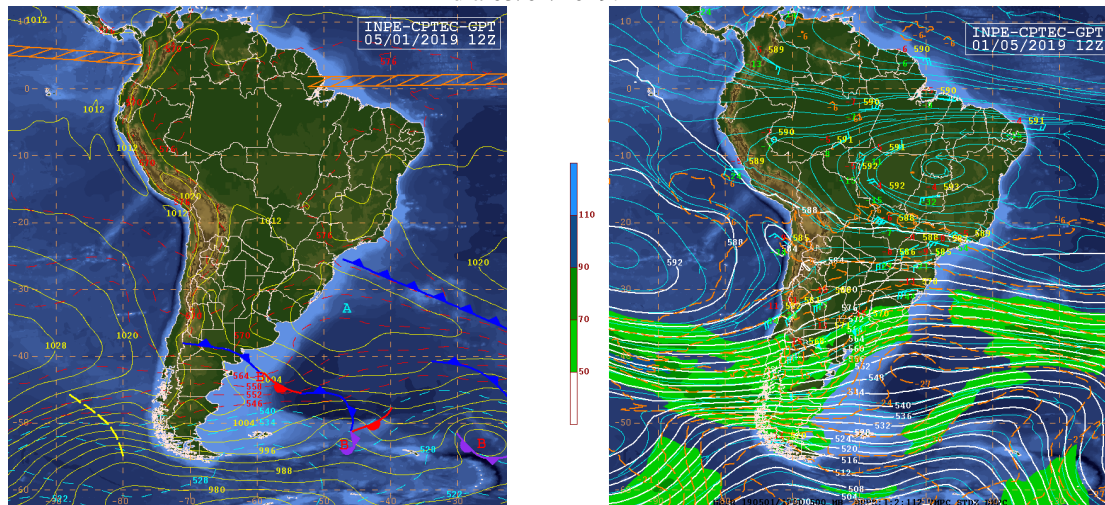


Figura 2 - Análise sinótica de superfície (esquerda) e 500 hPa (direita) para as 12Z (10:00 de Brasília) do dia 05/01/2019.



Mesmo com uma série de dados menor em relação a outros municípios, São Sebastião se destaca com os maiores volumes acumulados para o período de estudo com 4 registros de precipitação diária superior a 100 mm (Figura 1e). Nestes eventos, dois deles estiveram associados a avanço de frente fria e posterior circulação da alta pressão pós-frontal (17/05/2019 e 22/02/2020) e dois ocorreram, principalmente, por perturbações na troposfera média (15/02/2018 e 26/01/2019).

Figura 3 - Análise sinótica de superfície (esquerda) e 250 hPa (direita) para as 12Z (09:00 de Brasília) do dia 05/07/2019.

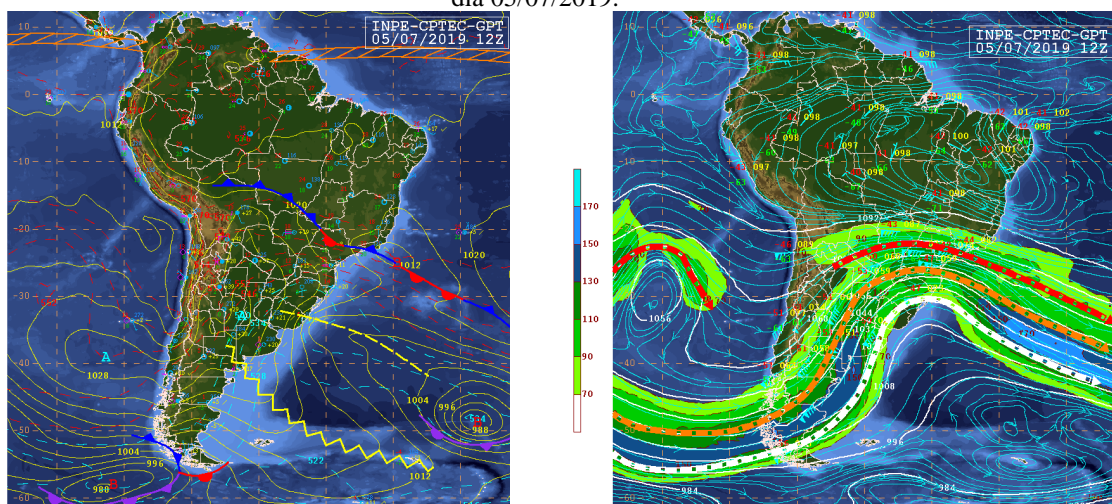
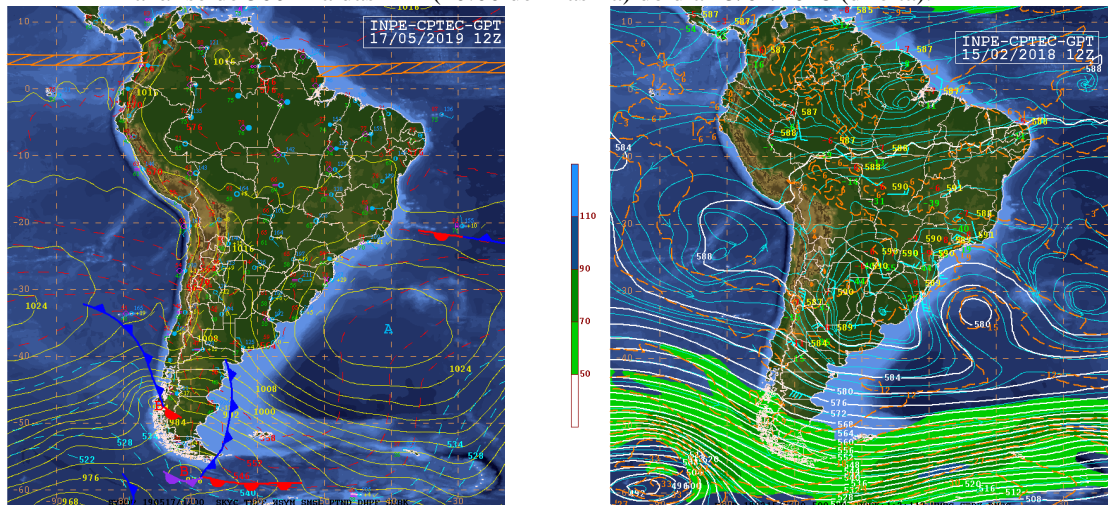


Figura 4 - Análise sinótica de superfície das 12Z (09:00 de Brasília) do dia 17/05/2019 (esquerda) e análise de 500 hPa das 12Z (10:00 de Brasília) do dia 15/02/2018 (direita).



