

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: REVISÃO, REANÁLISE E REFLEXÕES

Edson Soares Fialho¹

Lilian Aline Machado²

367

Resumo. Este trabalho utilizou o sistema de classificação climática para o estado do Rio de Janeiro, baseado em um mapeamento que leva em consideração as unidades climáticas criadas por Novais e Machado (2023). Essa classificação possui uma hierarquia, dividida em: (1ª) Zona Climática, (2ª) Clima Zonal, (3ª) Domínio, 4ª) Subdomínio e (5ª) Tipo. A temperatura média do mês mais frio é a principal variável térmica utilizada. A mesma é obtida por dados de reanálise com resolução espacial de 1 km, fornecida pelo algoritmo CHELSA, que também fornece os valores de precipitação e temperatura do ar mensais de 1981 a 2018. Pela classificação climática adotada, o estado do Rio de Janeiro está em uma Zona Climática Quente (ao norte do Trópico de Capricórnio). Os Climas Zonais também são o Quente e o Moderado, mas com influência da temperatura. O Estado do Rio está em uma faixa de transição de 4 tipos climáticos, subdivididos em 5 Domínios no Estado: Tropical, Tropical Ameno, Subtropical, Temperado e Semiárido. Esses Domínios foram divididos em 4 Subdomínios climáticos, levando em conta a quantidade de meses secos (úmido, semiúmido, semisseco e seco), que em intersecção aos tipos definidos no estado totalizam 35 unidades climáticas.

Palavras-chave: Clima; Hierarquia; Tipologia; Rio de Janeiro; Espacialização.

CLIMATE CLASSIFICATION OF THE STATE OF RIO DE JANEIRO: REVIEW, REANALYSIS AND REFLECTIONS

Abstract. This work used the climate classification system for the state of Rio de Janeiro, based on mapping that takes into account the climate units created by Novais and Machado (2023). This classification has a hierarchy, divided into: (1st) Climate Zone, (2nd) Zonal Climate, (3rd) Domain, (4th) Subdomain and (5th) Type. The average temperature of the coldest month is the main thermal

¹Professor Associado IV, Departamento de Geografia, PPGeo UFV/UFES, Universidade Federal de Viçosa, fialho@ufv.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1162-632X>

²Geógrafa e Doutora em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, lilian.aline,machado@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7827-7582>

variable used. This is obtained from reanalysis data with a spatial resolution of 1 km, provided by the CHELSA algorithm, which also provides monthly precipitation and air temperature values from 1981 to 2018. According to the climate classification adopted, the state of Rio de Janeiro is in a Warm Climate Zone (north of the Tropic of Capricorn). The Zonal Climates are also Warm and Moderate, but with a temperature influence. The state of Rio is in a transition zone of 4 climatic types, subdivided into 4 Domains in the state: Tropical, Mild Tropical, Subtropical, Temperate and Semi-arid. These Domains were divided into 5 climatic Sub-Domains, taking into account the number of dry months (humid, semi-humid, semi-dry and dry), which, according to the types defined in the state, total 35 climatic units .

Keywords: Climate; Hierarchy; Typology; Rio de Janeiro; Spatialisation.

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL ESTADO DE RÍO DE JANEIRO: REVISIÓN, REANÁLISIS Y REFLEXIONES

Resumen. En este trabajo se utilizó el sistema de clasificación climática del estado de Río de Janeiro, basado en una cartografía que tiene en cuenta las unidades climáticas creadas por Novais y Machado (2023). Esta clasificación tiene una jerarquía, dividida en: (1ª) Zona Climática, (2ª) Clima Zonal, (3ª) Dominio, (4ª) Subdominio y (5ª) Tipo. La temperatura media del mes más frío es la principal variable térmica utilizada. Esta se obtiene a partir de datos de reanálisis con una resolución espacial de 1 km, proporcionados por el algoritmo CHELSA, que también proporciona valores mensuales de precipitación y temperatura del aire desde 1981 hasta 2018. De acuerdo con la clasificación climática adoptada, el estado de Río de Janeiro se encuentra en una Zona Climática Cálida (al norte del Trópico de Capricornio). Los Climas Zonales también son Cálidos y Moderados, pero con influencia de la temperatura. El estado de Río se encuentra en una zona de transición de 4 tipos climáticos, subdivididos en 4 Dominios en el estado: Tropical, Tropical Suave, Subtropical y Semiárido. Estos Dominios se dividieron en 5 Subdominios climáticos, teniendo en cuenta el número de meses secos (húmedo, semihúmedo, semiseco y seco), los cuales, según los tipos definidos em el estado, suman 35 unidades climáticas.

Palabras clave: Clima; Jerarquía; Tipología; Río de Janeiro; Espacialización.

Introdução: A Classificação climática em tempos de mudanças.

A temática da classificação climática, no âmbito da ciência geográfica, apresentou um grande desenvolvimento, durante as décadas de 1950 a 1960, quando algumas aplicações do modelo do Köppen foram replicadas para o território brasileiro e para diferentes estados. Dentre eles pode-se citar: Bernardes (1951 e 1952), Rolim *et al.*, (2007) e Martins *et al.* (2021).

Apesar de, ao longo do tempo, ter sido quase que esquecida, em função do uso de parâmetros climáticos dinâmicos, como no método de classificação de *Strahler*, atualmente, a mesma volta a ser reutilizada em um contexto onde o debate acerca das mudanças climáticas surge como pauta do debate científico. O modelo proposto de *Köppen*, ao ser reutilizado com base de informações em dois períodos distintos, como duas normais climatológicas sequenciais, passa a ser um parâmetro de identificação de início de mudanças climáticas (ALVARES *et al.*, 2013 e DUBREIL *et al.*, 2018).

Apesar das críticas apresentadas por Gomes (2006), existe na contemporaneidade um resgate do uso do método das classificações climáticas na ciência geográfica, condição que consideramos pertinente e, por que não dizer, necessária. As preocupações acerca das repercussões espaciais dos eventos climáticos, sejam eles extremos ou habituais, nas escalas local, regional e global vêm ganhando relevância no debate social-econômico-político-ambiental.

Cabe aqui esclarecer ainda que, de acordo com Nascimento *et al.* (2016), possivelmente pela sua maneira dinâmica e abrangente em diferenciar os tipos climáticos do planeta, o sistema classificatório formulado por *Strahler* é um dos mais usados (juntamente com o de *Köppen*), tanto no ambiente científico como no cotidiano das pessoas, e por isso mesmo é muito divulgado em livros didáticos:

Baseado na gênese dos regimes das massas de ar e nos elementos climáticos de precipitação e temperatura, o autor divide os climas do globo terrestre em três principais grupos: os climas das latitudes baixas, controlados pelas massas de ar equatoriais e tropicais; os climas das latitudes médias,

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de Janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

Doi: [10.51308/continentes.v1i23.213](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i23.213)

controlados pelas massas de ar tropicais e polares; os climas das latitudes altas, controlados pelas massas de ar polares (2016; p. 71).

Nóbrega (2010) faz algumas críticas em relação à classificação de *Strahler*: Embora esta pareça ser uma abordagem válida, no entanto, requer uma compreensão detalhada dos tipos e as características das massas de ar em diferentes partes do globo. É verdade que uma massa de ar ideal de um determinado tipo deve possuir determinadas características básicas.

No entanto, não há garantia de que os efeitos reais de tal massa seja idêntica ao longo de todo o seu percurso, uma vez que as massas são dinâmicas, associadas a circulação geral da atmosfera. Além disso, as variações locais, que podem ser muito significativas em algumas áreas, dificilmente podem ser reconhecidas no sistema de *Strahler*. E por fim, ambos atuam até escalas regionais.

