# INFLUÊNCIA DOS FENÔMENOS CLIMÁTICOS EL NIÑO E LA NIÑA NA TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

**Milene Souza Oliveira**[(1)]
Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) e Técnica em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA).

**Endereço**[(1)]**:** Rua 13 de maio, 66 - Gusmão - Eunápolis - Bahia - CEP: 45821-006 - Brasil - Tel: +55 (73) 98877-2809 - e-mail: mileneoliveira2000@hotmail.com.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo verificar a influência de fenômenos climáticos em séries de precipitação e temperatura média para o estado de São Paulo. A análise dos dados climatológicos revela a influência significativa dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña na temperatura e precipitação. Durante o período neutro de 2014, as temperaturas médias anuais variaram entre 18.4 e 24.2°C e as precipitações anuais entre 713.2 e 1649.0mm. Em 2015, sob influência do El Niño, as temperaturas aumentaram gradualmente de 0.5 a 2.6°C, com picos entre setembro e novembro, e precipitações variando entre 852 e 1948.6mm. Em 2022, sob influência do La Niña, houve redução da temperatura média e precipitações variando entre 461.4 e 1470.8mm. Barra do Turvo registrou consistentemente menores temperaturas e maiores volumes de precipitação, enquanto Presidente Prudente e Jales apresentaram as maiores temperaturas médias. Os meses de outono/inverno (maio a setembro) mostraram as menores temperaturas e precipitações, com exceção do aumento de chuvas durante El Niño. As análises das isoiestas e isotermas destacaram as variações regionais, com maiores temperaturas no norte/noroeste e maiores precipitações no sul/sudeste. Esses dados auxiliam na gestão sustentável de recursos naturais e políticas ambientais no estado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fenômenos climáticos, Precipitação, Temperatura.

## INTRODUÇÃO

Por muitas décadas, a maioria das análises sobre mudanças climáticas globais, usando dados observacionais, centrava-se nas variações dos valores médios de precipitação e temperatura do ar (Alexander *et al.*, 2006). Contudo, nem sempre um aumento da média está relacionado com um aumento nos extremos. As mudanças nos extremos como, por exemplo, redução dos dias frios, aumento da duração das ondas de calor, elevação na frequência de chuvas intensas ou de secas severas, causam expressivos impactos na sociedade e nos ecossistemas (Karl *et al.*, 1997; Easterling *et al*., 2000; Meehl *et al*., 2000 e Frich *et al.*, 2002).

As chuvas, assim como sua ausência, estão vinculadas a fenômenos meteorológicos que ocorrem em várias escalas temporais e espaciais, abrangendo desde a escala global, como El Niño e La Niña, até condições locais, como chuvas localizadas. Além da precipitação, outros parâmetros meteorológicos também estão interligados com eventos de diferentes escalas, podendo ser afetados por fenômenos como El Niño e La Niña, os quais estão associados a mudanças nas condições oceânicas e atmosféricas na região equatorial do oceano Pacífico Tropical. Eventos climáticos podem ter um impacto significativo nas condições de precipitação e temperatura em diferentes regiões do mundo. Durante o El Niño, o aquecimento do oceano influencia os padrões climáticos globais, resultando em mudanças nas chuvas e temperaturas em várias partes do mundo. Em algumas regiões, isso pode levar a períodos de chuvas intensas e inundações, enquanto em outras, pode causar secas severas. Por outro lado, durante o La Niña, o resfriamento da água do oceano pode desencadear mudanças nos padrões climáticos, resultando em condições climáticas opostas às do El Niño.

O conhecimento da distribuição espaço-temporal da disponibilidade hídrica permite estabelecer diretrizes para a implementação de políticas de gestão deste recurso (Horikoshi, 2007; Santos *et al*., 2013). Fatores climáticos são determinantes para definir as condições de precipitação sobre determinada região e seu clima. A crescente necessidade por água, aliada à restrição dos recursos hídricos e aos conflitos entre diferentes usos, assim como os danos decorrentes do excesso e da escassez, demandam um planejamento cada vez mais racional e otimizado para aumentar a eficiência do uso desse recurso vital. As perturbações termodinâmicas ocorridas na atmosfera

afetam os padrões climáticos de cada região e, consequentemente, as atividades ali desenvolvidas (Ferreira, 2002).

O traçado das isoietas é um método utilizado em meteorologia e hidrologia para representar graficamente a distribuição espacial da precipitação em uma determinada área. Isoietas são linhas que conectam pontos de igual quantidade de precipitação acumulada em um determinado período. O conhecimento do regime pluviométrico geral da região e dos fatores que podem influenciar na distribuição é imprescindível para um traçado razoável das curvas isoietas (Garcez, 1998), sendo esse um processo essencial para visualizar variações espaciais de chuva e auxiliar em análises ambientais e de gestão de recursos hídricos.

Da mesma forma, em relação a temperatura, são geradas as isotermas, sendo linhas que conectam pontos de igual temperatura em um determinado período ou momento. Assim como as isoietas para a precipitação, as isotermas são usadas para visualizar a distribuição espacial da temperatura em uma região. Para gerar as isoietas e as isotermas é necessário que se utilizem os dados de precipitações pluviométricas e temperatura pontuais para chegar a uma aproximação dos dados de precipitação e temperatura para toda uma região, os métodos utilizados com essa finalidade são chamados de interpolação matemática.

O estado de São Paulo, localizado na região Sudeste do Brasil, é um dos mais desenvolvidos e populosos do país. É conhecido por sua diversidade cultural, econômica e geográfica. Abrangendo uma área de aproximadamente 248.219,485km$^2$ e população de 44.411.238 habitantes (IBGE, 2022). São Paulo apresenta uma topografia variada, que vai desde planícies costeiras até serras e planaltos no interior. Sua capital, São Paulo/SP, é uma das maiores metrópoles do mundo e um importante centro financeiro, cultural e industrial.

Uma importante ferramenta para minimizar os efeitos negativos de eventos extremos sobre regimes hidrológicos é ter conhecimento sobre alguns sistemas climáticos que influenciam nas precipitações pluviométricas e algumas de suas anomalias (Costa, 2016). Estudos de detecção de mudanças climáticas no estado de São Paulo são úteis com o intuito de orientar atividades em setores como a defesa e proteção civil, a saúde, o planejamento urbano, o gerenciamento de recursos hídricos e a agricultura. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar as tendências de indicadores de extremos climáticos relacionados à temperatura do ar e à precipitação no estado de São Paulo a partir da utilização de dados diários de 10 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) nos anos de 2014 (período neutro), 2015 (período de El Niño) e 2022 (período de La Niña).

## OBJETIVO

Verificar a influência de fenômenos climáticos em séries de precipitação e temperaturas média do ar nos anos de 2014 (sem ocorrência de fenômenos climáticos), 2015 (ocorrência do El Niño) e 2022 (ocorrência do La Niña).

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

São Paulo está localizado na região Sudeste do Brasil, fazendo fronteira com os estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul e com o Oceano Atlântico. O clima predominante é o Cfa/Cwa, de acordo com a classificação climática de Köppen (1951), caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. É o estado mais populoso do Brasil, 44.411.238 habitantes (IBGE, 2022). A capital, São Paulo, é a maior cidade do país e uma das maiores do mundo, com uma população de 11.451.999 habitantes e área territorial de 1.521,202km² (IBGE, 2022).

São Paulo possui forte influência na economia do Brasil, incluindo setores como indústria, serviços, comércio e agricultura. A capital é um centro financeiro global, sede de grandes empresas nacionais e multinacionais. Os principais setores industriais incluem automobilístico, têxtil, químico, farmacêutico e alimentício.

A gestão dos recursos hídricos no estado de São Paulo enfrenta vários desafios complexos devido à alta demanda por água, urbanização intensa e questões ambientais, devido a fatores como as mudanças climáticas que têm aumentado a variabilidade das chuvas, com períodos mais longos de seca e eventos de chuva intensa, complicando ainda mais a gestão dos recursos hídricos, além do aumento da temperatura média afetando a evaporação e a disponibilidade de água nos reservatórios.

## OBTENÇÃO DOS DADOS METEREOLÓGICOS

Foram utilizados dados meteorológicos mensais de totais pluviométricos e de médias mensais para os anos de 2014 (período neutro), 2015 (período de El Niño) e 2016 (período de La Niña) de 18 das 31 Estações Meteorológicas Automáticas (EMA's) ativas do INMET (Tabela 1) para o período proposto, com o intuito de abranger a área do estado de São Paulo. As EMA's realizam a coleta a cada minuto das informações meteorológicas (temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade dos ventos, radiação solar) representativas da área em que está localizada. A cada hora, estes dados são integralizados e disponibilizados para serem transmitidos, via satélite ou telefonia celular, para a sede do INMET. O conjunto dos dados recebidos é validado, através de um controle de qualidade e armazenado em um banco de dados. Os dados mensais médios de temperatura e precipitação total foram analisados no *software* Excel afim de obter a média anual de temperatura e a precipitação total de cada EMA.

