



CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O SUL DO BRASIL UTILIZANDO O SISTEMA DE HOLDRIDGE (1967)

CLIMATIC CLASSIFICATION FOR SOUTHERN BRAZIL USING HOLDRIDGE (1967) SYSTEM

Rafael Fausto de LIMA¹

<https://orcid.org/0000-0002-5140-203X>

Lucas Eduardo de Oliveira APARECIDO²

<https://orcid.org/0000-0002-4561-6760>

João Antônio LORENÇONE³

<https://orcid.org/0000-0002-1950-4853>

Pedro Antônio LORENÇONE⁴

<https://orcid.org/0000-0001-6831-3992>

José Reinaldo da Silva Cabral de MORAES⁵

<https://orcid.org/0000-0002-8567-4893>

Resumo: O objetivo deste trabalho é classificar o clima da região Sul do Brasil utilizando o sistema de classificação climática por zonas de vidas estabelecido por Holdridge (1967). Foram utilizados um sequenciamento de 30 anos (1989-2019) de dados climáticos para região Sul do Brasil obtidos através da plataforma National Aeronautics and Space Administration/Prediction of Worldwide Energy Resources – (NASA/POWER). A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada utilizando o método definido por Camargo (1971). Através da combinação entre a precipitação anual, biotemperatura média anual, biotemperatura basal média anual, relação da evapotranspiração, delimitou-se as zonas de vidas para o sistema de Holdridge (1967). A temperatura e precipitação apresentaram médias anuais de 18,58 ($\pm 1,57$) °C e 1777 (± 239) mm respectivamente. Foram encontradas doze zonas de vidas para a região Sul, sendo as mais predominantes: Floresta subtropical de montana baixa úmida (31,37%), e Floresta subtropical premontana úmida (32,11%).

Palavras-Chave: Agrometeorologia; Elementos climáticos; Zonas de vidas.

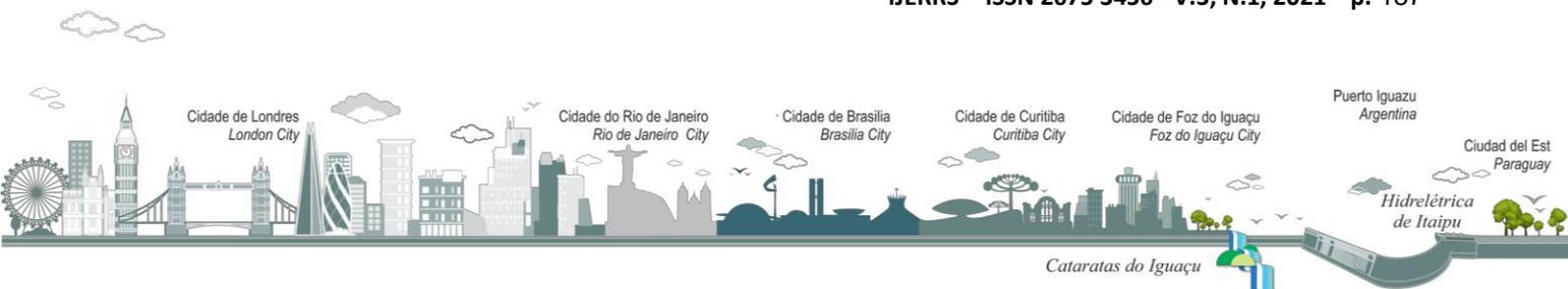
¹ Estudante do curso de Engenharia Agrônoma no Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, Naviraí, Mato Grosso do Sul, Brasil. rafael.lima2@estudante.ifms.edu.br.

² Prof. Dr. no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Naviraí, Mato Grosso do Sul, Brasil. lucas.aparecido@ifms.edu.br.

³ Estudante do curso de Engenharia Agrônoma no Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, Naviraí, Mato Grosso do Sul, Brasil. joao.lorencone@estudante.edu.br.

⁴ Estudante do curso de Engenharia Agrônoma no Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, Naviraí, Mato Grosso do Sul, Brasil. pedro.lorencone@estudante.ifms.edu.br.

⁵ Doutorando do programa de pós graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, São Paulo, Brasil. reinaldojmoraes@gmail.com.br.





Abstract: The objective of this work is to classify the climate of the southern region of Brazil using the climate classification system by life zones established by Holdridge (1967). A 30-year sequencing (1989-2019) of climatic data for Southern Brazil was obtained using the National Aeronautics and Space Administration / Prediction of Worldwide Energy Resources - (NASA / POWER) platform. Potential evapotranspiration (ETP) was estimated using the method defined by Camargo (1971). Through the combination of annual precipitation, annual average biotemperature, annual average basal biotemperature, evapotranspiration ratio, the life zones for the Holdridge system (1967) were defined. Temperature and precipitation showed annual averages of $18.58 (\pm 1.57) ^\circ \text{C}$ and $1777 (\pm 239) \text{ mm}$, respectively. Twelve life zones were found for the South region, the most prevalent: subtropical low humid montane forest (31.37%), and subtropical humid premontane forest (32.11%).

