

BIOCLIMATOLOGIA DE SANTA CATARINA: UM AVANÇO INICIAL

BIOCLIMATOLOGY OF SANTA CATARINA: AN INITIAL ADVANCE

Rafael Marchesan

Graduação em Geografia. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS – Campus Erechim), Rio Grande do Sul (Brasil).
E-mail: garotoerechim@gmail.com

Pedro Henrique da Costa Benedetti

Mestrando em Educação. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS – Campus Erechim), Rio Grande do Sul (Brasil).
E-mail: peter.n.b@hotmail.com

Jorge Luis P. Oliveira-Costa

Investigador do Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território – CEGOT (Portugal). Doutorando em Geografia Física. Universidade de Coimbra, Portugal.
E-mail: oliveiracostajorge@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1612-1910>

José Mário Leal Martins Costa

Colegiado de Geografia. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS – Campus Erechim), Rio Grande do Sul (Brasil).
E-mail: jose.costa@uffs.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5822-6390>

Macleidi Varnier

Colegiado de Geografia. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS – Campus Erechim), Rio Grande do Sul (Brasil).
E-mail: macleidivarnier@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2255-7294>

RESUMO

São apresentados os critérios básicos utilizados para a delimitação da zona bioclimática (piso bioclimático) do Estado de Santa Catarina (Brasil). Estão incluídas tabelas com os dados climáticos utilizados, bem como um mapa da distribuição da zona bioclimática de Santa Catarina, e mapas das principais condicionantes físicas (hypsometria, compartimentos do relevo, declividade) que caracterizam essa zona bioclimática. Foi realizado um estudo com 25 estações meteorológicas em Santa Catarina, onde foram selecionadas oito estações de referência para efeito de um diagnóstico preliminar, analisando dados de temperatura e precipitação correspondentes ao período de 2023. Foram calculados os parâmetros climáticos mais comuns em bioclimatologia, e foram elaborados os diagramas ombrotérmicos (climogramas) das estações meteorológicas mais representativas. A presente comunicação oferece um exemplo prático de como é realizada a classificação bioclimática de uma região geográfica, complementada por uma breve exposição teórica do sistema bioclimático de Salvador Rivas-Martínez (1995).

Palavras-chave: Bioclimatologia; diversidade bioclimática; pisos bioclimáticos; Santa Catarina.

ABSTRACT

This paper presents the basic criteria used to delimit the bioclimatic zone (bioclimatic floor) of the State of Santa Catarina (Brazil). Tables with the climatic data used are included, as well as a map of the distribution of the bioclimatic zone of Santa Catarina, and maps of the main physical constraints (hypsometry, relief compartments, slope) that characterize this bioclimatic zone. A study was conducted with 25 meteorological stations in Santa Catarina, where eight reference stations were selected for preliminary diagnosis, analyzing temperature and precipitation data corresponding to the period of 2023. The most common climatic parameters in bioclimatology proposed by Salvador Rivas-Martínez (1995) were calculated, and ombrothermic diagrams (climographs) of the most representative stations were elaborated. This communication offers a practical example of how the bioclimatic classification of a region is carried out, complemented by a brief theoretical exposition of the bioclimatic system of Salvador Rivas-Martínez (1995).

Keywords: Bioclimatology; bioclimatic diversity; bioclimatic belts; Santa Catarina.

INTRODUÇÃO – A PERSPECTIVA BIOCLIMATOLÓGICA

Em linhas gerais, um estudo bioclimatológico busca compreender a influência do clima na distribuição e no comportamento dos seres vivos na superfície terrestre (Rivas-Martínez, 1985). Essa relação (clima versus seres vivos) é central para explicar a diversidade dos ecossistemas e das formas de vida (que estão adaptadas às diferentes condições ambientais) (Rivas-Martínez, 1987). A Bioclimatologia é uma disciplina científica que integra a climatologia e a biologia, investigando de que forma atributos como temperatura, precipitação e radiação solar interferem na estruturação das paisagens naturais (Rivas-Martínez, 1996).

Por isso, segundo Rivas-Martínez (1995), a Bioclimatologia pode ser entendida como uma ‘ciência ecológica’ que busca estabelecer ‘unidades de classificação’, em conformidade com as relações entre o clima e a vida. Para estabelecer as unidades, os estudos bioclimatológicos recorrem a dados climáticos disponíveis e tratados estatisticamente (com destaque para dados de temperatura/T e precipitação/P).

Salvador Rivas-Martínez foi um importante investigador espanhol do campo das ciências da natureza, tendo sido responsável pela proposição de um dos mais destacados sistemas de classificação bioclimática global (Rivas-Martínez, 1995); sua framework integra climatologia, biogeografia e caracterização fitossociológica das comunidades vegetais na escala global (Figura 1) (Rivas-Martínez, 1995, 1997, 2001; Rivas-Martínez; Navarro, 1997; Rivas-Martínez *et al.*, 2000).

Denominado ‘Global Bioclimatics’ (Rivas-Martínez, 1995), o sistema universal de classificação bioclimática proposto por Rivas-Martínez considera as variações de temperatura (T) e precipitação (P) como principais condicionantes da distribuição da vegetação e biomas do globo. Partindo desta premissa, o Sistema de Rivas-Martínez compartimenta o globo em: **1. Zonas latitudinais, 2. Cinturões latitudinais, e 3. Macrobioclimas (3.1. Tropical, 3.2. Mediterrâneo, 3.3. Temperado, 3.4. Boreal, 3.5. Polar)** – cada unidade com características próprias de temperatura, umidade e sazonalidade, determinando as diferentes formas de vida e tipos de paisagem.

Figura 1 - Sistema universal de classificação bioclimática de Salvador Rivas-Martínez (1995), que estrutura a divisão do mundo em: (i) zonas latitudinais, (ii) cinturões latitudinais, (iii) macrobioclimas

Zonas latitudinais	Cinturas latitudinais		Macrobioclimas				
3. Fria 66° 90° N	3a. Ártica	66° a 90° N					Polar 51° a 90° S
2. Templada 35° 66° N	2b. Subtemplada N	52° a 66° N					Boreal 43°-71° N
	2a. Eutemplada N	35 a 52° N					
1. Cálida 0° 35° N	1c. Subtropical N	23° a 35° N	Tropical 0°-35° N	Mediterráneo 23°-52° N	Templado 23°-66° N		
	1b. Eutropical N	7° a 23° N					
	1a. Ecuatorial N	0° a 7° N					
1. Cálida 0° 35° S	1a. Ecuatorial S	0° a 7° S	Tropical 0°-35° S				
	1b. Eutropical S	7° a 23° S					
	1c. Subtropical S	23° a 35° S		Mediterráneo 23°-52° S	Templado 23°-55° S		
2. Templada 35° 60° S	2a. Eutemplada S	35 a 52° S					(49°-56°S)
	2b. Subtemplada S	52° a 60° S					Boreal
3. Fria 60° 90° S	3a. Antártica	60° a 90° S					Polar 53° a 90° S

Fonte: Baseado em López-Fernández e López F. (2008).

Diversos índices são utilizados para medir e comparar as unidades de classificação bioclimática (Figura 2). Dentre estes, destacam-se o **Índice de aridez (ia)** – que relaciona evapotranspiração e precipitação, o **Índice ombrotérmico (Q)** – que combina dados de precipitação e temperatura, e o **Índice de termicidade (it)** – que considera a influência das temperaturas médias e máximas sobre a vegetação (Figura 2). Estes indicadores permitem estimar padrões climáticos e biológicos, servindo de referência para estudos ambientais em diferentes escalas.

Figura 2 - Principais índices utilizados nos estudos bioclimatológicos: (1) it – Índice de termicidade ou termopluviométrico, (2) ia – Índice de aridez, (3) iH - Índice de higrocontinentalidade, (4) ih – Índice de umidade, (5) Q – Índice ombrotérmico, (6) K – Índice de continentalidade

(1)	$it = P/T$
(2)	$ia = P/(T + 10)$
(3)	$iH = \cotg. P/h$
(4)	$ih = 100e-60d/ETP$
(5)	$Q = 100P/[(M + m/2)(M - m)]$
(6)	$K = 1,7 \times (A/\text{sen } L) - 20,4$

Fonte: Baseado em Tormo Molina *et al.* (1992).

A explicação das condições bioclimáticas do Estado de Santa Catarina passa, antes de tudo, por uma interpretação apoiada pelo fato de este estado brasileiro se encontrar numa pronunciada zona de transição hidro-bio-física (Figura 3), dentro do contexto da região biogeográfica da Mata Atlântica, com um histórico de elevada perturbação (Figura 3). A análise bioclimática não é muito explorada pela ciência brasileira, pelo que as contribuições neste âmbito se resumem frequentemente a cálculos do balanço hídrico-climatológico, para diversas escalas, em análises de caráter generalista. Menos frequente ainda é a aplicação da bioclimatologia no Estado de Santa Catarina. A situação da bioclimatologia em Santa Catarina resulta de uma estreita combinação entre as condições geomorfológicas específicas e o uso do solo pelas atividades humanas, num ambiente de transição geo-ecológica (Figura 3).

Figura 3 - Mapa da situação atual da distribuição das principais regiões biogeográficas do Brasil, destacando a pronunciada redução dos compartimentos vegetacionais, em detrimento do aumento das áreas antropizadas. No mapa está destacada a situação do estado de Santa Catarina (seta em preto), onde é conspícua a significativa redução da sua área coberta por Mata Atlântica



Fonte: Adaptado de IBGE (2025).