A presença de montanhas adiciona complexidade ao escoamento atmosférico e provoca fenômenos como chuvas orográficas, movimento de ar ascendente localizado e forçado, bloqueio de frentes frias ou quentes, ondas de montanha e turbulência resultante da quebra dessas ondas. O entendimento dos fenômenos meteorológicos próximos de montanhas é possível apenas com maior quantidade de medidas combinado com a modelagem numérica. Entretanto, a escassez de dados observacionais é grande, o que se observa na região da Serra do Mar no estado de São Paulo, com a presença de poucas estações meteorológicas do INMET que abrangem essa região, sendo as EMA's de Iguape, São Luiz do Paraitinga e Taubaté com os dados meteorológicos disponíveis para os anos analisados.

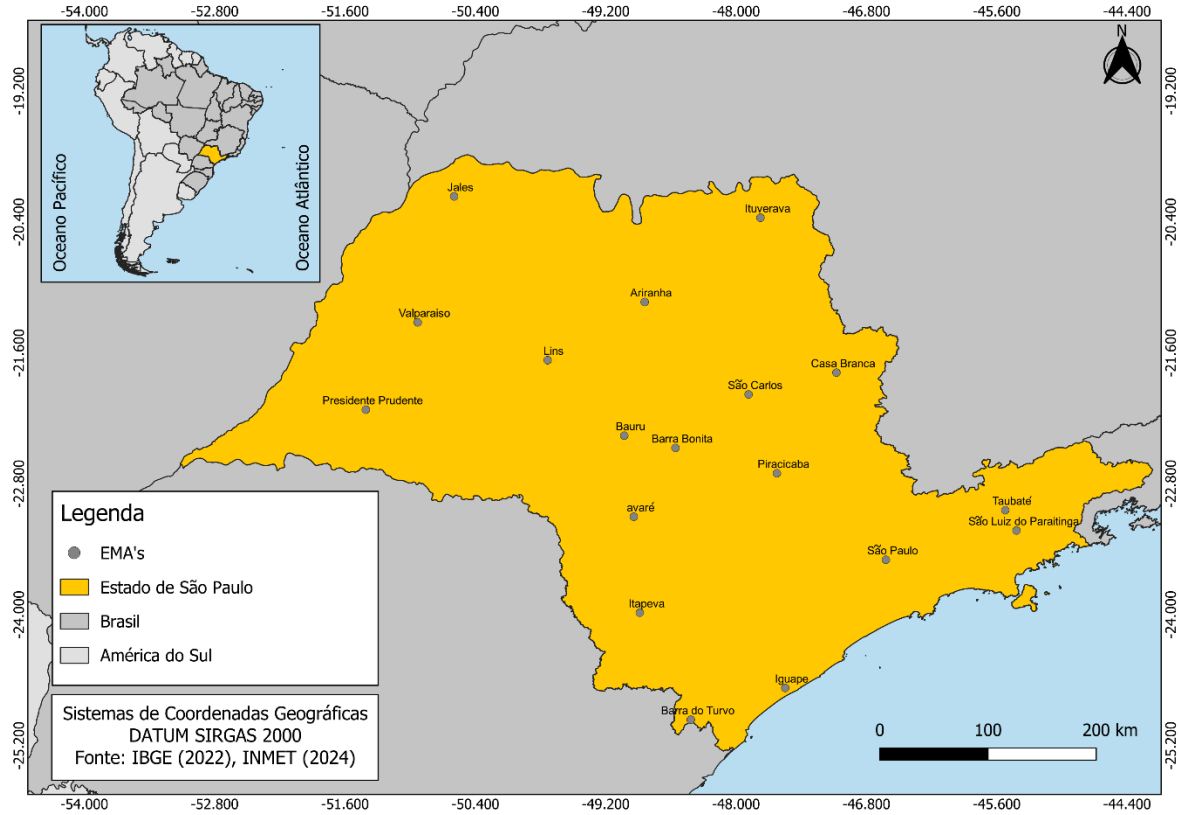
**Tabela 1 - Estações meteorológicas automáticas do INMET utilizadas na pesquisa**

| Código | Estação | Longitude | Latitude | Altitude (m) |
|---|---|---|---|---|
| A736 | Ariranha | -48.840556 | -21.133056 | 525.44 |
| A725 | Avaré | -48.941111 | -23.101667 | 776.36 |
| A741 | Barra Bonita | -48.557500 | -22.471111 | 533.68 |
| A746 | Barra do Turvo | -48.416389 | -24.962778 | 659.89 |
| A705 | Bauru | -49.028877 | -22.358052 | 636.17 |
| A738 | Casa Branca | -47.075278 | -21.780556 | 734.15 |
| A712 | Iguape | -47.545833 | -24.671667 | 2.70 |
| A714 | Itapeva | -48.885833 | -23.981944 | 743.33 |
| A753 | Ituverava | -47.775278 | -20.359722 | 610.58 |
| A733 | Jales | -50.595000 | -20.165000 | 460.44 |
| A727 | Lins | -49.734722 | -21.666111 | 460.65 |
| A726 | Piracicaba | -47.623333 | -22.703056 | 566.46 |
| A707 | Presidente Prudente | -51.408611 | -22.120000 | 431.92 |
| A711 | São Carlos | -47.883927 | -21.980353 | 859.29 |
| A740 | São Luiz do Paraitinga | -45.416944 | -23.228333 | 874.00 |
| A701 | São Paulo | -46.620000 | -23.496389 | 785.64 |
| A728 | Taubaté | -45.520833 | -23.041667 | 582.26 |
| A734 | Valparaiso | -50.930278 | -21.319167 | 381.90 |

Fonte: INMET (2024).

A distribuição espacial das EMA's selecionadas para o estudo do estado de São Paulo pode ser observada na Figura 1, com as EMA's da Serra do Mar localizadas no Sul e Sudeste do estado, próximas ao litoral.

**Figura 1 - Localização das estações meteorológicas automáticas do INMET**




Fonte: Elaboração própria (2024).

Para verificar a influências dos fenômenos climáticos, foram usados os dados como indicativos de Oscilação Sul-El Niño (ONI) que é a média de 3 meses das anomalias de temperatura da superfície do mar na região de Niño 3.4, obtidos pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), conforme os dados do ERSST.v5 (Huang et al., 2017).

## INTERPOLAÇÃO DOS DADOS METEREOLÓGICOS PELO MÉTODO IDW

Os dados obtidos através do Excel foram inseridos no *software Qgis*, atribuídos a cada estação e interpolados pelo *Inverse Distance Weighted* (IDW), usada para pontos espalhados espacialmente. A interpolação por IDW determina os valores dos pontos usando uma combinação linear ponderada dos pontos amostrados. O peso de cada ponto é o inverso de uma função da distância. Para o cálculo da interpolação do valor de um ponto através do método do IDW, utiliza-se a seguinte fórmula 1.

$$Z(x) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \omega i * Z(xi)}{\sum_{i=1}^{n} \omega i} \qquad \text{Fórmula (1)}$$

Em que, Z(x) - é o valor do ponto que se deseja interpolar; n - é a quantidade de pontos próximos utilizados na interpolação do ponto x; $Z(x_i)$ - é o valor do ponto $x_i$; e $\omega_i$ - é o peso do valor de $x_i$ sobre o ponto x. Para se determinar $\omega_i$ utiliza-se a seguinte fórmula 2:

$$\omega_i = \frac{1}{h(x-xi)^p} \qquad \text{Fórmula (2)}$$

Em que, h(x, $x_i$) - é a distância entre o ponto x e o ponto $x_i$; e p - é o parâmetro de potência, geralmente igual a dois (valor utilizado no estudo). Parâmetros de potência maiores enfatizam pontos mais próximos, tornando o resultado menos suave. Parâmetros de potência menores enfatizam pontos mais distantes, tornando o resultado mais suave, porém menos preciso.

A interpolação é efetuada com base na ponderação que é atribuída a pontos amostrais por meio da utilização de um coeficiente de ponderação que controlará como a influência da ponderação irá diminuir à medida que a distância a partir do ponto desconhecido aumenta. Portanto, para a espacialização de uma informação de algum local não medido, o IDW usará os valores amostrados a sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta (Murara, 2019).