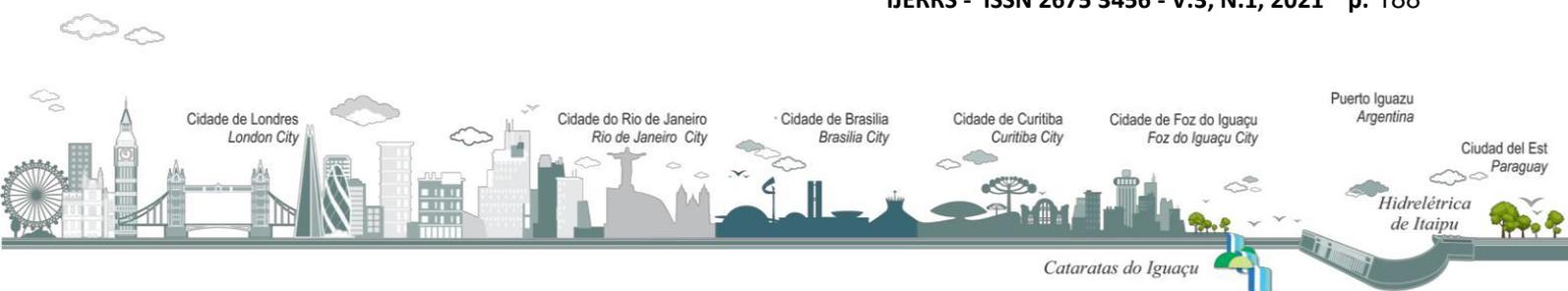
Keywords: Agrometeorology; Climatic elements; Life zones.

INTRODUÇÃO

O clima de uma região tem influência sobre os ecossistemas, na distribuição da vegetação, na formação das paisagens e, na atividade econômica (GONÇALVES; BACK, 2018), sendo o ambiente de produção agrícola o mais vulnerável a impactos climáticos (CLAPP; NEWELL; BRENT, 2018), afetando consideravelmente a segurança alimentar (TAYLOR, 2018). O clima é definido como a média das condições atmosféricas que caracterizam uma região (ROLIM; APARECIDO, 2016).

O uso de sistemas de classificação climática mostrou-se como uma importante ferramenta para agrupar e delimitar geograficamente elementos climáticos similares (TAPIADOR *et al.*, 2019), simplificando os complexos padrões climáticos mensais (AYOADE, 2010). Os sistemas de classificação climática mais utilizados são de Flohn (1950), Camargo (1991), Holdridge (1967), Köppen-Geiger (1928) e Thornthwaite (1948) (MENGATO, 2015), sendo os três últimos sistemas mais utilizados no Brasil (TRES *et al.*, 2016).

O sistema por zonas de vidas estabelecido por Holdridge (1967) baseia-se na premissa da biotemperatura, definida como sendo um intervalo de temperatura de 0 a 30°C (HOLDRIDGE, 2000), compreendendo a faixa de temperatura em que efetivamente ocorre o desenvolvimento das plantas (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015). O sistema associa a biotemperatura com os pisos altitudinais e regiões





latitudinais da área de estudo, tornando-se fácil relacionar o clima com a vegetação predominante no local (TATLI; DALFES, 2016).

Diversos trabalhos têm utilizado o sistema de classificação climática de Holdridge (1967) no mundo, entre eles *Derguy et al.* (2019) na Argentina, *Szelepcsényi et al.* (2018) na região de Carpatos, *Tatli e Dalfes* (2016) na Turquia. No Brasil, *Ferreira et al.* (2019) utilizou o sistema de zonas vidas para o Estado de Minas Gerais obtendo predomínio da zona de vida floresta úmida tropical pré-montada, no Amazonas *Alves et al.* (2016) evidenciou três zonas de transição utilizando o sistema de Holdridge (1967), demonstrando uma heterogeneidade da vegetação e geografia presentes no estado.

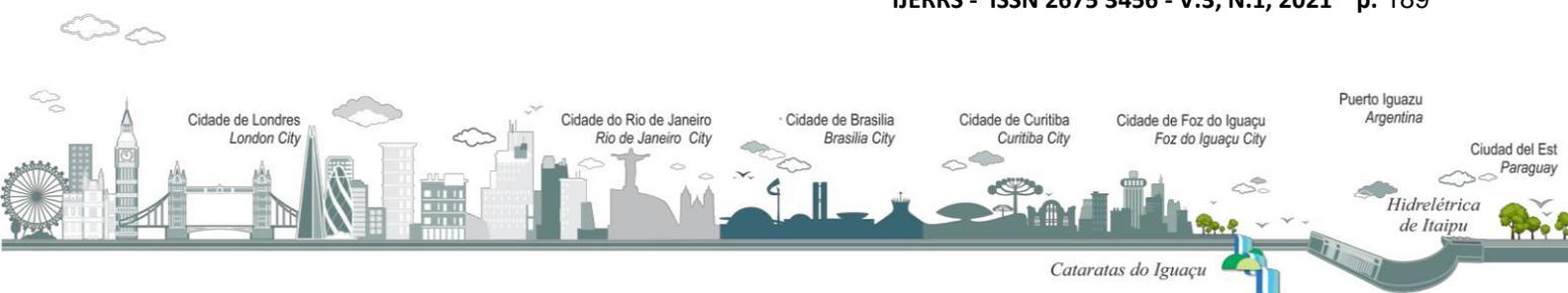
Poucos trabalhos utilizaram o sistema de zonas de vidas em escala regional para o território Brasileiro. Assim, o objetivo deste trabalho é determinar as zonas de vidas para a região Sul do Brasil utilizando o sistema de Holdridge (1967).

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

A região sul compreende os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e possui uma extensão de 563.803,4 km² (Figura 1). A região apresenta destaque para a produção de culturas de climas frios como Pêssegos, Uvas e Figos (IBGE, 2019). Os biomas de maior predomínio são, Pampa no Rio Grande do Sul, Mata atlântica em Santa Catarina e Paraná e uma pequena porção do bioma Cerrado no Paraná (COUTINHO, 2016).