A importância da bioclimatologia está na promoção de uma visão integrada na abordagem entre o clima e os sistemas vivos, fornecendo bases científicas para compreender e planejar o uso do espaço natural (López-Fernández; López, 2008; Rivas-Martínez, 1995). No caso das espécies vegetais, ao relacionar variáveis climáticas com a vegetação, um estudo bioclimático permite a identificação das áreas mais adequadas para as atividades humanas (por considerar aspectos da conservação), além de uma melhor compreensão dos impactos das mudanças climáticas (Rivas-Martínez *et al.*, 2000; Rivas-Martínez, 1995; Tormo Molina *et al.*, 1992). Desse modo, ao integrar variáveis climáticas e biológicas, a bioclimatologia permite identificar padrões de distribuição da vegetação, delimitar zonas ecológicas, e reconhecer limites ambientais com maior precisão, fornecendo subsídios para estudos sobre vulnerabilidade ambiental, mudanças climáticas e manejo sustentável dos recursos naturais (López-Fernández; López, 2008).

Objetivou-se com o presente trabalho uma contribuição para o conhecimento das condições atuais bioclimatológicas do estado de Santa Catarina, o qual também integra como objetivo estruturante deste trabalho um esboço da aplicação dos conceitos da bioclimatologia segundo o sistema universal de classificação proposto por Salvador Rivas-Martínez (Rivas-Martínez, 1995). Neste âmbito, identificam-se os fatores explicativos determinantes para a classificação bioclimática de Santa Catarina (topografia, geomorfologia, declividade do terreno), e descreve-se a sua contribuição na estruturação do piso bioclimático deste estado brasileiro, e como o conhecimento do suporte físico de uma região é um elemento preponderante a ter em conta na definição das unidades bioclimáticas.

METODOLOGIA

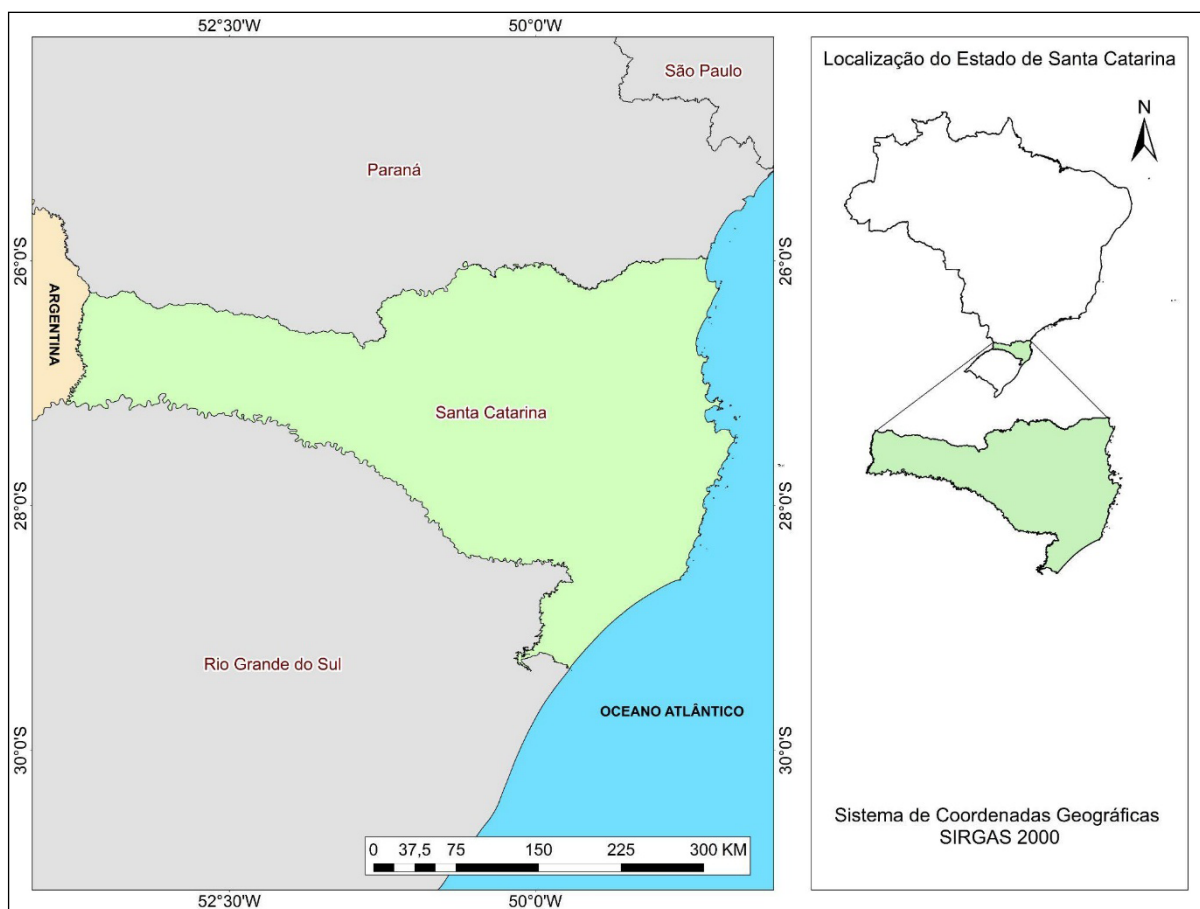
Localização da área em estudo

Com aproximadamente 96.000 km², o estado de Santa Catarina, situado na região Sul do Brasil, limita-se ao norte com o estado do Paraná, ao sul com o Rio Grande do Sul, a leste com o Oceano Atlântico, e a oeste possui fronteira

com a Argentina (Figura 4). Este estado ocupa 1,12% da área territorial do Brasil, apresentando uma extensão maior que alguns países europeus, como a Áustria, a Irlanda, e Portugal. Estes limites político-administrativos de Santa Catarina foram definidos ao longo da história através de marcos geográficos (como rios, serras, marcos geodésicos) que configuram a identidade geográfica catarinense. Entre os principais referenciais físicos que representam as fronteiras do estado destacam-se o Rio Mampituba, o Rio Peperi-Guaçu, e as serras de Capanema e da Fartura.

No âmbito dos suportes físicos da região, o relevo catarinense é caracterizado pela justaposição entre dois diferentes conjuntos geológico-geomorfológicos – a Serra do Mar e a Serra Geral – que estruturam o estado de Santa Catarina sob uma transição no âmbito da sua compartimentação fisiográfica. Esta estruturação física, somada às condições climáticas e da vegetação, exerce influência determinante no processo de ocupação humana e uso do solo, do que resultou nas distintas formações socioespaciais do estado: no litoral e nos vales da vertente atlântica consolidaram-se áreas de pequenas propriedades rurais e maior densidade populacional, enquanto que no planalto catarinense, sobretudo na sua porção leste, predominam grandes propriedades voltadas sobretudo à pecuária e à agricultura extensiva.

Figura 4 - A área em estudo: posição geográfica de Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelos autores.

No que se refere ao seu espaço humanizado, o estado de Santa Catarina apresenta elevado índice de urbanização e indicadores sociais superiores à média nacional. De acordo com estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), segundo registros de 2016, Santa Catarina possui aproximadamente 7 milhões de habitantes. A capital do estado, Florianópolis, possui cerca de 480 mil habitantes, enquanto Joinville, maior centro urbano e polo industrial de Santa Catarina, possui 570 mil habitantes. Esta dinâmica populacional reflete um padrão histórico de concentração demográfica pelas áreas litorâneas e nos vales, associado à infraestrutura, às atividades econômicas e à herança cultural das diferentes correntes migratórias que estruturaram o território catarinense.

Aplicação da metodologia

Do ponto de vista metodológico, utilizou-se como referência:

- O mapa-base do estado de Santa Catarina, desenvolvido pelo Serviço Cartográfico do Exército (BDGEx), escala 1:500.000, disponibilizado no endereço eletrônico: <https://bdgex.eb.mil.br/bdgexapp>;
- Dados meteorológicos de observação de superfície, de estações automáticas de Santa Catarina, disponibilizados no endereço eletrônico: <https://mapas.inmet.gov.br/> (informação meteorológica do Inmet);
- Imagens de satélite do Brasil disponibilizadas em extensões específicas de softwares computacionais como o ArcGIS e o QGIS, para produção de um Sistema de Informação Geográfica com dados de Santa Catarina.

Na intenção de sistematizar um método operacional de estudo, para a elaboração do trabalho foram previstas as seguintes etapas: *i) coleta de dados com revisão bibliográfica e cartográfica, ii) interpretação de dados bibliográficos, documentais e cartográficos, e iii) trabalhos com dados e informações meteorológicas.*

Nas duas etapas iniciais foram catalogados os mapas e imagens referentes à área de estudo (Santa Catarina), e revisão da bibliografia sobre a área temática da pesquisa (Bioclimatologia). Com base nas Folhas Sistemáticas Plani-altimétricas da DSG (Diretoria do Serviço Geográfico do Exército), foi confeccionada uma base cartográfica para a área de estudo (Figura 1), na escala de aproximadamente 1:500.000, com o objetivo de subsidiar o trabalho de identificação das principais unidades que compõem o quadro físico do estado de Santa Catarina. Como suporte à identificação e mapeamento das condicionantes físicas da área de estudo, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto. Os principais mapas confeccionados correspondem ao mapa hipsométrico, mapa geomorfológico, mapa de declividade, mapa das estações meteorológicas, e mapa da zona bioclimática (ou piso bioclimático) de Santa Catarina, em escala de aproximadamente 1:500.000. Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto na interpretação visual das imagens de satélite disponíveis, como suporte a elaboração da cartografia produzida.