Como esse método assume que a variável mapeada diminui em influência à medida que se afasta da localização amostrada, ao interpolar a distribuição das precipitações e temperatura, as EMA's mais distantes terão menor influência. Isso ocorre porque as EMA's mais próximas têm maior probabilidade de retratar com precisão a realidade de uma localidade sem informações.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos resultados auxilia para um melhor entendimento da climatologia e de sua variabilidade em decorrências dos fenômenos climáticos no estado de São Paulo. O monitoramento e análise da precipitação e temperatura desempenham papéis cruciais no gerenciamento sustentável dos recursos naturais e na formulação de políticas de gestão ambiental.

A NOAA identificou a presença dos fenômenos climáticos e representou sua influência na temperatura, com 2014 sendo um ano neutro, 2015 com a presença do El Niño, aumentando a temperatura entre 0.5 a 2.6°C de forma gradual, com maiores aumentos da temperatura média nos meses de setembro a novembro e 2022 com a presença da La Niña, com redução da temperatura em 0.8 a 1.1°C.

As temperaturas médias anuais para o período neutro (2014) nas EMA's variaram entre 18.4 e 24.2°C (Tabela 2) e a precipitação total anual entre 548.4 e 1649.0mm (Tabela 3), já para o período de El Niño as temperaturas variaram entre 17.9 e 24.4°C (Tabela 4) com precipitações entre 852 a 2124.0mm (Tabela 5) e, para La Niña com temperaturas médias anuais entre 15.3 e 26.3°C (Tabela 6) e precipitações entre 447.0 e 1585.2mm (Tabela 7), ressaltando que o ano com menores volumes de chuva acumulada registrada teve defasagem em cerca de 17% dos meses.

Conforme pode ser observado na Tabela 2 para o período neutro, a EMA de Barra do Turvo registrou menores valores de temperatura média mensal e consequentemente maiores volumes de precipitação acumulada, conforme a Tabela 3, já a EMA de Presidente Prudente registrou a maior temperatura média anual e a segunda menor precipitação acumulada.

Em relação a região da Serra do Mar, a EMA de São Luiz do Paraitinga registrou menores temperaturas médias mensais, seguidos pelas EMA's de Taubaté e Iguape. Já em relação a precipitação, a EMA de Iguape registrou maiores volumes de chuva acumulada, seguidos por Taubaté e São Luiz do Paraitinga.

Nota-se também que para as 18 EMA's, os meses de maio a setembro (correspondentes ao período de outono/inverno), registraram os menores valores de temperatura média mensal, já em relação a precipitação, os mesmos meses apresentaram baixos volumes de chuva, principalmente nas EMA's de Ariranha, Avaré, Ituverava, Piracicaba e São Carlos.

**Tabela 2 – Temperaturas médias mensais (em °C) nas estações meteorológicas automáticas da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no estado de São Paulo/SP em 2014**

| Estação | Meses | | | | | | | | | | | | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | anual |
| Ariranha | 24.2 | 24.0 | 23.0 | 22.7 | 19.1 | 18.3 | 17.4 | 20.0 | 22.2 | 24.2 | 23.6 | 23.4 | 22.9 |
| Avaré | 25.5 | 25.8 | 23.3 | 21.8 | 19.7 | 19.8 | 19.0 | 20.6 | 19.5 | 21.2 | 21.3 | 21.9 | 21.3 |
| Barra Bonita | 24.9 | 25.6 | 23.6 | 21.9 | 18.8 | 18.7 | 17.3 | 19.2 | 21.3 | 23.0 | 23.1 | 23.4 | 22.5 |
| Barra do Turvo | 21.7 | 21.4 | 20.3 | 18.9 | 16.0 | 16.1 | 13.6 | 14.1 | 16.3 | 17.8 | 19.4 | 20.6 | 18.4 |
| Bauru | 24.0 | 24.1 | 22.4 | 21.3 | 18.5 | 18.7 | 17.4 | 19.8 | 21.0 | 23.7 | - | 22.9 | 21.3 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Casa Branca | 24.5 | 27.0 | 25.6 | 21.7 | 19.5 | 19.3 | 18.1 | 20.5 | 22.1 | 24.1 | 22.7 | 22.9 | 22.4 |
| Iguape | - | - | 28.1 | 22.3 | 19.9 | 19.5 | 17.7 | 18.2 | 20.5 | 21.5 | 23.2 | 24.3 | 21.0 |
| Itapeva | 23.3 | 23.3 | 20.9 | 19.6 | 16.9 | 16.9 | 15.6 | 16.6 | 18.1 | 19.8 | 20.6 | 21.7 | 19.7 |
| Ituverava | 23.6 | 22.8 | 22.5 | 21.7 | 18.4 | 17.5 | 17.7 | 19.6 | 23.2 | 24.7 | 23.1 | 24.1 | 22.7 |
| Jales | 24.6 | 24.2 | 23.6 | 24.0 | 21.2 | 21.4 | 20.0 | 23.1 | 24.1 | 26.0 | 23.7 | 24.2 | 23.9 |
| Lins | 25.7 | 25.7 | 24.2 | 23.5 | 20.6 | 20.0 | 18.9 | 21.3 | 22.9 | 24.8 | 24.2 | 24.9 | 23.9 |
| Piracicaba | 24.8 | 25.2 | 22.8 | 21.7 | 18.5 | 18.3 | 17.9 | 21.0 | 26.8 | 23.2 | 22.8 | 23.0 | 22.8 |
| Presidente Prudente | 25.9 | 26.6 | 24.8 | 23.7 | 21.2 | 20.8 | 19.1 | 22.4 | 23.6 | 26.1 | 24.7 | 25.1 | 24.2 |
| São Carlos | 23.9 | 24.1 | 21.9 | 20.9 | 18.4 | 18.1 | 17.0 | 19.4 | 21.3 | 22.9 | 22.0 | 21.6 | 21.5 |
| São Luiz do Paraitinga | 21.5 | 22.4 | 20.2 | 18.5 | 16.0 | 16.0 | 14.5 | 15.0 | 17.7 | 18.6 | 19.5 | 20.6 | 18.6 |
| São Paulo | 24.0 | 24.8 | 22.0 | 20.4 | 17.9 | 17.9 | 16.6 | 17.1 | 19.3 | 20.2 | 20.9 | 22.4 | 20.3 |
| Taubaté | 23.7 | 24.8 | 22.3 | 20.8 | 17.8 | 17.2 | 16.3 | 16.7 | 19.8 | 20.9 | 21.7 | 22.9 | 20.9 |
| Valparaiso | 24.4 | 25.8 | 28.3 | 24.1 | 20.1 | 20.4 | 19.4 | 21.4 | 23.0 | 24.5 | 23.9 | 24.7 | 24.0 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereológicas do INMET.

**Tabela 3 – Precipitações totais mensais (em mm) nas estações meteorológicas automáticas da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no estado de São Paulo/SP em 2014**