Além das características sinóticas acima citadas, os demais episódios de precipitação intensa que aparecem entre os 10 maiores valores para o período de estudo nos municípios analisados compreendem outros sistemas sinóticos. Dentre eles, podem ser citados: frentes frias, cavados em níveis médios, instabilidades associadas a termodinâmica (calor e umidade), divergência do escoamento em altos níveis e a atuação de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) e do Atlântico Sul (ZCAS).

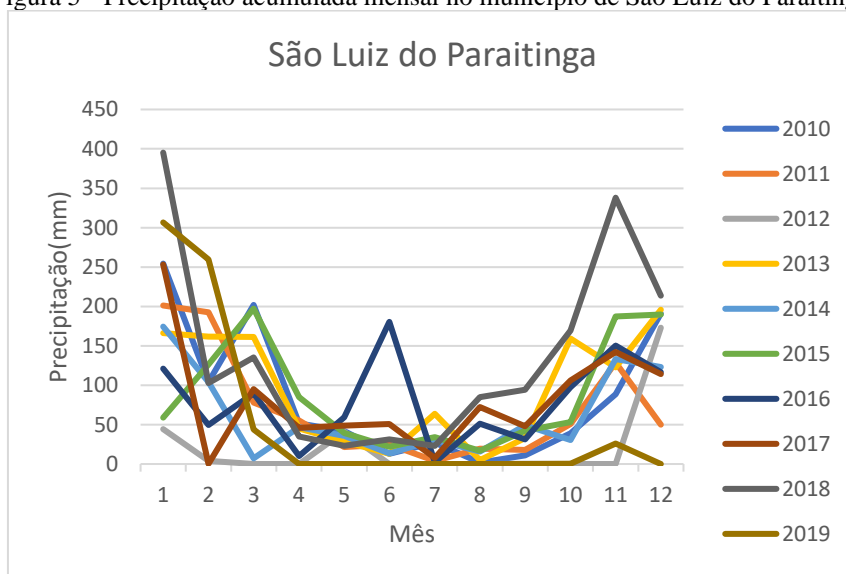
4.1.2. Variabilidade da Precipitação Mensal

A disposição dos acumulados mensais de precipitação para os municípios com séries mais amplas (Figuras 5, 6 e 7) evidencia as características já observadas na literatura com maiores volumes acumulados durante os meses mais quentes do ano e um período de tempo mais seco na Região, especialmente, entre os meses de abril e setembro (FOLHES, M. T.; FISCH, G.,2006). Para São Luiz do Paraitinga (Figura 5), nota-se que no ano de 2016 os acumulados mensais em junho (180mm) foram superiores a todos os meses de verão. No período analisado, destacam-se as duas maiores marcas de acumulado mensais registradas em 2018 com 395,20mm em janeiro e 338,20mm em novembro, estando, respectivamente, 204,0mm e 206,5mm acima da média.

Para Taubaté (Figura 6), os maiores acumulados mensais de precipitação foram registrados em janeiro de 2017 (329,4 mm) e janeiro de 2018 (312,8 mm), estando respectivamente, 143,7mm e 127,1mm acima da média. Em Campos do Jordão (Figura 7), para os anos analisados, destaca-se 2011 por ter os maiores índices durante os primeiros meses. Assim como observado para São Luiz do Paraitinga e, em menor intensidade, para Taubaté, evidencia-se o aumento da precipitação no mês de junho de 2016 em comparação ao mesmo mês nos outros anos.

As médias mensais de precipitação durante o período de estudo para São Luiz do Paraitinga (Figura 5b), Taubaté (Figura 6b) e Campos do Jordão (Figura 7b) demonstram que grande parte da precipitação (48%, 44% e 40%, respectivamente) se concentra no trimestre DEZ/JAN/FEV enquanto a precipitação acumulada nos meses de inverno (MAI/JUN/JUL) corresponde a uma pequena parcela do acumulado anual (9%, 11% e 12%, respectivamente). A respeito da variabilidade interanual da precipitação mensal, nota-se que o mês de junho é o que apresenta maior desvio padrão entre os meses da estação seca influenciado, principalmente, pelos valores elevados observados no ano de 2016 conforme acima mencionado. Para os meses de verão, janeiro é o mês com maior desvio padrão da série, muito por conta de ser também o que apresenta maiores médias mensais de precipitação para o período de estudo.

Figura 5 - Precipitação acumulada mensal no município de São Luiz do Paraitinga.



Item b - Precipitação média mensal e desvio-padrão em São Luiz do Paraitinga.

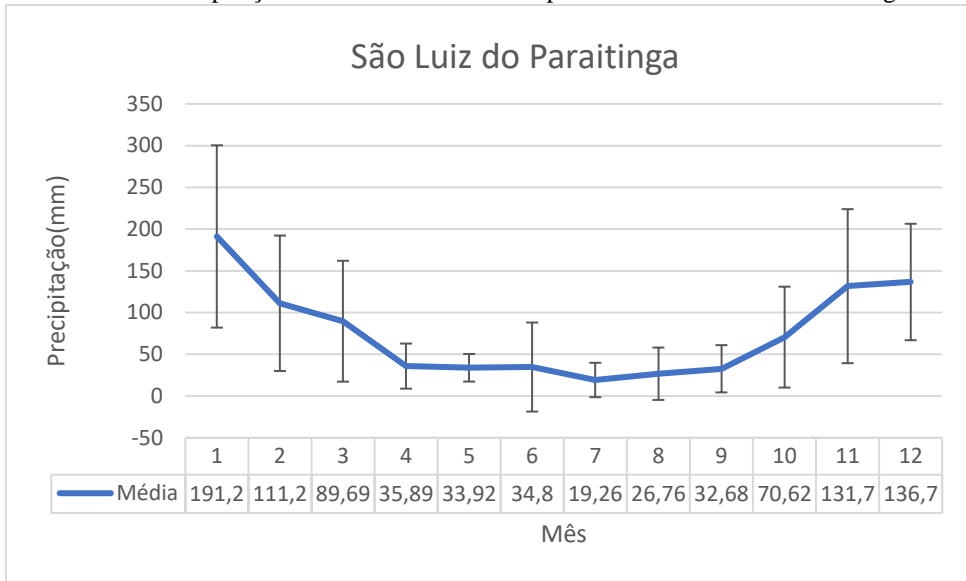
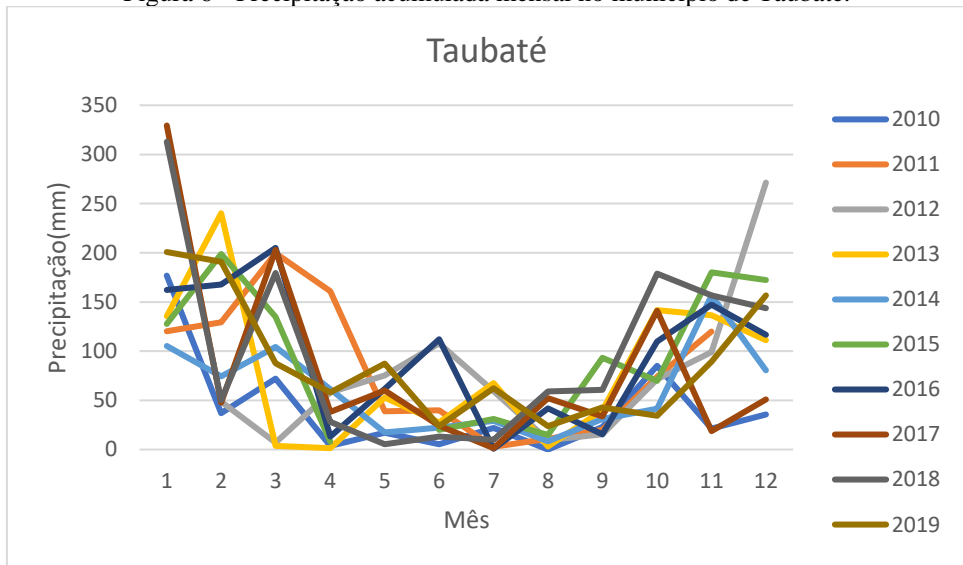