Na terceira etapa metodológica, com a intenção de sistematizar um método que permitisse verificar os padrões da precipitação média e da temperatura média em zonas distintas do estado de Santa Catarina, escolheram-se 8 (oito) estações meteorológicas de referência dentro do conjunto de 25 estações com informação meteorológica para Santa Catarina. Foram escolhidas as estações 'Dionísio Cerqueira', 'Xanxerê', 'Curitibanos', 'Rio Negrinho', 'Bom Jardim da Serra', 'Araranguá', 'Florianópolis' e 'Itapoá', todas localizadas no estado de Santa Catarina, sob diferentes condições geográficas. As medições dos atributos meteorológicos ocorreram para o recorte de 2023, caracterizando este diagnóstico como uma análise expedita, já que foi realizada análise para uma série curta do quadro climático.

RESULTADOS

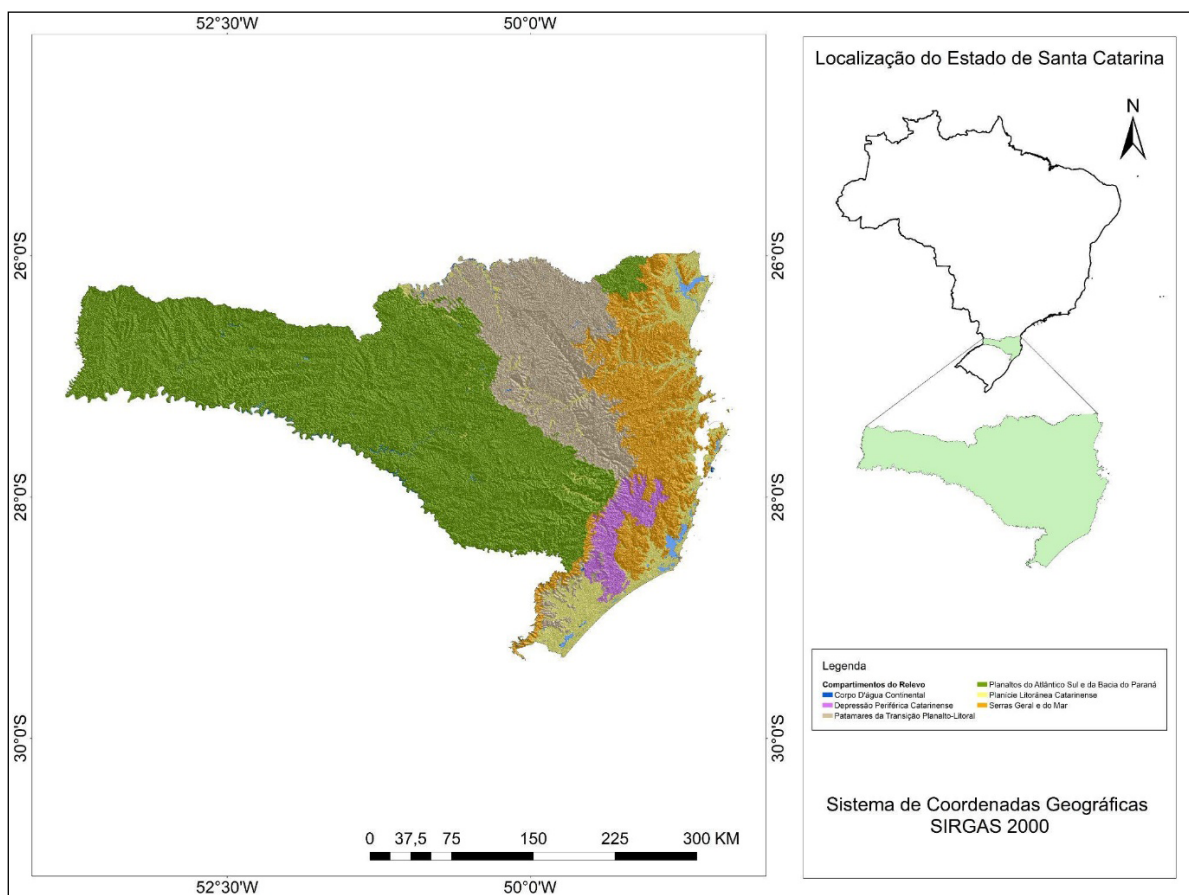
Enquadramento e caracterização geológico-geomorfológica de Santa Catarina

A configuração do quadro geológico-geomorfológico do estado de Santa Catarina está ligada a longa história de formação do relevo sul-brasileiro, sendo resultado de processos de erosão, sedimentação, tectonismo e neo-tectonismo, atuantes no Brasil desde os períodos pré-cambriano e quaternário. A compreensão desta estruturação é essencial, pois ela condiciona a distribuição dos tipos de clima, dos solos, da vegetação, bem como das formas de uso e ocupação do território.

No que se refere ao quadro geológico, o estado de Santa Catarina é destacado por sua estruturação ligada predominantemente à rochas cristalinas (embasamento pré-cambriano), associadas a província geológica 'Cinturão Dom Feliciano', que se estende do Paraná ao Uruguai. Este substrato geológico é composto essencialmente por rochas como granitos, gnaisses e migmatitos, constituindo o substrato mais antigo do território, aflorando principalmente nas porções leste e sul do estado.

Sobre este substrato geológico estão depositadas formações sedimentares e formações vulcânicas mesozoicas da Bacia do Paraná, compostas essencialmente por arenitos, basaltos e argilitos, rochas com origem ligada a intensa atividade magmática durante a fragmentação do supercontinente Gondwana (Carneiro *et al.*, 2003). Esta estrutura geológica representa o registro de ocorrência de eventos tectônicos e vulcânicos, responsáveis por moldar a topografia e determinar os diferentes graus de resistência das rochas (conforme o intemperismo). A partir desta base geológica, o relevo catarinense distribui-se segundo compartimentos distintos (Figura 5): (i) *Depressão Periférica Catarinense (cor rosa)*; (ii) *Patamares da Transição Planalto-Litoral (cor cinza)*; (iii) *Planaltos do Atlântico Sul e da Bacia do Paraná (cor verde)*; (iv) *Planície Litorânea Catarinense (cor amarelo)*; (v) *Serras Geral e do Mar (cor laranja)* (Figura 5). Esta compartimentação do relevo catarinense reflete o soerguimento epirogenético ocorrido no Terciário, que inclinou o território em direção ao sudoeste, provocando o rebaixamento do vale do Rio Uruguai e a elevação das áreas orientais do estado (Figura 5) (Carneiro *et al.*, 2003).

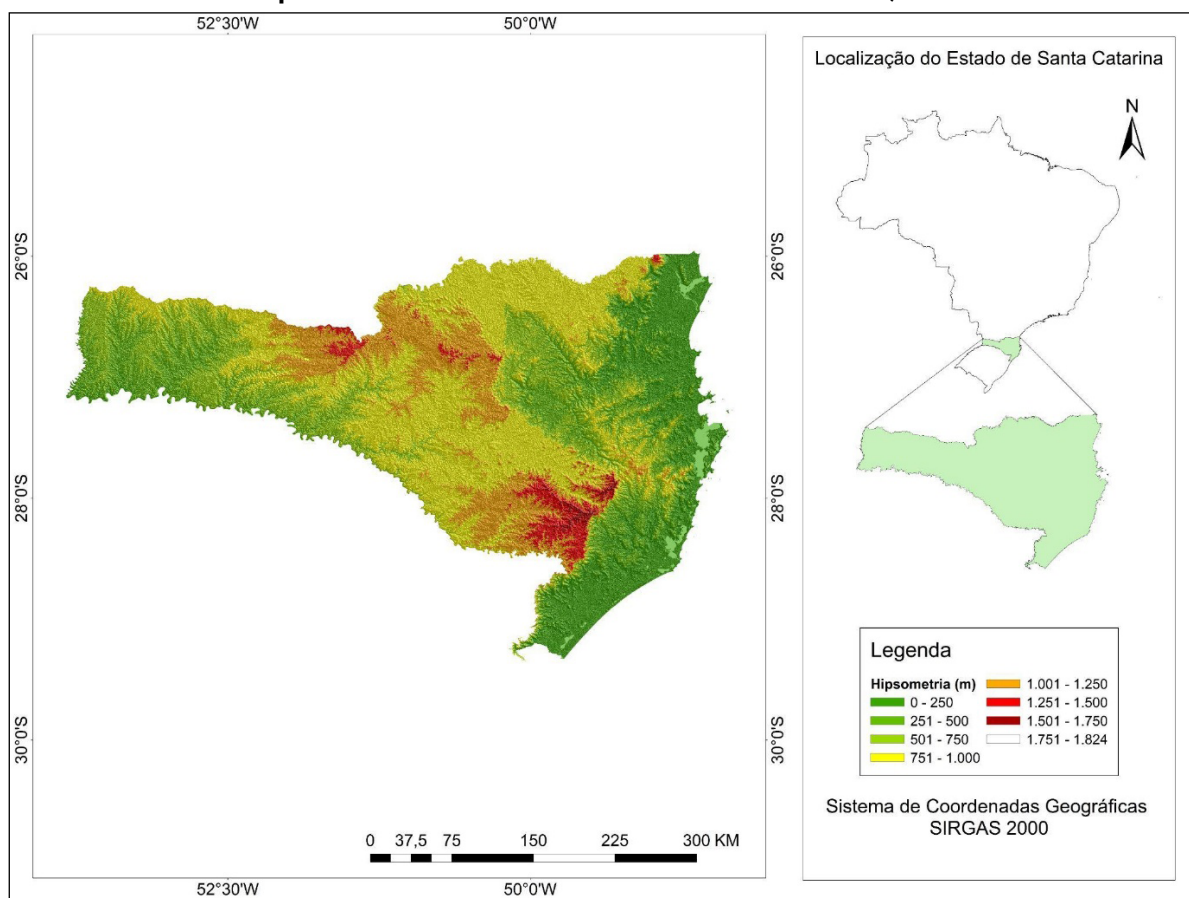
Figura 5 - Mapa geomorfológico do estado de Santa Catarina, destacando as principais formas e compartimentos do relevo em escala generalista



Fonte: Elaborado pelos autores.