| Estação | Meses | | | | | | | | | | | | Total anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | |
| Ariranha | 60.0 | 114.2 | 171.8 | 95.0 | 9.0 | 0.6 | - | - | 65.0 | 18.6 | 283.2 | 181.0 | 998.4 |
| Avaré | 93.0 | 51.6 | 181.8 | 84.4 | 41.6 | 15.8 | 13.6 | 12.8 | 150.4 | 29.2 | 115.0 | 223.6 | 1012.8 |
| Barra Bonita | 215.4 | 94.0 | 87.2 | 99.8 | 71.6 | 0.4 | 29.6 | 27.0 | 126.0 | 36.2 | 162.0 | 225.0 | 1174.2 |
| Barra do Turvo | 233.0 | 324.0 | 183.0 | 196.8 | 29.2 | 68.8 | 43.4 | 74.6 | 123.4 | 56.6 | 115.6 | 200.6 | 1649.0 |
| Bauru | 93.6 | 125.2 | 124.2 | 72.0 | 59.4 | 2.8 | 24.8 | 18.6 | 109.2 | 1.2 | 0.0 | 197.0 | 828.0 |
| Casa Branca | 50.6 | 49.4 | 9.4 | 70.2 | 25.8 | 7.8 | 43.2 | - | 59.8 | 61.2 | 219.0 | 116.8 | 713.2 |
| Iguape | - | - | 1.0 | 160.2 | 129.2 | 112.2 | 139.0 | 128.4 | 116.0 | 27.4 | 88.0 | 216.4 | 1117.8 |
| Itapeva | 121.8 | 83.4 | 115.2 | 69.8 | 103.2 | 105.4 | 16.2 | 39.0 | 171.8 | 41.0 | 132.8 | 148.0 | 1147.6 |
| Ituverava | 109.8 | 55,2 | 150.6 | 116.8 | 12.1 | 4.8 | 37.4 | 1.8 | 30.2 | 76.0 | 199.0 | 239.0 | 977.5 |
| Jales | 194.6 | 92.4 | 135.4 | 38.6 | 25.2 | 2.0 | 81.0 | - | 102.4 | 83.4 | 141.4 | 198.4 | 1094.8 |
| Lins | 0.0 | 0.0 | 29.4 | 52.4 | 57.0 | 0.6 | 36.4 | 7.4 | 85.8 | 7.6 | 125.8 | 146.0 | 548.4 |
| Piracicaba | 86.6 | 53.2 | 130.8 | 24.8 | 39.4 | 2.4 | 20.2 | 6.6 | 2.2 | 19.6 | 167.6 | 282.0 | 835.4 |
| Presidente Prudente | 188.4 | 104.8 | 113.4 | 14.0 | 64.8 | 9.2 | 76.2 | 16.0 | 131.4 | 57.8 | 7.4 | 179.0 | 962.4 |
| São Carlos | 71.2 | 20.6 | 33.2 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 21.8 | 57.8 | 198.4 | 291.0 | 705.4 |
| São Luiz do Paraitinga | 172.4 | 104.2 | - | 46.8 | 35.8 | 13.2 | 30.4 | 20.2 | 82.6 | 20.8 | 133.6 | 123.4 | 783.4 |
| São Paulo | 223.0 | 189.0 | 212.4 | 77.2 | 50.2 | 9.8 | 14.4 | 32.0 | 60.2 | 25.0 | 121.6 | 205.8 | 1220.6 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Taubaté | 153.0 | 74.4 | 105.4 | 62.8 | 20.0 | 22.2 | 29.6 | 10.4 | 51.0 | 40.8 | 156.8 | 100.0 | 826.4 |
| Valparaiso | 173.8 | 113.2 | 63.2 | 68.4 | 36.6 | 3 | 37.8 | 4.8 | 139.6 | 147.6 | 299 | 161.2 | 1248.2 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereológicas do INMET.

Observa-se na Tabela 4 que as temperaturas médias anuais para o período de El Niño (2015) nas EMA's variaram entre 17.9 e 24.4°C, com precipitações entre 852 a 2124.0mm (Tabela 5), a EMA de Barra do Turvo registrou novamente menores valores de temperatura média mensal e consequentemente o quarto maior volume de precipitação acumulada entre as EMA's estudadas, conforme a Tabela 5, já a EMA de São Paulo registrou temperatura média anual igual a 20.3°C e a terceira maior precipitação acumulada (1890.6mm). A EMA de Presidente Prudente registrou a maior temperatura média anual e volumes de chuva superiores a 1800mm anuais. A EMA de Iguape da Serra do Mar registrou os maiores volumes de chuva anual, com precipitação mensal máxima de 401.0mm em março, já a EMA de Avaré registrou o segundo maior volume de chuva anual, com precipitação mensal máxima de 399.8mm em novembro. As demais EMA's da Serra do Mar apresentaram precipitação acumulada anual acima de 1000mm. Para as 18 EMA's, os meses de maio a setembro registraram os menores valores de temperatura média mensal, já em relação a precipitação, os mesmos meses apresentaram baixos volumes de chuva e as EMA' com defasagem de dados de 3 meses em Ariranha, 2 meses em Casa Branca e 1 mês em Barra Bonita, Ituverava e Taubaté. Além disso, os meses de novembro a fevereiro registraram maiores volumes de precipitação.

**Tabela 4 – Temperaturas médias mensais (em °C) nas estações meteorológicas automáticas da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no estado de São Paulo/SP em 2015**

| Estação | Meses | | | | | | | | | | | | Média anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | |
| Ariranha | 24.9 | 23.6 | 22.5 | 22.2 | 19.3 | 18.8 | 25.5 | 20.3 | 21.6 | 24.9 | 23.9 | 24.0 | 23.1 |
| Avaré | 24.2 | 22.1 | 21.2 | 20.3 | 17.7 | 17.1 | 16.7 | 19.6 | 20.3 | 21.1 | 20.8 | 22.3 | 20.6 |
| Barra Bonita | 26.1 | 23.8 | 22.3 | - | 20.2 | 18.3 | 18.0 | 19.7 | 21.7 | 23.3 | 23.0 | 24.2 | 22.3 |
| Barra do Turvo | 21.5 | 20.8 | 19.7 | 18.1 | 16.6 | 14.5 | 15.3 | 15.8 | 17.4 | 17.7 | 18.7 | 21.2 | 17.9 |
| Bauru | 24.7 | 22.9 | 21.9 | 21.2 | 18.7 | 18.4 | 17.7 | 19.8 | 21.9 | 23.1 | 22.2 | 23.0 | 21.9 |
| Casa Branca | 25.2 | 22.7 | 21.5 | 22.0 | 19.0 | 18.8 | 19.2 | 21.6 | 22.0 | 24.6 | 22.8 | 22.6 | 22.0 |
| Iguape | 25.9 | 24.7 | 23.6 | 22.4 | 20.3 | 18.2 | 18.6 | 19.0 | 23.0 | 21.3 | 22.3 | 24.7 | 22.4 |
| Itapeva | 23.5 | 21.5 | 20.5 | 21.8 | 20.0 | 16.2 | 16.0 | 18.3 | 19.0 | 19.7 | 20.1 | 21.8 | 20.1 |
| Ituverava | 29.2 | 23.9 | 21.8 | 21.5 | 18.9 | 18.3 | 18.5 | 19.8 | 21.6 | 25.1 | 23.2 | 22.9 | 21.7 |
| Jales | 26.3 | 14.2 | 23.3 | 23.9 | 21.0 | 20.5 | 20.6 | 22.5 | 24.3 | 26.1 | 24.7 | 24.7 | 23.6 |
| Lins | 26.4 | 24.9 | 23.4 | 23.3 | 20.0 | 19.4 | 19.3 | 21.5 | 23.1 | 22.9 | 25.1 | 24.9 | 23.2 |
| Piracicaba | 25.6 | 22.9 | 21.9 | 21.6 | 18.6 | 17.8 | 17.6 | 18.9 | 19.1 | 23.1 | 22.8 | 23.2 | 21.8 |
| Presidente Prudente | 25.2 | 25.1 | 24.5 | 24.3 | 10.7 | 20.8 | 19.4 | 22.9 | 23.9 | 25.0 | 24.6 | 25.4 | 24.4 |
| São Carlos | 24.0 | 21.9 | 20.7 | 20.9 | 18.1 | 17.5 | 17.8 | 19.2 | 20.9 | 23.6 | 22.2 | 22.3 | 20.9 |
| São Luiz do Paraitinga | 22.1 | 20.8 | 19.5 | 18.7 | 16.2 | 15.2 | 15.7 | 16.1 | 18.2 | 19.7 | 20.2 | 20.7 | 19.1 |
| São Paulo | 24.3 | 22.5 | 21.0 | 20.1 | 17.9 | 17.0 | 17.3 | 18.9 | 19.7 | 20.5 | 21.1 | 22.2 | 20.3 |
| Taubaté | 24.4 | 22.4 | 21.7 | 23.0 | 22.9 | 16.7 | 17.0 | 17.6 | 19.9 | 22.1 | 22.6 | 22.8 | 22.3 |
| Valparaiso | 26.2 | 24.6 | 23.7 | 23.4 | 19.7 | 19.1 | 19.3 | 22 | 22.8 | 24.3 | 24.7 | 24.8 | 23.6 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereológicas do INMET.