Com base nisso, segundo Silva e Jardim (2018, p. 826), quando se trata de verificar o fato climático, a primeira questão que se coloca refere-se à abrangência das variações dos elementos climáticos, ou seja, até onde podem ser estendidas as condições verificadas numa dada localidade? Qual a representatividade espacial e temporal do dado recolhido em campo e/ou obtido de uma estação meteorológica?

Por mais detalhada que seja uma pesquisa, é impossível cobrir toda a área de estudo com mensurações de qualquer natureza, a não ser em espaços de dimensões muito reduzidas. Por outro lado, quando se trata de objetos da dimensão de continentes, ganha-se em termos de compreensão do quadro geral, mas a informação de detalhe desaparece. O mesmo se aplica à escala temporal, desde fenômenos de escala horária como as “ilhas de calor” até a inclusão na análise de várias décadas de dados meteorológicos para definição de anos secos e chuvosos. Disso resulta a necessidade de se compreender o objeto em diferentes escalas.

As unidades climáticas (assim como qualquer unidade espacial) representam sistemas conforme discute Jardim (2010; 2015), resultado de interações entre fatores (oceanos, relevo, vegetação etc.) e elementos atmosféricos (temperatura, umidade, pressão etc.), podendo ser identificadas por meio de (relativa) homogeneidade espacial dos objetos

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de Janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

Doi: [10.51308/continentes.v1i23.213](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i23.213)

constituintes (MONTEIRO, 2001) e, portanto, de mecanismos e processos que atuaram sobre esses objetos.

Todavia, os problemas relacionados à disponibilidade de informações climatológicas ainda persistem, o que pode resultar em generalizações equivocadas. Por outro lado, a possibilidade de utilização de dados de reanálise, disponibilizados em diferentes plataformas e escalas, podem, de certa maneira, contribuir para a melhora da delimitação das unidades climáticas, uma vez que, esses dados resultam de um reprocessamento de observações climáticas que usam sistemas de previsão do tempo e técnicas de assimilação de dados observacionais objetivando obter uma descrição abrangente da circulação atmosférica utilizando a maior quantidade de informação possível (DEE *et al.*, 2014). Corroborando tal fato, Fialho e Santos (2022) argumentam, que tal proposta permite, por meio de sua hierarquização climática e da utilização dos dados de reanálise, delimitar unidades climáticas em locais com pouca ou nenhuma informação climatológica.

Atualmente, muitos estudos que propõem aprimorar o método de regionalização climática, apresentam uma tendência de atender as especificidades do interesse dos estudos, como a distribuição espacial de uma determinada espécie, segundo as condições biológicas das mesmas. O mesmo se aplica para outros interesses, onde perde-se a dimensão da paisagem.

Assim, o presente trabalho, apresenta a classificação climática de Novais e Machado (2023) aplicada ao Estado do Rio de Janeiro, a qual utiliza a modelagem cartográfica e de dados de reanálise como forma de produzir uma classificação calcada no máximo aproveitamento dos dados disponíveis para a região, em uma resolução espacial de 1km². Na região Sudeste, esta é a única Unidade da Federação onde ainda não foi aplicada a nova proposta de Novais, uma vez que já foram desenvolvidos estudos aplicados à São Paulo (NOVAIS; GALVANI, 2022), Espírito Santo (OLIVEIRA, 2023) e Minas Gerais (PIMENTA, 2023).

Estado do Rio de Janeiro: Compreendendo as escolhas espaciais

O presente trabalho é uma continuidade dos trabalhos de pesquisa sobre a temática de classificação climática que publicou em 2018, um capítulo intitulado: O clima urbano e sua contribuição ao planejamento da cidade por meio da elaboração de mapas climáticos, inserido na obra: *A climatologia geográfica no Rio de Janeiro: reflexões, metodologias e técnicas para uma agenda de pesquisa*, organizado por Antônio Oscar Junior e Núbia Beray. Nesse trabalho, foi realizado um resgate dos estudos de classificação climática, na cidade do Rio de Janeiro, como base nas propostas de Köppen, Thornthwaite e Brandão.

No ano de 2020, em ano de pandemia, o projeto de Classificação climática foi incorporado ao esforço conjunto com o Professor Giuliano Novais, da Universidade do Estado de Goiás, campus Formosa. O mesmo nos convidou para fazer parte de um projeto maior, mas dentro da mesma temática, como também estreitamos parceria com Lilian Machado, Geógrafa e Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Hoje participamos do projeto: Classificação climática aplicada ao território brasileiro, que tem apoio do CNPQ, coordenado pelo Prof. Giuliano Novais.

Dando continuidade à pesquisa, agora considerando a proposta de Novais (2019) modificada por Novais e Machado (2023), adentraremos na seara do Estado do Rio de Janeiro, que, atualmente passando por um agravamento dos problemas socioeconômicos e acirramento de conflitos territoriais, ainda guarda uma fisiografia complexa (Figura 1) que, associada à posição litorânea e por ainda estar localizada em uma área de transição climática, nos desperta o interesse nessa escala (FIALHO, 2012).

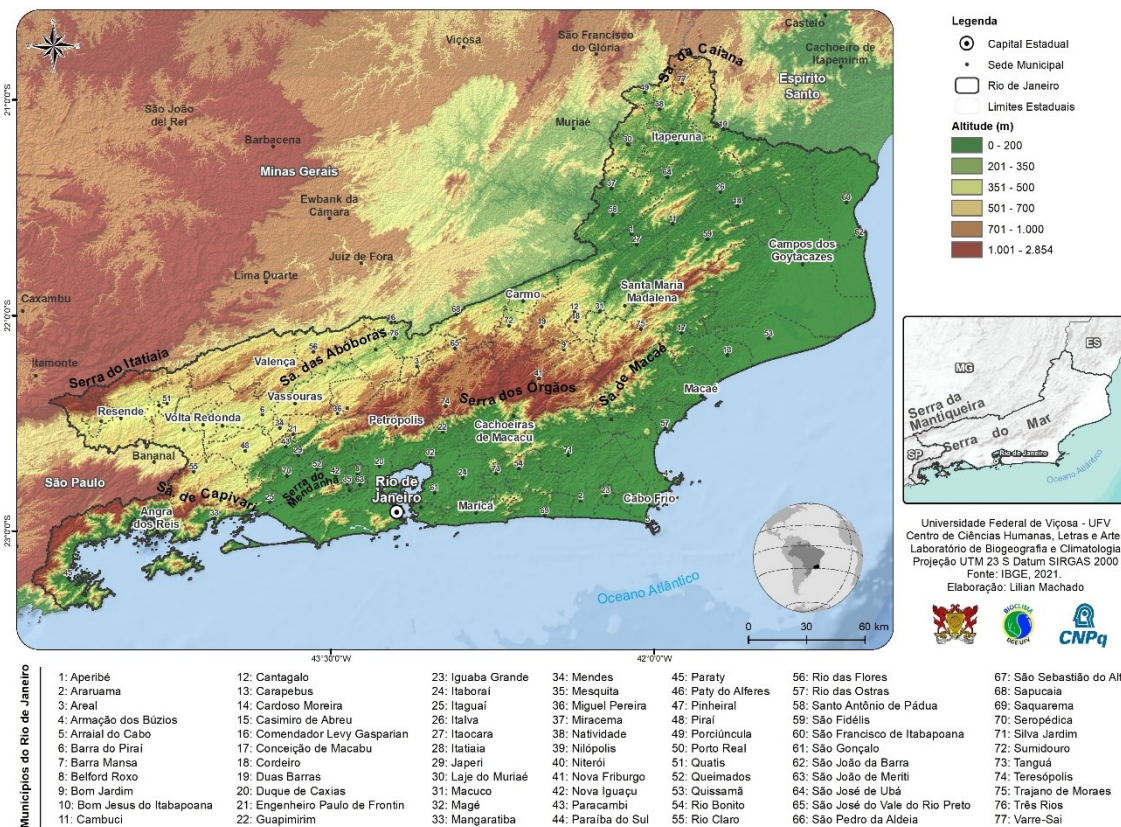
Como também, destaca Silva e Silva (2017, p. 43), a beleza cênica do relevo contrasta com a fragilidade no que concerne à atuação de processos erosivos e deposicionais que, paulatinamente, foram intensificados com a ocupação inadequada da superfície e a ausência de uma política adequada de controle ambiental. Além da orografia, conforme as autoras (*op. cit.*, p. 44) influenciaram de maneira decisiva em:

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de Janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

Doi: [10.51308/continentes.v1i23.213](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i23.213)

“...uma série de variedades climáticas, tanto no que se refere à temperatura quanto à precipitação. Por sua posição geográfica próxima ao litoral e pelos meses de verão de intensa radiação solar recebida, têm-se, nessa região, elevados índices de umidade do ar e de temperatura, o que leva à ocorrência de chuvas frequentes de distribuição diferenciada, devido, ainda, à existência de inúmeras elevações altimétricas ao longo de sua costa (serra do Mar e maciços costeiros), que contribuem para eventos pluviométricos de elevada magnitude...”.

Figura 1. Fisiografia do Estado do Rio de Janeiro.



Procedimentos e caminhos tortuosos

O método de classificação climática de Novais (2019) é considerado híbrido, de caráter genético e explicativo, organizado em uma hierarquia que aborda desde os níveis superiores até os inferiores das escalas do clima. O Quadro 1 apresenta a relação hierárquica de escalas climáticas.

O método foi, inicialmente, desenvolvido para a classificação climática das áreas do bioma Cerrado (NOVAIS, 2019) e, posteriormente, padronizado para a classificação a

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de Janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

nível nacional, com a publicação de um mapa de climas do Brasil que distingue as escalas Zonal, Regional e Sub-regional até os Tipos Climáticos do território nacional (NOVAIS; MACHADO, 2023a).

Para definição dos domínios e subdomínios climáticos, foi utilizada uma base de dados de 1981 a 2018 de temperatura do ar e precipitação obtida do projeto CHELSA - *Chelsa Climate – Climatologies at high resolution for the earth’s land surface areas* (chelsa-climate.org) - (KARGER *et al.*, 2018), o qual dispõe de dados matriciais de reanálise climática com resolução espacial de 1km².

Os dados são hospedados pelo Instituto Federal Suíço de Pesquisa de Floresta, Neve e Paisagem - WSL, e desenvolvidos em cooperação com o Departamento de Geografia da Universidade de Hamburgo, a Universidade de Zurique e a Universidade de *Göttingen* (KARGER *et al.*, 2021).

Quadro 1. Escalas e hierarquias climáticas

	Ordem de Grandeza	Escalas	Exemplificação Espacial	Unidades de Superfície	Escala Cartográfica	Fatores de Organização
Nível Superior da Escala Climática	Zonal	Zona Climática	Continentes, Oceanos	10 ⁸ milhões km ²	1:100.000.000, 1:10.000.000	Latitude
		Clima Zonal	Continentes, Grandes Biomas, Grandes Unidades de Relevô	10 ⁶ milhões km ² , 10 dezenas km ²	1:10.000.000, 1:100.000	Centros de ação atmosférica, Fatores Geográficos Regionais
	Regional	Domínio Climático	Países, Biomas, Grandes Unidades de Relevô	10 ⁴ milhares km ² , 10 dezenas km ²	1:5.000.000 1:100.000	Circulação Secundária, Fatores Geográficos Regionais
		Subdomínio Climático	Grandes Unidades de Relevô	10 ⁴ milhares km ² 10 dezenas km ²	1:5.000.000 1:100.000	Circulação Secundária, Fatores Geográficos Regionais
		Tipo climático	Biomas, Unidades de Relevô	10 ⁴ milhares km ²	1:5.000.000 1:1.000.000	Fatores Geográficos Regionais
Nível Inferior da Escala Climática	Sub-Regional	Subtipo climático	Unidades de Relevô.	10 ³ milhares km ² 10 ² centenas km ²	1:1.000.000 1:100.000	Integração Geoecológica, Ação Antrópica
		Mesoclima	Maçiços, Serras, Planícies, Patamares e Depressões. Regiões metropolitanas. Grandes cidades.	10 ² centenas km ² 10 dezenas km ²	1:1.000.000 1:50.000	Integração Geoecológica, Ação Antrópica, Urbanismo
	Local	Topoclima	Maçiços, Serras, Vertentes Cidades de pequeno e médio porte.	10 dezenas km ²	1:50.000 1:10.000	Integração Geoecológica, Ação Antrópica, Urbanismo, Arquitetura
		Microclima	Parque, Praça, Quarteirão e Edificações.	m ²	1:10.000 1:100	Integração Geoecológica, Ação Antrópica, Arquitetura, Habitação

Fonte: Fialho *et al.* (2023, p. 18).

A definição dos domínios climáticos é feita a partir da Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMMF). Para se obter os valores da TMMMMF, foi desenvolvido um modelo cartográfico que consulta todos os *rasters* mensais da normal climatológica (1989-2018) calculada de temperatura média identificando qual é o pixel mais frio do ano e concatenando esses valores em um único *raster*. Este é, então, reclassificado utilizando-se os valores apresentados na Tabela 1, em combinação com a área de atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), meses secos e precipitação média anual. A ZCIT é utilizada para diferenciar o Domínio Equatorial do Tropical, pois eles coincidem na mesma faixa de TMMMMF.

Os subdomínios são definidos a partir dos meses secos do ano, os quais consistem na subtração dos valores de precipitação pela evapotranspiração potencial (ETP). Essa é estimada através do método de *Thornthwaite e Matter* (1955) que foi inserido em um modelo cartográfico que faz o cálculo pixel a pixel para todo o país. Após realizada a subtração mensal da precipitação pela evapotranspiração, os meses secos são classificados como aqueles em que o resultado é negativo, e são contabilizados o número de meses secos no ano por pixel.

Tabela 1. Classificação de domínios climáticos

Domínio Climático	TMMMMF/ZCIT	Meses Secos/Precipitação Média Anual
Equatorial	> 22,5°C + ZCIT	-
Equatorial Ameno	18° - 22,5°C + ZCIT	-
Tropical	> 18°C + sem influência da ZCIT	-
Tropical Ameno	15° - 18°C	-
Subtropical	10° - 15°C	-
Temperado	0° - 10°C	-
Semiárido	-	12 meses secos + ppt > 500m
Árido	-	12 meses secos + ppt < 500m

Fonte: Novais e Machado (2023, p. 7).

O arquivo resultante é reclassificado de acordo com os limiares apresentados na Tabela 2. Quando há pixels de 12 meses secos, esses são associados à precipitação

média anual e classificados como domínios climáticos semiárido quando a precipitação é superior a 500m, e árido quando inferior a este limiar.

Os arquivos resultantes da classificação de domínios e subdomínios foram sobrepostos, gerando a classificação climática. Em seguida, os autores realizaram o mapeamento dos tipos climáticos, o qual utilizou a localização dos domínios e subdomínios dentro do continente sul-americano, delimitadas pelas unidades de relevo como planícies litorâneas e escarpas de planaltos e serras, resultando em 15 tipos climáticos: Amazônico Central, Amazônico Ocidental, Amazônico Oriental, Central do Brasil, Centro-Sul do Brasil, Chaco, Litorâneo Amazônico, Litorâneo Leste do Brasil, Litorâneo Norte do Brasil, Litorâneo Sul do Brasil, Meridional do Brasil, Nordeste do Brasil, Ocidental do Brasil, Oriental do Brasil e do Planalto das Guianas.