Numa escala de detalhe, o mapa hipsométrico de Santa Catarina (Figura 6) destaca um gradiente altimétrico para a área em estudo segundo classes que variam de 0-250 metros a 1751-1827 metros. Esta classificação hipsométrica (Figura 6) foi organizada de modo a detalhar a significativa diferenciação topográfica entre os principais conjuntos geomorfológicos que compõem a área de estudo – a Planície Costeira, as Serras do Leste Catarinense, o Planalto Catarinense (Figuras 5 e 6).

Figura 6 - Mapa hipsométrico de Santa Catarina, com gradiente topográfico destacando áreas que vão desde 0-250m até 2000m de altitude, em escala detalhada



Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com o gradiente topográfico apresentado para a área de influência de Santa Catarina (Figura 6), os setores com as menores altitudes da área de estudo (0m–250m) estão localizados na faixa litorânea, com presença de planícies costeiras, lagoas, cordões arenosos, além de morros isolados de origem cristalina. As planícies costeiras são mais alargadas ao norte e ao sul da área de estudo, e se estreitam na região central onde a Serra do Tabuleiro avança em direção ao mar (Figura 6).

Os setores com altitudes médias, em conformidade com o gradiente altitudinal da área de estudo (Figura 6), possuem distribuição específica: *(i) setores com altitudes entre 200m e 400m* – a presença destes setores está associada aos vales fluviais e aos baixos cursos dos rios Itajaí-Açu, Uruguai e Canoas, sendo resultado da forte dissecação fluvial das rochas vulcânicas, e do basculamento estrutural do relevo para o sudoeste; *(ii) setores com altitudes*

entre 400m e 800m – presentes nas porções oeste e o meio-oeste catarinense, contemplando parte das bacias dos rios Uruguai, Peixe e Canoas. Estes setores são caracterizados pela presença de relevo suavemente ondulado, com vales amplos e solos derivados de rochas basálticas com alta fertilidade, favorecendo atividades agrosilvopastoris.

Os setores com as maiores altitudes (acima de 800 metros) são os mais representativos no contexto topográfico de Santa Catarina (Figura 6): (a) setores com altitudes entre 800m e 1200m – estão representados pelo Planalto Catarinense e as Serras do Leste, onde estão incluídas a Serra do Mar, a Serra Geral, a Serra do Tabuleiro, a Serra dos Faxinais, o Planalto de Lages, o Patamar de Mafra. Estes setores e subsetores são caracterizados pela dominância de superfícies elevadas com fraca movimentação do relevo, formando os divisores de águas das principais bacias hidrográficas do estado de Santa Catarina; (b) setores com altitudes superiores a 1200 metros – estão referidos sobretudo aos limites da Serra Geral (bordas e contrafortes), e áreas específicas do Planalto dos Campos Gerais onde estão localizados os picos altimétricos do estado, como o Morro da Boa Vista (1827m), Morro da Igreja (1822 m), e o Morro Bela Vista do Guizoni (1823 m).

A análise generalista e de detalhe realizadas a partir do mapa geomorfológico (Figura 5) e do mapa hipsométrico (Figura 6) salientam as estreitas relações entre as condicionantes físicas responsáveis pela estruturação do território catarinense. As diferenças altimétricas, litológicas e geomorfológicas possuem papel determinante no comportamento das drenagens, na formação dos solos, bem como na distribuição da vegetação, estruturando as diferentes **unidades ambientais** da área de estudo:

- Os **setores terminais** da área de estudo, com as menores altitudes (0-250m, constituídos sobretudo por planícies e vales fluviais), podem ser caracterizados como as áreas de acumulação e maior vulnerabilidade ambiental do estado de Santa Catarina, estando inclinados a processos de erosão, movimentos de massa e inundações sazonais;
- Nos **setores de transição** (altitudes médias, entre 250m até 800m), as relações entre o relevo e o clima são destacadas: o gradiente altimétrico entre os setores de transição e os setores terminais da área de estudo possui papel

determinante para os contrastes térmicos e pluviométricos significativos que ocorrem nas altitudes médias. As formações montanhosas do Leste Catarinense atuam como barreiras orográficas naturais, influenciando no resfriamento e na condensação das massas de ar úmidas vindas do Atlântico, o que intensifica a pluviosidade nas vertentes orientais e gera gradientes térmicos, que são reduzidos progressivamente em direção ao interior do estado de Santa Catarina;

- Os **setores mais elevados** da área de estudo (maiores altitudes, a partir de 800m), estruturados por rochas de elevada resistência (ex. escarpas da Serra Geral e planalto de São Joaquim), funcionam como divisores das bacias hidrográficas e zonas de recarga hídrica. Estas áreas apresentam temperaturas mais baixas (com a possibilidade de ocorrência de neve), o que favorece a presença de Florestas Ombrófilas Mistas (Mata com Araucárias) e Campos de Altitude, além de culturas agrícolas de clima temperado (como maçã e pêra).

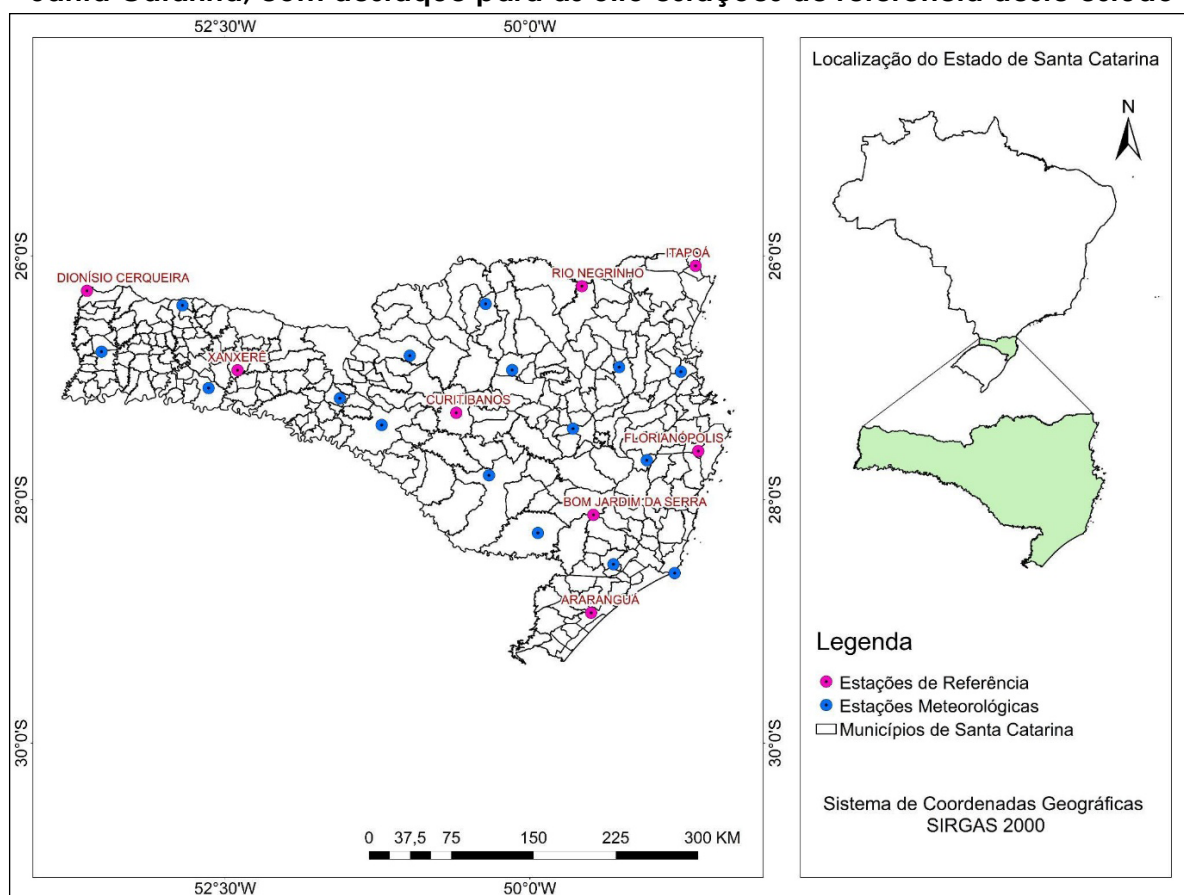
Enquadramento bioclimático geral

A partir do enquadramento geológico-geomorfológico de Santa Catarina, é possível estabelecer as relações entre as unidades ambientais da área de estudo (1. setores terminais; 2. setores de transição; 3. setores mais elevados), com elementos hídrico-climáticos que configuram a sua diversidade bioclimática. No geral, a bioclimatologia de Santa Catarina é caracterizada pela sua justaposição entre os domínios tropical e temperado (subtropical), numa transição destacada por variações pluviométricas acentuadas, influência oceânica, e heterogeneidade climática.