**Tabela 5 – Precipitações totais mensais (em mm) nas estações meteorológicas automáticas da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no estado de São Paulo/SP em 2015**

| Estação | Meses | | | | | | | | | | | | Total anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | |
| Ariranha | 138.2 | 101.2 | 195.8 | 56.4 | 67.4 | 20.2 | - | - | 129.4 | 35.6 | 107.8 | - | 852.0 |
| Avaré | 184.8 | 277.0 | 189.4 | 99.6 | 93.8 | 5.4 | 131.4 | 33.8 | 165.8 | 85.4 | 399.8 | 282.4 | 1948.6 |
| Barra Bonita | 192.4 | 256.4 | 175.2 | - | 47.0 | 3.6 | 77.2 | 22.0 | 204.6 | 69.4 | 235.2 | 154.0 | 1437.0 |
| Barra do Turvo | 290.0 | 311.2 | 218.2 | 92.6 | 31.6 | 46.0 | 30.4 | 17.4 | 159.4 | 175.4 | 187.2 | 321.6 | 1881.0 |
| Bauru | 142.0 | 109.0 | 203.2 | 37.8 | 106.0 | 2.0 | 73.2 | 17.6 | 182.0 | 98.2 | 216.4 | 205.8 | 1393.2 |
| Casa Branca | 58.4 | 217.2 | 220.4 | 25.6 | 0.6 | - | - | 13.6 | 119.0 | 90.4 | 175.4 | 95.0 | 1015.6 |
| Iguape | 154.4 | 241.2 | 401.0 | 170.8 | 100.6 | 133.0 | 128.2 | 43.2 | 10.8 | 86.0 | 397.6 | 257.2 | 2124.0 |
| Itapeva | 103.6 | 180.0 | 293.6 | 8.0 | 10.6 | 26.2 | 171.2 | 35.4 | 230.0 | 199.2 | 208.2 | 324.4 | 1790.4 |
| Ituverava | 80.0 | 221.6 | 237.6 | 122.4 | 104.2 | 1.8 | 14.0 | - | 118.0 | 138.2 | 265.4 | 326.2 | 1629.4 |
| Jales | 169.0 | 336.2 | 204.6 | 29.2 | 151.0 | 20.4 | 73.4 | 13.8 | 159.2 | 49.6 | 261.0 | 164.8 | 1632.2 |
| Lins | 246.4 | 251.8 | 196.2 | 80.8 | 160.4 | 2.2 | 74.6 | 11.6 | 105.0 | 0.0 | 22.6 | 158.8 | 1310.4 |
| Piracicaba | 113.6 | 249.4 | 137.0 | 13.0 | 88.4 | 2.6 | 40.0 | 33.4 | 141.6 | 80.0 | 265.0 | 248.4 | 1412.4 |
| Presidente Prudente | 141.4 | 221.0 | 183.4 | 101.4 | 160.0 | 21.2 | 153.4 | 15.6 | 144.4 | 242.0 | 266.8 | 157.4 | 1808.0 |
| São Carlos | 139.8 | 197.0 | 222.8 | 48.0 | 74.2 | 8.2 | 73.4 | 9.0 | 163.6 | 80.2 | 237.4 | 163.8 | 1417.4 |
| São Luiz do Paraitinga | 61.0 | 137.6 | 196.2 | 85.4 | 39.0 | 21.6 | 34.2 | 14.8 | 42.6 | 53.2 | 188.0 | 199.8 | 1073.4 |
| São Paulo | 158.4 | 271.4 | 324.8 | 105.4 | 52.2 | 19.8 | 66.8 | 30.8 | 210.0 | 83.0 | 253.2 | 314.8 | 1890.6 |
| Taubaté | 146.0 | 190.8 | 139.8 | 7.6 | - | 20.0 | 31.0 | 14.8 | 93.4 | 69.6 | 180.4 | 172.4 | 1065.8 |
| Valparaiso | 82.6 | 236.2 | 215.4 | 80.6 | 81.8 | 11 | 76.8 | 11.6 | 112 | 164.2 | 441.6 | 180.6 | 1694.4 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereológicas do INMET.

Na Tabela 6 nota-se que as temperaturas médias anuais para o período de La Niña (2022) nas EMA's variaram entre 15.3 e 26.3°C (Tabela 6) e precipitações entre 447.0 e 1585.2mm (Tabela 7), a EMA de Barra do Turvo registrou novamente menores valores de temperatura média mensal e consequentemente o quarto maior volume de precipitação acumulada entre as EMA's estudadas (1435.4mm), conforme a Tabela 5. A EMA de Ariranha registrou a maior temperatura média anual, contudo, houve defasagem em 75% dos dados mensais em relação a precipitação, resultando no segundo menor volume de chuva registrado dentre as estações. A EMA de São Paulo registrou o segundo maior volume de chuva anual, com precipitação mensal máxima de 366.2mm em janeiro e a quarta menor temperatura média anual, igual a 19.2°C.

Já em relação a Serra do Mar, a EMA de São Luiz do Paraitinga registrou as menores temperaturas médias, seguido pelas EMA's de Iguape e Taubaté. Já em relação a precipitação, a EMA de Iguape registrou maiores volumes de chuva, acima de 1500mm, com o mês de novembro apresentando maior volume de precipitação (331.8mm) e com defasagem de 2 meses de dados. A EMA de Taubaté apresentou volumes de chuva anuais

acima de 1100mm e a EMA de São Luiz do Paraitinga registrou o menor volume de chuva anual da região (680.6mm).

Para as 18 EMA's, os meses de maio a setembro registraram os menores valores de temperatura média mensal, já em relação a precipitação, os mesmos meses apresentaram baixos volumes de chuva, principalmente no mês de julho e defasagem de dados. Com isso, os meses de novembro a fevereiro (correspondente ao verão), registraram maiores volumes de precipitação mensal.

**Tabela 6 – Temperaturas médias mensais (em °C) nas estações meteorológicas automáticas da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no estado de São Paulo/SP em 2022**

| Estação | Meses | | | | | | | | | | | | Média anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | |
| Ariranha | 26.1 | 27.8 | 28.9 | 28.4 | 23.3 | 24.1 | 27.3 | 26.6 | 26.5 | 23.3 | 22.7 | 23.4 | 26.3 |
| Avaré | 26.5 | 27.6 | 27.0 | 25.2 | 18.3 | 16.5 | 18.8 | 16.6 | 16.2 | 19.7 | 19.7 | 21.7 | 19.7 |
| Barra Bonita | 27.6 | 28.7 | 28.8 | 25.1 | 18.3 | 17.6 | 19.4 | 18.5 | 18.3 | 22.1 | 21.5 | 23.1 | 21.8 |
| Barra do Turvo | - | - | - | 18.3 | 15.3 | 13.7 | 14.5 | 14.1 | 13.5 | 17.1 | 17.4 | 19.6 | 15.3 |
| Bauru | 23.1 | 26.2 | 26.8 | 25.4 | 18.1 | 17.7 | 19.4 | 18.4 | 18.3 | 21.6 | 21.1 | 22.3 | 21.4 |
| Casa Branca | 22.2 | 23.2 | 24.1 | 22.4 | 18.7 | 18.4 | 20.3 | 19.5 | 20.2 | 21.8 | 21.4 | 22.0 | 21.6 |
| Iguape | - | - | 22.0 | 21.8 | 19.3 | 17.6 | 18.2 | 17.8 | 17.9 | 20.7 | 21.7 | 23.5 | 20.0 |
| Itapeva | 21.6 | 23.8 | 22.1 | 20.1 | 18.7 | 15.4 | 17.5 | 15.6 | 15.0 | 18.5 | 18.7 | 20.1 | 18.7 |
| Ituverava | - | 25.2 | 23.3 | 21.8 | 17.9 | 17.4 | 17.0 | 19.7 | 22.1 | 23.0 | 22.2 | 22.7 | 22.1 |
| Jales | 27.8 | 28.7 | 29.2 | 29.0 | 24.8 | 24.2 | 28.1 | 26.4 | 25.8 | 24.2 | 23.7 | 23.8 | 26.1 |
| Lins | 24.5 | - | - | 26.3 | 19.8 | 19.6 | 21.3 | 19.9 | 20.5 | 23.7 | 23.1 | 24.4 | 22.2 |
| Piracicaba | - | - | 23.6 | 22.1 | 18.5 | 17.5 | 19.1 | 18.2 | 18.3 | 21.4 | 21.1 | 22.4 | 20.1 |
| Presidente Prudente | 25.2 | 26.3 | 25.3 | 23.9 | 19.8 | 20.0 | 22.5 | 24.8 | 21.6 | 23.4 | 23.5 | 24.5 | 23.7 |
| São Carlos | 21.6 | 21.8 | 22.7 | 21.2 | 16.9 | 17.1 | 18.5 | 18.7 | 18.7 | 21.3 | 20.5 | 21.3 | 20.9 |
| São Luiz do Paraitinga | - | 20.4 | 21.0 | 18.6 | 15.9 | 15.2 | 16.0 | 15.2 | 15.4 | 18.8 | 17.3 | 19.7 | 17.3 |
| São Paulo | 21.8 | 22.0 | 22.8 | 20.6 | 17.4 | 16.6 | 18.5 | 16.4 | 15.6 | 19.7 | 18.7 | 21.2 | 19.2 |
| Taubaté | 24.3 | 23.1 | 23.0 | 20.9 | 17.8 | 16.6 | 16.6 | 17.1 | 17.1 | 20.7 | 19.6 | 21.4 | 20.2 |
| Valparaiso | 24.7 | 24.8 | 24.5 | 23.8 | 20.7 | 20.8 | - | - | 18.9 | 23.3 | 23.1 | 24.4 | 23.6 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereologicas do INMET.