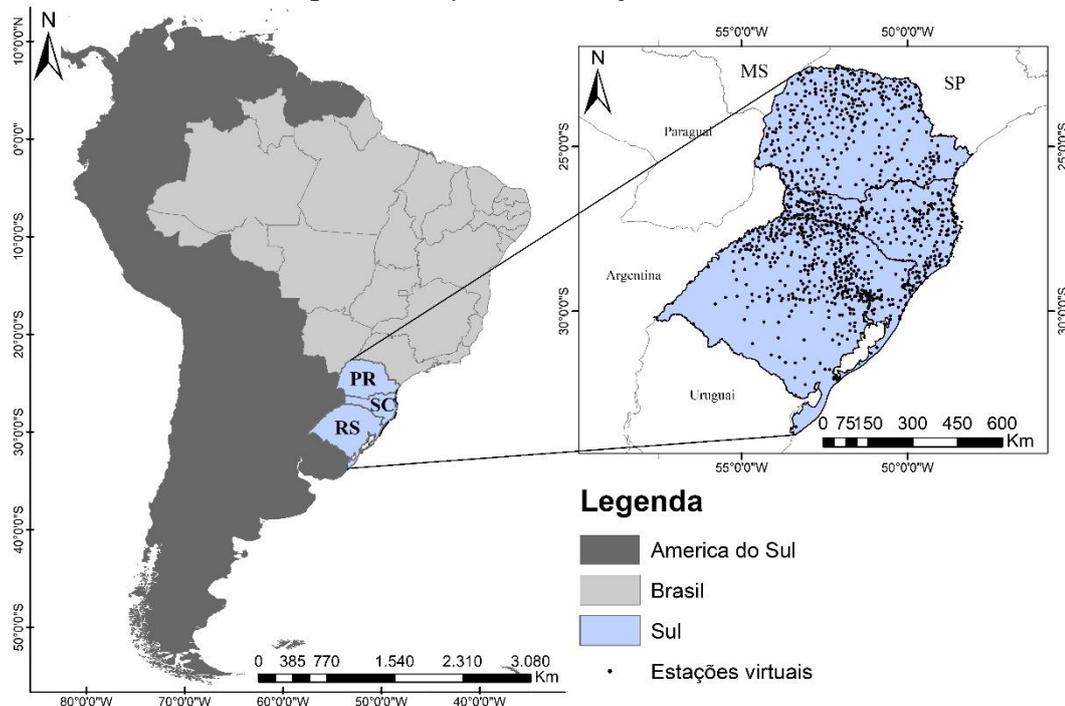
Dados climáticos





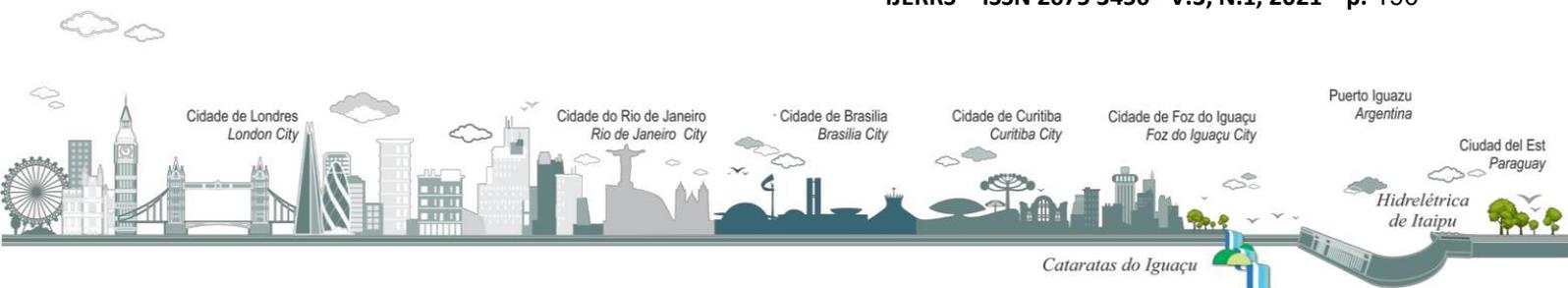
Para contemplar toda a região sul do Brasil foram coletados dados climáticos para 1037 municípios localizados na região (Figura 1). Os elementos climáticos necessários foram temperatura média (T-MED), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) do ar (°C), e precipitação pluvial (PREC, mm) organizados em escala diária do período de 1989-2019. Os dados foram obtidos através da plataforma National Aeronautics and Space Administration/Prediction of Worldwide Energy Resources - NASA/POWER (STACKHOUSE, 2015). Essa plataforma disponibiliza dados climáticos em grids com resolução espacial de 1° (latitude-longitude).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autores.

O cálculo da evapotranspiração potencial anual (ETP) foi realizado utilizando o método de Camargo (1971) no qual fez uma simplificação do método proposto por Thornthwaite (1948), mantendo sua eficiência (Equação 1).





$$ETP = F Q_0 T ND \quad (1)$$

em que Q_0 (mm dia) é a radiação solar extraterrestre diária expressa em equivalente de evaporação, no período considerado, T ($^{\circ}\text{C}$) é a temperatura média do ar durante o período; F é o fator de ajuste que varia com a temperatura média anual do local (para T_m até 23°C , $F = 0,01$; $T_m = 24^{\circ}\text{C}$, $F = 0,0105$; $T_m = 25^{\circ}\text{C}$, $F = 0,011$; $T_m = 26^{\circ}\text{C}$, $F = 0,0115$; $T_m > 26^{\circ}\text{C}$, $F = 0,012$); e ND é o número de dias do período.

Sistema de classificação climática de Holdridge (1967)

O sistema de classificação climática de Holdridge (1967) estabelece a determinação de zonas climáticas utilizando a combinação entre valores de altitude, pluviosidade, temperatura ideal para o desenvolvimento fisiológico de plantas e a relação entre ETP com a precipitação média anual.

Seguindo a adaptação de Derguy *et al.* (2019) para o sistema de Holdridge (1967), a biotemperatura média anual (TBIO) foi computada para corresponder a faixa de 0 a 30°C , onde processos fisiológicos das plantas não se tornam inativos, valores abaixo de 0 e acima de 30°C foram corrigidos para corresponder aos extremos limitantes do desenvolvimento fisiológico nas plantas (Equações 2-4).