Com vistas a um enquadramento bioclimático geral da área de estudo, foi realizado cálculo do balanço hídrico-climático para o estado de Santa Catarina, considerando dois aspectos principais da dinâmica hídrico-climatológica – (*T*) temperatura e (*P*) precipitação – verificando os seguintes traços destes dois aspectos: (i) temperatura média anual; (ii) temperatura média das máximas – mês mais frio; (iii) temperatura média das mínimas – mês mais quente; (iv) temperatura média das máximas – mês mais quente; (v) temperatura média das mínimas – mês mais frio; (vi) precipitação média anual; (vii) precipitação média

estival. A coleta destas informações envolveu a utilização de 25 estações meteorológicas de Santa Catarina (Figura 7), por meio da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), tendo sido escolhidas oito estações meteorológicas de referência para efeito de um diagnóstico preliminar (piloto), sendo elas: *Araranguá, Bom Jardim da Serra, Curitibaanos, Dionísio Cerqueira, Florianópolis, Itapoá, Rio Negrinho e Xanxerê* (Figura 7).

Figura 7 - Estações meteorológicas (automáticas e não automáticas) do estado de Santa Catarina, com destaque para as oito estações de referência deste estudo



Fonte: Elaborado pelos autores.

O recorte definido para efeito do cálculo do balanço hídrico referiu-se ao ano de 2023, caracterizando a análise realizada como uma análise para uma série curta (tendo em conta as séries longas e curtas no cálculo do balanço hídrico). As estações de referência foram selecionadas de modo a representar a diversidade de condições bioclimáticas e suas relações com as principais unidades ambientais de Santa Catarina. Assim, cada estação está

posicionada num compartimento fisiográfico distinto (do litoral ao planalto, do extremo sul ao extremo oeste), com vistas a uma tradução satisfatória das condições bioclimáticas de Santa Catarina (Tabela 1).

Tabela 1 - Condições hídrico-climáticas de Santa Catarina e seus aspectos de referência

Estação Meteorológica	Período de Observação	Altitude (m)	Temp. Média Anual (°C)	Temp. Média das Máximas (mês mais frio) (°C)	Temp. Média das Mínimas (mês mais frio) (°C)	Temp. Média das Máximas (mês mais quente) (°C)	Temp. Média das Mínimas (mês mais quente) (°C)	Precipitação Média Anual (mm)	Precipitação Média Estival (mm)
Araranguá	2023	2	20,36	16,33	16,82	24,73	23,66	191,3	156,26
Bom Jardim da Serra	2023	1790,38	12,04	8,91	7,91	15,80	14,43	282,85	328,60
Curitibanos	2023	978,1	17,09	13,43	12,50	21,75	20,48	194,28	160,06
Dionísio	2023	807,54	19,88	16,82	15,84	24,73	23,66	235,28	205,13
Florianópolis	2023	4,87	21,77	18,35	17,53	26,08	25,08	170,53	155,4
Itapoá	2023	6,18	20,97	17,00	16,13	25,19	24,37	219,25	231,13
Rio Negrinho	2023	856	17,49	13,72	12,58	22,94	21,56	134,26	157,93
Xanxerê	2023	878,74	19,16	15,61	14,59	22,94	21,74	224,53	224,53

Fonte: Elaborado pelos autores.

Desse modo, num enquadramento bioclimático geral do estado de Santa Catarina, utilizando como referência as suas unidades ambientais, é destacado:

- Nos setores terminais (áreas litorâneas) estão distribuídas as estações Itapoá, Florianópolis e Araranguá, destacadas pela sua localização sob as menores altitudes da área de estudo (Tabela 1). Nestes setores são verificados os maiores valores de temperatura média anual para Santa Catarina (Tabela 1; Figura 8), com valores superiores a 20 °C: Florianópolis (21,77°), Araranguá (20,36°), Itapoá (20,97°). Ainda, nos setores terminais não é verificada uma significativa oscilação no âmbito dos valores de temperatura (tanto com relação aos valores máximos e mínimos, quanto aos valores para o período mais quente ou mais frio) (Tabela 1; Figura 8), o que destaca um contexto de baixa amplitude térmica nos setores terminais, categorizando este setor com condições do tipo 'termocolinas úmidas' (Rivas-Martínez, 1995). No que se refere as condições de precipitação (Tabela 1; Figura 8), os setores terminais são caracterizados

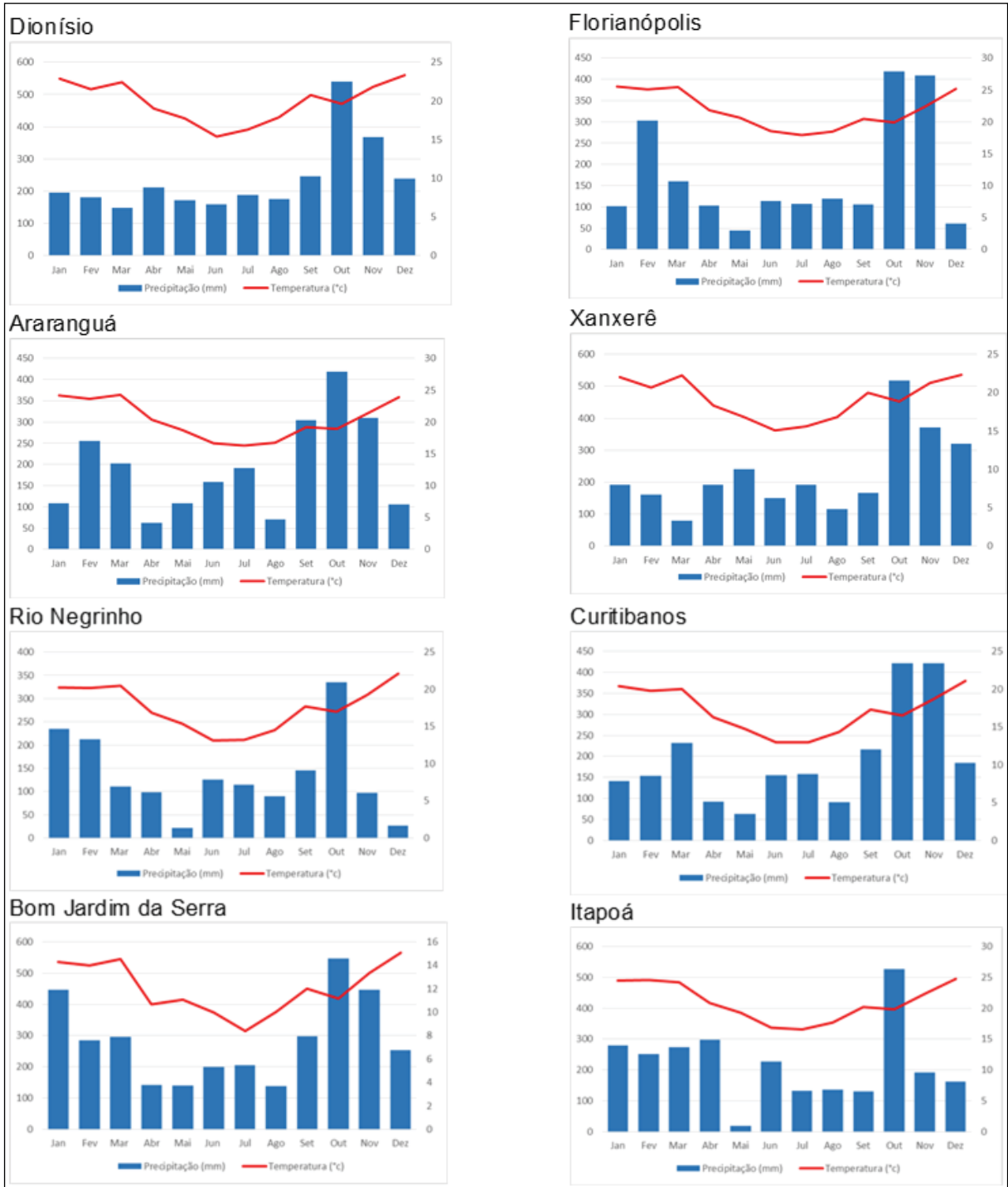
por valores elevados: Florianópolis (170,5mm), Araranguá (191,3mm), Itapoá (219,2mm). Por isso, o balanço hídrico para estes setores da área de estudo é caracterizado por condições de superávit hídrico. O superávit hídrico dos setores terminais é destacado pelos dados de precipitação média estival (Tabela 1), onde os setores terminais apresentam os menores valores no contexto da área de estudo, sublinhando a situação de superávit destes setores;