**Tabela 7 – Precipitações totais mensais (em mm) nas estações meteorológicas automáticas da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no estado de São Paulo/SP em 2022**

| Estação | Meses | | | | | | | | | | | | Total anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | |
| Ariranha | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 53.2 | 111.4 | 296.8 | 461.4 |
| Avaré | - | - | - | - | 51.0 | 58.0 | 14.2 | 86.6 | 219.0 | 192.0 | 28.8 | 160.4 | 810.0 |
| Barra Bonita | - | - | - | 0.6 | 61.4 | 29.6 | 2.0 | 18.6 | 75.2 | 123.4 | 105.2 | 285.0 | 701.0 |
| Barra do Turvo | - | - | - | 77.0 | 123.4 | 86.0 | 39.8 | 171.6 | 229.6 | 166.0 | 360.6 | 181.4 | 1435.4 |
| Bauru | 133.4 | 25.8 | 37.2 | 9.0 | 32.6 | 69.4 | 1.0 | 27.4 | 72.0 | 80.2 | 43.4 | 315.4 | 846.8 |
| Casa Branca | 224.8 | 122.4 | 146.8 | 8.2 | 40.2 | 9.6 | - | 29.2 | 41.4 | 165.0 | 55.8 | 137.4 | 980.8 |
| Iguape | - | - | 41.2 | 212.0 | 99.8 | 162.4 | 41.0 | 140.6 | 218.4 | 159.2 | 331.8 | 178.8 | 1585.2 |

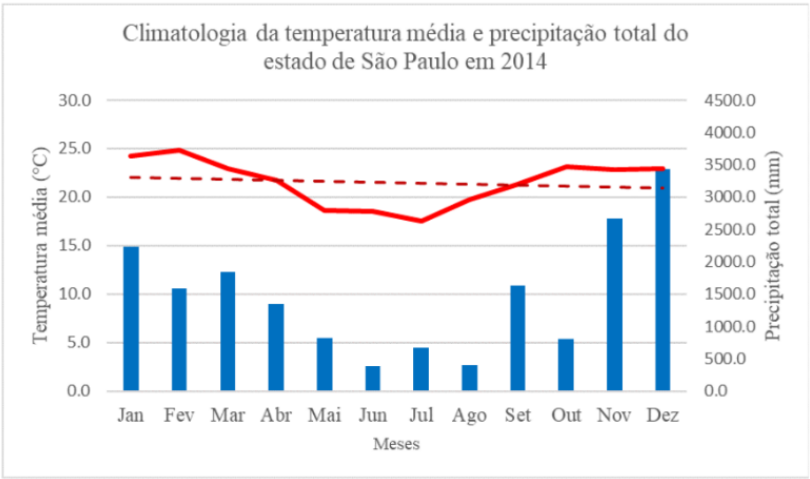
| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Itapeva | 149.8 | 50.6 | 88.6 | 26.6 | 74.6 | 63.0 | 6.0 | 78.4 | 226.4 | 184.2 | 150.5 | 184.4 | 1283.1 |
| Ituverava | - | 0.2 | 158.2 | 46.4 | 37.6 | 9.4 | - | 10.2 | 95.8 | 123.6 | 82.2 | 353.4 | 917.0 |
| Jales | 43.0 | 44.8 | 10.2 | 3.2 | 0.4 | 0.2 | - | 1.2 | 20.6 | 76.0 | 33.8 | 213.6 | 447.0 |
| Lins | - | - | - | 0.4 | 18.6 | 35.6 | - | 29.0 | 108.6 | 135.0 | 97.4 | 218.8 | 643.4 |
| Piracicaba | - | - | 94.4 | 25.4 | 46.0 | 13.8 | 1.0 | 26.8 | 84.0 | 113.2 | 61.0 | 185.2 | 650.8 |
| Presidente Prudente | 219.0 | 104.2 | 114.2 | 61.0 | 55.8 | 45.2 | - | - | 42.2 | 127.6 | 21.0 | 185.0 | 975.2 |
| São Carlos | 233.6 | 179.8 | 121.4 | 9.2 | 57.6 | 36.0 | - | 38.0 | 97.6 | 122.6 | 132.2 | 509.2 | 1537.2 |
| São Luiz do Paraitinga | - | 30.8 | 126.0 | 57.2 | 34.4 | 19.6 | 7.2 | 36.2 | 144.8 | 68.4 | 91.4 | 64.6 | 680.6 |
| São Paulo | 366.2 | 60.2 | 234.4 | 60.6 | 51.8 | 34.2 | 9.2 | 37.2 | 158.6 | 115.2 | 170.6 | 172.6 | 1470.8 |
| Taubaté | 125.0 | 55.2 | 118.2 | 93.4 | 23.2 | 7.8 | 3.4 | 22.2 | 173.0 | 132.4 | 152.6 | 263.4 | 1169.8 |
| Valparaiso | 236 | 113.2 | 243.8 | 26.2 | 2.8 | 4.8 | - | - | 0.2 | 125.6 | 84.2 | 185 | 1021.8 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereológicas do INMET.

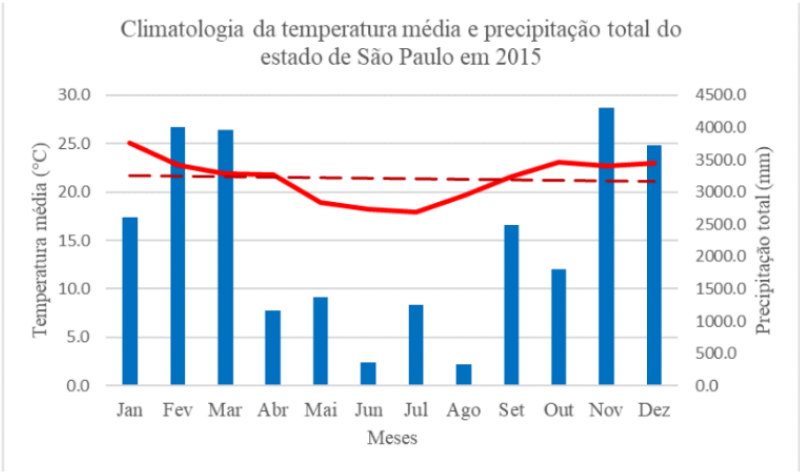
Em relação as médias mensais ao longo dos anos nas EMA's, nota-se na Figura 2 que para o período de La Niña há uma tendência de redução de temperatura ao longo dos meses, entre maio a setembro apresentando as menores temperatura médias, com maiores volumes de chuvas entre setembro a dezembro, contudo, deve-se considerar a defasagem dos dados meteorológicos das EMA's. Já em relação ao El Niño, entre maio e agosto se registram as menores temperaturas médias e também os menores volumes de precipitação, com as maiores temperaturas médias mensais ocorrendo entre outubro a abril e maiores chuvas entre novembro a março. Para o período neutro, maio a agosto registram as menores temperaturas e menores precipitações e setembro a abril as maiores precipitações.

**Figura 2 - Análise da variação temporal da temperatura média e precipitação total mensal em São Paulo, onde a Figura a) é referente ao período neutro, a Figura b) sendo referente ao período de El Niño e a Figura c) referente ao período de La Niña**

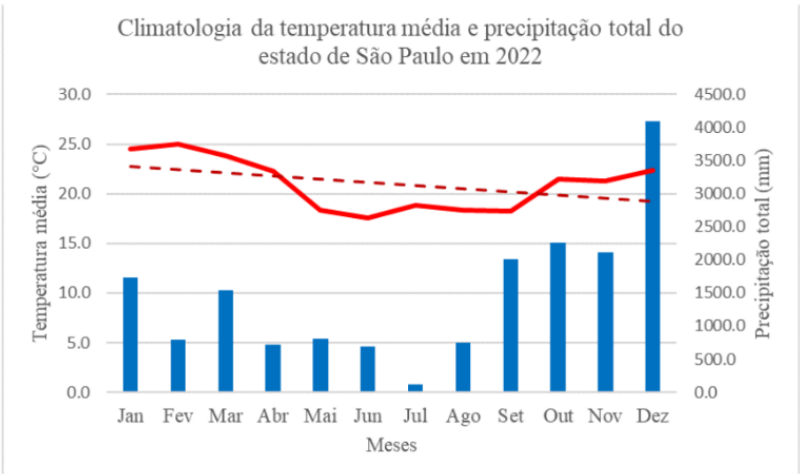
a)




b)




c)