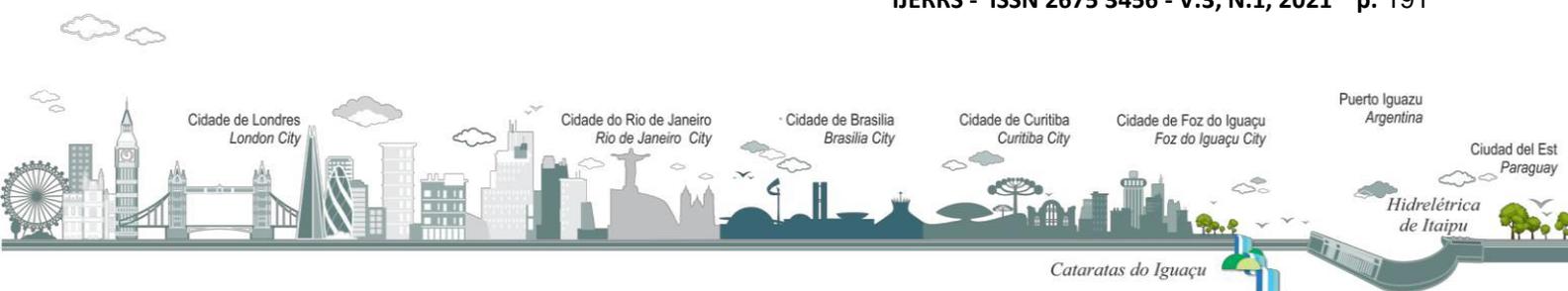
$$TBIO_{\text{mensal}} = 0, \text{ se } T_{\text{mensal}} < 0 \quad T_{\text{mensal}}, \text{ se } T_{\text{mensal}} \geq 0 \quad (2)$$

$$TBIO_{\text{mensal}} = 30, \text{ se } T_{\text{mensal}} > 30 \quad T_{\text{mensal}}, \text{ se } T_{\text{mensal}} \leq 30 \quad (3)$$

$$TBIO = \frac{\sum_{x=1}^{12} TBIO_{\text{mensal}}}{12} \quad (4)$$

em que $TBIO_{\text{mensal}}$ é a biotemperatura média mensal ($^{\circ}\text{C}$); T_{mensal} é a temperatura média mensal ($^{\circ}\text{C}$); $TBIO$ é a biotemperatura média anual ($^{\circ}\text{C}$).

A precipitação anual (PREC) foi obtida pela média anual extraída da normal

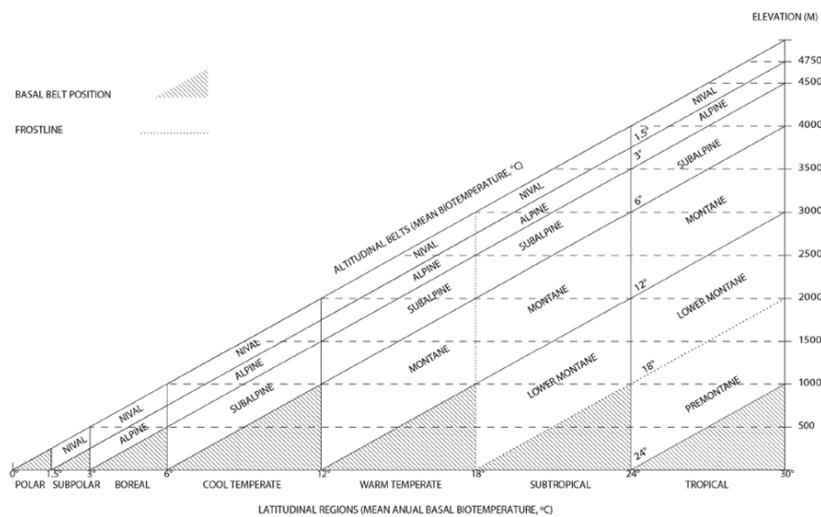




climatológica da região em mm. A relação da ETP (ETP/P) foi calculada pela razão entre a ETP obtida pelo método de Camargo (1971) pela PREC.

Os limites latitudinais (Figura 2) foram obtidos pelo cálculo da biotemperatura basal média anual (TBIO-BA) correspondendo a alteração na TBIO em relação ao nível do mar através de um gradiente adiabático de $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C/Km}$.

Figura 2 – Diagrama para determinação de pisos altitudinais e latitudinais de Holdridge (1967).



Fonte: Derguy *et al.* (2019).

O cálculo foi executado para cada $T_{m\text{ensal}}$ (Equação 5) utilizando dados de elevação obtidos da Shuttle Radar Topography Mission (SRMT - <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata>) com resolução espacial de 90 metros. Em seguida os dados foram ajustados para corresponder a faixa de biotemperatura (Equações 6-8).