Figura 6 - Precipitação acumulada mensal no município de Taubaté.



Item b - Precipitação média mensal e desvio-padrão em Taubaté.

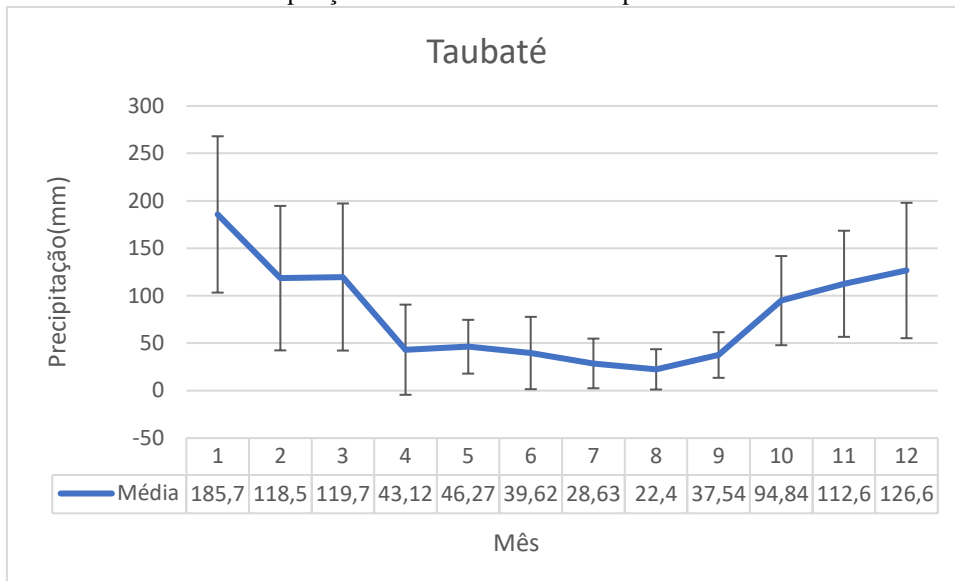
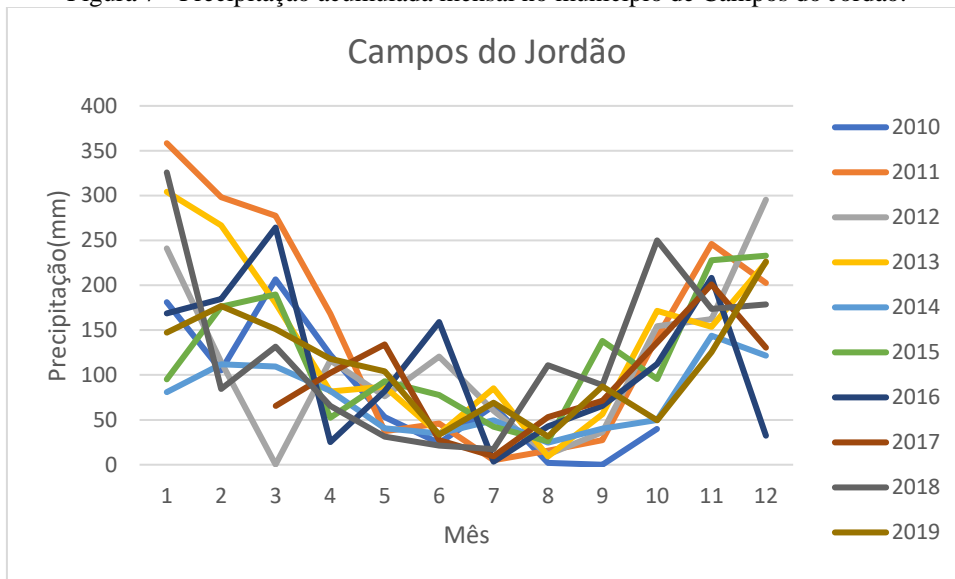
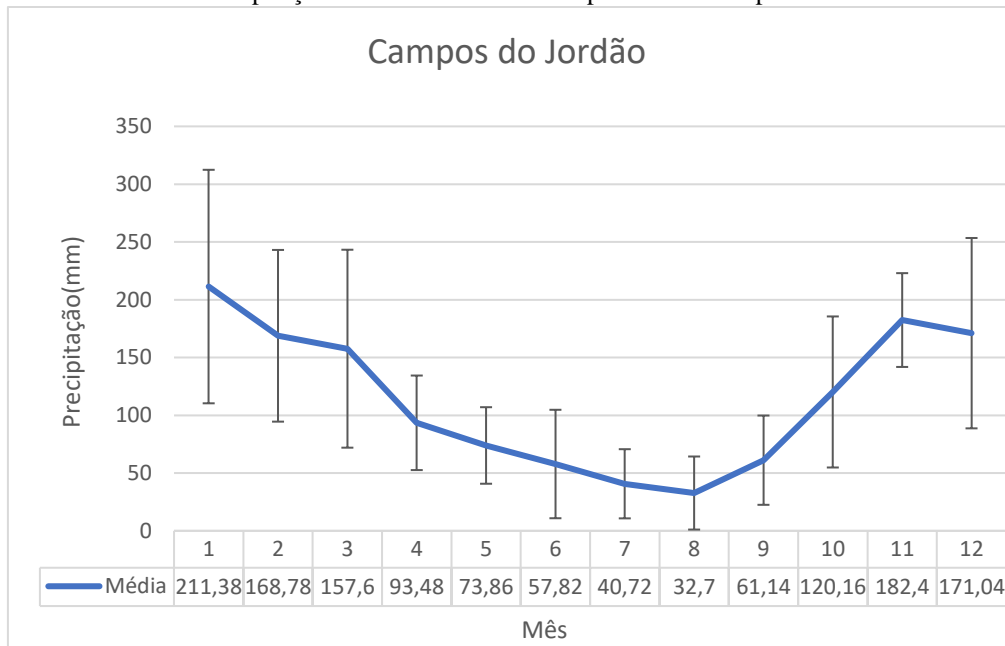