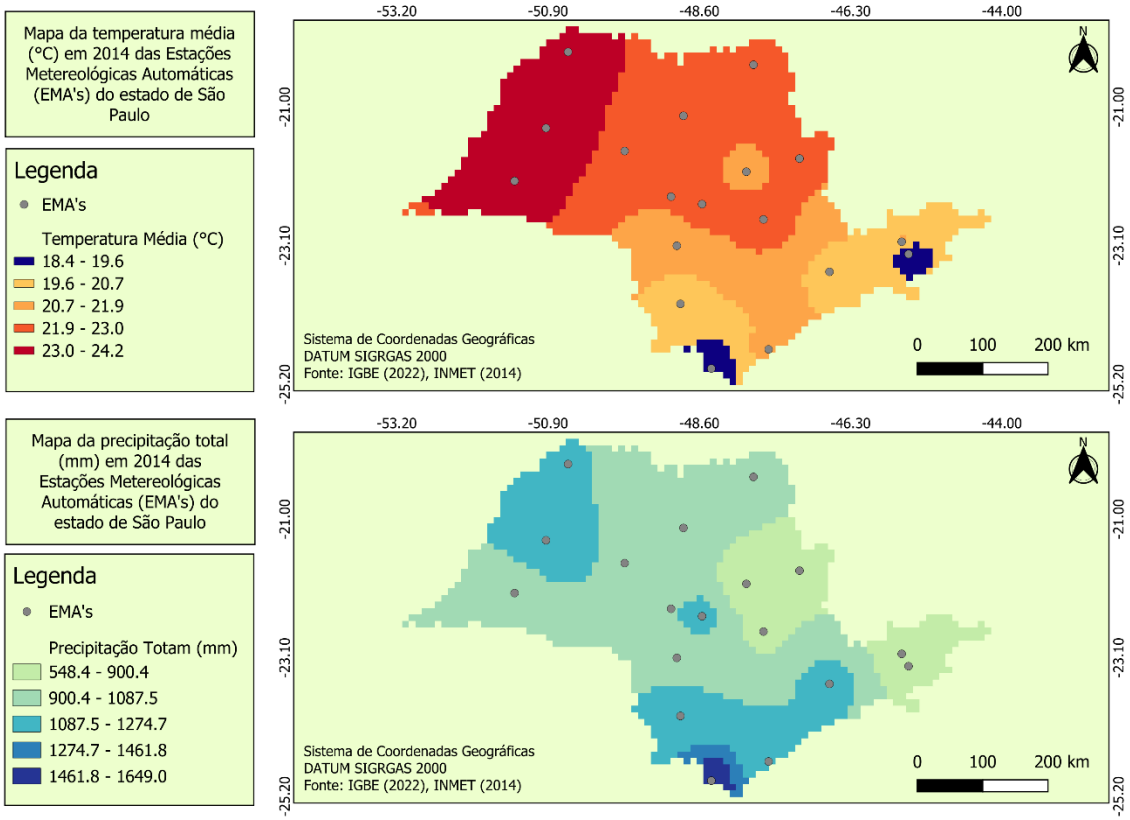



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereologicas do INMET.

## ANÁLISE DAS ISOIETAS DE PRECIPITAÇÃO E ISOTERMAS DE TEMPERATURA GERADAS PELO MÉTODO DO IDW

A Figura 3 mostra o resultado da interpolação matemática usando o método do IDW para o período neutro. Em relação a temperatura, observa-se que o norte e o noroeste do estado apresentam temperaturas médias mais elevadas, com as EMA's de Presidente Prudente, Jales e Valparaiso registrando as maiores temperaturas, enquanto o sul e o sudeste, próximos ao Oceano Atlântico, apresentam menores temperaturas médias, principalmente nas EMA's de Barra do Turvo e São Luiz do Paraitinga. As menores precipitações totais se concentram nas EMA's de São Luiz do Paraitinga e Taubaté, na região da Serra do Mar e nas EMA's de Casa Branca, São Carlos e Piracicaba, enquanto os maiores volumes de chuva estão localizados nas áreas com menor temperatura média, com foco de maiores precipitações na EMA de Barra do Turvo. Há a prevalência no estado de precipitações entre 900.4 a 1274.7mm e com temperaturas médias no estado entre 20.7 e 23°C.

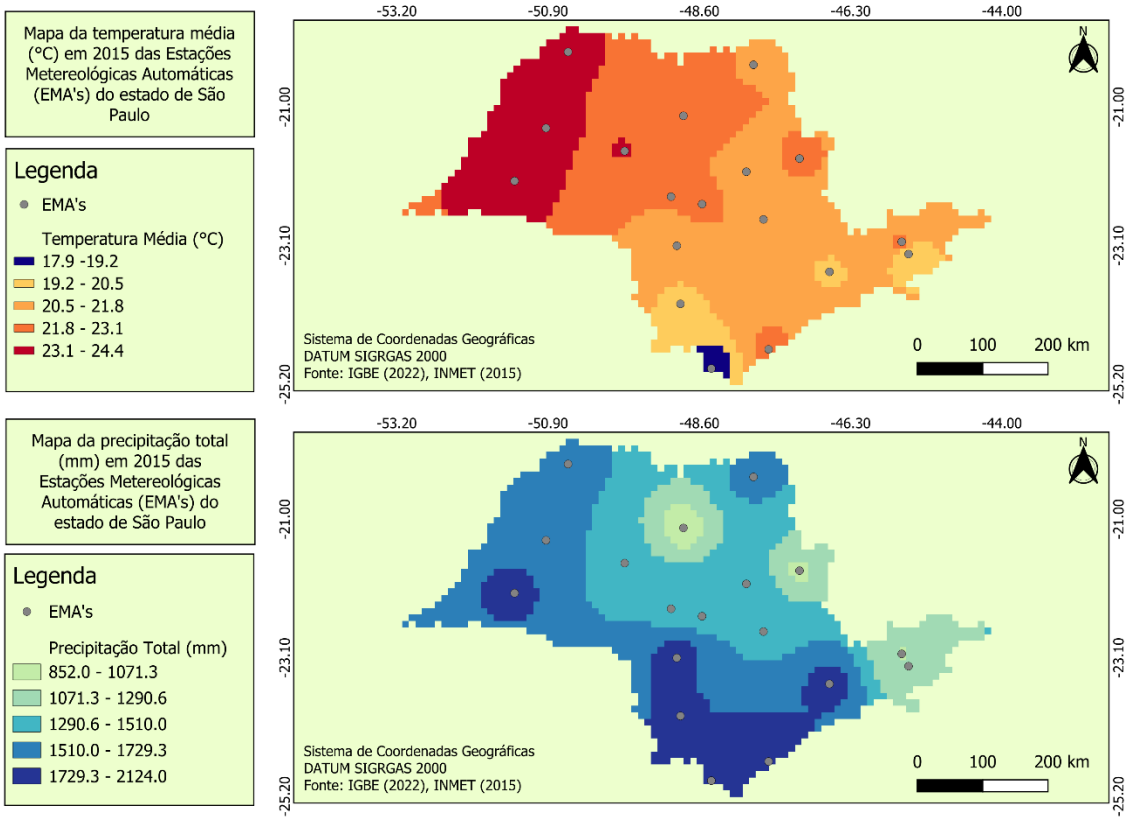
**Figura 3 - Distribuição da precipitação e temperatura para o período neutro do estado de São Paulo, pelo método do IDW**




Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereológicas do INMET.

A Figura 4 mostra o resultado da interpolação pelo IDW para o período de El Niño. As maiores temperaturas médias são observadas no norte e noroeste do estado, nas EMA's de Presidente Prudente, Jales, Lins e Valparaiso, enquanto o sul apresenta as menores temperaturas médias, com foco na EMA de Barra do Turvo. Não se observa grandes variações da temperatura média anual no estado comparado ao período neutro, com redução da menor temperatura média registrada no período neutro em 0.5 °C e aumento da maior temperatura média registrada em 0.2 °C. Contudo, nota-se maiores volumes de precipitações totais, com foco principal no sul e noroeste do estado, com predominância de precipitações entre 1290.6 a 1729.3mm e com temperaturas médias entre 20.5 e 23.1°C nas regiões do estado. Com isso, para o estado de São Paulo, observa-se que o fenômeno climático El Niño elevou a temperatura média, comparado ao período neutro, havendo maior influência nos volumes de chuva, com precipitações mais intensas, principalmente nas EMA's de Avaré, Barra do Turvo, Iguape, Itapeva, Presidente Prudente e São Paulo.