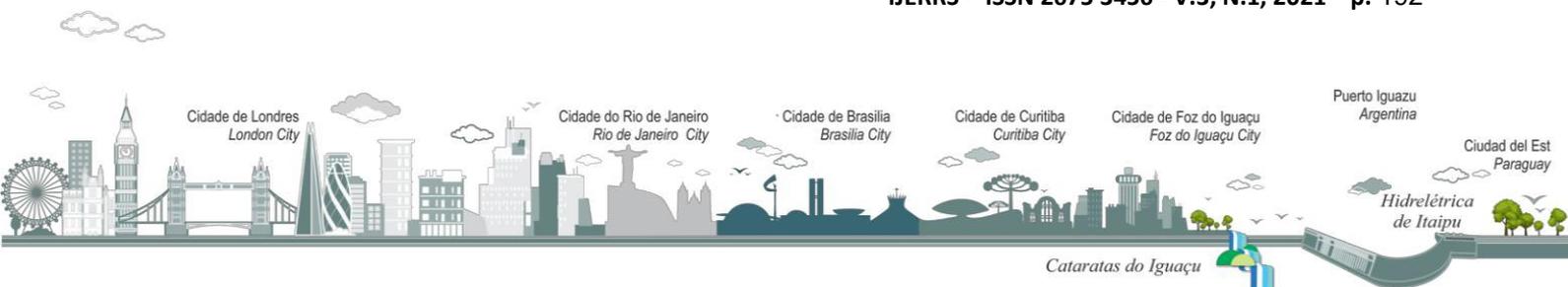
$$T_{m\text{ensal-BA}} = \text{Altitude} \times 0,006 + T_{m\text{ensal}} \quad (5)$$

$$TBIO\text{-}BA_{m\text{ensal}} = 0, \text{ se } T_{m\text{ensal-BA}} < 0 \quad T_{m\text{ensal}}, \text{ se } T_{m\text{ensal-BA}} \geq 0 \quad (6)$$

$$TBIO\text{-}BA_{m\text{ensal}} = 30, \text{ se } T_{m\text{ensal-BA}} > 30 \quad T_{m\text{ensal}}, \text{ se } T_{m\text{ensal-BA}} \leq 30 \quad (7)$$

$$TBIO\text{-}BA = \frac{\sum_{x=1}^{12} TBIO\text{-}BA_{m\text{ensal}}}{12} \quad (8)$$

em que $T_{m\text{ensal-BA}}$ é a temperatura média basal mensal ($^{\circ}\text{C}$), $T_{m\text{ensal}}$ é a

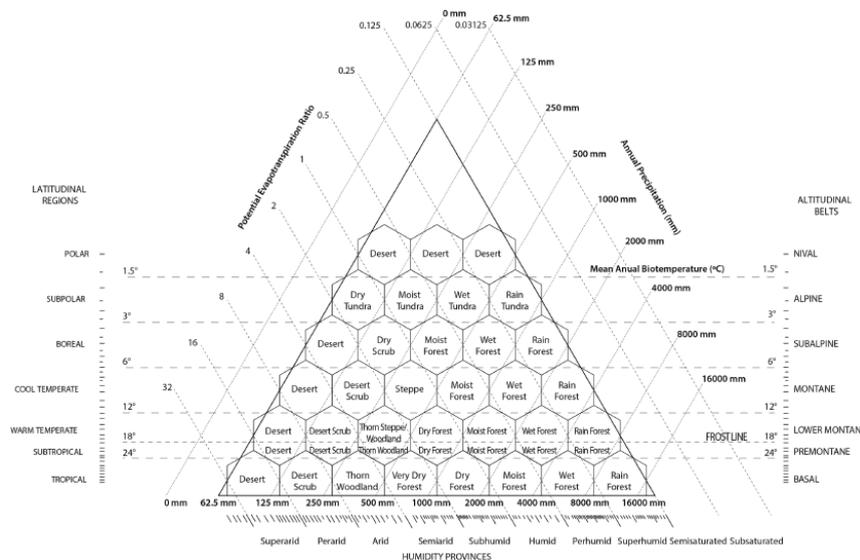




temperatura média mensal ($^{\circ}\text{C}$), TBIO-BAmensal é biotemperatura basal média mensal ($^{\circ}\text{C}$).

As zonas de vidas (Figura 3) foram estabelecidas relacionando as variáveis bioclimáticas calculadas (TBIO, PREC, ETP/P e TBIO-BA) utilizando a chave de classificação estabelecida por Holdridge (1967), onde cada hexágono corresponde a uma zona de vida.

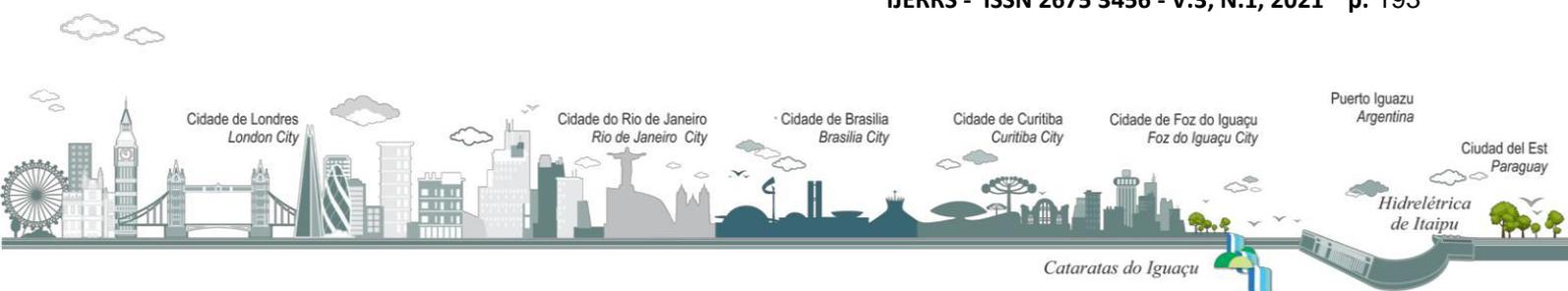
Figura 3 – Sistema de classificação climática de Holdridge (1967).



Fonte: Derguy *et al.* (2019).

Espacialização dos resultados

Com a utilização do sistema de informação geográfica (SIG) foi realizada a interpolação espacial de todos os elementos climáticos usando do método de Krigagem (Krigé, 1951) com um modelo esférico vizinho. O sistema de projeção cartográfica adotada para o cálculo de área cônica equivalente de Albers. Com a sobreposição dos mapas foi possível obter os mapas para a classificação por zonas de vidas de Holdridge (1967).