Figura 7 - Precipitação acumulada mensal no município de Campos do Jordão.



Item b - Precipitação média mensal e desvio-padrão em Campos do Jordão.



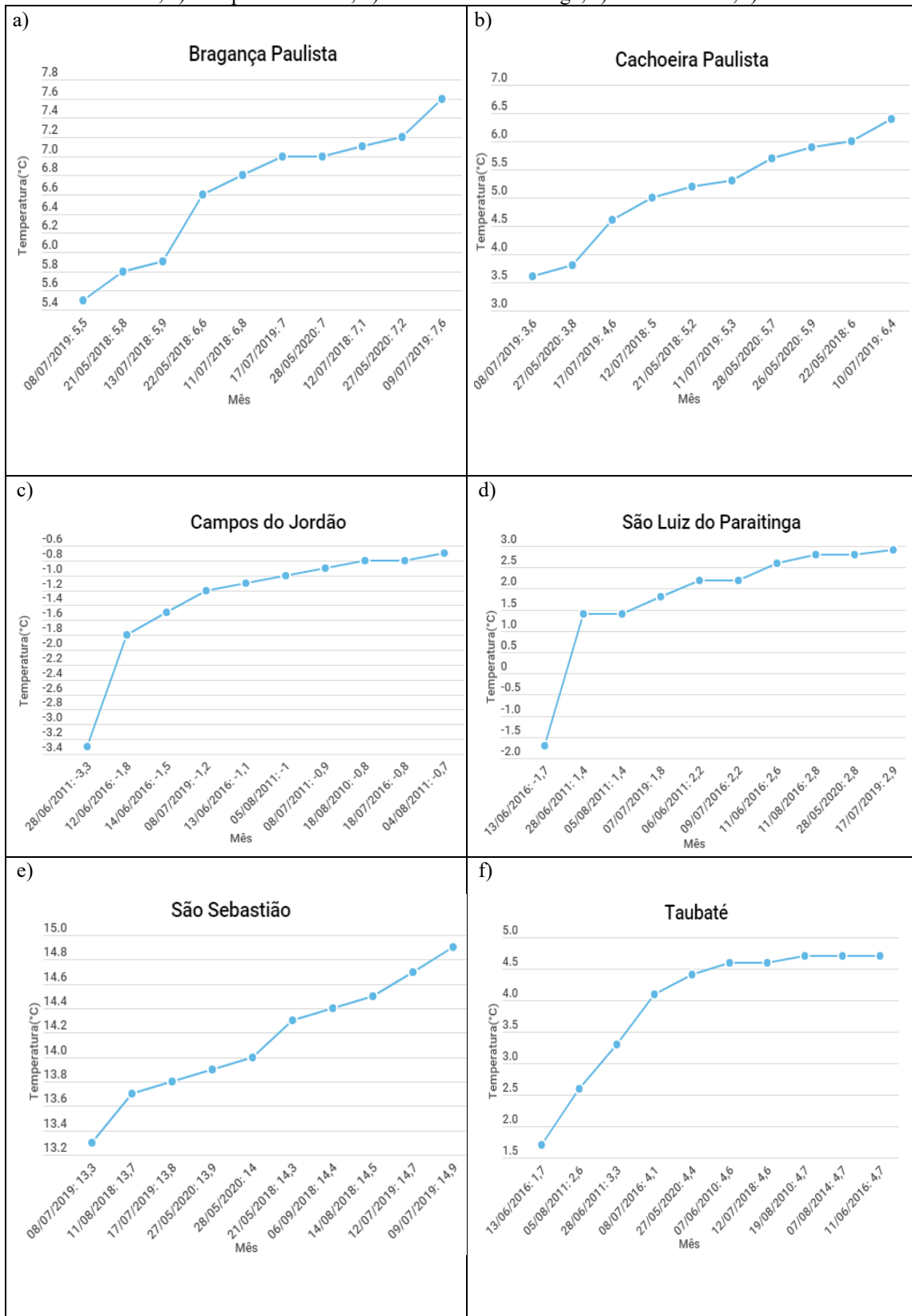
4.2. Extremos de Temperatura

4.2.1. Temperatura Mínima

A análise dos extremos de temperatura mínima (Figura 8) das estações com menor período de observação destacam o dia 08/07/2019 com as menores temperaturas registradas em Cachoeira Paulista (3,6°C), Bragança Paulista (5,5°C) e São Sebastião (13,3°C). Esta data também aparece entre as 10 menores temperaturas para Campos do Jordão (-1,2°C, quarta menor marca) e Taubaté (4,1°C, quarta menor marca). Para Campos do Jordão, a menor temperatura registrada foi de -3,3°C em 28/06/2011.