- Nos setores de transição (áreas intermediárias entre os planaltos e áreas serranas, e vales e zonas de baixo curso) estão distribuídas as estações Dionísio Teixeira e Rio Negrinho, destacadas pela sua localização sob altitudes médias dentro do contexto topográfico da área de estudo (aprox. 800 metros, Tabela 1). Nestes setores são verificados valores de temperatura média inferiores aos valores observados para os setores terminais (superiores a 20 °C), destacando a situação de 'transição bioclimática' destes setores: Dionísio Teixeira (19,8°), Rio Negrinho (17,4°). Ainda, nos setores de transição é verificada uma significativa oscilação no âmbito dos valores de temperatura (com relação aos valores máximos e mínimos, e quanto aos valores para o período mais quente e mais frio) (Tabela 1; Figura 8), destacando o aspecto de amplitude térmica destes setores, classificando-o com condições do tipo 'mesocolino úmido' (Rivas-Martínez, 1995). No que se refere a precipitação (Tabela 1; Figura 8), os setores de transição apresentam valores intermediários dentro do contexto local, no âmbito da precipitação média anual: Rio Negrinho (136,2mm), Dionísio Teixeira (235,2mm), com destaque para os baixos valores do setor Rio Negrinho. Mesmo com valores baixos de precipitação na área de influência de Rio Negrinho, o balanço hídrico para estes setores da área de estudo é caracterizado por condições de superávit hídrico, tendo em conta sobretudo os índices obtidos de precipitação média estival (Tabela 1);

- Nos setores mais elevados da área de estudo estão distribuídas as estações Xanxerê, Curitibanos e Bom Jardim da Serra, destacadas pela sua localização sob as maiores altitudes da área (a estação Bom Jardim da Serra está localizada a quase 2000 metros, Tabela 1). Nestes setores são verificados os menores valores de temperatura média para Santa Catarina, destacando o efeito topográfico na distribuição destas zonas: Xanxerê (19°), Curitibanos (17°), Bom Jardim da Serra (12°). Ainda, nos setores mais elevados é verificada

baixa oscilação no âmbito dos valores de temperatura (com relação aos valores máximos e mínimos, e quanto aos valores para o período mais quente e mais frio) (Tabela 1; Figura 8) – destacando a área de influência da estação Bom Jardim da Serra que possui os menores índices de temperatura para a área de estudo (tanto no período quente como no período frio). Por isso, estes setores são classificados com condições do tipo 'supremontana úmido' (Rivas-Martínez, 1995). No que se refere a precipitação (Tabela 1; Figura 8), os setores mais elevados apresentam valores elevados dentro do contexto de Santa Catarina no âmbito da precipitação média anual: Bom Jardim da Serra (282,8mm), Xanxerê (224,5mm), Curitibanos (194,2mm). Estes valores altos de precipitação média indicam para os setores mais elevados da área de estudo uma condição de superávit hídrico, confirmada com os índices obtidos de precipitação média estival (Tabela 1) para este setor de estudo.

Figura 8 - Climogramas representativos do balanço hídrico das zonas de referência do estudo

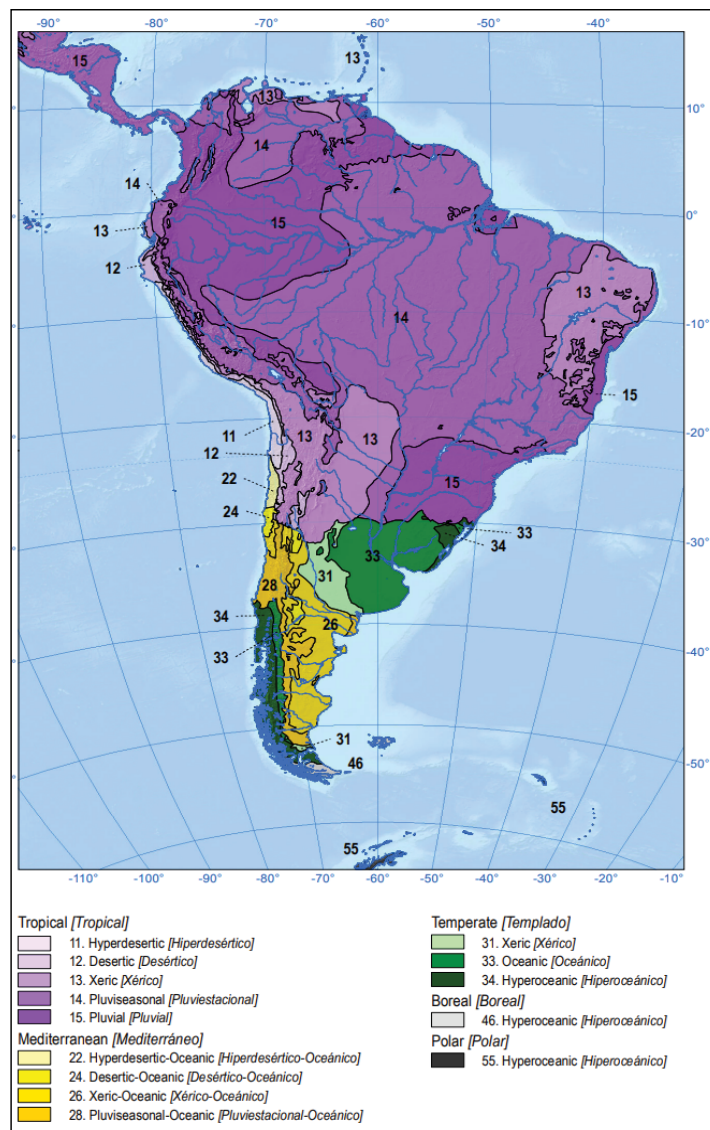


Fonte: Elaborado pelos autores.

Classificação bioclimática do estado de Santa Catarina

A partir dos enquadramentos geológico-geomorfológico e hídrico-climatológico para Santa Catarina, é possível avançar com uma categorização considerando a situação bioclimática do estado. Para isso, é adotada a classificação do sistema bioclimático proposto por Salvador Rivas-Martínez (Figura 9) (Rivas-Martínez, 1995). Este sistema estrutura o globo segundo três níveis hierárquicos superiores – 1. *Macrobioclimas*; 2. *Bioclimas*; 3. *Pisos bioclimáticos* – considerando sobretudo parâmetros térmicos e hídricos, integrando variáveis climáticas e ecológicas.

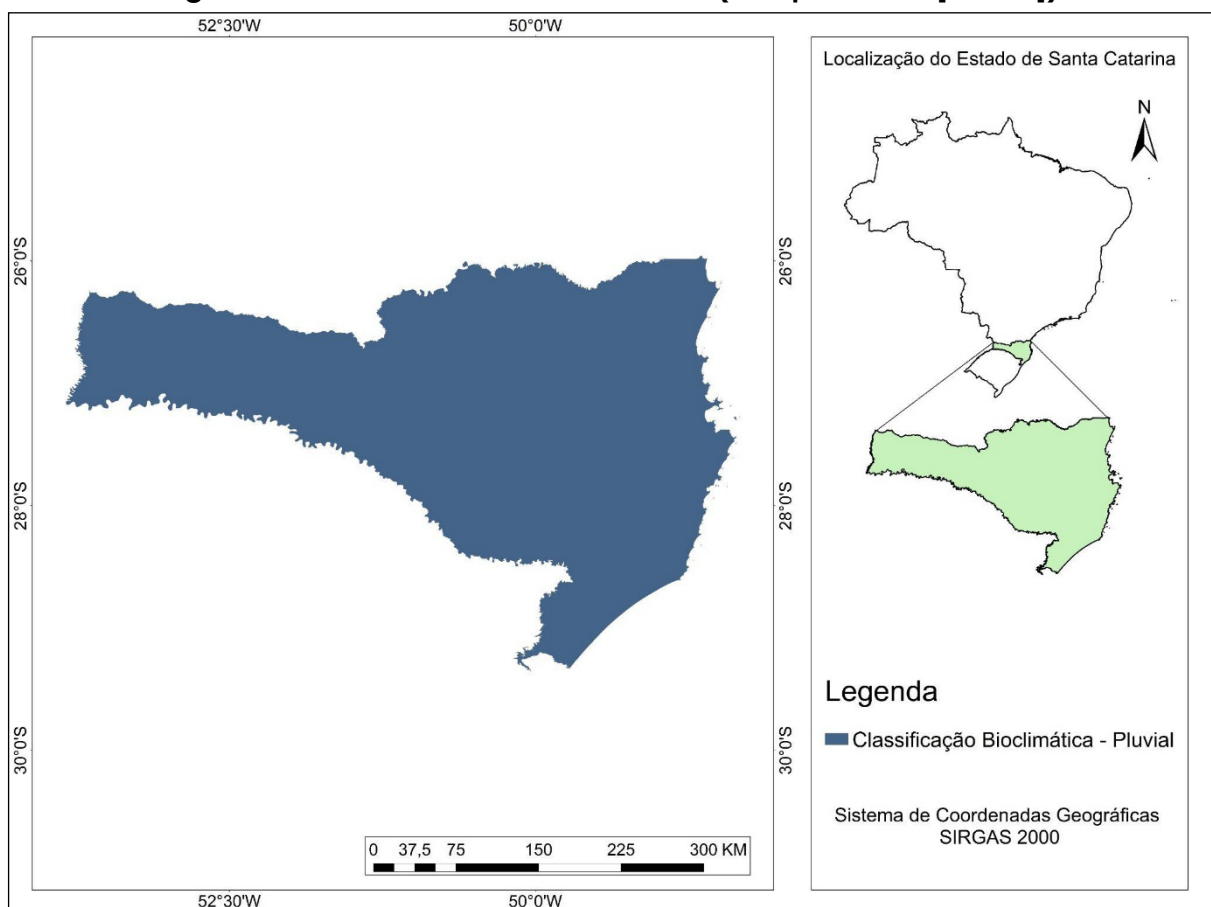
Figura 9 - Bioclimas da América do Sul e do Brasil



Fonte: Rivas-Martínez *et al.* (2011).