Tabela 2. Classificação de subdomínios climáticos

Subdomínio Climático	Número de Meses Secos	Precipitação Média Anual
Úmido	0 - 3	-
Semiseco	4 - 5	-
Seco	6 - 7	-
Domínio Climático		
Semiárido	12	>500m
Árido	12	<500m

Fonte: Novais e Machado (2023b, p. 74).

Para a identificação das unidades climáticas no mapa do Estado, foi elaborada uma codificação, segundo Novais e Machado (2023b), 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.

Estado do Rio de Janeiro: Revendo e Repensando as especializações de ontem e hoje

O estudo do clima do Estado do Rio de Janeiro, considerando as classificações climáticas, remonta a década de 1950, com Bernardes (1952), com base na proposta do modelo de

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de Janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

Doi: [10.51308/continentes.v1i23.213](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i23.213)

Köppen. De lá para cá, muitas transformações na paisagem ocorreram, mas, infelizmente, o número de estações meteorológicas sempre foram aquém do almejado, e infelizmente, nas últimas décadas, as mesmas vem passando por problemas de manutenção, comprometendo a qualidade do dado e conseqüentemente da informação espacial produzida. Daí a necessidade de se utilizar os dados de reanálise.

Mas, isso não impediu que ocorressem esforços de compreensão da dinâmica climática do Estado no atual contexto de mudanças climáticas, no qual sofre com chuvas intensas, na região metropolitana e sul do Estado, com secas extremas no norte e noroeste e com deslizamentos de terra na região serrana. Aqui pode-se citar alguns desses trabalhos que merecem destaque, como: Davis e Naghettini (2000), Goulart *et al.* (2001), André *et al.* (2008), Vicens *et al.* (2011) Coe e Carvalho (2013), Silva e Dereczynski (2014), Santos *et al.* (2018), Lopes *et al.* (2022), Tavares e Santos (2022), Gomes e Francisco (2022) e Velasco Holender e Barbosa Santos (2023).

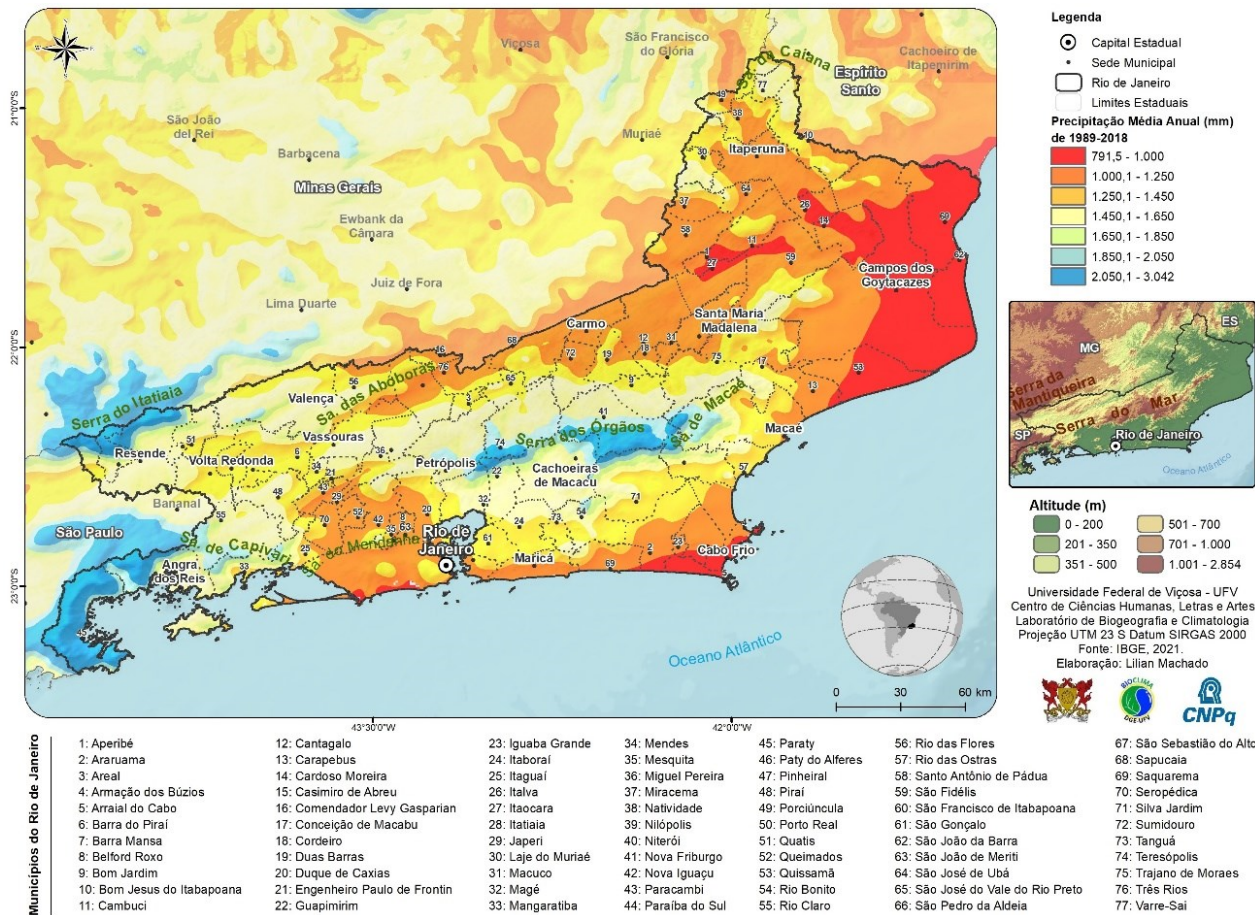
Apesar das diferenças espaciais, muito em função do recorte temporal, número de estações meteorológicas, métodos geoestatísticos de espacialização dos parâmetros, os estudos que abordam a distribuição da pluviosidade, identificam a clara influência dos fatores fisiográficos, a distância do litoral e a altitude como aqueles com as maiores correlações com o clima.

A análise espacial permite identificar que o Estado do Rio de Janeiro (Figura 2), em relação a precipitação, se divide em: Norte (Campos, Quissamã e Farol de São Tomé) e litoral de Cabo Frio (São Pedro da Aldeia, Búzios, Iguaba), como a mais seca, e a região sul do Estado como a mais chuvosa (Parati e Angra dos Reis). Em seqüência estão a região Serrana (Petrópolis, Teresópolis, Nova Friburgo e a região de Resende), a Região do Vale do Paraíba do Sul (Valença Vassoura, Carmo, Três Rios, São José do Rio Preto), a Baixada Litorânea da Região metropolitana (Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Seropédica, São João de Meriti, Magé, Niterói e Maricá), e o Noroeste (Itaperuna, Porciúncula, São Fidélis, Santo Antônio de Pádua, São Francisco de Itabapoana).

Em relação à temperatura do ar, existe uma menor complexidade, podendo ser observada na Figura 3. A primeira área que se destaca, com uma temperatura média de 23,6°C a 24,7°C, localiza-se ao longo da faixa arenosa litorânea. Uma segunda área que chama atenção é a região serrana, compreendida entre os valores termais de 8,9°C a 17,5°C, coincidindo com as localidades dos divisores topográficos, onde se apresentam as maiores cotas altimétricas do Estado do Rio de Janeiro.

Uma outra área de importância, localiza-se na região do vale do Paraíba do Sul, que se situa a sotavento da região serrana e está compreendida entre os intervalos de 17,6°C a 21,5°C. Na região de Cabo Frio, a temperatura varia entre 21,6°C a 23,5°C, apresentando a influência de correntes oceânicas frias e uma característica de maior estabilidade atmosférica.