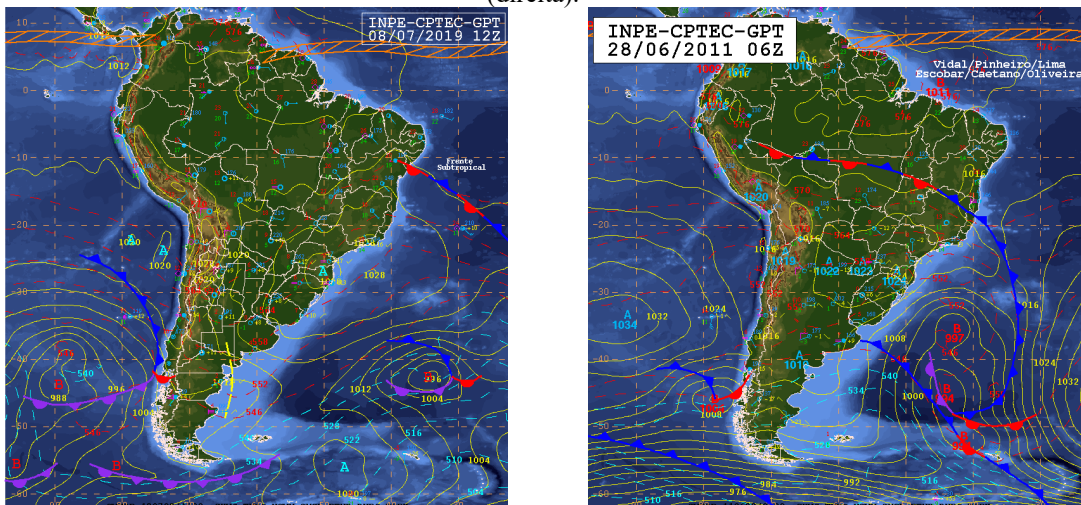
A climatologia de temperatura mínima para os municípios da Região indica o mês de julho com valores médios mais baixos (INMET, 2020). A comparação com os valores extremos de temperaturas mínima demonstra que em Bragança Paulista (6 casos), Cachoeira Paulista (5 casos) e São Sebastião (4 casos) julho foi o mês com maior registro. Para Campos do Jordão, São Luiz do Paraitinga e Taubaté, o mês de julho foi o que apresentou mais casos de temperaturas mínimas extremas (4 casos).

Figura 8 - Temperaturas mínimas registradas nos municípios de: a) Bragança Paulista; b) Cachoeira Paulista; c) Campos do Jordão; d) São Luiz do Paraitinga; e) São Sebastião; f) Taubaté.



A condição sinótica nos dias em que foram registradas as temperaturas mais baixas na Região (08/07/2019 e 28/06/2011) apontam para um sistema de alta pressão em superfície atuante no centro-sul do continente que se estende sobre parte do Sudeste (Figura 9, esquerda e direita, respectivamente) e o sistema frontal já posicionado em latitudes mais baixas.

Figura 9 - Análise sinótica das 12Z (09:00 de Brasília) do dia 08/07/2019 (esquerda) e 28/06/2011 (direita).



4.2.2. Temperatura Máxima

A análise dos extremos de temperatura máxima (Figura 10) demonstra que, com exceção de São Sebastião, as maiores temperaturas no período de estudo foram registradas nos últimos meses do ano. Nesta época do ano o aumento na incidência de radiação solar contribui para a elevação das temperaturas e, em algumas situações, o prolongamento da estação seca resulta em baixos índices de umidade relativa do ar que contribuem para a elevação mais rápida das temperaturas.

As estações com séries mais intensas reforçam a característica acima destacada já que Campos do Jordão (6 registros), São Luiz do Paraitinga (7 registros) e Taubaté (6 registros) tem no mês de outubro grande parte dos seus valores extremos registrados. Embora, na média, os meses de janeiro e fevereiro sejam os meses mais quentes do ano na Região (INMET, 2020), os valores extremos aqui apresentados convergem para os resultados de

Folhes e Fisch, 2006 que indicavam a alta variabilidade das temperaturas máximas para o mês de outubro.

Ainda, analisando os extremos de temperatura máxima (Figura 10) das estações com séries mais extensas, se destaca o dia 17/10/2014 como o mais quente do período de estudo nos municípios de Taubaté e Campos do Jordão com, respectivamente, 38,7°C e 30,3°C. Esta data também registrou temperaturas altas em São Luís do Paraitinga com máxima de 35,5°C, segunda maior marca para o período de estudo. Para São Luiz do Paraitinga, a maior temperatura registrada foi de 35,8°C em 19/10/2014.

Figura 10 - Temperaturas máximas registradas nos municípios de: a) Bragança Paulista; b) Cachoeira Paulista; c) Campos do Jordão; d) São Luís do Paraitinga; e) São Sebastião; f) Taubaté.