De acordo com a classificação de Rivas-Martínez no âmbito dos Bioclimas da América do Sul (Rivas-Martínez *et al.*, 2011), o território catarinense está distribuído segundo a hierarquia: **1. Macrobioclima Temperado – 2. Bioclima Oceânico Úmido – 3. Piso Bioclimático Pluvial [Pluvial]** (Figura 10). Nas palavras do autor: “se considera que tienen macrobioclima templado, a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios extratropicales de la Tierra pertenecientes a las cinturas subtropical, eutemplada y subtemplada (23° a 66° N y 23° a 55° S)” (Rivas-Martínez *et al.*, 2011). Desse modo, o enquadramento bioclimático de Santa Catarina dentro da categoria de *piso bioclimático pluvial [pluvial]* (Figura 10), destaca sobretudo três aspectos: (i) a influência das massas de ar úmidas vindas do Atlântico Sul, (ii) a distribuição regular das chuvas ao longo do ano, (iii) a indefinição da estação seca.

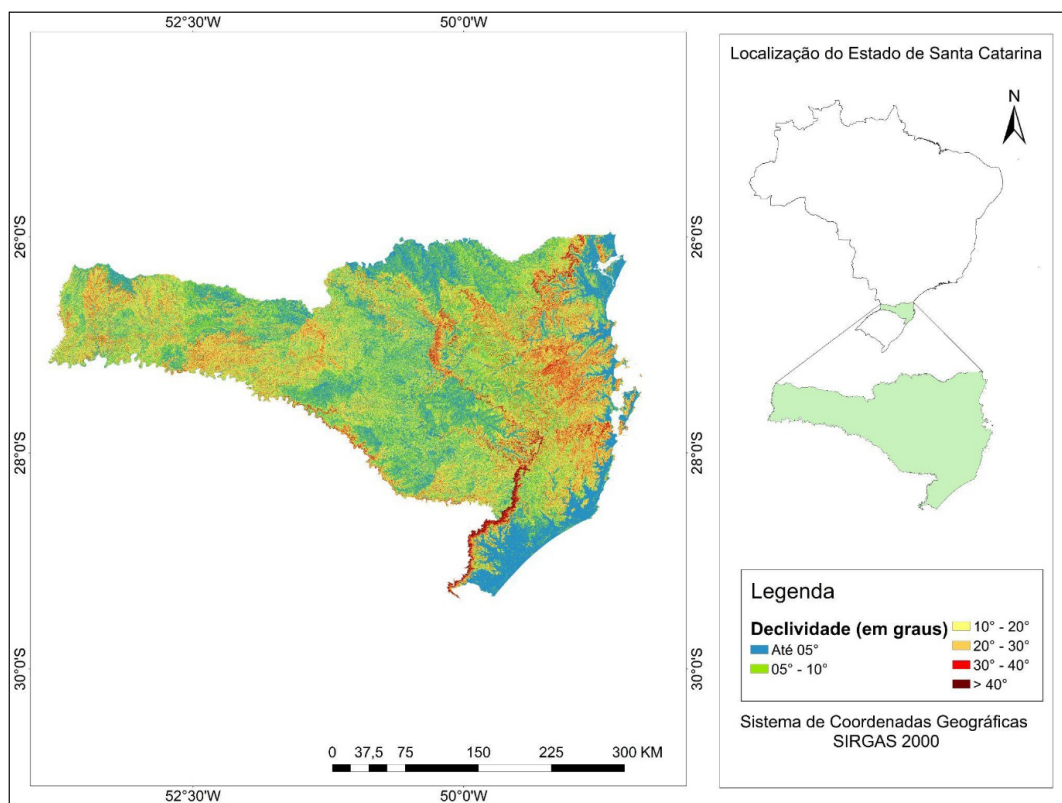
Figura 10 - Bioclima de Santa Catarina (do tipo Pluvial [Pluvial])



Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise integrada entre os balanços de temperatura e precipitação e as variações altimétricas e topográficas de Santa Catarina corroboram as características destacadas no sistema bioclimático de Rivas-Martínez, permitindo constatar os padrões estruturadores do andar bioclimático da área de estudo (na categoria 'Pluvial [Pluvial]'). Desse modo, entre os fatores determinantes do *piso bioclimático pluvial [pluvial]* para Santa Catarina, destaca-se a relação entre 'altitude' e 'comportamento térmico', e 'topografia' e 'temperatura média', salientando a influência do relevo sobre as condições climáticas regionais. Outro aspecto importante nesta análise são os graus de declividade dos terrenos (Figura 11): (i) as áreas de maior declive (acima de 30° de declividade) estão situadas sobretudo nas serras do leste catarinense (Figura 11), determinando barreiras orográficas naturais, o que contribui na intensificação da precipitação nas vertentes voltadas para o Atlântico e no surgimento de microclimas úmidos (Figura 11); (ii) as zonas de declives mais suaves (abaixo de 30° de declividade) estão distribuídas sobretudo pelo planalto e o oeste catarinense, favorecendo maior estabilidade atmosférica e maior amplitude térmica nestes setores da área de estudo (Figura 11).

Figura 11 - Mapa de declividade do estado de Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelos autores.

Estes padrões altimétricos, topográficos, geomorfológicos, de declividade dos terrenos, de valores de precipitação e temperatura, definem o andar bioclimático principal do estado de Santa Catarina (*piso bioclimático pluvial [pluvial]*), bem como as subcategorias inseridas nesta categorização principal (sub-pisos bioclimáticos):

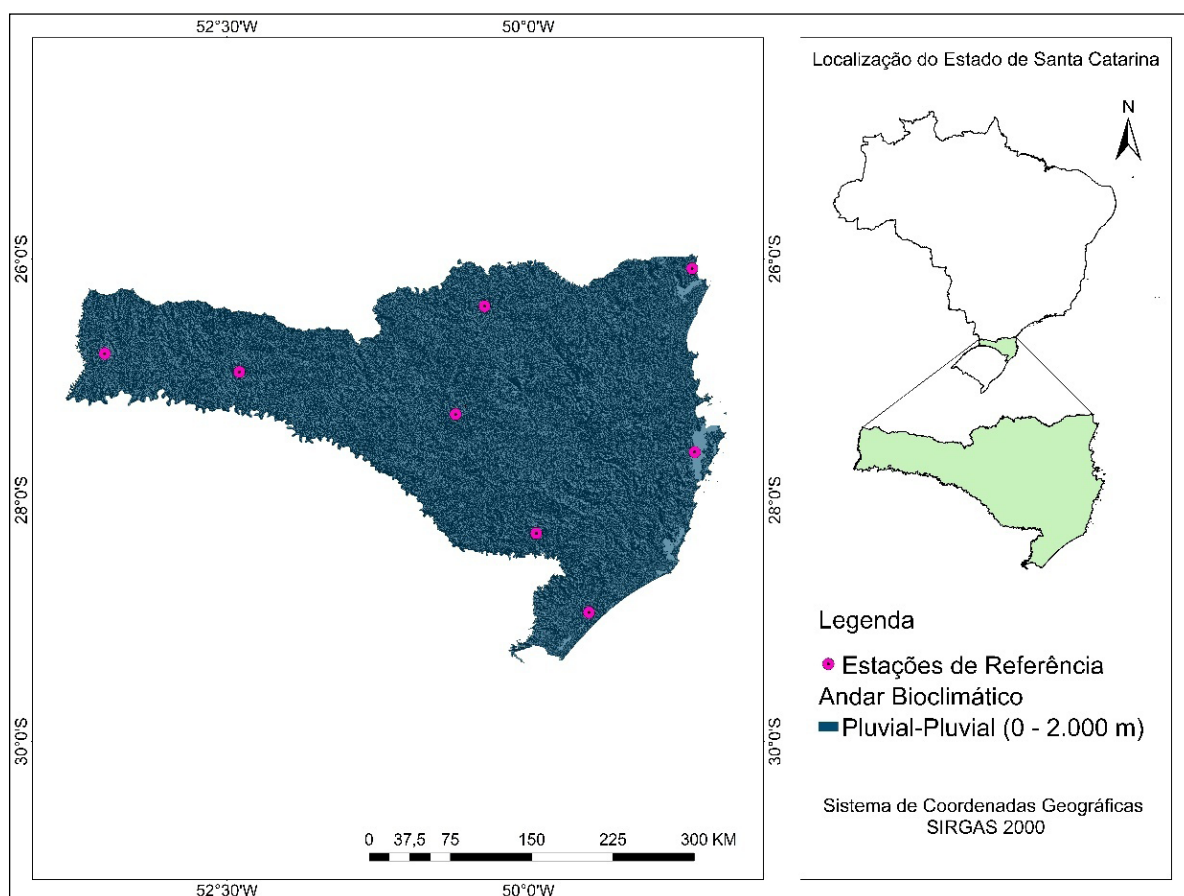
- **Sub-piso bioclimático pluvial [pluvial] dos setores terminais:** nas áreas litorâneas e de baixa altitude de Santa Catarina (onde estão presentes as estações meteorológicas de Florianópolis, Itapoá e Araranguá) (Figura 12), predominam temperaturas médias anuais elevadas (que variam entre 20°C e 22°C), altos índices pluviométricos (superiores a 1500mm anuais), com regime de precipitação destacado pela equilibrada distribuição das chuvas ao longo do ano, sem estação seca definida, sob a influência de massas de ar úmidas do Atlântico Sul. Estas características classificam estes setores na categoria do tipo 'termocolino úmido' (Figura 12);