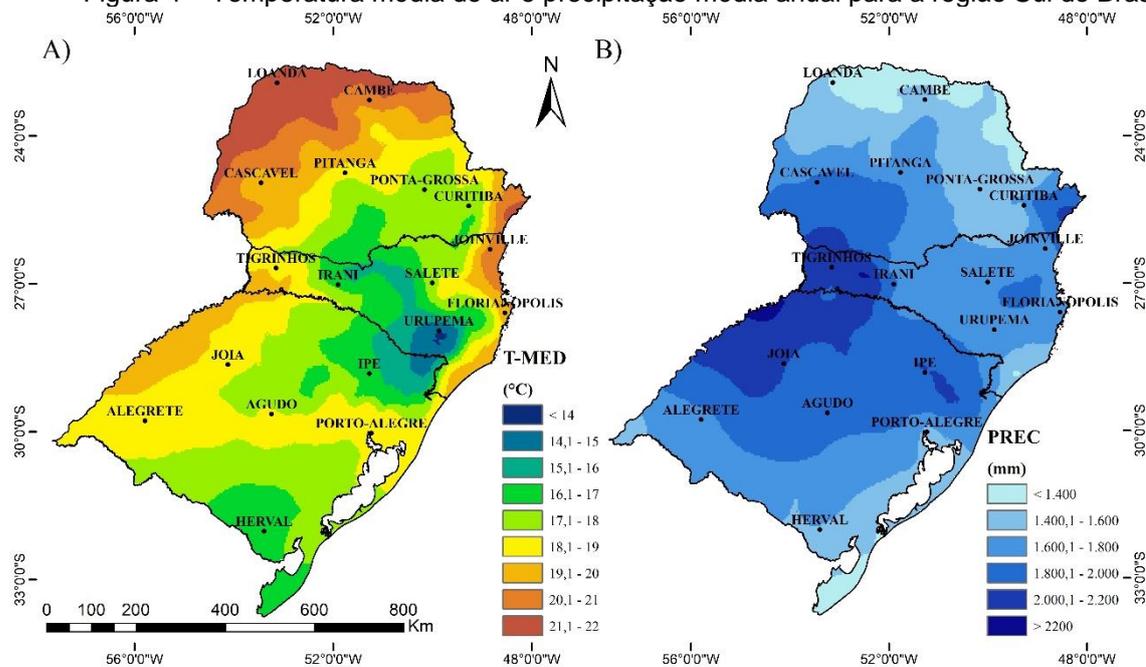




RESULTADOS E DISCUSSÕES

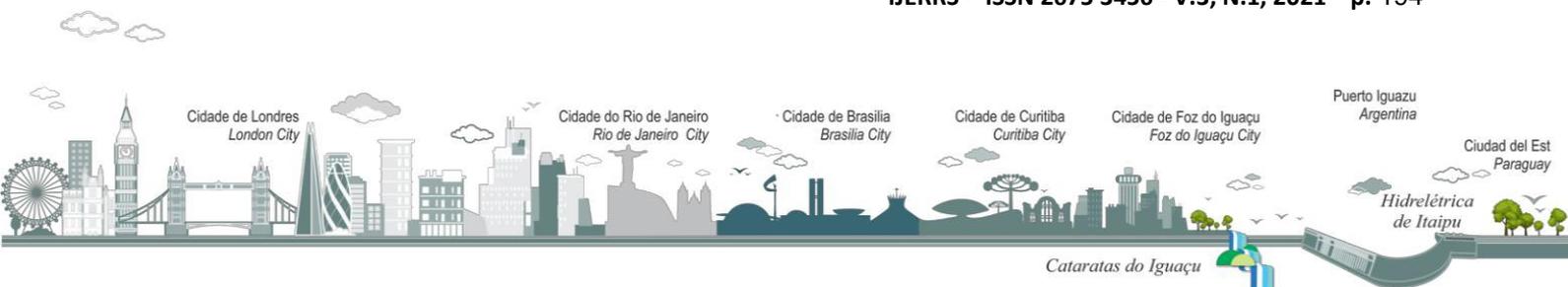
A temperatura média do ar para a região Sul (Figura 4 A) variou de 13,90 a 22,00 °C apresentando média de 18,58 ($\pm 1,57$) °C. Os maiores índices foram registrados ao norte do Estado do Paraná e menores valores no Estado de Santa Catarina. As localidades de Jardim Olinda – PR e Bom Jardim da Serra – SC foram as mais quentes e mais frias da região, respectivamente, o mesmo foi observado por Alvares *et al.* (2013). O Estado do Paraná apresentou média de 19,80 ($\pm 1,54$) °C, próximo ao relatado por Aparecido *et al.* (2019).

Figura 4 – Temperatura média do ar e precipitação média anual para a região Sul do Brasil.



Fonte: Autores.

Para Santa Catarina a temperatura média do ar é de 18,02 ($\pm 1,52$) °C, corroborando com os resultados de Fritzsos *et al.* (2016). No Estado do Rio Grande do Sul a média é de 17,96 ($\pm 0,97$) °C, valores próximos ao relatado por Valério *et al.* (2018).





A precipitação média anual da região Sul (Figura 4 B) variou de 1129 a 2234 mm com média de 1777 (± 239) mm. Os maiores volumes foram registrados ao oeste da região e os menores volumes no extremo norte do Paraná. O Estado do Paraná apresentou média de 1587 (± 215) mm, o Estado de Santa Catarina apresentou média de 1797 (± 202) mm para a Precipitação anual e no Rio Grande do Sul a média é de 1914 (± 167) mm, resultados semelhantes foram relatados por Alvarez et al. (2013).