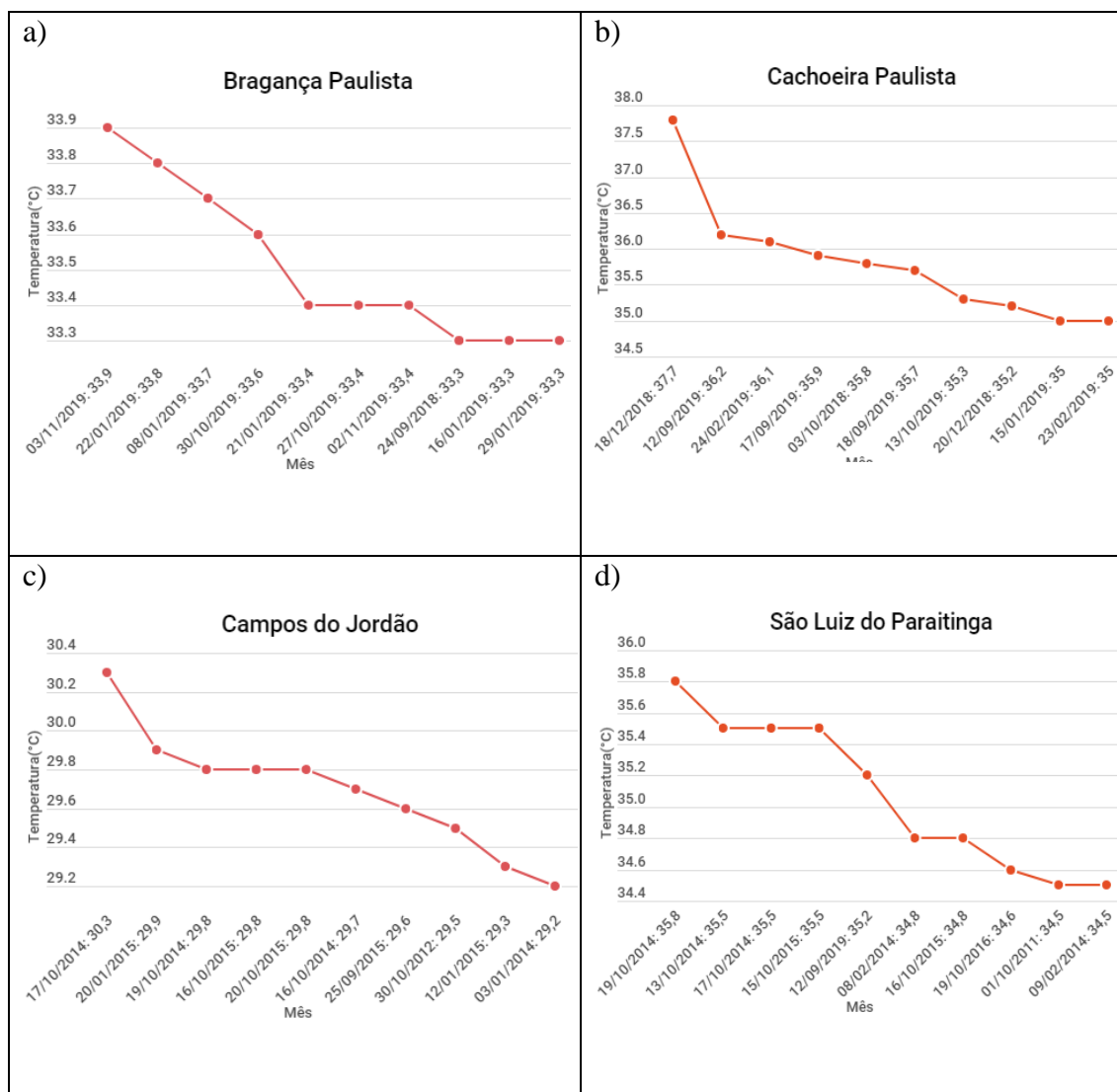
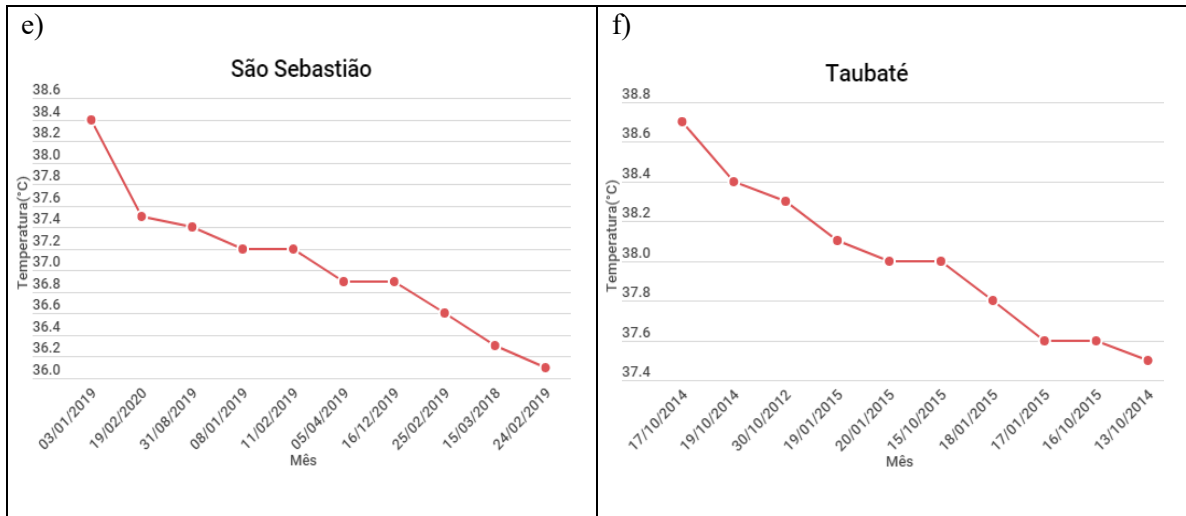
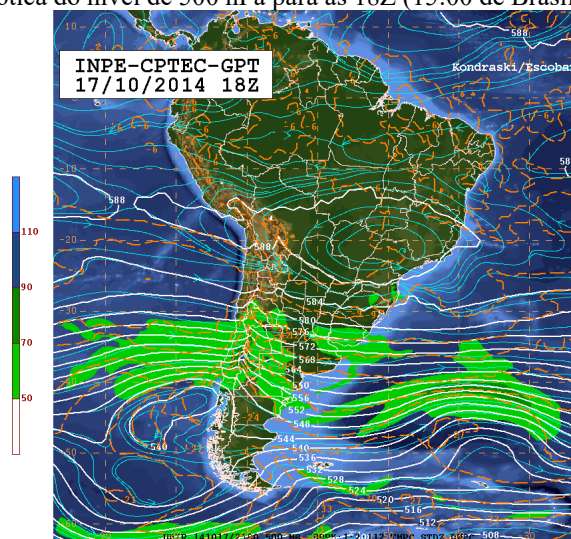


Figura 10 - Temperaturas máximas registradas nos municípios de: a) Bragança Paulista; b) Cachoeira Paulista; c) Campos do Jordão; d) São Luís do Paraitinga; e) São Sebastião; f) Taubaté.



No período entre os dias 16 e 19 de outubro de 2014, a região central do Brasil estava sob a influência de um anticiclone (região de alta pressão com circulação no sentido anti-horário) estabelecida em níveis médios (Figura 11). Este tipo de circulação é característico da estação seca no Sudeste e contribui para movimentos subsidentes que dificultam a formação da nebulosidade, contribuem para a queda dos índices de umidade relativa do ar e, por compressão adiabática, auxiliam na elevação das temperaturas.

Figura 11 - Análise sinótica do nível de 500 hPa para as 18Z (15:00 de Brasília) no dia 17/10/2014.



4.3. Ferramenta de visualização Web

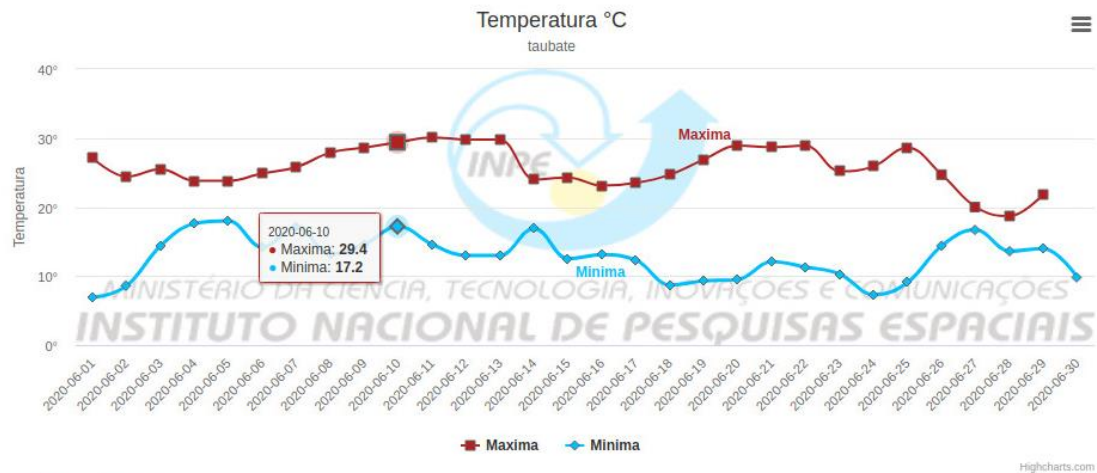
As figuras abaixo (Figuras 12, 13, 14 e 15) apresentam a versão final da plataforma de filtragem e visualização de dados meteorológicos do Vale do Paraíba no Estado de São Paulo e parte do script utilizado para elaboração da mesma. A tela inicial (Figura 12) fornece as opções para escolha da cidade desejada e tipo de variável meteorológica a ser analisada.