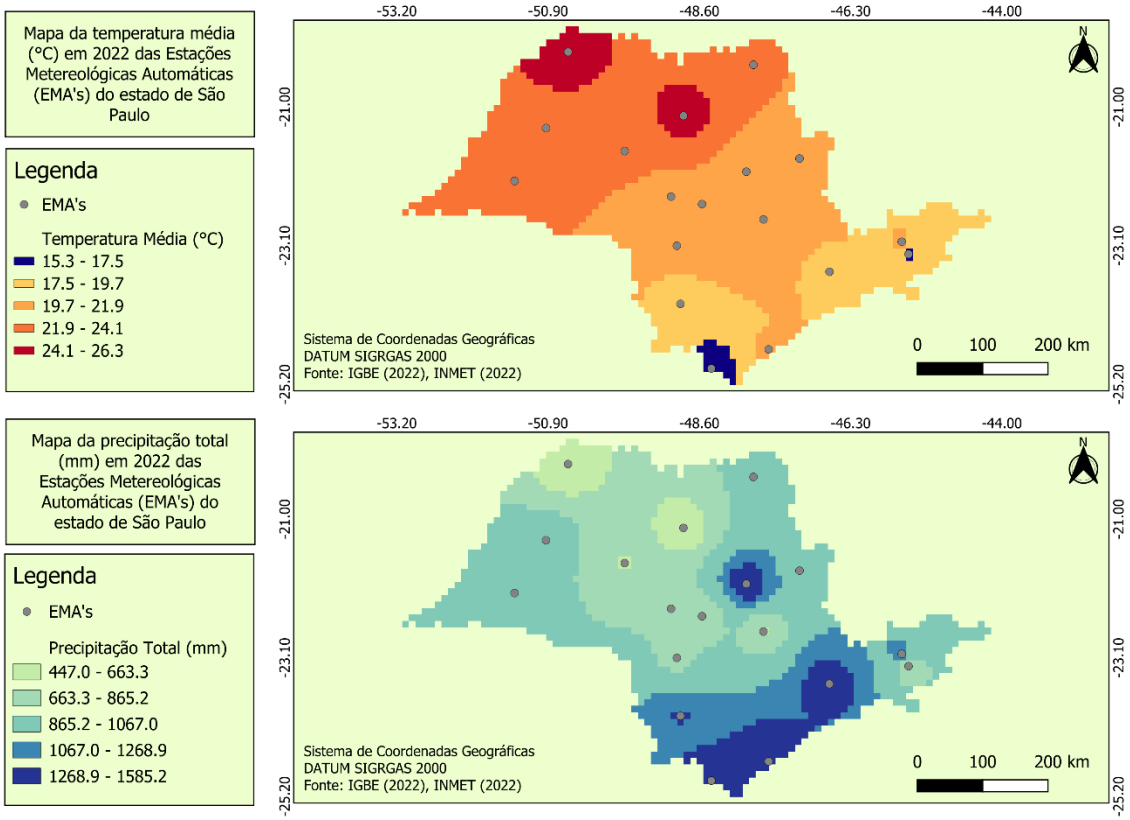
**Figura 4 - Distribuição da precipitação e temperatura para o período de El Niño do estado de São Paulo, pelo método do IDW**




Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereologicas do INMET.

A Figura 5 mostra o resultado da interpolação pelo IDW para o período de La Niña. As maiores temperaturas médias são observadas no norte e o noroeste do estado, nas EMA's Jales e Ariranha, enquanto o sul apresenta as menores temperaturas médias, com foco na EMA's de Barra do Turvo, São Luiz do Paraitinga, Itapeva e São Paulo, com registro das menores temperaturas dentre as médias comparadas ao período neutro e de El Niño para as EMA's citadas. Comparado ao período neutro, houve uma redução de 3.1°C na menor temperatura média registrada e aumento de 2.1°C na maior temperatura média registrada. Em relação a precipitação, nota-se maiores volumes de precipitações totais comparados ao período neutro e menores comparados ao período de El Niño, com maiores volumes de chuva no sul do estado, nas EMA's de Barra do Turvo, Iguape, São Carlos e São Paulo, com predominância de precipitações entre 663.0 a 1067.0mm e com temperaturas médias entre 19.7 e 24.1°C para a maior parte das regiões do estado. Com isso, para o estado de São Paulo, observa-se que o fenômeno climático La Niña elevou a temperatura média para as regiões mais quentes e reduziu a temperatura média nas regiões mais frias, comparado ao período neutro. Percebe-se a influência nos volumes de chuva, com precipitações mais intensas, considerando a defasagem nos dados das EMA's, com foco de chuvas principalmente nas EMA's de São Paulo, Barra do Turvo, Taubaté e Iguape.

**Figura 5 - Distribuição da precipitação e temperatura para o período de La Niña do estado de São Paulo, pelo método do IDW**




Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereologicas do INMET.

A análise dos resultados dos fenômenos climáticos no estado de São Paulo revela importantes *insights* sobre a climatologia e suas variabilidades. O monitoramento detalhado das temperaturas e precipitações permite uma compreensão mais profunda das mudanças climáticas, facilitando a gestão sustentável dos recursos naturais e a formulação de políticas ambientais eficazes.

## CONCLUSÃO

A presença de fenômenos como El Niño e La Niña tem um impacto significativo nas condições climáticas do estado de São Paulo. O El Niño de 2015 reduziu menores temperaturas registradas no período neutro em 0.5°C e elevou a maior temperatura média registrada em 0.2°C, e aumentou os volumes de precipitação nas regiões do

estado, enquanto o La Niña de 2022 reduziu a menor temperatura média registrada no período neutro em 3.1°C e registrou volumes significativos de precipitação, apesar da defasagem de dados em grande parte dos meses.

As análises das EMA's destacam variações regionais importantes. A EMA de Barra do Turvo no sul do estado, consistentemente registrou as menores temperaturas médias e maiores precipitações acumuladas, contrastando com as EMA's de Presidente Prudente e Jales, ao norte do estado, que registraram as maiores temperaturas médias anuais e precipitações variáveis, evidenciando as variações latitudinais.

As análises das isoiestas e isotermas pelo método IDW destacaram as variações regionais, com maiores temperaturas no norte/noroeste e maiores precipitações no sul/sudeste. Os meses de outono/inverno (maio a setembro) apresentaram as menores temperaturas e menores volumes de precipitação, independentemente do fenômeno climático predominante.

Esses resultados, obtidos através de métodos como a interpolação por IDW, reforçam a importância de um monitoramento climático contínuo e detalhado. Eles fornecem uma base sólida para futuras pesquisas e para a tomada de decisões, ajudando a mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas e a promover uma gestão ambiental mais resiliente no estado de São Paulo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEXANDER, Lisa Victoria *et al*. *Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 111, n. D5, 2006.

2. COSTA, Carlos Eduardo Aguiar de Souza *et al*. Influência da variabilidade climática das chuvas sobre a erosividade. 2016.

3. EASTERLING, David R. *et al. Climate extremes: observations, modeling, and impacts. science*, v. 289, n. 5487, p. 2068-2074, 2000.

4. FERREIRA, D. *et al*. Variação espacial da temperatura e precipitação e sua associação aos eventos El Niño e La Niña em Tucuruí-PA. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Soc. Bras. de Meteorologia/SBMET, 2002.

5. FRICH, P. A. L. V. *et al*. *Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. Climate research*, v. 19, n. 3, p. 193-212, 2002.

6. GARCEZ, L.N.; Alvarez, G.A. (1998). Hidrologia. São Paulo, Edgard Blucher LTDA, 291p.

7. HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no município de Taubaté, SP, Brasil. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 2, n. 2, p. 32-46, jul./dez. 2007.

8. HUANG, B.; Thorne, P.; Banzon, *V. Extended reconstructed sea surface temperature, version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations and intercomparisons. J. Clim*. 2017, 30, 8179–8205.

9. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro de 2022. São Paulo: IBGE, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>. Acesso em: 07 mai. 2023.

10. INMET. Instituto Nacional de Metereologia. Dados históricos anuais. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 29 abr. 2024.

11. KÖPPEN, W. *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter*, 1931. 388p.

12. MEEHL, Gerald A. *et al*. Uma introdução às tendências em eventos climáticos e meteorológicos extremos: observações, impactos socioeconômicos, impactos ecológicos terrestres e projeções de modelos. Boletim da Sociedade Meteorológica Americana, v. 81, n. 3, pág. 413-416, 2000.

13. MURARA, Pedro Germano. Técnicas de interpolação para a pesquisa em climatologia regional e agroclimatologia. Revista Brasileira de Climatologia, 2019.

14. NOAA. *National Oceanic and Atmospheric Administration. Cold & Warm Episodes by Season*. Disponível Em: <https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php>. Acesso em: 18 abr. 2024.

15. SANTOS, Gilmar Oliveira; HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino; ROSSETTI, José Carlos. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI, v. 4, n. 3, 2013.