



## Uma tipologia de classificação climática aplicada ao estado de São Paulo

*A typology of climate classification applied to the state of São Paulo*

Giuliano Tostes Novais\*  , Emerson Galvani  

Universidade Estadual de Goiás, Campus Nordeste, Formosa, Goiás, Brasil  
Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas,  
Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil  
E-mail: egalvani@usp.br

\*E-mail para correspondência: giunovais@gmail.com; giuliano.novais@ueg.br

Recebido (Received): 21/04/2021

Aceito (Accepted): 22/03/2022

**Resumo:** Este trabalho propõe um novo sistema de classificação climática para o estado de São Paulo, baseado em um mapeamento que leva em consideração as unidades climáticas criadas por Novais (2019). Essa classificação possui uma hierarquia, dividida em: (1ª) Zona Climática, (2ª) Clima Zonal, (3ª) Domínio, (4ª) Subdomínio, (5ª) Tipo e (6ª) Subtipo Climático. A temperatura média do mês mais frio é a principal variável térmica utilizada no trabalho, adquirida através de dados de reanálise com alta resolução espacial (1 km), fornecida pelo algoritmo CHELSA (Climatologia em alta resolução para a superfície terrestre), que também mostra os valores de precipitação pluviométrica mensais de 1979 à 2013. Pela classificação climática adotada, o estado de São Paulo está em duas Zonas Climáticas, uma Quente (ao norte do Trópico de Capricórnio) e outra Moderada (ao sul do mesmo trópico). Os Climas Zonais também são o Quente e o Moderado, mas com influência da temperatura. Foram identificados 4 Domínios no Estado: Tropical, Tropical Ameno, Subtropical, e Subtropical Frio. Esses Domínios foram divididos em 4 Subdomínios climáticos, levando em conta a quantidade de meses secos (úmido, semiúmido, semiseco e seco). A metodologia para determinação de mês seco consiste na diferença entre a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração potencial, um dos principais elementos do Balanço Hídrico Climatológico Normal de Thornthwaite. Também foram delimitados os Tipos Climáticos, demonstrando a localização dos Domínios e Subdomínios no território nacional, são em número de 3 no Estado: Litorâneo, Meridional e Setentrional. A última hierarquia climática advém das unidades geomorfológicas, que alteram significativamente o clima sub-regional. Consistem em 87 Subtipos, mostrando uma localização mais precisa da unidade climática, como em planaltos, planícies e depressões do relevo.

**Palavras-chave:** Unidades climáticas; Balanço hídrico climatológico; Escalas do clima; Climatologia de detalhe.

**Abstract:** This article proposes a new climate classification system for the state of São Paulo based on a mapping carried out by Novais (2019). This classification is based on a hierarchy, divided into: (1st) Climate Zone, (2nd) Zonal Climate, (3rd) Domain, (4th) Subdomain, (5th) Type and (6th) Climate Subtype. The average air temperature of the coldest month is the main thermal variable used in the work, obtained by means of reanalysis data with high spatial resolution (1 km), provided by the CHELSA algorithm (Climatology in high resolution for the earth's surface), where it appears also the monthly rainfall values from 1979 to 2013. The adopted climatic classification considers that the state of São Paulo is in two Climatic Zones, one hot (north of the Tropic of Capricorn) and another Moderate (south of the same tropic). Among the Zone Climates there is also the hot and the Moderate, but with influence of the temperature. 4 domains were identified in the study area: Tropical, Moderate Tropical, Subtropical and Cold Subtropical. These domains were divided into 4 climatic subdomains, considering the number of dry months (humid, semi-humid, semi-dry and dry). The methodology for determining dry month consists of the difference between rainfall and potential evapotranspiration, one of the main elements of the Thornthwaite Normal Climatic Water Balance. The Climatic Types were also delimited, demonstrating the location of the Domains and Subdomains in the study area: Coastal, Southern and Northern. The last climatic hierarchy stems from the role of geomorphological units, which significantly alter the sub-regional climate. The result was the mapping and spatialization of 87 subtypes, showing a more precise location of the climatic unit, as in plateaus, plains and depressions of the relief.

**Keywords:** *Climatic units; Climatological water balance; Climate scales; Applied climatology.*

---

## 1. Introdução

A importância dos sistemas de classificações climáticas deve-se ao fato de que é possível analisar e definir os climas de diferentes regiões levando em consideração elementos climáticos diferentes ao mesmo tempo, otimizando a troca de informações e análises posteriores para diferentes propósitos (NÓBREGA, 2010).

Vários institutos de pesquisa climática apresentaram trabalhos cartográficos analisando elementos isolados ou combinados do clima. Martinelli (2009) em seu Atlas do Estado de São Paulo mostra uma coletânea selecionada de mapas climáticos do Estado, apresentando algumas propostas de classificações, como a de Setzer (1966) que elaborou uma classificação climática a partir da efetividade da precipitação pluviométrica.

Em 1973, Monteiro elaborou um mapa síntese, propondo uma tipologia do clima para o Estado de São Paulo. Foi um dos percussores da Climatologia Geográfica no país, utilizando dados de análise rítmica do tempo. Teve como base a dinâmica atmosférica através dos sistemas regionais de circulação do ar. Para Monteiro (1973), os mecanismos da circulação atmosférica regional indicam o primeiro nível de classificação climática em São Paulo. Esse delimitaria um limite zonal por conta da coparticipação das características do sul brasileiro (dotado de acentuada amplitude térmica, da incidência de sistemas meteorológicos contrastantes e elevada pluviosidade no ano todo), do centro-oeste e sudeste, onde se define um período menos chuvoso. Nos outros níveis da classificação climática são considerados os fatores geomorfológicos, ecológicos e antrópicos. As unidades climáticas de Monteiro vão dos Climas Zonais aos Climas Regionais, passando pelas feições climáticas individualizadas.

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) propôs zoneamentos agroclimáticos que utilizam parâmetros de classificação como índices hídricos de Thornthwaite e Mather (1955), ETP, formação de geadas e déficit e excedentes hídricos. As cartas de aptidão climática são preparadas com base nas definições das exigências climáticas das culturas consideradas e nos mapeamentos dos elementos do clima, que atendem a essas exigências.

Rolim et al (2007), aplicaram as classificações climáticas de Köppen e Thornthwaite na determinação das zonas agroclimáticas do estado de São Paulo. Segundo os autores, o modelo de Thornthwaite foi mais eficiente para separar os climas na topoescala ou mesoescala, resumindo com eficiência os dados produzidos pelo balanço hídricos. Dubreul et al. (2018), aplicou para todo o território brasileiro, a classificação de Köppen. Os valores médios mensais de temperatura e precipitação para o período de 1961 a 2015, permitiram estabelecer a frequência dos tipos de climas anuais para cada estação do ano.

Observando outros trabalhos no Brasil e no exterior, temos exemplos de classificações climáticas que também utilizam o modelo de Köppen, com atualização de dados e melhora significativa nas resoluções espaciais como: Alves et al. (2013), no Brasil; Feng (2020), na China; e Mahmud (2018), em Bangladesh. O trabalho de Schwarzmaier e Mayer (2018), para o Globo, faz uma regionalização climática a partir de análise de cluster, classificando os elementos climáticos em grupos.

A falta de classificações climáticas atuais (surgidas no século XXI) foi um dos motivos para Novais (2019) criar um sistema que classifica os climas a partir da grande quantidade de dados de reanálise disponíveis e também por modelagem, ajustando os limites das unidades climáticas de acordo com a escala climática adotada. O detalhamento das unidades climáticas feito por Novais, fornece subsídios para novos estudos regionais dentro da climatologia aplicada, apresentando dados de forma mais didática para o ensino e aprendizagem dessa ciência. Esse sistema auxilia também em atividades antrópicas que visam um melhor planejamento das condições ambientais de cada localidade estudada. A classificação de Novais (2019), que comporá a metodologia desse artigo, propõe um sistema com contribuições dos modelos clássicos, mesclando o empírico e o genético, juntamente com a influência de outros atributos climáticos como o controle astronômico, a temperatura média do mês mais frio (TMMMMF) e a atuação de sistemas meteorológicos. A ação das formas do relevo (altitude, orientação, declividade), também é um importante controle climático no sistema classificatório. O modelo é uma associação de informações, gerando um padrão que aborda os valores observados do tempo e do clima. A classificação climática de Novais (2019) segue uma hierarquia que abrange todas as escalas do clima, desde a zonal, passando pela regional, sub-regional e local.

Do ponto de vista analítico, a metodologia de Novais (2019), pode superar uma lacuna ainda existente nos sistemas classificatórios do clima, que é a atualidade de modelos para serem aplicados e com uma nova abordagem, mais híbrida. As formas de representação cartográfica das unidades climáticas nos proporcionam um avanço nas linguagens geográficas de abordagem desse fenômeno atmosférico.

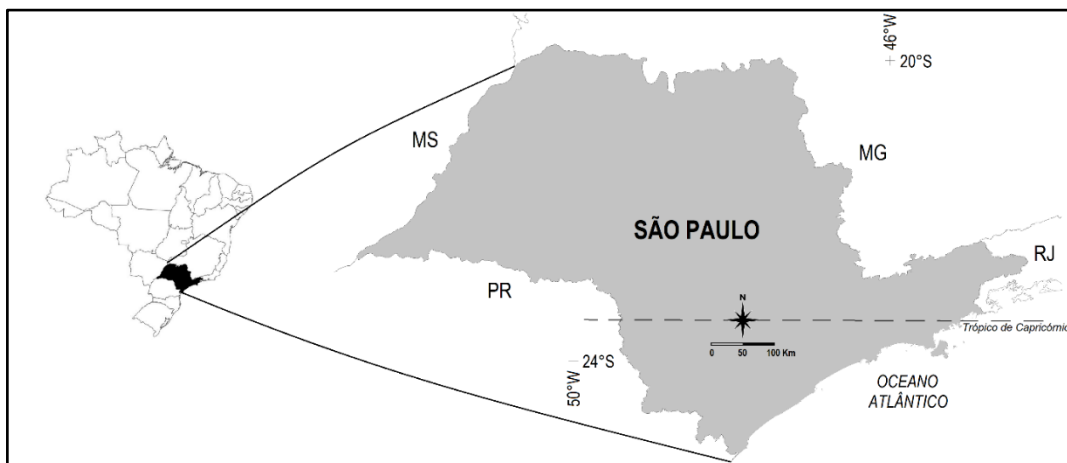
O objetivo principal do trabalho é aplicação da metodologia do sistema de classificação climática de Novais (2019) para o estado de São Paulo, desde os níveis escalares superiores aos inferiores do clima.

## 2. Área de Estudo

O estado de São Paulo (**Figura 1**) foi escolhido por ser uma área de transição entre climas tropicais e subtropicais, por possuir um relevo com muitas variações de altitude, e por ter um tamanho adequado para a visualização didática das diferentes unidades climáticas utilizadas nessa classificação.

Nesse contexto, a pesquisa abre a possibilidade de avanços no entendimento do clima local e regional. O estado configura-se como uma das mais diversificadas unidades da federação do país em termos climáticos. Contribuindo para isso a sua localização latitudinal entre 20° e 25° ao sul do Equador, ou seja, no entorno do Trópico de Capricórnio. Sua distribuição longitudinal, estendendo-se desde a costa do oceano Atlântico até mais de 600 km deste, sua altimetria e a disposição do relevo também contribuem na variação climática.