Na segunda tela (Figuras 13) será fornecida a visualização gráfica da variável e estação escolhidas (Temperatura máxima - Figura 13). Também nesta tela, é possível refinar a busca de dados para um período específico e é apresentada a tabela com os valores extremos registrados no período de estudo.

Figura 12 - Tela inicial para pesquisa, aonde é selecionada a cidade e variável desejada.

A imagem mostra a interface de pesquisa de uma aplicação web. No topo, há o título "Pesquise uma cidade". Abaixo dele, um campo de entrada com o ícone de uma lupa e o texto "Selecione uma cidade...". Logo abaixo, o título "Tipo de pesquisa" precede quatro opções de radio buttons: "Precipitação", "Temperatura", "Umidade" e "Vento". Um botão azul com o ícone de uma lupa e o texto "CONSULTAR" está centralizado. Uma linha horizontal separa a seção de pesquisa de uma seção de informações de usuário. Abaixo da linha, o título "Dados" precede o texto "Nome: Usuario Teste | Instituição: INPE". No final, há um link azul "Sair".

Figura 13 - Resultado da busca de temperatura mínima e máxima diário para Taubaté no período de 01/06/2020 à 30/06/2020.



Data	Minima	Maxima
2020-06-01	6.9	27.1
2020-06-02	8.6	24.4
2020-06-03	14.4	25.5

Na Figura 14, encontra-se parte do script utilizado para a construção das telas de resultados de busca. São necessárias apenas pequenas alterações no script para as diferentes variáveis de interesse (precipitação, temperatura, umidade e vento). Por fim, a Figura 15 apresenta exemplo semelhante ao apresentado na Figura 13, porém para a variável precipitação para o município de Taubaté.

Figura 14 - Script da view temperatura.phtml responsável por consumir o webservice e apresentar o resultado.

```
<script>
function grafico_diario(url) {
    //Salvando valores em variaveis
    let temperatura = {
        estacao: $("#estacao").val(),
        periodo: $("#periodo").val(),
        dataini: $("#dataInicial").val(),
        datafim: $("#dataFinal").val()
    }
    //Substituindo "-" por "" para ser passado, como parametro, ao webservice
    let dataini = $("#dataInicial").val().replace(/-/g, "");
    let datafim = $("#dataFinal").val().replace(/-/g, "");
    //jQuery
    $.get(
        url,
        {
            estacao: temperatura.estacao,
            dataini: dataini,
            datafim: datafim
        }
    ).done(function(response) {
        //Iniciando listas vazias para utilizar na plotagem do grafico/tabela
        var data = [];
        var tmax = [];
        var tmin = [];
        $.each(response.dados, function(idx, obj){
            // Listas recebendo os dados do webservice
            data.push(obj.data);
            tmin.push(parseFloat(obj.tn));
            tmax.push(parseFloat(obj.tx));
        })
        //Tabela com os mesmos valores do gráfico
        for(i = 0; i < tmin.length; i++){
            //Grafico
            Highcharts.chart('container', {
        }).done(function() {
            //Sort table
            $(document).ready(function() {
        })
    })
}
```

Figura 15 - Resultado da busca de precipitação diária para Taubaté no período de 01/06/2020 à 30/06/2020.



5. CONCLUSÃO

A observação dos valores extremos de precipitação para o Vale do Paraíba evidenciou que não há um sistema sinótico preferencial para a ocorrência de precipitações intensas. Dentre os casos selecionados, foram observadas chuvas intensas favorecidas pela atuação de cavados, sistemas frontais, zonas de convergência, divergência em altos níveis, termodinâmica, dentre outros. Grande parte dos eventos de precipitação intensa ocorreram durante o verão. Apesar disso, durante a estação seca também ocorreram eventos isolados de chuvas intensas sobre a Região, que trouxeram transtornos a sociedade, similar aos casos ocorridos ao longo dos meses de verão.

A análise de temperaturas mínimas evidenciou que os menores valores, na média, ocorrem preferencialmente no mês de julho, mês climatologicamente mais frio na Região.

Para as temperaturas máximas, observou-se que o mês de outubro e novembro foram os mais frequentes na lista de extremos de temperatura para a maior parte da Região.

O desenvolvimento da ferramenta web que proporciona a análise e visualização mais ágil dos resultados acima mencionados proporcionará ao Grupo de Previsão de Tempo do CPTEC/INPE uma forma mais eficiente de disseminação das informações para a sociedade.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTAMIRANO, R. J. A.; **Climatologia dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos usando o índice de precipitação normalizada (SPI) para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.** 2010. 170 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010.

Bringing MySQL to the web. **PhpMyAdmin**, 2017. Disponível em: <<https://www.phpmyadmin.net/>>. Acesso em: 20, jul. de 2019.

DA COSTA, A. de O.; SALGADO, C. M.; DINALI, Y. T. **Caracterização da precipitação no médio Vale do Paraíba do sul fluminense.** Revista Geonorte, Edição Especial 2, v. 2, n. 5, p. 1000-1012, 2012.

FOLHES, M. T.; FISCH, G. **Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP).** Revista Ambiente & Água, v. 1, n. 1, 2006.

GAN, M.; RODRIGUES, L. R.; RAO, V. B. **Monção na América do Sul.** In: CAVALCANTI, I. F.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da; DIAS, M. A. F. d. S. (Ed.). Tempo e Clima no Brasil. [S.l.]: Oficina de Textos, 2009. p. 297–316.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1981-2010.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em 20 jul. 2019.