A região Sul demonstrou grande variabilidade para a biotemperatura (Figura 5 A) com média de 18,58 ($\pm 1,57$) °C, idêntico ao registrado para a Temperatura média do Ar (Figura 4 A). O norte do Estado do Paraná e uma parte do Litoral paranaense e catarinense foram classificados como biotemperatura maior que 20,1 e menor que 22 °C. Apenas os municípios de Jardim Olinda – PR e Urupema - SC registraram biotemperatura superior a 22 °C e inferior a 14 °C, respectivamente. A média para os Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul foi de 19,80 ($\pm 1,54$), 18,02 ($\pm 1,52$) e 17,96 ($\pm 0,97$) °C respectivamente.

A razão entre a evapotranspiração potencial e precipitação (ETP/P) apresentou uma faixa de umidade elevada compreendendo o noroeste do Rio Grande do Sul, oeste catarinense e extremo sul do Paraná com índice inferior a 0,5 (Figura 5 B). A biotemperatura basal (Figura 5 C) variou de 16,00 a 27,70 °C com média de 21,00 ($\pm 2,00$) °C para a região Sul. O Estado do Paraná apresenta predomínio de biotemperatura basal na classe de 22,1 a 24 °C, Santa Catarina e todo o norte do Rio Grande do Sul correspondem a classe de 20,1 a 22 °C. O sul do Estado do Rio Grande do Sul apresenta a classe de biotemperatura basal e inferior a 18 °C.

Em relação a evapotranspiração potencial (Figura 5D), a região Sul do Brasil apresentou média de 961 (± 138) mm. Os estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul apresentam médias de 992 (± 131), 923 (± 76) e 960 (± 164) mm respectivamente.

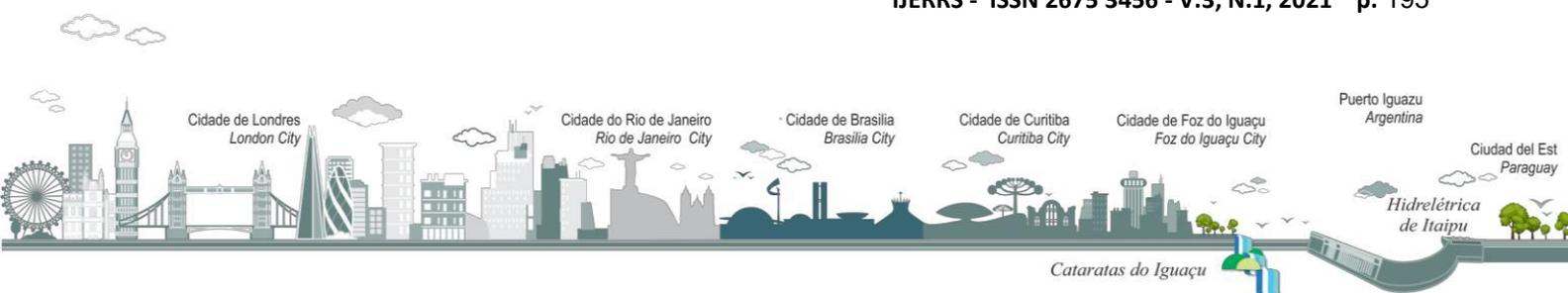
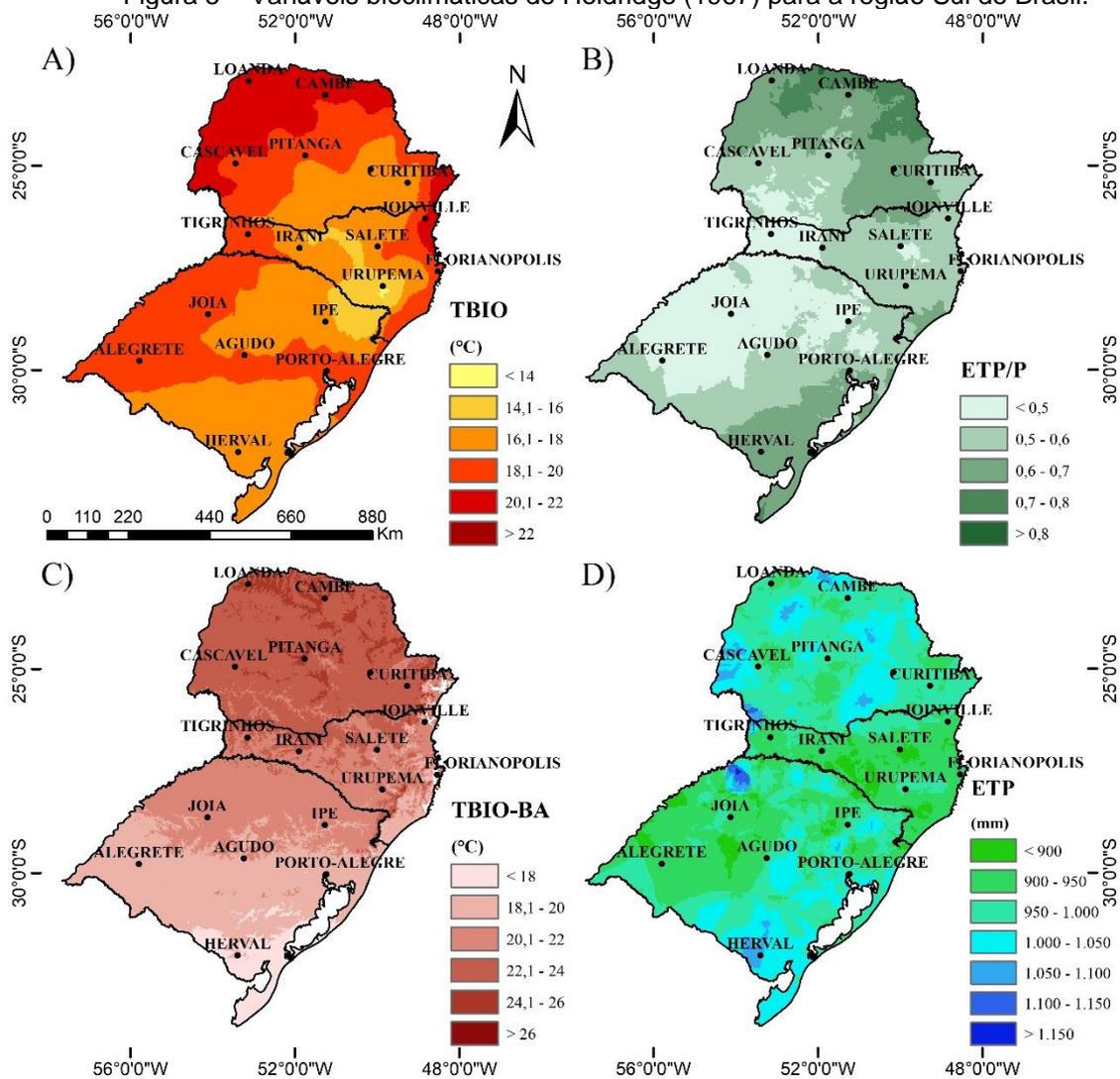