**Figura 1:** Localização do Estado de São Paulo no Brasil. Elaboração: próprio autor.



Para Cavalcanti *et al.* (2009), o período de chuva na América do Sul se inicia em agosto com a formação de grandes aglomerados convectivos na Amazônia ocidental, nos meses seguintes cresce para o sudeste brasileiro. No Estado de São Paulo o início das chuvas acontece na segunda quinzena de outubro. O auge da precipitação acontece entre dezembro e fevereiro. No fim de março e início de abril, a atividade convectiva profunda se enfraquece sobre o Estado. Com grande contribuição pluviométrica, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é o principal sistema meteorológico atuante nesse período.

A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) possui uma grande importância no clima de São Paulo. Para Bastos e Ferreira (2000), ela afeta o clima do Brasil tanto no inverno como no verão:

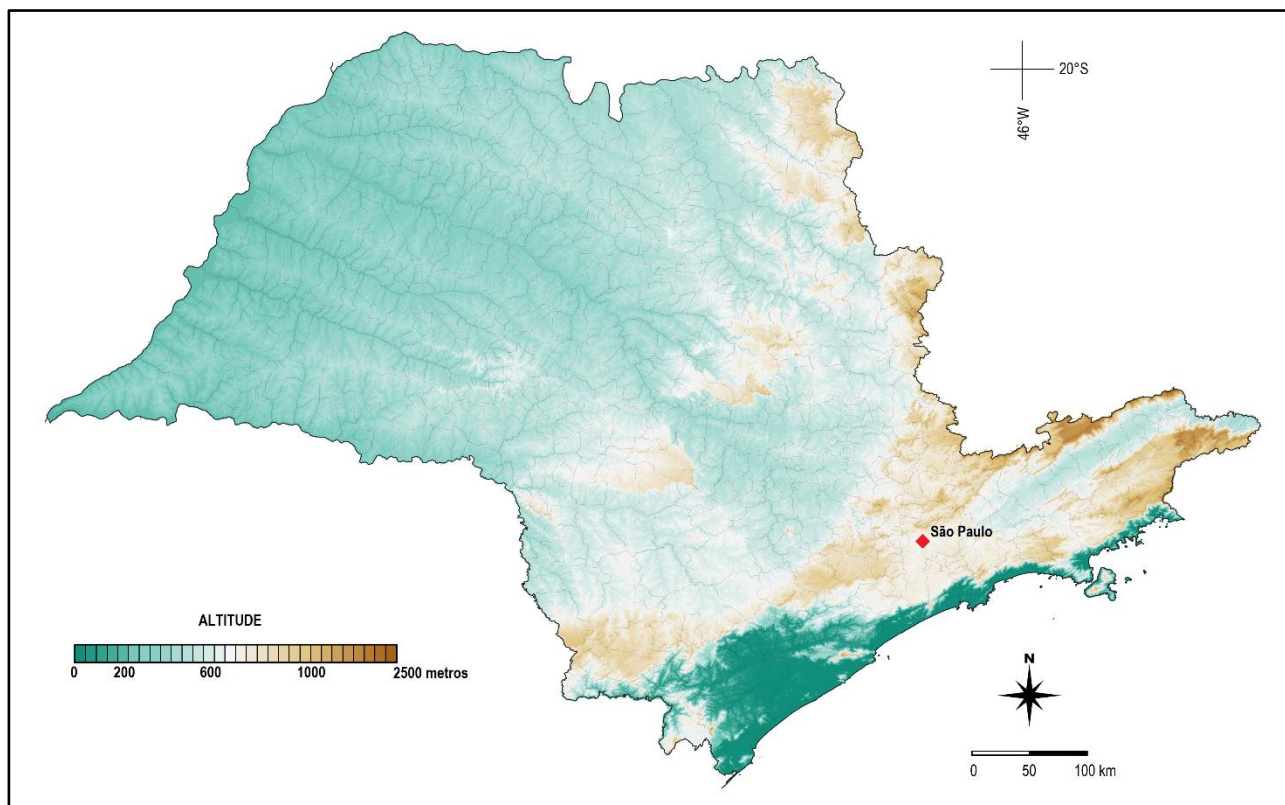
No inverno, ela inibe a entrada de frentes e causa inversão térmica e concentração de poluentes nos principais centros urbanos das regiões sudeste e sul. Na região nordeste, a ASAS contribui para o regime de chuvas no litoral. A dinâmica desse sistema também favorece a formação de nevoeiros e geadas no sul e sudeste do Brasil. Por outro lado, no verão o transporte de umidade nos baixos níveis troposféricos ao longo da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (KODAMA, 1993; QUADRO, 1994), são afetados pela circulação associada a ASAS (2000; p.612).

Para Novais (2019), a mudança no padrão estacional da circulação atmosférica na passagem do verão para outono-inverno, conduz ao avanço e participação cada vez maior da ASAS para o centro do continente, deixando o céu claro (sem nebulosidade), aspecto que pode prevalecer por semanas.

Em São Paulo, a atuação do Anticiclone Polar Sul (APS) influencia significativamente os totais pluviométricos. Galvani e Azevedo (2015) comentam a atuação do APS denominado por eles como Massa Polar Atlântica (mPa):

Em sua borda, no contato com os sistemas atmosféricos tropicais, configuram-se extensas zonas de pressão relativamente baixa e intensa convergência, usualmente chamada de frente polar. Estas frentes comportam-se como verdadeiros rios atmosféricos, canalizando importantes volumes de ar em fluxo concentrado em direção a centros de baixa pressão, que normalmente atingem seu máximo aprofundamento e atividade sobre o oceano atlântico (GALVANI; AZEVEDO, 2015, p. 2).

Sant'Anna Neto (2005), propôs um decálogo da climatologia da Região Sudeste que pode ser aplicado a São Paulo. O Estado tem uma posição latitudinal peculiar onde o norte tem características do clima tropical do Brasil Central, e o sul com temperaturas mais amenas de tipo subtropical. Grande parte do território paulista encontra-se no Planalto Atlântico, com altitudes superiores a 500 metros, a presença da Serra do Mar, Mantiqueira e Bocaina, dispostas no sentido sudoeste-nordeste, influenciam na queda da temperatura do ar, e também exercem importante papel na distribuição da precipitação, tornando as vertentes a barlavento mais úmidas (**Figura 2**). Além dos sistemas atmosféricos de baixa altitude como as frentes frias, outros sistemas perturbam a estabilidade do ar tropical, como as ZCAS, linhas de instabilidades (IT) e Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM). A maritimidade juntamente com os ventos alísios são responsáveis pela maior quantidade de chuva costeira, diminuindo na medida que se afasta do oceano pelo efeito da continentalidade. A grande pluviosidade nas encostas da Serra do Mar (acima de 3000 mm), contradiz com os valores próximos a 1000 mm no oeste paulista. As diferenças térmicas são notáveis, enquanto o noroeste do Estado apresenta temperaturas médias anuais acima de 25°C, os topos das principais serras registram menos de 12°C, com probabilidade de formação de geadas anuais.



**Figura 2:** Mapa hipsométrico do Estado de São Paulo. Fonte: SRTM. Elaboração: próprio autor.

### 3. Materiais e métodos

O sistema de classificação climática aplicado ao Estado de São Paulo é baseado na classificação adotada por Novais (2019), que em sua tese utilizou-o para o bioma cerrado no Brasil. O método segue uma hierarquia, e depende da escala do clima adotada, que vai desde os níveis superiores até os inferiores, como mostrado a seguir:

1. Zona Climática – de controle astronômico, é determinado pela incidência dos raios solares (ou ângulo zenital) durante o ano.

2. Clima Zonal - regulado pela TMMMF, no território brasileiro pode ser: *Tórrido* (ou *Muito Quente*), com TMMMF acima de 22,5°C; *Quente* (TMMMF entre 15° e 22,5°C), *Moderado* (TMMMF entre 0° e 15°C).

3. Domínio Climático – controlado pela TMMMF, por sistemas atmosféricos, por atuações de anticiclones, frentes frias e pela possibilidade de formação de geada. Como exemplos no território brasileiro temos: o *Equatorial* (TMMMF acima de 22,5°C, influência da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT); o *Tropical* (TMMMF acima de 18°C, sem influência da ZCIT, mas com atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul-ZCAS e do Anticiclone ou Alta Subtropical do Atlântico Sul – ASAS), o *Tropical Ameno* (TMMMF entre 15° e 18°C, não tem influência da ZCIT, com atuação das ZCAS e ASAS, áreas elevadas podem sofrer resfriamento adiabático do ar); o *Subtropical* (TMMMF entre 10° e 15°C, influência do Anticiclone Polar, ASAS, também podendo ter um resfriamento adiabático provocado pela altitude); o *Semiárido e Árido* (quantidade de meses secos igual a doze), entre outros.

4. Subdomínio Climático – determinado pela quantidade de meses secos (precipitação menor que a evapotranspiração potencial -ETP), podendo ser: *Úmido* (0 a 3 meses secos); *Semiúmido* (4 a 5 meses secos); *Semisseco* (6 a 7 meses secos); e *Seco* (8 a 11 meses secos).

5. Tipo Climático – mostra a localização dos Domínios e Subdomínios no território brasileiro, podendo ser expandidos para o continente. São delimitados por unidades de relevo como planícies litorâneas e escarpas de planaltos e serras. Também coincidem com grandes áreas de vegetação, como a Floresta Amazônica por exemplo. Podem ser influenciados por sistemas meteorológicos que ali atuam, modificando o tempo drasticamente (caso do Meridional que tem influência na formação de geada).

6. Subtipo Climático – também são delimitados por sua localização, mas com um melhor refinamento em relação aos Tipos, recebendo a nomenclatura da unidade geomorfológica do relevo em que está inserido. Para auxiliar na determinação dos Subtipos climáticos dentro do Estado foram usadas as unidades geomorfológicas do Banco de Dados de Informações Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BDIA/IBGE), juntamente com as unidades Morfoesculturais de Ross e Moroz (1996). O BDIA também foi determinante na elaboração dos Subtipos do Estado de Goiás e do Distrito Federal, no artigo de Novais (2020).

O sistema classificatório de Novais (2019) possui mais duas outras categorias hierárquicas do clima (não aplicadas na área de estudo), os Mesoclimas e os Topoclimas. Elas são delimitadas por elementos geomorfológicos de pequenos táxons (como geossistemas, geótopos e geofácies), formas de relevo de grande destaque na paisagem e também pelas zonas urbanas. Faz parte das menores escalas do clima, sendo influenciada diretamente pela superfície, modificada ou não, pelo homem.