- **Sub-piso bioclimático pluvial [pluvial] dos setores de transição:** o planalto e as áreas serranas (onde está presente a estação meteorológica de Rio Negrinho) (Figura 12) são categorizados como áreas de transição (de 'mesocolinas' a 'supramontanas úmidas'), com média de temperatura anual entre 13°C e 17°C, ocorrência de geadas, e elevada amplitude térmica anual. Já no extremo-oeste (onde está localizada a estação de Dionísio Cerqueira) (Figura 12), é destacado um sub-piso bioclimático do tipo 'mesocolino úmido', com forte influência do fator 'continentalidade', com verões quentes e invernos frios, e manutenção de regime pluviométrico regular ao longo do ano;

- **Sub-piso bioclimático pluvial [pluvial] dos setores mais elevados:** no planalto serrano e no meio-oeste (onde estão localizadas as estações de Bom Jardim da Serra e Curitibanos), o comportamento térmico apresenta-se sob um gradiente altitudinal onde as médias anuais de temperatura variam entre 13°C e 17°C, com invernos rigorosos, e ocorrência frequente de geadas (com possibilidade de episódios de neve nas altitudes acima de 1200m). Estes setores são classificados como 'supramontano úmidos', onde a precipitação é elevada, porém com ligeira redução em comparação com o litoral, oscilando entre 1400mm e 1800mm anuais. Já a área de influência onde está situada a estação Xanxerê,

no extremo oeste do estado, apresenta características que a diferenciam do contexto dos setores mais elevados da área de estudo (onde é destaque sobretudo a sua posição no extremo oeste do estado, seus verões quentes e invernos frios, e manutenção de regime pluviométrico regular ao longo do ano), sendo categorizada como setor 'mesocolino úmido' (Figura 12).

Figura 11 - O piso bioclimático do tipo 'Pluvial [Pluvial]' de Santa Catarina e as bases físicas do estado determinando os sub-pisos bioclimáticos



Fonte: Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na escala bioclimática do estado de Santa Catarina pôde-se identificar e analisar a relação entre as condicionantes físicas (como topografia, geomorfologia e declividade) e as respectivas alterações na variação dos padrões de temperatura e da precipitação, que contribuem para as condições bioclimatológicas de Santa Catarina, que no caso possui a

sua área de influência categorizada dentro do bioclima do tipo 'Pluvial [Pluvial]' (Rivas-Martínez, 1995). Constatou-se a partir dos resultados obtidos da análise entre os contrastes térmicos e pluviométricos das estações de referência selecionadas para este estudo, bem como da análise dos padrões topográficos e geomorfológicos, que o estado de Santa Catarina está compartimentado sob três unidades ambientais principais: (i) setores terminais; (ii) setores de transição; (iii) setores mais elevados. Valores elevados de temperatura e as porções mais baixas topograficamente caracterizam os setores terminais da área de estudo - as variações termo-hidrométricas destes setores parecem associadas às suas características topográficas e de declividade dos terrenos, sob condições significativamente diferentes dos dois outros setores da área de estudo. Os setores de transição são caracterizados por serem detentores de condições intermediárias em termos topográficos e do balanço hídrico-climático, apresentando áreas com valores médios de temperatura e precipitação (dentro do contexto do balanço hídrico-climático de Santa Catarina), situadas sob transições ou justaposições topográficas e geomorfológicas. Já os setores mais elevados, estes são caracterizados pelos menores índices de temperatura, característica ligada a baixa radiação direta que estes setores recebem, já que estão relacionados às maiores altitudes da área de estudo e zonas com maior declividade.

Acreditamos que o presente trabalho e metodologia venham a se tornar importantes instrumentos de pesquisa e de compreensão das dinâmicas presente e futura no âmbito da bioclimatologia do estado de Santa Catarina. O presente trabalho está em andamento, tendo sido desenvolvido como uma das etapas do trabalho de conclusão de curso intitulado "DIAGNÓSTICO BIOGEOGRÁFICO DO PARQUE ESTADUAL FRITZ PLAUMANN (SANTA CATARINA) E SUA RELAÇÃO COM A BIOCLIMATOLOGIA REGIONAL", desenvolvido na Universidade Federal da Fronteira Sul (Erechim-RS).

REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, C, D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; NEVES, B. B. B. (orgs.). **Geologia do continente sul-americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2003.
- FABER-LANGENDOEN, D.; KEELER-WOLF, T.; MEIDINGER, D.; JOSSE, C.; WEAKLEY, A., TART, D.; HELMER, E. **Classification and description of world formation types**. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-346. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2016. 222 p.
- LOPEZ-FERNANDEZ, M. S.; LOPEZ, M. L. Ideas básicas de "Global Bioclimatics", del Profesor Rivas-Martínez. **Guía para reconocer y clasificar las unidades bioclimáticas**. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra. Serie Botánica, Pamplona, v. 17, p. 3-188, 2008.
- MOLINA, R. T.; TÉLLEZ, T. R.; ALCARAZ, J. A. D. Aportación a la bioclimatología de Portugal. *In: Anales del Jardín Botánico de Madrid*, Madrid, v. 49, n. 2, p. 245-264, 1991.
- OLIVEIRA, C. G. **Regionalização do clima em Santa Catarina**. 2023. 183f. (Dissertação de Mestrado Profissional em Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. Les étages bioclimatiques de la végétation de la Peninsule Ibérique. **Anales Jard. Bot.** Madrid 37(2): 256. 1981.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. **Pisos bioclimáticos de España**. *Lazaroa* 5, p. 33-43, 1983.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. **Biogeografía y vegetación**. Discurso ingreso Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, p. 38-40, 1985.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. **Memoria del mapa de series de vegetación de España**. 1 ed. 400.000. ICONA, Madrid, 1987a.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. Nociones sobre Fitosociología, Biogeografía y Bioclimatología. *In: M. Peinado; S. Rivas Martínez (eds.), La vegetación de España*. p. 17-45. Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, 1987b.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. **Bioclimatics belts of West Europe** (Relations between Bioclimate and Plant Ecosystems). *In: COURSE ON CLIMATE AND GLOBAL CHANGE*, 1990. Univ. Complutense, Madrid, 1990.

RIVAS MARTÍNEZ, S.; FERNANDEZ GONZÁLEZ, F.; SÁNCHEZ MATA, D. Datos sobre la vegetación del Sistema Central y Sierra Nevada. **Opuscula Botanica Pharmaciae Complutensis**, Madrid, n. 2, p. 3-136, 1986.

RIVAS MARTÍNEZ, S.; LOUSA, M.; DIAZ, T. E.; FERNANDEZ GONZÁLEZ, F.; COSTA, J. C. La vegetación del sur de Portugal (Sado, Alentejo y Algarve). **Itinera Geobotanica**, León, n. 3, p. 5-126, 1990.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; RIVAS SÁENZ, S.; PENAS, A. Worldwide bioclimatic classification system. **Global Geobotany**, León, v. 1, p. 1-634, 2011. DOI: 10.5616/GG110001

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; RIVAS-SÁENZ S. (1966-2020). **Worldwide Bioclimatic Classification System**. Spain: Phytosociological Research Center, 1966-2020. Disponível em: <http://www.globalbioclimatics.org>. Acesso em: 3 nov. 2020

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; NAVARRO, G.; PENAS, A.; COSTA, M. Biogeographic map of South America. A preliminary survey. **International Journal of Geobotanical Research**, v. 1, n. 1, p. 21-40, 2011.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. Clasificación bioclimática de la Tierra: (Bioclimatic classification system of the Earth). **Folia Botanica Matritensis, Madrid**, n. 16, p. 1-25, 1995. Departamento de Biología Vegetal II (Botánica), Facultad de Farmacia, Universidad Complutense.

RIVAS-MARTINEZ, S.; ARMAIZ, C. (1984). Bioclimatología y vegetación en la Península Ibérica. Bulletin de la Société Botanique de France. **Actualités Botaniques**, Paris, v. 131, n. 2-4, p. 110-120, 1984. DOI: 10.1080/01811789.1984.10826653.

SANTA CATARINA (Estado). **Atlas Geográfico de Santa Catarina**: diversidade da natureza. 2. ed. Florianópolis: Secretaria de Estado do Planejamento; Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina (IPEA/SC), 2016. 96 p. (Fascículo 2).