Figura 2. Distribuição da Pluviosidade no Estado do Rio de Janeiro.

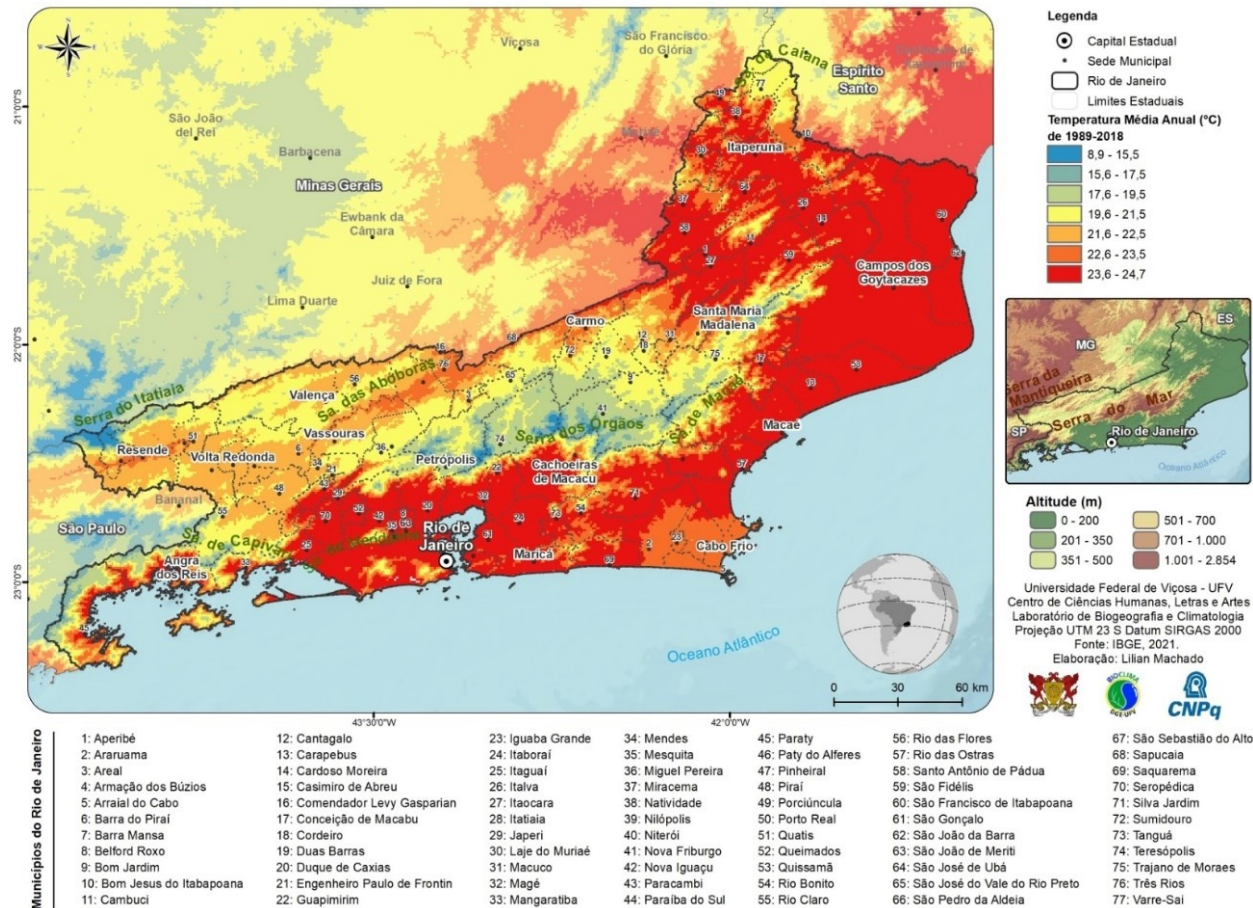


Fonte de dados: Chelsa (1981-2018).

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de Janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

Doi: [10.51308/continentes.v1i23.213](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i23.213)

Figura 3. Distribuição da Temperatura Média do ar no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte de dados: Chelsa (1981-2018).

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de Janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

Doi: [10.51308/continentes.v1i23.213](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i23.213)

A grande maioria das propostas de classificação climática se pautam, na conjunção dos parâmetros climáticos temperatura do ar e pluviosidade, o que não é diferente da proposta de Köppen. No entanto, quando se compara os mapas elaborados por Bernardes (1952) e Alvares *et al.* (2013), que tem por critérios a mesma metodologia, identifica-se diferenças na espacialização das unidades climáticas que nos chamam a atenção, quando se observa a Figura 4.

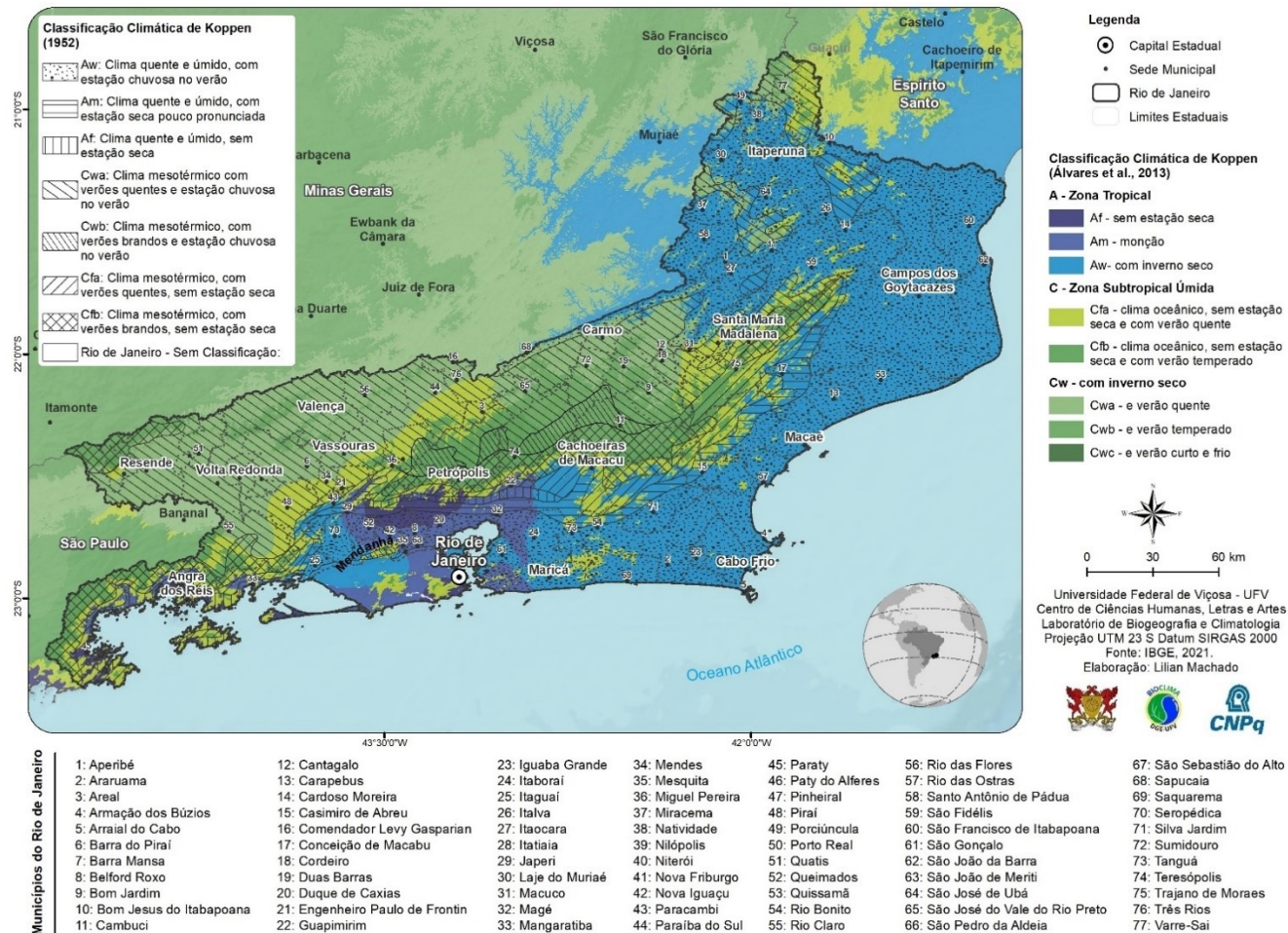
Após equalizar as escalas gráficas dos mapas, pode-se dizer que as técnicas utilizadas não permitem que se verifica uma maior acurácia entre ambos, até mesmo porque Bernardes utilizou a base cartográfica para delimitar os limites das unidades climáticas, o que permite visualizar uma maior coincidência entre a Figura 1 com as isolinhas traçadas por Bernardes, enquanto Alvares *et al.* (2014) se pautou em interpolação e dados de sensoriamento remoto para elaborar as mesmas unidades que, como se verifica na Figura 5, não coincidem, além de haver um ruído (as unidades não seguem as curvas de nível) na região a barlavento da serra do mar, na altura de Petrópolis, Magé e Guapimirim.