Para definir as unidades climáticas de Novais (2019), foram utilizados dados de reanálise de temperaturas médias mensais do ar e de precipitações pluviométricas médias mensais, através do algoritmo CHELSA (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas). Esse algoritmo é um conjunto de dados climáticos com resolução espacial de 1 km, abrangendo grande parte da superfície terrestre (KARGER *et al.*, 2017), principalmente onde não há cobertura de estações meteorológicas. Os valores de temperatura e precipitação foram extraídos da Reanálise ERA-Interim, resultando em um ajuste de modelagem que recupera informações da superfície terrestre e oceanos, obtidas através de navios, aviões, radiossondas e satélites. Inclui a temperatura média mensal e padrões de precipitação para o período de tempo de 1979-2013. A temperatura média diária deriva de dados sinóticos de seis em seis horas, melhorando substancialmente o desempenho da previsão, especialmente no hemisfério sul (ROCHA *et al.*, 2016). Com a atualização dos dados anuais, esse algoritmo poderá fornecer novos valores para serem acrescentados em todos os trabalhos que utilizam essa proposta classificatória. Novais (2019) afirma que a metodologia de estimativa da temperatura do ar do algoritmo CHELSA tem uma correlação direta com as imagens SRTM, derivando em mapas mais próximos da realidade, onde as isotermas acompanham as curvas de nível do terreno. Portanto, o padrão de distribuição de temperatura na atmosfera livre pode ser considerado diretamente relacionado à elevação da superfície, principalmente nos últimos níveis hierárquicos dessa

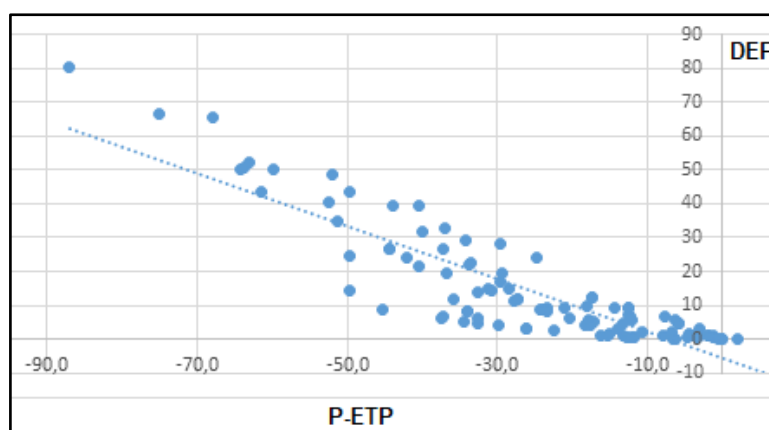
classificação climática. Para testar o algoritmo CHELSA no estado de São Paulo, foram usadas 10 estações climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), comparando-se as temperaturas do ar e as pluviosidades médias anuais.

Para a determinação dos subdomínios climáticos (4ª hierarquia da classificação), é utilizada a metodologia de mês seco (precipitação menor que a ETP), adquirida através do balanço hídrico climatológico normal (BHCH). Esse método difere de outras classificações climáticas, que utilizam a quantidade de chuva no mês, como a de Nimer (1979), a oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que usa a fórmula de Gaussen e Bagnouls (1953), sendo mês seco aquele que a quantidade de precipitação é menor que duas vezes a sua temperatura média ( $P < 2T$ ). O método utilizado por Novais (2019) consegue equilibrar a entrada de água no sistema ambiental, o que é visualizado no BHCH.

De acordo com Rolim (2020), um solo nessas condições ( $P < ETP$ ) está potencialmente seco, o que mostra uma deficiência de água no sistema solo-planta-atmosfera, gerando uma restrição no crescimento das plantas e diminuindo a vazão da drenagem superficial e subsuperficial. Agora se  $P > ETP$  for maior que zero, o excesso de água no sistema vai gerar um escoamento superficial e uma drenagem profunda para o lençol freático, favorecendo, por exemplo, um crescimento máximo das plantas.

No Balanço Hídrico Climatológico Normal (BHCN), a Evapotranspiração Potencial (ETP) é uma condição que depende de atributos da atmosfera, e a Evapotranspiração Real (ETR) uma condição que depende de características da umidade do solo, por exemplo. O Excedente Hídrico mostra o quanto sobrou de água no período analisado, e a P-ETP expõe as condições potenciais para entrada ou saída de água no sistema solo-planta-atmosfera. Em um mês seco ( $P-ETP < 0$ ) não existe excedente hídrico. A precipitação e a ETP são as principais variáveis que controlam a quantidade de água que um volume de solo tem. Já para o mês seco condicionado a déficit hídrico ou falta de excedente hídrico, precisamos saber o valor da CAD do solo de cada local. Lembrando que alterações na CAD não causam efeitos nas condições potenciais do BHN. Há uma concordância na quantidade de meses secos de metodologia P-ETP com a metodologia de deficiência hídrica, como mostrado na **Figura 3**, onde 26 Estações Meteorológicas do INMET foram analisadas a partir dessas metodologias. Se utilizarmos a deficiência de água como critério de mês seco, a quantidade de meses com déficit hídrico permanece a mesma se comparado com a quantidade de meses com P-ETP, não sofrendo alteração no subdomínio climático do local. Algumas exceções são registradas em climas mais úmidos, onde o DEF pode ser menor, mas sem grandes alterações no subdomínio. A **Figura 4** mostra o balanço hídrico de algumas localidades do estado de São Paulo, com destaque para a quantidade de meses com P-ETP, DEF e EXC, para efeito de comparação das metodologias.

Para elaboração dos balanços hídricos, e cálculo de mês seco, foram coletadas informações dos “pixels” termopluiométricos de 166 localidades climáticas espalhadas por todo Estado de São Paulo (abrangendo todas as formas de relevo), a partir do algoritmo CHELSA. A espacialização dos dados climáticos nos mapas foi feita pelo QGis 3.10. A partir dos dados coletados, os mesmos foram transpostos para uma planilha de BHCN, de método Thornthwaite, elaborada por Sentelhas *et al.* (1999), que fez o cálculo dos meses secos, ETP, DEF e EXC, por exemplo.



**Figura 3** Correlação entre os valores obtidos de P-ETP e DEF para 26 localidades do Estado de São Paulo na série histórica de 1979 a 2013.

Glauco de Souza Rolim Paulo Cesar Sentelhas Departamento de Ciências Exatas - Área de Física e Meteorologia DICE - ESALQ / USP Biblioteca VB 0 1333																			
CIDADE <b>São José do Rio Preto-SP</b>			ANO <b>1979-2013</b>																
CAD <b>100</b>			LATITUDE <b>-20,81</b>		Tela Normal (CTRL)														
Número de Linhas <b>12</b> Ajustar			NDA inicial <b>1</b>		Tela Inteira (CTRL)														
Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I	ETP						P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias	°C	mm	horas	mm	mm	Thornthwaite1948						mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan	31	24,7	235,0	13,24	5,82		134,66	100,3	0,0	100,0	13,6	134,7	0,0	86,7					
Fev	28	32	24,9	198,0	12,92	6,57	120,57	77,4	0,0	100,0	0,0	120,6	0,0	77,4					
Mar	31	60	24,7	145,0	12,42	6,56	126,37	116,6	0,0	100,0	0,0	126,4	0,0	116,6					
Abr	30	91	23,8	64,0	11,80	7,85	108,01	-44,0	-44,0	64,4	-35,6	99,6	8,4	0,0					
Mai	31	121	21,1	47,0	11,23	8,24	84,01	-37,0	-37,0	44,5	-19,9	66,9	17,1	0,0					
Jun	30	152	20,0	20,0	10,82	8,29	76,59	-50,6	-131,8	26,8	-17,7	37,7	32,9	0,0					
Jul	31	182	20,2	23,0	10,75	8,67	73,93	-44,9	-176,5	17,1	-8,7	38,7	35,2	0,0					
Ago	31	213	22,4	19,0	11,06	8,83	92,86	-74,0	-290,5	9,2	-8,9	27,9	65,0	0,0					
Set	30	244	23,3	47,0	11,61	7,63	107,15	-60,1	-310,7	4,5	-3,7	50,7	56,6	0,0					
Out	31	274	25,1	104,0	12,21	7,29	128,19	-24,2	-334,9	3,5	-1,0	105,0	23,2	0,0					
Nov	30	305	25	133,0	12,80	6,77	128,99	4,0	-258,7	7,5	4,0	129,0	0,0	0,0					
Dez	31	335	24,8	234,0	13,18	6,02	135,17	78,8	-14,7	86,4	78,8	135,2	0,0	0,0					
<b>TOTAIS</b>			<b>280,6</b>	<b>1255,0</b>			<b>1310,8</b>	<b>-55,8</b>	<b>0,0</b>	<b>1072,2</b>	<b>236,4</b>	<b>182,8</b>							
<b>MEDIAS</b>			<b>23</b>	<b>105</b>			<b>109</b>		<b>±96</b>	<b>89</b>	<b>20</b>	<b>15</b>							

Glauco de Souza Rolim Paulo Cesar Sentelhas Departamento de Ciências Exatas - Área de Física e Meteorologia DICE - ESALQ / USP Biblioteca VB 0 1333																			
CIDADE <b>Pereira Barreto</b>			ANO <b>1979-2013</b>																
CAD <b>100</b>			LATITUDE <b>-20,68</b>		Tela Normal (CTRL)														
Número de Linhas <b>12</b> Ajustar			NDA inicial <b>1</b>		Tela Inteira (CTRL)														
Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I	ETP						P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias	°C	mm	horas	mm	mm	Thornthwaite1948						mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan	31	1	26,6	205,0	13,23	5,82	155,48	49,5	-33,8	71,4	49,5	155,5	0,0	0,0					
Fev	28	32	26,8	175,0	12,91	6,57	139,07	35,9	0,0	100,0	28,6	139,1	0,0	7,3					
Mar	31	60	26,4	112	12,42	6,56	143,83	-31,8	-31,8	72,7	-27,3	139,3	4,8	0,0					
Abr	30	91	24,8	62	11,80	7,85	115,22	-53,2	-85,1	42,7	-30,0	92,0	23,2	0,0					
Mai	31	121	22,4	53	11,23	8,24	94,43	-41,4	-126,5	28,2	-14,5	67,5	26,9	0,0					
Jun	30	152	21,3	41	10,82	8,29	79,87	-38,9	-165,3	19,1	-9,1	50,1	29,8	0,0					
Jul	31	182	21,2	16	10,75	8,67	81,29	-85,3	-230,6	10,0	-9,2	25,2	56,1	0,0					
Ago	31	213	22,5	17	11,07	8,83	102,15	-85,1	-315,8	4,3	-5,7	22,7	79,4	0,0					
Set	30	244	25,1	41	11,61	7,63	117,91	-76,9	-392,7	2,0	-2,3	43,3	74,6	0,0					
Out	31	274	25,9	116	12,21	7,29	136,25	-20,3	-412,9	1,6	-0,4	116,4	19,9	0,0					
Nov	30	305	26,1	118	12,79	6,77	140,22	-22,2	-435,2	1,3	-0,3	118,3	21,9	0,0					
Dez	31	335	26,3	172	13,18	6,02	151,46	20,5	-152,2	21,8	20,5	151,5	0,0	0,0					
<b>TOTAIS</b>			<b>286,2</b>	<b>1128,0</b>			<b>1487,2</b>	<b>-329,2</b>	<b>0,0</b>	<b>1120,7</b>	<b>336,5</b>	<b>7,3</b>							
<b>MEDIAS</b>			<b>25</b>	<b>94</b>			<b>121</b>		<b>±99</b>	<b>93</b>	<b>28</b>	<b>1</b>							