Introdução ao Visual Studio Code. **DEV MEDIA**, 2016. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-visual-studio-code/34418>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

PRESTES, J. P. M.; HOLBIG, C. A.; PAVAN, W.; FERNANDES, J. M. F. **Webservice para previsão de tempo e clima**. Revista Brasileira de Computação Aplicada, v. 3, n. 2, p. 2-16, 2011.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; DA ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. **Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 2, p. 185–204, 2010.

RODRIGUES, M. L. G., ARAUJO, C. E. S., MINUZZI, R. B., BORGES, R. C., MONTEIRO, A. N. **Aviso de temperatura extrema em Santa Catarina a partir da comparação de temperatura prevista com a climatologia**. Florianópolis – SC: Epagri, 2009. 9p. (Relatório do Projeto PREVISÃO DE EVENTOS EXTREMOS NO SUL DO BRASIL – FINEP 14). Disponível em <http://ciram.epagri.sc.gov.br/images/documentos/finep14/Rel_Finep14_Temp.pdf>

VASCONCELLOS, F. C. Variabilidade atmosférica associada a casos extremos de precipitação na Região Sudeste do Brasil. 110 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2008. Disponível em: <<http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2008/01.15.16.05/doc/publicacao.pdf?languagebutton=pt-BR>>. Acesso em: 2020.

Web service: o que é, como funciona, para que serve? **Opensoft**, 2017. Disponível em: <<https://www.opensoft.pt/web-service/>>. Acesso em: 20, jul. de 2019.

ANEXO

Anexo A – Código e tela da view de precipitação mensal.

```
<!-- Script Mensal -->
<script>
function precipitacao_mensal(url, climatologia61_90, climatologia81_10){
  //Variaveis
  let dados = new Map();
  let milimetros = [];
  let data = [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12];
  let soma = 0;
  let p1 = [];
  let p2 = [];
  let datas_faltantes = [];
  let precipitacao = {
let dataini = $("#dataInicial").val().slice(0,4);
let datafim = $("#dataFinal").val().slice(0,4);
dataini = parseInt(dataini);
datafim = parseInt(datafim);

//For para fazer X consultas ao webservice
for (let i = dataini; i <= datafim; i++){
  wb(i);
}
//Função responsável por consumir o webservice
//Parametro "ano" passado pelo FOR aonde é chamada a função
function wb(ano){
  $.get(
    url,
    {
      estacao: precipitacao.estacao,
      ano: ano
    }
  ).done(function(response){
    $.each(response.dados, function(idr, obj){
      milimetros.push(parseFloat(obj.acm));
      dados.set(ano, milimetros);
      soma = soma + parseFloat(obj.acm);
    })
    console.log(dados);

//Tabela 1
for(let i = 0; i < 12; i++){

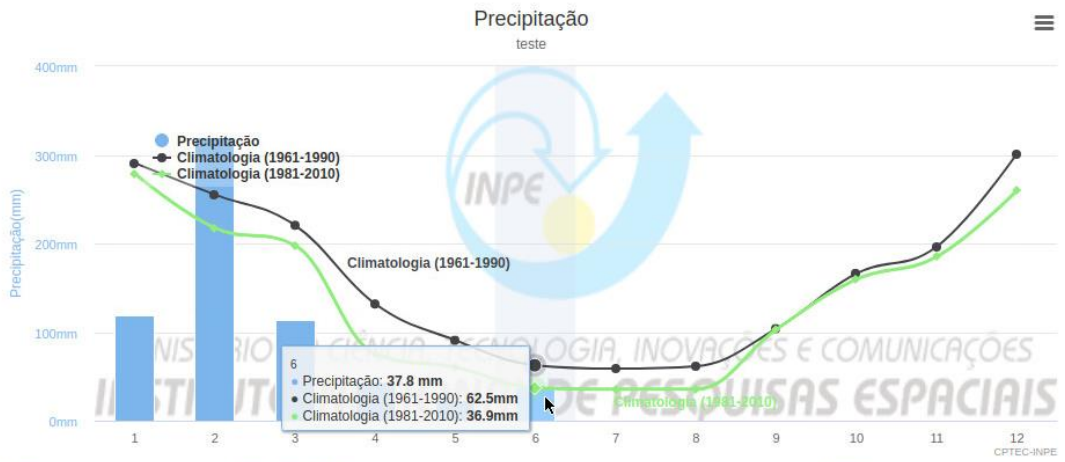
//Tabela 2
for(let i = 0; i < milimetros.length; i++){

//Grafico
Highcharts.chart('container', {
  }).done(function(){
    $(document).ready(function() {
      $('#tabela_1').DataTable()

```

A769 Mensal 1/2020 1/2020

Buscar Nova Consulta



Data	Precipitação	Total
1	119	
2	320.8	
3	114.2	

Anexo B – Código e tela da view de precipitação anual.

```

<!-- Script Anual -->
<script>
function precipitacao_anual(url, url_climatologia){
    let dic_dados = new Map();
    let precipitacao = [];
    let data = [];
    let climatologia_precipitacao = 0;
    let climatologia_data;
    let count = 0;

    let dataini = $("#dataInicial").val().slice(0,4);
    let datafim = $("#dataFinal").val().slice(0,4);
    let station = $("#estacao").val();
    dataini = parseInt(dataini);
    datafim = parseInt(datafim);

    for (let i = dataini; i <= datafim; i++){

function wb(ano){
    $.get(
        url,
        {
    }).done(function(response){
        $.each(response.dados, function(id, obj){
            // Dicionario recebendo os dados do webservice
            dic_dados.set(ano, obj.acm);
        })
    }).done(function(){
        // Ordenando o dicionario pela chave (ano)
        dic_dados = new Map([...dic_dados.entries()].sort());
        // Transformando o dicionario em 2 duas listas
        data = Array.from(dic_dados.keys());
        console.log("data:", data)
        precipitacao = Array.from(dic_dados.values());
        // Passando os elementos da lista(novo_precipitacao[precipitação]) para FLOAT(necessario para ser possivel plotar no grafico)
        for(i = 0; i < precipitacao.length; i++){
            precipitacao[i] = parseFloat(precipitacao[i]);
        }
        // Preenchendo tabela !!!!!PROBLEMA AQUI!!!! NÃO ESTÁ MONTANDO A TABELA CERTO E AS VEZES SOME VALORES AO ORDENAR
        for(let i = 0; i < precipitacao.length; i++){
            let table = document.getElementById("tabela_1");
            let row = table.insertRow(-1);
            let cell1 = row.insertCell(0);
            let cell2 = row.insertCell(1);
            cell1.innerHTML = data[i];
            cell2.innerHTML = precipitacao[i];
        }
    }
}

```