Considerando a classificação climática de Novais e Machado (2023), o território brasileiro abrange três climas Zonais (Tórrido; Quente e Moderado). O Estado do Rio de Janeiro está localizado na zona climática Quente na qual a TMMMF varia entre 15°C e 22,4°C. O estado é compreendido por cinco Domínios Climáticos, cuja sobreposição aos subdomínios resultam em onze unidades climáticas: Tropical (Úmido, Semiúmido, Semiseco, Seco); Tropical Ameno (Úmido, Semiúmido e Semiseco), Subtropical (Úmido e Semiúmido), Temperado Úmido) e Semiárido (Figura 5).

Já os Tipos climáticos, os quais demonstram a localização dos domínios e subdomínios dentro do continente, que no caso do Brasil podem extrapolar o território nacional, foram identificadas 119 unidades climáticas até a 5ª hierarquia (tipos climáticos), das quais quatro tipos abrangem o Estado do Rio de Janeiro (Centro-Sul; Oriental, Litorâneo Sul do Brasil e Litorâneo Leste do Brasil). Se associados ao Domínios e Subdomínios são

35 unidades discriminadas, conforme pode ser visto na Tabela 3, que apresenta as unidades e seus parâmetros médios.

Figura 4. Unidades Climáticas de Köppen de Bernardes (1952) e Alvares et al. (2013) para o Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Bernardes (1952, p. 65) e Alvares *et al.* (2013, p. 717).

Figura 5. Unidades climáticas do Estado do Rio de Janeiro, segundo proposta de Novais e Machado (2023).

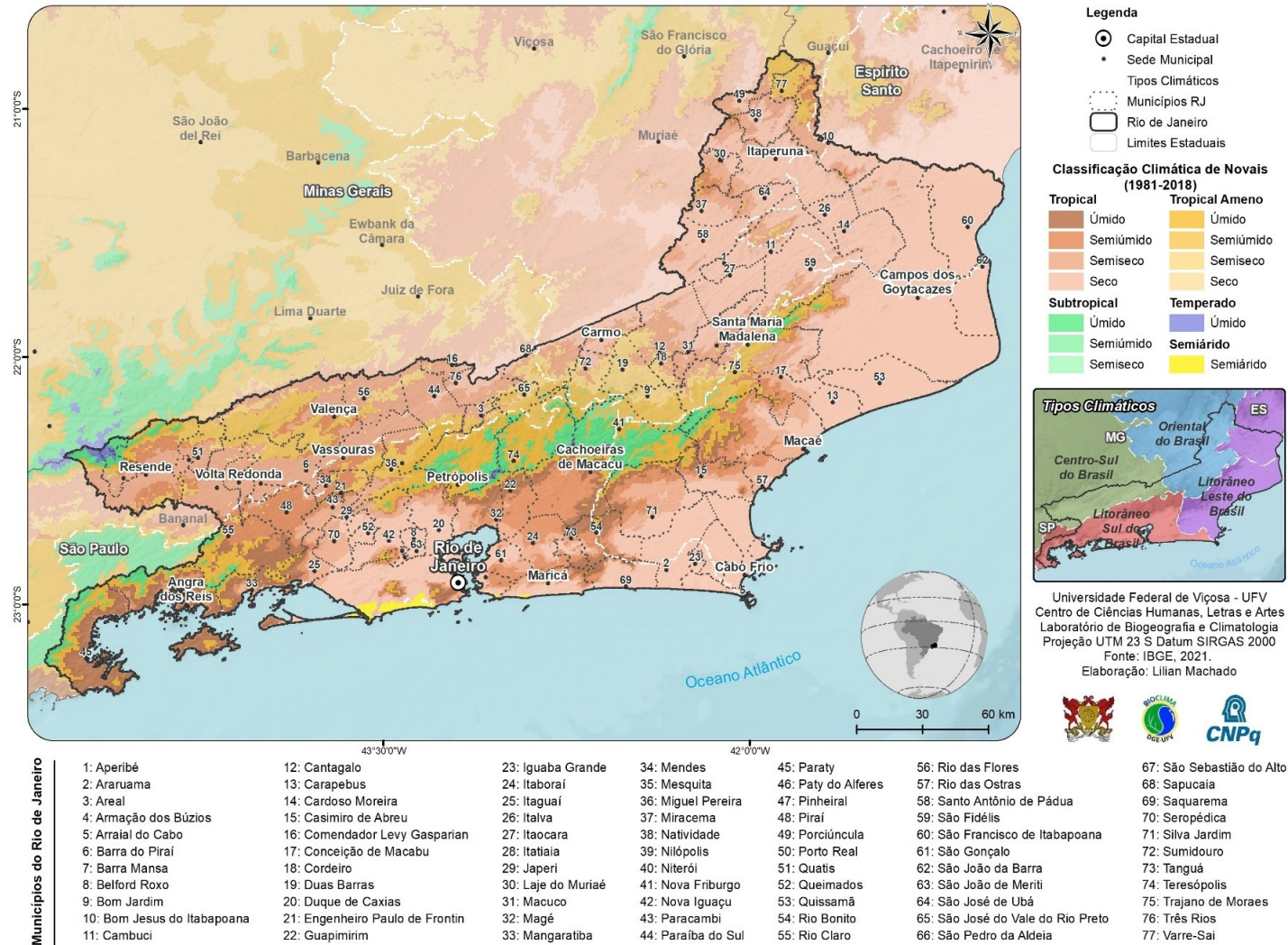


Tabela 3. Unidades Climáticas do Estado do Rio de Janeiro.