**São José do Rio Preto**  
 Meses secos (P-ETP) = **7** ou Subdomínio Semiseco  
 Meses secos (DEF) = **7** ou Subdomínio Semiseco  
 Meses secos (sem EXC) = **9** ou Subdomínio Seco

**São Paulo**  
 Meses secos (P-ETP) = **1** ou Subdomínio Úmido  
 Meses secos (DEF) = **0** ou Subdomínio Úmido  
 Meses secos (sem EXC) = **1** ou Subdomínio Úmido

**Pereira Barreto**  
 Meses secos (P-ETP) = **9** ou Subdomínio Seco  
 Meses secos (DEF) = **9** ou Subdomínio Seco  
 Meses secos (sem EXC) = **11** ou Subdomínio Seco

**Ubatuba**  
 Meses secos (P-ETP) = **4** ou Subdomínio Semiúmido  
 Meses secos (DEF) = **4** ou Subdomínio Semiúmido  
 Meses secos (sem EXC) = **6** ou Subdomínio Semiseco

Glauco de Souza Rolim Paulo Cesar Sentelhas Departamento de Ciências Exatas - Área de Física e Meteorologia DICE - ESALQ / USP Biblioteca VB 0 1333																			
CIDADE <b>Ubatuba-SP</b>			ANO <b>1979-2013</b>																
CAD <b>100</b>			LATITUDE <b>-23,44</b>		Tela Normal (CTRL)														
Número de Linhas <b>12</b> Ajustar			NDA inicial <b>1</b>		Tela Inteira (CTRL)														
Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I	ETP						P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias	°C	mm	horas	mm	mm	Thornthwaite1948						mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan	31	1	26,8	241,0	13,41	5,82	157,65	83,3	0,0	100,0	0,0	157,7	0,0	83,3					
Fev	28	32	27,2	217,0	13,05	6,57	144,66	72,3	0,0	100,0	0,0	144,7	0,0	72,3					
Mar	31	60	26,5	21,0	12,48	6,56	145,63	65,4	0,0	100,0	0,0	145,6	0,0	65,4					
Abr	30	91	25,2	147,0	11,77	7,85	120,45	26,6	0,0	100,0	0,0	120,4	0,0	26,6					
Mai	31	121	23	90,0	11,12	8,24	98,41	-8,4	-8,4	91,9	-8,1	98,1	0,3	0,0					
Jun	30	152	21,6	66,0	10,85	8,29	80,74	-14,7	-23,1	79,3	-12,6	78,6	2,1	0,0					
Jul	31	182	21,1	62,0	10,58	8,67	79,15	-17,2	-40,3	66,8	-12,5	74,5	4,6	0,0					
Ago	31	213	22	68,0	10,93	8,83	88,89	-20,7	-61,0	54,3	-12,5	80,5	8,2	0,0					
Set	30	244	22,6	111,0	11,55	7,63	95,62	15,4	-36,1	69,7	15,4	95,6	0,0	0,0					
Out	31	274	24	144,0	12,24	7,29	117,76	26,2	-4,1	96,0	26,2	117,8	0,0	0,0					
Nov	30	305	24,9	189,0	12,91	6,77	129,12	39,9	0,0	100,0	4,0	129,1	0,0	39,9					
Dez	31	335	26	229,0	13,35	6,02	150,09	78,9	0,0	100,0	0,0	150,1	0,0	78,9					
<b>TOTAIS</b>			<b>290,7</b>	<b>1755,0</b>			<b>1408,0</b>	<b>347,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1392,6</b>	<b>15,3</b>	<b>362,4</b>							
<b>MEDIAS</b>			<b>24</b>	<b>148</b>			<b>117</b>		<b>±46</b>	<b>118</b>	<b>1</b>	<b>30</b>							

Glauco de Souza Rolim Paulo Cesar Sentelhas Departamento de Ciências Exatas - Área de Física e Meteorologia DICE - ESALQ / USP Biblioteca VB 0 1333																			
CIDADE <b>São Paulo (Mir.Santana)-SP</b>			ANO <b>1979-2013</b>																
CAD <b>100</b>			LATITUDE <b>-23,5</b>		Tela Normal (CTRL)														
Número de Linhas <b>12</b> Ajustar			NDA inicial <b>1</b>		Tela Inteira (CTRL)														
Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I	ETP						P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
MESES	Dias	°C	mm	horas	mm	mm	Thornthwaite1948						mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan	31	1	22	257,0	13,42	5,82	108,93	148,1	0,0	100,0	0,0	108,9	0,0	148,1					
Fev	28	32	22,4	233,0	13,05	6,57	99,12	133,9	0,0	100,0	0,0	99,1	0,0	133,9					
Mar	31	60	21,7	186,0	12,48	6,56	98,67	87,3	0,0	100,0	0,0	98,7	0,0	87,3					
Abr	30	91	20,4	98,0	11,77	7,85	79,79	16,2	0,0	100,0	0,0	79,8	0,0	16,2					
Mai	31	121	17,9	32,0	11,11	8,24	60,96	21,6	0,0	100,0	0,0	60,4	0,0	21,6					
Jun	30	152	16,4	51,0	10,65	8,29	47,19	3,8	0,0	100,0	0,0	47,2	0,0	3,8					
Jul	31	182	16	62,0	10,57	8,67	46,15	15,9	0,0	100,0	0,0	46,1	0,0	15,9					
Ago	31	213	16,3	50,0	10,92	8,83	53,04	15,0	-3,0	97,0	-3,0	53,0	0,0	0,0					
Set	30	244	17,3	96,0	11,55	7,63	60,70	35,3	0,0	100,0	3,0	60,7	0,0	35,3					
Out	31	274	19,4	143,0	12,24	7,29	77,79	65,2	0,0	100,0	0,0	77,8	0,0	65,2					
Nov	30	305	20,4	153,0	12,91	6,77	87,58	71,4	0,0	100,0	0,0	87,6	0,0	71,4					
Dez	31	335	21,5	212,0	13,36	6,02	103,67	108,3	0,0	100,0	0,0	103,7	0,0	108,3					
<b>TOTAIS</b>			<b>232,9</b>	<b>1629,0</b>			<b>923,0</b>	<b>708,0</b>	<b>0,0</b>	<b>922,9</b>	<b>0,0</b>	<b>706,1</b>							
<b>MEDIAS</b>			<b>19</b>	<b>138</b>			<b>77</b>		<b>±3</b>	<b>77</b>	<b>0</b>	<b>59</b>							

**Figura 4:** Balanço Hídrico de algumas localidades do Estado de São Paulo, com destaque para a quantidade de meses com P-ETP, DEF e EXC durante o período de 1979 a 2013. Fonte: CHELSA e Sentelhas *et al.* (1998).

Foram testados os dados de P-ETP e BHC para dar visibilidade e validação da classificação em outras áreas do conhecimento, como na agronomia, por exemplo.

Os valores de temperaturas mínimas absolutas (fundamentais na determinação dos locais com probabilidade de geadas) foram extraídos das estações climatológicas do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e do INMET. A isoterma de 3,5°C foi estipulada como limite na probabilidade da formação de geada. Esse valor se aproxima do encontrado por Sentelhas *et al.* (1995), onde os mesmos analisaram a diferença dos dados de temperatura mínima do ar junto à relva e a temperatura mínima do ar em abrigo meteorológico em dez locais do estado de São Paulo em noites de geada, sendo o valor médio da diferença igual a 4,1°C, variando de 3,3 a 5,7°C.

Em resultados, na descrição dos subtipos climáticos, todos os valores de precipitação pluviométrica e temperatura do ar foram fornecidos pelo CHELSA, com resolução espacial de 1 km. As altitudes foram coletadas a partir de imagem SRTM, com resolução de 40 metros. Os dados de ETP, déficit e excedente hídricos foram interpolados com IDW de método discreto, a partir dos balanços hídricos das localidades climáticas escolhidas.

As unidades climáticas foram formadas pela interação das hierarquias, dependendo da escala adotada.

A **Tabela 1:** demonstra a conexão das hierarquias climáticas de Novais (2019), com as escalas do clima.

NÍVEL SUPERIOR DA ESCALA CLIMÁTICA					NÍVEL INFERIOR DA ESCALA CLIMÁTICA
ESCALA ZONAL		ESCALA REGIONAL			ESCALAS SUB-REGIONAL E LOCAL
Zona Climática	Clima Zonal	Domínio Climático	Subdomínio Climático	Tipo Climático	Subtipo Climático

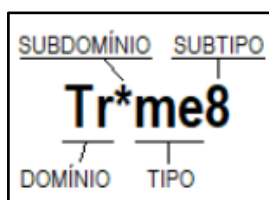
Geralmente a nomenclatura utilizada aparece a partir da 3ª hierarquia (Domínio Climático). Para exemplificar uma unidade climática, é apresentado a localidade de Ribeirão Preto, vista na **Tabela 2**. Uma unidade climática de escala regional, poderia apresentar várias interações hierárquicas, como Tropical Semiseco (3ª e 4ª hierarquias), ou mais localizado como o Tropical Semiseco Meridional do Brasil (3ª, 4ª e 5ª hierarquias). Para um maior detalhamento, a nível de escalas sub-regionais, locais e topográficas, foram criados os Subtipos Climáticos (que levam em consideração as unidades geomorfológicas originadas das morfoesculturas do relevo), os Mesoclimas e os Topoclimas, chegando até a oitava hierarquia da classificação.

**Tabela 2:** Hierarquias Climáticas da localidade de Ribeirão Preto.

Localidade Climática de Ribeirão Preto (SP)	Unidade Climática
1ª Hierarquia – Zona Climática	Quente
2ª Hierarquia – Clima Zonal	Quente
3ª Hierarquia – Domínio Climático	Tropical
4ª Hierarquia – Subdomínio Climático	Semiseco
5ª Hierarquia – Tipo Climático	Meridional do Brasil
6ª Hierarquia – Subtipo Climático	do Planalto do Rio Pardo

Para a identificação das unidades climáticas no mapa do Estado, foi elaborada uma codificação, mostrando a interação hierárquica dos climas. Essa disposição de letras e números foi baseada no código das formas de relevo do Mapa Geomorfológico de Ross e Moroz (2011). Foram utilizadas as unidades geomorfológicas do Banco de Dados de Informações Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-BDIA/IBGE. Na **Figura 5** temos o código da unidade climática *Tropical semiseco meridional, do Planalto do Triângulo Mineiro*. Para o Domínio utilizamos duas letras, “Tr”, uma abreviação de Tropical; o Subdomínio, que é determinado pela quantidade de meses secos, é mostrado por caracteres que vão de “(úmido), ‘(semiúmido), \*(semiseco) e \*\*\*(seco); para o Tipo Climático são empregadas mais duas letras em caixa baixa (me = Meridional do Brasil); e por último, a numeração determinando o Subtipo Climático, em ordem alfabética.





**Figura 5:** Código utilizado na diferenciação das unidades climáticas no mapa.

#### 4. Resultados e discussões

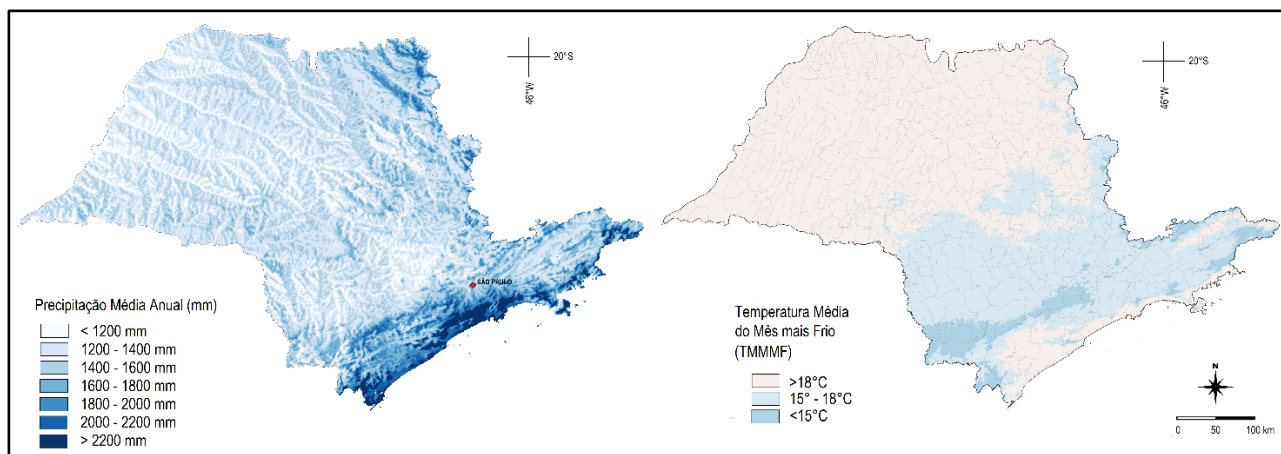
As unidades climáticas de Novais (2019), para o estado de São Paulo, foram obtidas a partir dos dados do CHELSA, que obtiveram um melhor desempenho em relação aos dados das estações meteorológicas, de quantidade melhor e de menor espacialização no território paulista.

A comparação dos dados de chuva do CHELSA com os dados do INMET no estado tiveram uma variação máxima anual de 43 mm a mais para o CHELSA em Paranaíba-MS, e 20 mm a menos para o CHELSA em Castro-PR, sendo que a média da diferença foi de 13 mm anuais. Em Uberaba-MG os dados do INMET com os do CHELSA foram praticamente os mesmos para o período. Já a temperatura do ar média anual teve uma variação máxima de menos 1°C na cidade de São Paulo e 0,5°C em São Carlos, sendo que em 3 localidades a diferença foi zero.

A **Figura 6** mostra a precipitação pluviométrica e a temperatura média do mês mais frio no Estado de São Paulo, a partir de dados do algoritmo CHELSA.

**Tabela 3:** Comparação dos dados termopluviométricos. Fonte: INMET e CHELSA. Legenda: Precipit (precipitação pluviométrica anual em mm), Temp (temperatura média anual em °C).

Localidade- Estado	Alt. (m)	Lat. (°)	Long (°)	INMET (Precipit)	CHELSA (Precipit)	INMET (Temp)	CHELSA (Temp)	Diferenças (Precipit/ Temp)
Uberaba-MG	737	19,73	47,95	1575	1574	22,2	22,2	+1 / 0
Paranaíba-MS	331	19,75	51,18	1386	1429	24,5	24,5	-43 / 0
Votuporanga- SP	503	20,41	49,98	1309	1312	24,2	23,6	-3 / +0,6
Franca-SP	1026	20,58	47,36	1667	1677	21,1	21,1	-10 / 0
Catanduva-SP	570	21,11	48,93	1330	1322	23,0	22,7	+8 / +0,3
Poços Caldas- MG	1150	21,71	46,48	1518	1516	18,2	18,6	+2 / -0,4
São Carlos-SP	856	21,96	47,86	1499	1538	20,6	21,1	-39 / -0,5
Pres. Prudente-SP	436	22,11	51,38	1340	1376	23,2	22,9	-36 / +0,3
São Paulo	792	23,50	46,61	1604	1629	20,0	19,0	-25 / +1,0
Castro-PR	1009	24,78	50,00	1550	1530	17,1	17,6	+20 / -0,5



**Figura 6:** Distribuição média da precipitação pluviométrica e da temperatura média do mês mais frio no estado de São Paulo. Fonte: CHELSA (1979-2013).

Para o estado de São Paulo foram definidas as unidades climáticas até o sexto nível hierárquico, ou seja, Zonas Climáticas, Climas Zonais, Domínios, Subdomínios, Tipos e Subtipos Climáticos, gerando o produto final dessa pesquisa, o Mapa das Unidades Climáticas do Estado de São Paulo (**Figura 7**).

Logo a seguir começa a caracterização e a descrição analítica das unidades climáticas, presentes no mapa, mostrando todas as hierarquias climáticas utilizadas. A Escala Zonal do Clima, de influência astronômica, é apresentada pelas Zonas Climáticas e Climas Zonais. A Escala Regional do Clima é caracterizada pelos Domínios, que são analisados e subdivididos nos itens em Subdomínios (Escala Regional), Tipos (Escala Regional) e Subtipos (Escala Subregional), esse último em forma de quadros.

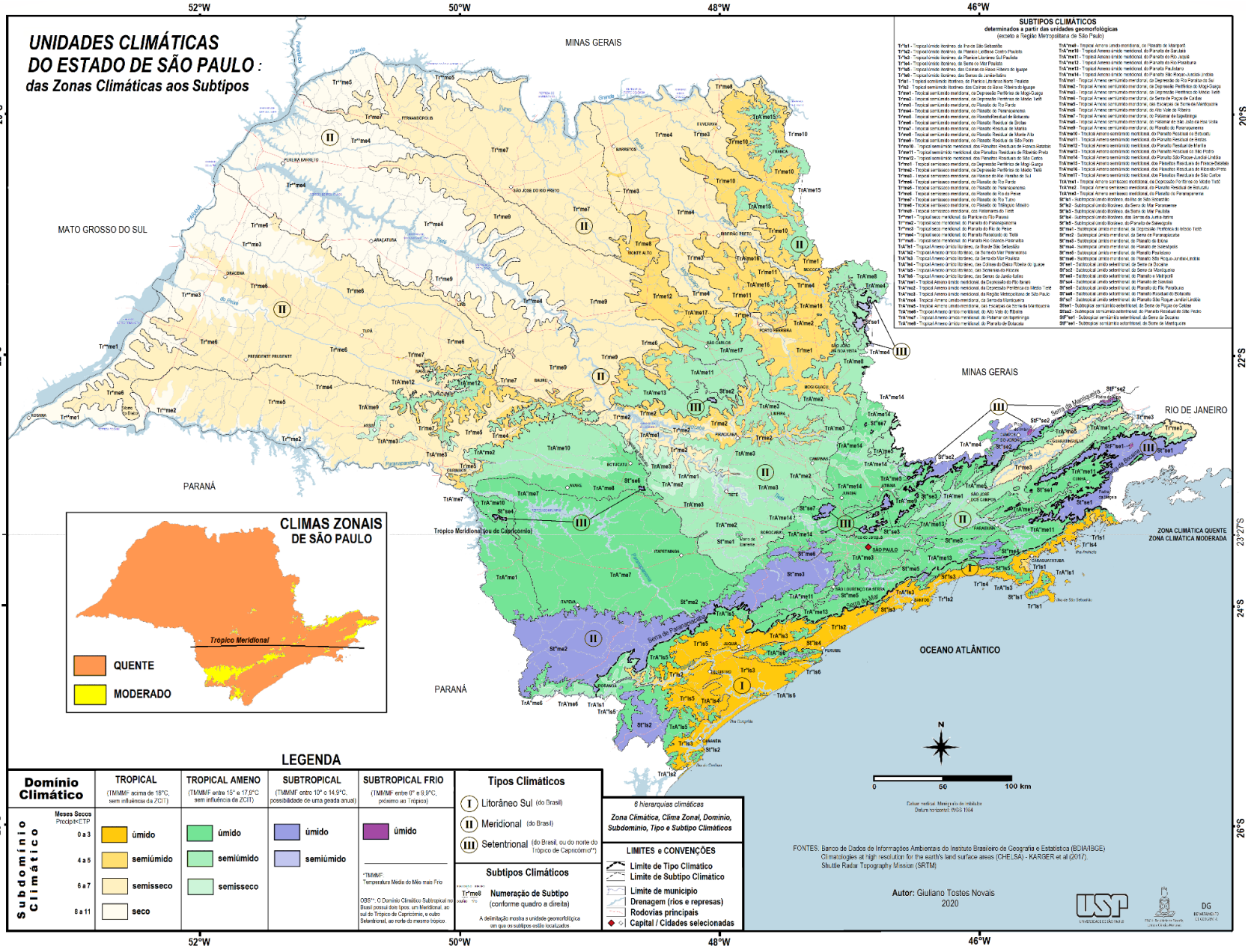


Figura 7: Mapa das Unidades Climáticas do Estado de São Paulo, abrangendo até a 6ª hierarquia de Novais.

#### 4.1. Zonas Climáticas

O Trópico Meridional (ou de Capricórnio) atravessa o Estado de São Paulo, dividindo as Zonas Climáticas em Quente e Moderada. Nessa região há uma alta incidência solar de primavera e verão, com os raios solares chegando ao zênite no final do mês de dezembro.

Para Novais (2019), a Zona Climática Quente, se estende desde os 11°43'30" aos 23°27' de latitude Sul (do Subequador Meridional ao Trópico de Capricórnio). Nesta zona existe um ciclo estacional marcante, porém, combinado com uma insolação anual potencialmente intensa, com o Sol numa distância máxima do zênite de 46°54' norte (final de junho).

A Zona Climática Moderada constitui numa região em que a trajetória média do Sol varia em limites relativamente amplos, de maneira que os contrastes estacionais, no que diz respeito à energia solar, são notáveis. Quanto mais ao sul do trópico de Capricórnio, mais as diferenças ficam marcantes durante as estações (como a duração do dia e da noite), principalmente se comparados com as Zonas Quente e Tórrida. A Zona Climática Moderada é delimitada pelo Trópico de Capricórnio (23°27' sul) e transpõe os limites de São Paulo até atingir uma linha imaginária em torno do paralelo 46°54' sul.

#### 4.2. Climas Zonais

O Clima Zonal pode ultrapassar os limites de sua própria Zona Climática, alterando as condições térmicas em outras Zonas Climáticas, o que acontece com os Climas Moderados da Serra da Mantiqueira, ao norte do Trópico de Capricórnio. O Clima Zonal Tórrido não acontece no território paulista devido a média termal do mês mais frio ser abaixo de 22,5°C. Entre o Clima Zonal Quente e o Clima Zonal Moderado foi estabelecida a isoterma de 15°C para delimitar os dois climas; essa temperatura correlaciona com pelo menos um dia de possibilidade de formação de geada no ano, como demonstrado no artigo de Novais (2017), e também afasta a possibilidade de desenvolvimento e proliferação da maioria dos vetores de enfermidades tropicais. A diferenciação de Climas Zonais nos ajuda a compreender a ação da temperatura nas outras hierarquias climáticas, e como Nimer (1989) mesmo afirma, tínhamos a necessidade de se reconhecer mais variedades de clima quente, levando-se em conta o maior ou menor grau de temperatura. Sendo assim, os Climas Zonais conseguem realizar essa subdivisão térmica no território brasileiro.