Unidade Climática (Domínio-Subdomínio-Tipo)	ETP Média Anual (mm)			Meses Secos		Precipitação Média Anual (mm)			Temperatura Média Anual (°C)			TMMMF (°C)		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Tropical Umido Litorâneo Sul do Brasil	953,4	1356,1	1122,7	0	3	1157,5	2960,0	1827,6	20,4	24,4	22,4	18,0	21,4	19,5
Tropical Umido Litorâneo Leste do Brasil	979,9	1295,3	1112,4	0	3	1427,2	2135,1	1802,4	21,0	23,7	22,2	18,0	20,7	19,1
Tropical Umido Centro-Sul do Brasil	1006,4	1014,1	1010,3	3	3	2347,2	2350,2	2348,7	21,4	21,5	21,5	18,0	18,1	18,1
Tropical Semiúmido Oriental do Brasil	1010,1	1199,2	1066,3	4	5	1372,6	1731,5	1565,1	21,1	22,9	21,6	18,0	19,5	18,4
Tropical Semiúmido Litorâneo Sul do Brasil	997,8	1355,2	1195,6	4	5	1126,8	1991,0	1498,2	21,2	24,5	23,0	18,0	21,5	19,9
Tropical Semiúmido Litorâneo Leste do Brasil	1000,0	1315,6	1189,6	4	5	1297,2	1929,1	1573,8	21,0	24,0	22,9	18,0	21,2	19,9
Tropical Semiúmido Centro-Sul do Brasil	1006,6	1127,3	1048,4	4	5	1344,8	2242,6	1668,0	21,2	22,7	21,7	18,0	19,3	18,3
Tropical Semiseco Oriental do Brasil	1006,1	1334,6	1140,8	6	7	1055,2	1693,3	1271,3	21,1	24,1	22,4	18,0	21,1	19,2
Tropical Semiseco Litorâneo Sul do Brasil	1033,6	1354,6	1272,1	6	7	1058,7	1611,7	1316,8	21,5	24,4	23,8	18,3	21,4	20,6
Tropical Semiseco Litorâneo Leste do Brasil	1008,4	1340,0	1243,6	6	7	1117,0	1547,9	1357,1	21,1	24,1	23,3	18,0	21,5	20,4
Tropical Semiseco Centro-Sul do Brasil	990,1	1208,9	1089,9	6	7	1080,1	1792,6	1368,4	21,2	23,2	22,1	18,0	19,7	18,7
Tropical Seco Oriental do Brasil	1073,4	1369,0	1273,5	8	10	948,5	1325,8	1117,9	21,8	24,5	23,6	18,5	21,5	20,4
Tropical Seco Litorâneo Sul do Brasil	1069,2	1354,7	1299,4	8	11	812,6	1405,3	1154,2	22,0	24,4	23,9	19,0	21,5	20,9
Tropical Seco Litorâneo Leste do Brasil	1079,4	1377,0	1320,9	8	11	791,5	1410,6	1040,8	21,8	24,7	24,0	18,6	22,1	21,3
Tropical Seco Centro-Sul do Brasil	1141,3	1272,6	1194,0	8	9	1033,6	1172,5	1086,8	22,4	23,5	23,0	19,0	20,1	19,5
Tropical Ameno Umido Litorâneo Sul do Brasil	798,7	1036,8	903,0	0	3	1210,8	3016,7	1853,4	17,8	21,3	19,5	15,0	18,0	16,4
Tropical Ameno Umido Litorâneo Leste do Brasil	819,8	1031,0	906,4	0	3	1391,9	2312,5	1887,3	18,1	21,2	19,5	15,0	18,0	16,4
Tropical Ameno Umido Centro-Sul do Brasil	830,3	1006,5	894,4	1	3	1475,4	2740,7	2171,4	18,2	21,4	19,3	15,0	18,0	16,0
Tropical Ameno Semiúmido Oriental do Brasil	838,7	1050,0	939,6	4	5	1209,3	1753,1	1519,6	18,2	21,4	19,9	15,0	18,0	16,8
Tropical Ameno Semiúmido Litorâneo Sul do Brasil	841,7	1027,6	962,4	4	6	1212,0	1749,1	1520,5	18,2	21,3	20,3	15,0	18,0	17,2
Tropical Ameno Semiúmido Litorâneo Leste do Brasil	827,6	1034,8	932,0	4	5	1246,2	1788,2	1439,5	18,1	21,2	19,9	15,0	18,0	16,8
Tropical Ameno Semiúmido Centro-Sul do Brasil	847,1	1045,1	974,7	4	5	1355,5	2135,1	1622,7	18,2	21,5	20,5	15,0	18,0	17,2
Tropical Ameno Semiseco Oriental do Brasil	858,1	1046,7	973,7	6	7	1086,9	1498,9	1280,5	18,4	21,3	20,4	15,2	18,0	17,2
Tropical Ameno Semiseco Litorâneo Leste do Brasil	941,5	1012,2	987,7	6	6	1141,9	1358,4	1291,5	20,2	21,2	20,9	17,0	18,0	17,7
Tropical Ameno Semiseco Centro-Sul do Brasil	898,2	1047,5	1005,7	6	6	1149,0	1698,9	1388,4	19,1	21,5	20,9	15,8	18,0	17,6
Temperado Umido Litorâneo Sul do Brasil	641,4	678,5	663,2	0	0	2007,0	2333,2	2188,1	11,7	13,0	12,6	8,5	10,0	9,4
Temperado Umido Centro-Sul do Brasil	607,5	681,7	645,2	0	1	2157,7	2756,7	2496,5	8,9	13,2	11,3	5,7	9,9	8,1
Subtropical Umido Litorâneo Sul do Brasil	676,7	848,0	788,3	0	3	1457,3	3042,0	2026,0	13,0	18,2	16,9	10,0	15,0	13,8
Subtropical Umido Litorâneo Leste do Brasil	703,5	841,7	798,0	0	3	1335,7	2338,5	1981,2	14,5	18,2	17,2	11,4	15,0	14,0
Subtropical Umido Centro-Sul do Brasil	684,0	852,5	773,5	0	3	1476,9	2790,8	2374,6	13,3	18,3	16,4	10,0	15,0	13,1
Subtropical Semiúmido Oriental do Brasil	811,5	845,7	837,2	4	6	1308,1	1719,6	1505,5	17,3	18,2	18,0	14,2	15,0	14,8
Subtropical Semiúmido Litorâneo Sul do Brasil	784,8	844,4	832,5	4	4	1523,1	1721,5	1626,1	16,7	18,2	17,9	13,6	15,0	14,8
Subtropical Semiúmido Litorâneo Leste do Brasil	763,7	833,3	814,6	4	4	1281,9	1562,6	1425,2	16,6	18,1	17,7	13,5	15,0	14,6
Subtropical Semiúmido Centro-Sul do Brasil	805,7	847,5	832,1	4	4	1450,1	1594,4	1521,7	17,2	18,2	17,8	14,0	15,0	14,7
Semiárido Semiárido Litorâneo Sul do Brasil	1189,3	1304,8	1288,7	12	12	934,1	1100,5	1001,4	22,9	24,1	23,8	20,3	21,4	21,0

Considerações Finais

Com base na metodologia de Novais e Machado (2023), adotado para o Estado do Rio de Janeiro, pode-se verificar a existência de um clima semiárido na faixa litorânea da cidade do Rio de Janeiro, o que pode indicar uma mudança significativa e preocupante do clima, pois ao se tratar de uma área litorânea, espera-se que a influência da umidade proveniente dos ventos marinhos condicione climas mais úmidos. Tal fato pode indicar influência da ocupação humana, na medida em que a ETP (Evapotranspiração) exerce grande peso na quantidade de água disponível no sistema solo-planta-atmosfera.

O Domínio Subtropical aparece na região serrana, mostrando o avanço das características climáticas extratropicais nas regiões serranas do Mar e da Mantiqueira, 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.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo aporte financeiro ao projeto: Classificação climática aplicada ao território brasileiro (Processo 404367/2021-6).