O Clima Zonal Quente, de TMMMF entre 18° e 21,8°C é o predominante no Estado. As áreas mais altas do Planalto Atlântico, por influência do resfriamento adiabático do ar, pertencem ao Clima Zonal Moderado, com TMMMF abaixo de 15°C, chegando a 6,8°C na Pedra da Mina.

#### 4.3. Domínios climáticos

Controlados por sistemas atmosféricos de circulação zonal e regional, os Domínios climáticos são os equivalentes das subdivisões dos climas latitudinais de Strahler, por exemplo, mas também, e, principalmente, pela TMMMF. Essa hierarquia climática é a que une os métodos analíticos e genéticos da classificação climática.

Os principais sistemas atmosféricos que atuam no estado são os anticiclones (ASAS e APS) e uma zona de convergência de umidade vinda da Amazônia que se une com o ar úmido do oceano, a ZCAS. As frentes frias provocadas pelo avanço da APS pelo interior do estado, possibilitam a formação de geada na estação de inverno.

Foram encontrados 4 Domínios no estado de São Paulo: *Tropical* (TMMMF acima de 18°C, sem influência da ZCIT, mas com atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul-ZCAS e do Anticiclone ou Alta Subtropical do Atlântico Sul – ASAS), o *Tropical Ameno* (TMMMF entre 15° e 18°C, não tem influência da ZCIT, com atuação das ZCAS e ASAS, áreas elevadas podem sofrer resfriamento adiabático do ar); o *Subtropical* (TMMMF entre 10° e 15°C, influência do Anticiclone Polar, ASAS, também podendo ter um resfriamento adiabático provocado pela altitude); e o *Subtropical Frio* (de TMMMF abaixo de 10°C).

##### 4.3.1 Domínio Climático Tropical

O Domínio Climático Tropical é caracterizado no Estado de São Paulo pelo predomínio das zonas de convergência de umidade na primavera-verão, alinhadas no sentido noroeste-sudeste; e pelo avanço dos anticiclones do Atlântico Sul e Polar Sul, nas estações de outono-inverno.

De Clima Zonal Quente, tem influência da ZCAS e ZCOU nos meses mais úmidos (de outubro a março) e da ASAS no meio do ano. A TMMMF (junho ou julho) varia de 18° a 21,8°C. As temperaturas ficam elevadas a partir do mês de outubro, atingindo os 26,8°C na planície da foz do rio Grande, mas é no mês de fevereiro que a maioria do estado fica mais quente, registrando suas maiores temperaturas médias (27,1°C) no litoral norte paulista.

A precipitação média anual é abundante nas vertentes voltadas para o oceano (acima de 2500 mm), mas decai na medida que se adentra no território paulista. A sazonalidade também é marcada por esse sentido, maior diferença no interior e menor no litoral. A precipitação pluviométrica anual fica entre 1000 e 2530 mm, sendo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais chuvosos. Os valores de excedente hídrico anual variam muito, de 5 mm (no Planalto Rebaixado do Tietê) a 2250 mm (na Ilha de São Sebastião); e o déficit hídrico anual mostra valores entre 0 mm e 320 mm.

Possui os quatro Subdomínios possíveis: úmido (zero a 3 meses secos), semiúmido (4 a 5 meses secos), semisseco (6 a 7 meses secos) e seco (8 a 9 meses secos). No Estado de São Paulo não apareceram áreas com mais de 9 meses secos. O Domínio Tropical tem dois Tipos Climáticos no Estado de São Paulo, o litorâneo e o meridional. 34 subtipos são derivados da combinação das unidades climáticas dentro do Domínio Tropical no Estado, sendo eles apresentados na **Tabela 4**.

**Tabela 4:** Subtipos climáticos de Domínio Tropical no Estado de São Paulo.

Unidade Climática de 5ª Hierarquia	Subtipo Climático	Altitude	TMMMF	Precipitação Média Anual	ETP Média Anual	Excedente Hídrico Anual	Déficit Hídrico Anual	Meses Secos (P-ETP)
		(m)	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Tropical úmido litorâneo sul do Brasil	da Ilha de São Sebastião	0 - 560	18,0 - 20,8	1410 - 2280	1000 - 1350	190 - 1890	0 - 20	0 - 2
	da Planície Litorânea Centro Paulista	0 - 370	18,0 - 20,7	1450 - 2400	1050 - 1350	520 - 1600	0 - 10	0 - 1
	da Planície Litorânea Sul Paulista	0 - 210	18,0 - 19,4	1420 - 2450	1040 - 1240	490 - 2060	0 - 5	0 - 1
	da Serra do Mar Paulista	0 - 620	18,0 - 21,0	1430 - 2430	800 - 1360	280 - 1700	0 - 30	0 - 3
	das Colinas do Baixo Ribeira do Iguape	20 - 500	18,0 - 18,9	1390 - 2500	950 - 1230	460 - 1950	0 - 40	0 - 3
	das Serras da Juréia-Itatins	0 - 340	18,0 - 19,0	1470 - 2410	1050 - 1270	750 - 2100	0 - 5	0
Tropical semiúmido litorâneo sul do Brasil	da Planície Litorânea Norte Paulista	0 - 90	20,0 - 21,2	1400 - 1700	1200 - 1410	90 - 850	10 - 35	4
	das Colinas do Baixo Ribeira do Iguape	20 - 40	18,0 - 18,6	1110 - 1450	990 - 1100	120 - 830	10 - 40	4 - 5
Tropical semiúmido meridional do Brasil	da Depressão Periférica de Mogi-Guaçu	570 - 720	18,0 - 18,9	1180 - 1710	830 - 1210	265 - 980	5 - 135	4 - 5
	da Depressão Periférica do Médio Tietê	510 - 630	18,0 - 18,4	1130 - 1540	950 - 1100	180 - 875	5 - 70	5
	do Planalto do Rio Pardo	600 - 735	19,3 - 19,9	1445 - 1950	1110 - 1240	440 - 880	50 - 140	5
	do Planalto do Paranapanema	495 - 590	18,0 - 18,5	1160 - 1490	1160 - 1190	95 - 420	10 - 110	5
	do Planalto Residual de Botucatu	450 - 520	18,0 - 18,3	1180 - 1500	1095 - 1170	80 - 500	5 - 35	4
	do Planalto Residual de Brotas	465 - 720	18,0 - 19,0	1090 - 1650	1000 - 1090	400 - 775	10 - 35	4

	do Planalto Residual de Marília	490 - 650	18,0 - 18,4	1135 - 1615	1100 - 1205	90 - 500	10 - 120	4
	do Planalto Residual de Monte Alto	530 - 760	18,3 - 19,5	1180 - 1720	1105 - 1245	420 - 510	45 - 145	4 - 5
	do Planalto Residual de São Pedro	500 - 670	18,0 - 18,7	1090 - 1545	1030 - 1100	170 - 530	20 - 85	4 - 5
	dos Planaltos Residuais de Franca-Batatais	550 - 850	18,0 - 20,1	1200 - 1920	990 - 1230	265 - 880	35 - 170	4 - 5
	dos Planaltos Residuais de Ribeirão Preto	560 - 785	18,0 - 18,8	1050 - 1750	1000 - 1050	310 - 770	35 - 135	4 - 5
	dos Planaltos Residuais de São Carlos	540 - 730	18,0 - 19,3	1240 - 1650	1040 - 1210	370 - 720	30 - 95	4 - 5
Tropical semiseco meridional do Brasil	da Depressão Periférica de Mogi-Guaçu	525 - 600	18,4 - 19,3	1110 - 1370	1000 - 1205	300 - 595	70 - 140	6
	da Depressão Periférica do Médio Tietê	440 - 565	18,0 - 19,0	1120 - 1590	1000 - 1180	345 - 880	20 - 90	6
	da Planície do Rio Paraíba do Sul	470 - 630	18,0 - 18,5	1190 - 1505	875 - 1130	340 - 810	20 - 60	6
	do Planalto do Rio Pardo	445 - 665	19,1 - 21,2	1045 - 1890	1050 - 1340	300 - 840	30 - 240	6 - 7
	do Planalto do Paranapanema	400 - 590	18,2 - 19,3	1150 - 1665	1100 - 1270	35 - 400	10 - 110	6 - 7
	do Planalto do Rio do Peixe	320 - 585	18,8 - 20,9	1100 - 1500	1030 - 1280	35 - 430	5 - 240	6 - 7
	do Planalto do Rio Turvo	365 - 620	19,4 - 21,6	1130 - 1600	1240 - 1425	120 - 440	140 - 315	6 - 7
	do Planalto do Triângulo Mineiro	495 - 730	18,2 - 20,7	1200 - 1900	990 - 1120	770 - 955	35 - 90	6
	dos Patamares do Tietê	410 - 650	18,3 - 19,7	1040 - 1545	1200 - 1375	40 - 450	70 - 245	6 - 7
Tropical seco meridional do Brasil	da Planície do Rio Paraná	240 - 380	19,1 - 20,8	1080 - 1320	1100 - 1300	35 - 315	20 - 75	8
	do Planalto do Paranapanema	260 - 365	18,6 - 19,8	1140 - 1340	1100 - 1275	35 - 350	15 - 75	8
	do Planalto do Rio do Peixe	260 - 450	19,6 - 21,7	1000 - 1300	1265 - 1460	30 - 155	120 - 245	8 - 9
	do Planalto Rebaixado do Tietê	280 - 470	19,7 - 21,8	1040 - 1520	1255 - 1460	5 - 260	105 - 260	8 - 9
	do Planalto Rio Grande-Paraná	330 - 475	20,8 - 21,7	1070 - 1530	1260 - 1380	90 - 280	205 - 320	8

#### 4.3.2. Domínio Climático Tropical Ameno

O Tropical Ameno é um Domínio Climático caracterizado pelas suas temperaturas médias mais baixas em relação ao Domínio Tropical. Ocupa todo centro-leste do Estado de São Paulo e pontos mais elevados do Planalto de Franca, no nordeste do Estado. As zonas de convergência de umidade também predominam na primavera e principalmente no verão, mas o avanço dos APS tem uma grande relevância na baixa da TMMMF, sendo sentida desde o extremo sul ao nordeste paulista, com valores entre 15,0 e 17,9°C. Temperaturas mínimas absolutas abaixo de 3,5°C acontecem anualmente em várias áreas de atuação desse Domínio Climático.

O Clima Zonal é Quente, pois sua TMMMF (junho) ainda fica acima de 15°C. A temperatura média do ar sobe a partir de outubro e atinge seu maior valor em fevereiro, com 24,9°C nas escarpas da serra do Mar em Ubatuba.

Possui Subdomínios úmido, semiúmido e semisseco (esse com 6 meses secos). O Domínio Climático Tropical Ameno aparece sob dois Tipos: litorâneo e meridional, e é apresentado em quatro unidades climáticas de 5ª hierarquia no Estado de São Paulo.

A precipitação média anual também é abundante nas vertentes superiores da Serra do Mar, atingindo seu maior valor em Cubatão (2830 mm), decrescendo na direção da Depressão Periférica Paulista (1100 mm). Os valores de excedente hídrico anual variam muito, de 0 a 2120 mm, sendo o déficit hídrico anual ausente no Subdomínio úmido, e de 40 mm no Subdomínio semisseco. A **Tabela 5** mostra os 38 subtipos derivados da combinação das unidades climáticas dentro do Domínio Tropical Ameno no Estado.

**Tabela 5:** Subtipos climáticos de Domínio Tropical Ameno no Estado de São Paulo.

Unidade Climática de 5ª Hierarquia	Subtipo Climático	Altitude	TMMMF	Precipitação Média Anual	ETP Média Anual	Excedente Hídrico Anual	Déficit Hídrico Anual	Meses Secos (P-ETP)
		(m)	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Tropical Ameno úmido litorâneo sul do Brasil	da Ilha de São Sebastião	500 - 1000	15,0 - 17,9	1560 - 2400	700-1000	1000-1900	0 - 5	0
	da Serra do Mar Paranaense	90 - 500	15,0 - 17,9	1990 - 3200	600-860	1050-2290	0	0
	da Serra do Mar Paulista	305 - 1010	15,0 - 17,9	1630 - 2830	86 - 1100	350-1800	0 - 10	0 - 2
	das Colinas do Baixo Ribeira do Iguape	130 - 690	15,6 - 17,9	1590 - 2530	820 - 1225	500-1690	0 - 5	0 - 1
	das Serranias do Ribeira	200 - 761	15,0 - 17,9	1220 - 2640	650 - 950	300-2120	0 - 10	0 - 3
	das Serras Juréia-Itatins	260 - 770	15,0 - 17,9	1580 - 2810	700 - 1200	750-2100	0 - 10	0
Tropical Ameno úmido meridional do Brasil	da Depressão do Rio Itararé	460 - 775	15,0 - 17,9	1030-1805	890 - 1205	250 - 900	0 - 5	0 - 3
	da Depressão Periférica do Médio Tietê	705 - 840	15,0 - 16,9	1360-1640	750 - 1000	340 - 1040	5 - 30	3
	da Região Metropolitana de São Paulo	720 - 955	15,0 - 16,8	1265-2270	790 - 935	120 - 1055	0 - 5	0 - 1
	da Serra da Mantiqueira	850 - 1000	15,0 - 16,4	1105-1700	600 - 650	890 - 1100	0 - 5	0 - 1
	das Escarpas da Serra da Mantiqueira	645 - 1110	15,0 - 17,3	1140-1845	605 - 1000	170 - 1705	0 - 10	0 - 3
	do Alto Vale do Ribeira	100 - 700	15,0 - 17,9	1100-1795	760 - 1205	80 - 880	0 - 10	1 - 3
	do Patamar de Itapetininga	475 - 880	15,0 - 17,9	1040-1805	795 - 1070	65 - 785	0 - 30	0 - 3
	do Planalto de Botucatu	650 - 950	15,0 - 17,1	1190-1790	890 - 1140	70 - 890	0 - 30	0 - 3
	do Planalto de Mairiporã	735 - 1140	15,0 - 16,9	1165-1810	690 - 930	115 - 1010	0 - 5	0 - 1
	do Planalto de Sarutaiá	530 - 875	15,0 - 17,6	1210-1775	900 - 1050	200 - 776	0 - 5	0 - 1
	do Planalto do Rio Juquiá	210 - 840	15,0 - 17,9	1220 2105	695 - 1005	450 - 1500	0 - 10	0 - 1
	do Planalto do Rio Paraibuna	665 - 1035	15,0 - 16,8	1195-2235	665 - 1030	205 - 1330	0 - 20	0 - 2
do Planalto	575 -	15,0 -	1280-2900	730 -	205 - 2100	0 - 20	0 - 2	

	Paulistano	1000	17,4		1030			
	do Planalto São Roque-Jundiá-Lindóia	600 - 1145	15,0 - 17,8	1035-2000	710 - 970	490 - 1190	0 - 10	0 - 3
Tropical Ameno semiúmido litorâneo sul do Brasil	das Serranias do Ribeira	80 - 700	15,6 - 17,9	1135-1835	930 - 1205	10 - 305	10 - 40	4
Tropical Ameno semiúmido meridional do Brasil	da Depressão do Rio Paraíba do Sul	590 - 1135	15,0 - 17,9	1125-2005	760 - 1135	205 - 910	20 - 60	4 - 5
	da Depressão Periférica de Mogi-Guaçu	620 - 825	17,1 - 17,9	1240-1830	990 - 1200	290 - 490	5 - 70	4 - 5
	da Depressão Periférica do Médio Tietê	465 - 800	15,0 - 17,9	1030-1595	960 - 1145	105 - 645	15 - 70	4 - 5
	da Serra de Poços de Caldas	920 - 1160	15,0 - 16,8	1245-2125	700 - 795	980 - 1390	0 - 30	4
	das Escarpas da Serra da Mantiqueira	650 - 1200	15,0 - 17,9	1195-1805	705 - 1175	420 - 1475	0 - 45	4 - 5
	do Alto Vale do Ribeira	130 - 360	15,2 - 17,9	1070-1650	900 - 1050	25 - 400	10 - 40	4
	do Patamar de Itapetininga	495 - 670	17,2 - 17,9	1165-1295	900 - 1000	610 - 750	0 - 20	4
	do Patamar de São João da Boa Vista	650 - 1150	15,0 - 17,9	1240-2000	700 - 1070	275 - 1070	0 - 50	4 - 5
	do Planalto do Paranapanema	545 - 615	17,7 - 17,9	1600-1650	1190 - 1230	40 - 200	40 - 65	5
	do Planalto Residual de Botucatu	480 - 750	16,3 - 17,9	1175-1600	950 - 1170	75 - 170	0 - 40	4 - 5
	do Planalto Residual de Brotas	650 - 900	16,5 - 17,9	1140-1800	900 - 1000	450 - 900	0 - 20	4
	do Planalto Residual de Marília	560 - 735	17,2 - 17,9	1200-1650	1100 - 1200	190 - 500	10 - 90	4 - 5
	do Planalto Residual de São Pedro	660 - 980	15,0 - 17,9	1200-1860	890 - 1015	400 - 940	0 - 20	4 - 5
	do Planalto São Roque-Jundiá-Lindóia	570 - 1080	15,0 - 17,1	1035-2030	835 - 1030	480 - 1190	0 - 30	4 - 5
	dos Planaltos Residuais de Franca-Batatais	800 - 1070	16,3 - 17,9	1380-2150	910 - 1050	630 - 1000	30 - 70	4 - 5
	dos Planaltos Residuais de Ribeirão Preto	785 - 990	16,7 - 17,9	1390-1910	950 - 1050	450 - 800	20 - 50	4
	dos Planaltos Residuais de São Carlos	750 - 1050	16,2 - 17,9	1230-1830	990 - 1090	670 - 790	10 - 35	4 - 5



### 4.3.3. *Domínio Climático Subtropical*

No Estado de São Paulo é que o Domínio Climático Subtropical ultrapassa o Trópico de Capricórnio, em direção norte-nordeste, chegando até ao Espinhaço em Minas Gerais. A presença constante do ar mais frio, ocasionado pelas altitudes das serras de Paranapiacaba, do Mar, Bocaina e principalmente da Mantiqueira; faz, juntamente com os avanços constantes do APS, criar uma área subtropical em meio a Zona Climática Quente do Planeta. As zonas de convergência de umidade também estão presentes na primavera-verão, quando a incidência solar chega ao zênite, ou próximo disso.

Pertence ao Clima Zonal Moderado por possuir TMMMF (julho) abaixo de 15°C. Uma característica notada por esse Domínio é a possibilidade de ocorrência de formação de geadas anuais, como verificadas nas estações meteorológicas da área, que em alguns casos registraram centenas de valores abaixo de 3,5°C no período climatológico de 1981 a 2015.

O acumulado médio de chuva anual atinge os maiores valores do Estado, com mais de 3200 mm, nas encostas da serra do Mar, de Mongaguá a Bertiooga e nos Picos da Ilha do Cardoso. A precipitação pluviométrica não é distribuída uniformemente pelo ano, mas há alguma precipitação em todos os meses, apesar da queda na estação de inverno. A ETP é baixa, com valores entre 475 e 1000 mm anuais, sendo que o balanço hídrico tem uma reserva de água constante no sistema, pois seu déficit é zero e os excedentes, sempre acima de 400 mm, podem chegar a 2000 mm no Planalto Paulistano.

Possui 2 Subdomínios: um úmido, de zero a 3 meses secos, que predomina na maioria absoluta da área subtropical do Estado; e outro semiúmido (4 meses secos), que aparece no topo da serra de São Pedro e nas encostas ocidentais do Planalto de Poços de Caldas. O Domínio Subtropical possui 3 Tipos Climáticos no Estado de São Paulo: um Litorâneo, situado próximo ao oceano; um Meridional, ao sul do trópico; e outro Setentrional, ao norte do mesmo. 19 subtipos são derivados da combinação das unidades climáticas dentro do Domínio Subtropical no Estado, sendo eles apresentados na **Tabela 6**.

**Tabela 6:** Subtipos climáticos de Domínio Subtropical no Estado de São Paulo.

Unidade Climática de 5ª Hierarquia	Subtipo Climático	Altitude	TMMMF	Precipitação Média Anual	ETP Média Anual	Excedente Hídrico Anual	Déficit Hídrico Anual	Meses Secos (P-ETP)
		(m)	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Subtropical úmido litorâneo sul do Brasil	da Ilha de São Sebastião	945 - 1355	13,2 - 14,9	1885 - 2545	645 - 900	1350 - 1910	0	0
	da Serra do Mar Paranaense	670 - 1280	11,7 - 14,9	1360 - 2745	600 - 990	900 - 2300	0	0
	da Serra do Mar Paulista	890 - 1130	14,0 - 14,9	2300 - 3240	730 - 900	1850 - 2400	0	0
	das Serras Juréia-Itatins	705 - 1420	11,5 - 14,9	1950 - 2950	580 - 1000	850 - 2150	0	0
	do Planalto de Salesópolis	910 - 1315	13,5 - 14,9	1630 - 2520	660 - 890	940 - 1895	0	0
Subtropical úmido meridional do Brasil	da Depressão Periférica do Médio Tietê	830 - 985	14,8 - 14,9	1595 - 1680	790 - 810	1000 - 1190	0	3
	da Serra de Paranapiacaba	690 - 1330	12,4 - 14,9	1110 - 2225	650 - 875	400 - 1000	0	0 - 1
	do Planalto de Ibiúna	700 - 1215	12,9 - 14,9	1240 - 2280	640 - 810	1000 - 1555	0	0
	do Planalto de Salesópolis	905 - 1315	13,5 - 14,9	1540 - 2520	660 - 970	750 - 1895	0	0 - 2
	do Planalto Paulistano	780 - 1185	14,0 - 14,9	1900 - 2900	730 - 905	800 - 2200	0	0
	do Planalto São Roque-Jundiá-Lindóia	820 - 1135	14,0 - 14,9	1380 - 1930	765 - 925	720 - 1200	0	0
Subtropical úmido setentrional do Brasil	da Serra da Bocaina	910 - 1800	10,0 - 14,9	1395 - 2640	645 - 910	500 - 1685	0	0 - 1
	da Serra da Mantiqueira	1050 - 1890	10,0 - 14,9	1435 - 2210	475 - 800	400 - 1680	0	0 - 3
	do Planalto de Mairiporã	960 - 1420	13,1 - 14,9	1380 - 1980	700 - 800	600 - 1100	0	0 - 1
	do Planalto de Sarutaiá	800 - 950	14,8 - 14,9	1445 - 1760	800 - 920	700 - 810	0	0
	do Planalto do Rio Paraibuna	990 - 1250	14,6 - 14,9	1620 - 1880	670 - 945	500 - 1400	0 - 5	0
	do Planalto Residual de Botucatu	920 - 1005	14,8 - 14,9	1640 - 1785	850 - 880	840 - 890	0	0
	do Planalto São Roque-Jundiá-Lindóia	830 - 1310	13,4 - 14,9	1290 - 2100	700 - 840	1000 - 1200	0	0
Subtropical semiúmido setentrional do Brasil	da Serra de Poços de Caldas	1265 - 1560	13,3 - 14,9	1440 - 2170	710 - 800	1320 - 1480	0	4

#### 4.3.4. Domínio Climático Subtropical Frio

Domínio Climático predominante nas áreas mais altas do relevo de São Paulo (acima de 1800 metros de altitude), localizadas nas serras da Mantiqueira (entorno dos picos da Pedra da Mina, Marins, Itapeva e Imbirí) e da Bocaina (topo). Esse Domínio também ultrapassa o Trópico de Capricórnio, em direção norte, e tem seu tipo setentrional. As ocorrências de geadas são semanais no final da estação de outono, em todo o inverno e início da primavera.