Referências Bibliográficas

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de Janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

Doi: [10.51308/continentes.v1i23.213](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i23.213)

- ANDRÉ, R. G. B.; MARQUES, V. S.; PINHEIRO, F. M. A.; FERRAUDO, A. S. Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais, *Revista Brasileira de Meteorologia*, Brasília, v. 23, n. 4, p. 501-509, 2008.
- AZEVEDO, A. Regiões climato-botânicas do Brasil, *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo-SP, n. 6, p. 32-43, 1950.
- BERNARDES, L. M. C. Clima do Brasil, *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro-RJ, v. 9, n. 103, p. 727-739, 1951.
- BERNARDES, L. M. C. Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro, **Separata da Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 14, n. 1, p. 37-80, 1952.
- COE, H. H. G.; CARVALHO, C. N. de. Cabo frio - um enclave semiárido no litoral úmido do estado do rio de janeiro: respostas do clima atual e da vegetação pretérita. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 136-152, 2013.
- DAVIS, E. G.; NAGHETTINI, M. C. **Estudo de chuvas intensas no Estado do Rio de Janeiro**. 2ª ed. revista e ampliada. Brasília: CPRM, 2000. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17229/12/rel_proj_rj_chuvas.pdf
- DUBREIL, V.; FANTE, K. .; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015, *Revista Confins, Paris-FRAN*, v. 37, 2018.
- FIALHO, E. S. A dinâmica plúvio-financeira no estado do Rio de Janeiro, *Revista de Ciências Humanas*, Viçosa, v. 12, n. 1, p. 181-201, 2012.
- FIALHO, E. S. O clima urbano e sua contribuição ao planejamento da cidade por meio da elaboração de mapas climáticos. In: OSCAR JUNIOR, C. S.; ARMOND, N. B. (Orgs.): **A climatologia geográfica no Rio de Janeiro: reflexões, metodologias e técnicas para uma agenda de pesquisa** - Curitiba: Appris, p. 21-43, 2018, 273p.
- FIALHO, E. S.; FERREIRA, C. C. M.; SILVA, C. A.; NOVAIS, G. T. Classificações climáticas: Perspectivas e possibilidades. In: NOVAIS, G. T. (org.): **Climas do Brasil: Classificação climática e aplicações**. Porto Alegre: Totalbooks, p. 4-37, 2023. 328p.
- FIALHO, E. S.; SANTOS, L. G. F. Unidades mesoclimáticas de Viçosa-MG, na Zona da Mata Mineira, *Revista Brasileira de Climatologia*, Dourados-MS, Ano 18, v. 31, p. 230–258, 2022.
- GOMES DE FARIAS, O.; FRANCISCO, C. N.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; SILVA, M. S.; PIMENTEL, L. C. Interpoladores híbrido e não híbrido aplicados na distribuição espacial das chuvas na região montanhosa costeira fluminense, *Revista Brasileira de Climatologia*, Dourados, v. 31, n. 18, p. 434–456, 2022.
- GOMES, P. C. C. O conceito de região e sua discussão. In: CASTRO, I. E. de; GOMES, P. C. da C.; CORRÊA, R. L. (Orgs.): **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 49-76. 2006. 354p.

- GOULART, D. R.; DANTAS, M. E. BRANDÃO, A. M. P. A importância da climatologia geográfica na gestão ambiental no Estado do Rio de Janeiro. In: **ANAIS SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 14, Aracajú, 16p. 2001. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/155/307.pdf>
- JARDIM, C. H. A representação gráfica dinâmica como subsídio à elaboração da carta de unidades climáticas, **Revista Geografia(s)**, Belo Horizonte-MG, n. 10, p. 140-151, 2010.
- JARDIM, C. H. Aspectos Multiescalares e Sistêmicos da Análise Climatológica, **Revista Geografia(s)**, Belo Horizonte-MG, Edição Especial 2015 - III Seminário de Geografia - Reflexões sobre o III Seminário de Geografia (III SEGEO), p. 40-52, 2015.
- JURCA, J. **Classificações climáticas: variações temporo-espaciais e suas aplicações nos livros didáticos e como subsídio ao zoneamento agroclimático**. 100f. Dissertação. (Mestrado em Geografia). Porgama de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista-Unesp-FCT, Presidente Prudente, 2005.
- KÖPPEN, W. **Das geographischa System der Klimate**. Gebr, Borntraeger, 1936. 44p. Disponível em: http://kooppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf.
- LOPES, C. B.; DOURADO, F.; SILVA DE SOUZA, L.; GOIS, G.; PINTO, P. M. G. M. Análise da distribuição pluviométrica na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v. 31, n. 18, p. 413–433, 2022.
- MACHADO, L. A. **Análise das relações superfície-atmosfera na bacia hidrográfica do Rio das Velhas em uma perspectiva multiescalar**: proposta de síntese. 218f. Tese (Doutorado em geografia. Instituto de Geociências. Programa de Pós-graduação em geografia da UFMG, 2021.
- MARTINS, F. B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D. F.; REBOITA, M. S. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para Minas Gerais: Cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p. 129-156, 2018.
- MARTINS, F. B.; GONZAGA, G.; SANTOWS, D. F.; REVOITA, M. S. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para Minas Gerais: Cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, Edição Especial Dôssie Climatologia de Menas Gerais, 21p. 2018.
- MONTEIRO, C. A. F. De tempos e ritmos: entre o cronológico e o meteorológico para a compreensão geográfica dos climas, **Geografia**, Rio Claro, v. 26, n. 3, 2001, 131-154p.
- NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 3, n. 1, p. 18-22, 2010.
- NOVAIS, G. T.; GALVANI, E. Uma tipologia de classificação climática aplicada ao estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 42, p. 1-21, 2022.
- NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. Os Climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v. 32, p. 1-39, 2023a.

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

Doi: [10.51308/continentes.v1i23.213](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i23.213)

- NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. Caminho do Método. In: NOVAIS, G. T. (org.): **Climas do Brasil: Classificação climática e aplicações**. Porto Alegre: Totalbooks, p. 64-76, 2023. 328p.
- 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.
- OLIVEIRA, W. D. **Classificação climática para o estado do espírito santo: da zona climática ao topoclima**. 188f. Tese (Doutorado em Geografia). Centro de Ciências Humanas e Naturais. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, 2023.
- PIMENTA, J. S. **Classificação climática de novais para minas gerais: do clima zonal ao tipo climático**. 77f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Viçosa, 2023.
- ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo, **Bragantia**, São Paulo, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.
- SANTOS, A. A. R.; LYRA, G. B.; LYRA, G. B.; LIMA, E. P.; DE SOUZA, J. L.; DELGADO, R. C. Evapotranspiração de referência em função dos extremos da temperatura do ar no estado do Rio de Janeiro, **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 449, 2018.
- SILVA, T. M.; SILVA, S. L. S. O relevo do estado do Rio de Janeiro: cenário de beleza e fragilidade ambiental. In: MARAFON, F. J.; RIBEIRO, M. A. (orgs.): **Revisitando o território Fluminense**, VI. Editora Eduerj: Rio de Janeiro, p. 43-67, 2017.
- SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C. P. Caracterização Climatológica e Tendências Observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, p. 123-138, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/7828>
- TAVARES, M. G.; SANTOS, E. B. Período de retorno das precipitações máximas diárias no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v. 30, n. 18, p. 274–290, 2022.
- VELASCO HOLENDER, B.; BARBOSA SANTOS, E. Análise de tendência dos eventos de precipitação intensa no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v. 32, n. 19, p. 584–606, 2023.
- VICENS, R. S.; BASTOS, J. S.; FEVRIER, V. R.; BARROSO, G. M. Mapeamento Bioclimático do Estado do Rio de Janeiro. In: **ANAIS SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR**, 15, Curitiba, PR 2011, INPE p.5745-5752.

Fialho & Machado, *Classificação climática do estado do Rio de Janeiro: revisão, reanálise e reflexões*

Doi: [10.51308/continentes.v1i23.213](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i23.213)

Data de Submissão 05/12/2023

Data da Avaliação: 29/01/2023