A presença da ZCAS na primavera-verão, torna as encostas das serras grandes receptoras de precipitação pluviométrica, com grandes possibilidades de deslizamento de terras saturadas por água. Pertence ao Clima Zonal Moderado com as menores TMMMF, que ocorre no mês de julho, e ficam abaixo de 10,0°C, chegando a 6,8°C no Pico dos Marins, segundo os valores do pixel localizado nas coordenadas geográfica do topônimo.

O acumulado médio de chuva anual ultrapassa os 2000 mm, e em nenhum mês do ano ela é menor que a ETP, que possui os menores valores do Estado, sempre abaixo de 500 mm. Possui apenas um Subdomínio: úmido, com nenhum mês seco. Na **Tabela 7**, somente 2 subtipos são derivados do Domínio Subtropical Frio no Estado.

**Tabela 7:** Subtipos climáticos de Domínio Subtropical Frio no Estado de São Paulo.

Unidade Climática de 5ª Hierarquia	Subtipo Climático	Altitude	TMMMF	Precipitação Média Anual	ETP Média Anual	Excedente Hídrico Anual	Déficit Hídrico Anual	Meses Secos (P-ETP)
		(m)	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Subtropical Frio úmido setentrional do Brasil	da Serra da Bocaina	1800 - 2050	9,8 - 9,9	2375 - 2450	440 - 455	1930 - 1955	0	0
	da Serra da Mantiqueira	1780 - 2800	6,8 - 9,9	1660 - 2205	285 - 475	1700 - 1895	0	0

#### Conclusões

De acordo com os resultados alcançados, podemos verificar que o oeste do estado possui um clima mais seco do que mostrado em outras classificações climáticas, devido principalmente a metodologia de mês seco utilizada por Novais (2019), que faz a ETP ter um grande peso na quantidade de água disponível no sistema solo-planta-atmosfera. Os Domínios Subtropical e Subtropical Frio aparecem ao norte do trópico, mostrando o avanço das características climáticas extratropicais nas regiões serranas da Mantiqueira e Bocaina, aproveitando a maior elevação do relevo, que provoca o resfriamento adiabático do ar.

A delimitação mais precisa das unidades climáticas através das unidades geomorfológicas, diferenciam essa classificação e permite um melhor entendimento regional, sub-regional e local do clima. A caracterização e a descrição analítica das unidades climáticas, mostra a importância da divisão em hierarquias, e elimina o problema do aparecimento de climas iguais em locais diferentes do estado, do país e do globo. A escala zonal do clima, de influência astronômica, é apresentada pelas primeiras hierarquias, ou seja, Zonas Climáticas e Climas Zonais. A escala regional do clima é caracterizada pelos Domínios e Subdomínios, e a escala sub-regional é exibida pelos Subtipos Climáticos.

A metodologia da classificação climática aplicada ao Estado de São Paulo pode ser aplicada no auxílio a atividades de planejamentos ambientais e regionais, pois mostra a entrada e saída da água no sistema solo-planta-atmosfera, além da duração de sistemas meteorológicos que modificam as condições atmosféricas na área estudada. O detalhamento das unidades climáticas, até o nível da sexta hierarquia, fornece mais elementos para o estudo do clima no local analisado. Para a aplicação didática no ensino podemos destacar a facilidade da nomenclatura climática, com termos associados a elementos e fatores climáticos. O Domínio Tropical Ameno, por exemplo, sugere uma temperatura do ar mais baixa em relação ao Domínio Tropical, e abrange a antiga área de clima Tropical de Altitude proposta por Conti (1975). Já os Domínios Subtropical e Subtropical Frio, se diferenciam dos presentes na Região Sul do Brasil através dos Tipos, principalmente os que estão ao norte (Setentrional) do Trópico de Capricórnio, daqueles ao sul (Meridional) do mesmo trópico. Para a distinção da quantidade de meses secos, os Subdomínios mostram a diferença entre a precipitação pluviométrica mensal e a ETP mensal, de equação simples. A codificação sugerida pelo Professor Jurandyr Ross, seguindo o trabalho de Ross e Moroz (1996), simplificou toda a nomenclatura do sistema

classificatório e também ajudou a localizar com maior facilidade as menores unidades climáticas (Subtipos) no mapa.

O mapa final das unidades climáticas é muito complexo, para ser analisado detalhadamente em apenas um artigo, por isso, sugeríamos um relatório técnico futuramente, que seria utilizado por institutos e secretarias de estado, por exemplo.

Estudos de expansão territorial desse modelo de classificação climática já estão sendo desenvolvidos, e servirão para um melhor entendimento da espacialização das unidades climáticas para o continente sul-americano. Para os níveis inferiores da escala climática, a metodologia pode ser aplicada em estudos específicos em nível de bacias hidrográficas intrarregionais, sub-bacias e microbacias, ajudando a entender a diferenciação climática de cada área do território estudado.

### Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo, pela seleção do meu trabalho dentre os Projetos de Estágio de Pós-Doutorado, para submissão na Revista do Departamento de Geografia. À Universidade Estadual de Goiás (UEG), instituição de Ensino a qual sou vinculado.

O segundo autor agradece ao CNPq pelo apoio na forma de bolsa de pesquisa e produtividade.

### Referências

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* Vol. 22 No. 6 (2013), p. 711 – 728 published: Dec 1, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

CONTI, J. B. Circulação Secundária e Efeito Orográfico na Gênese das Chuvas na Região Lesnordeste Paulista. USP. *Instituto de Geografia*, 85p. 1975.

DUBREUIL, V.; FANTE, K.P; SANT'ANNA NETO, J.L. Os tipos de climas anuais no Brasil : uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Revista Franco-Brasileira de Geografia*. n.37, 2018.

GALVANI, E.; AZEVEDO, T.R. **A frente polar atlântica e as características de tempo associadas.** Textos do Laboratório de Climatologia e Biogeografia – Departamento de Geografia / FFLCH / USP – Série TA – Texto 018. 2015.

GAUSSEN, H.; BAGNOULS, F. Saison sèche et indice xéothermique. *Soc. Hist. Nat. Toulouse*, França: Université de Toulouse, Faculté des Sciences, 88. p. 193-240. 1953.

KARGER, D.N., CONRAD, O., BÖHNER, J., KAWOHL, T., KREFT, H., SORIA-AUZA, R.W., ZIMMERMANN, N.E., LINDER, H.P., KESSLER, M. CHELSA - Dados de Climatologia em alta resolução para as áreas terrestres. In: Dryad Digital.Repository. 2017.

FENG, Y.; DU, S. **Climate changes and landscape responses of China during the past 40 years (1979-2018) under Köppen-Geiger Climate Classification.** Lab: Shihong Du's Lab, Yuning Feng Shihong Du. *Conference: ISPRS*. August, 2020.

MAHMUD, K.H.; ABID, S.B. **Development of a Climate Classification Map for Bangladesh Based on Koppen's Climatic Classification.** The Jahangirnagar University Review, Part II: Social Sciences, Vol. XXXIX, 2015.

MARTINELLI, M. Atlas do Estado de São Paulo. *Revista Franco-Brasileira de Geografia*. n.7, 2009.

MARTINELLI, M. Clima do Estado de São Paulo. *Revista Franco-Brasileira de Geografia*. n.8, 2010.

MONTEIRO, C. A. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo.** Instituto de Geografia - USP, São Paulo. 1973.

NÓBREGA, R.S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. *Revista Brasileira de Geografia Física* 03. p.18-22. Recife, 2010. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v3i1.232646>

NOVAIS, G.T. **Classificação Climática aplicada ao Bioma Cerrado**. Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. 2019.

NOVAIS, G.T. Distribuição média dos Climas Zonais no Globo: estudos preliminares de uma nova classificação climática. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.10, n.5, p. 1614-1623, 2017. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v.10.5.p1614-1623>

NOVAIS, G. T. Classificação Climática aplicada ao Estado de Goiás e ao Distrito Federal, Brasil: Climate Classification applied to the State os Goiás and the Federal District, Brazil. **Boletim Goiano de Geografia**, 40(01), 1-29, 2020. <https://doi.org/10.5216/bgg.v40.62297>

ROCHA, F.B.; ARAVÉQUIA, J.A.; RIBEIRO, B.Z. Estudo de Ciclones e de Padrões de Circulação Atmosférica no Oceano Atlântico Sul Próximo à Costa das Regiões Sul e Sudeste do Brasil usando Dados da Reanálise do Era-Interim. **Revista Brasileira de Meteorologia**, vol.31, n.º.2 São Paulo Abr./Jun 2016. <https://doi.org/10.1590/0102-778631220140151>

ROLIM, G.S.; Camargo, M.B.P.; Lania, D.G.; Moraes, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Revista Bragantia**. V.66, n.4, Campinas, 2007.

ROSS, J. L. S., MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, 10, 41-58, 1996. <https://doi.org/10.7154/RDG.1996.0010.0004>

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.1. n.1. p.43-60, dez 2005.

SENTELHAS, P.C.; ORTOLAN, A.A.; PEZZOPANE, J.R.M. Estimativa da temperatura mínima de relva e da diferença de temperatura entre o abrigo e a relva em noites de geada. **Revista Bragantia**. v.54. n.2. 1995. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051995000200023>

SENTELHAS, P.C., ROLIM, G.S., BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n.1, p133-137, 1998.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do estado de São Paulo**. São Paulo: CIBPU, 1966.

SCHWARZMAIER, G.; Mayer, H. Regionalization of Global runoff data by cluster analysis. **Meteorologische Zeitschrift**. Vol. 1 No. 6 (1992), p. 269 – 275.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p.



Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual (CC BY-NC-SA)*.