Figura 5 – Variáveis bioclimáticas de Holdridge (1967) para a região Sul do Brasil.



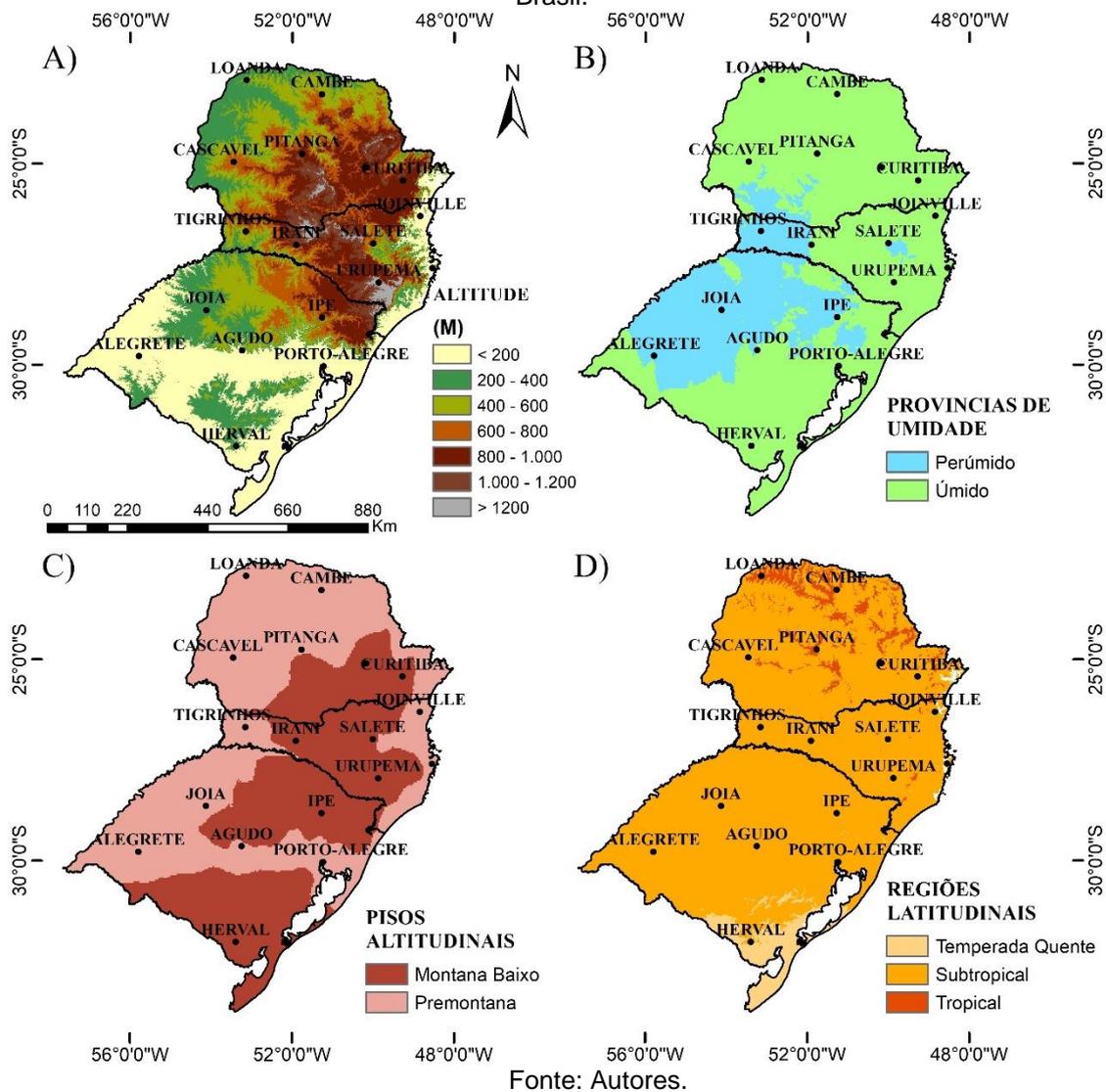
Fonte: Autores.

A altitude da região (Figura 6 A) demonstra uma variação de 3 a 1322 m para o sul do Brasil, sendo que todo o litoral e o sul do Rio Grande do Sul apresentam altitudes abaixo de 200 m. Os municípios de Canelinha – SC, Planalto Alegre – SC e Araranguá – SC com 1322 m, 1196 m e 1180 m representam as localidades com maior altitude da região. Em relação as províncias de umidade (Figura 6 B) há o destaque para as províncias úmido e perúmido, sendo a última predominante ao oeste da região Sul.



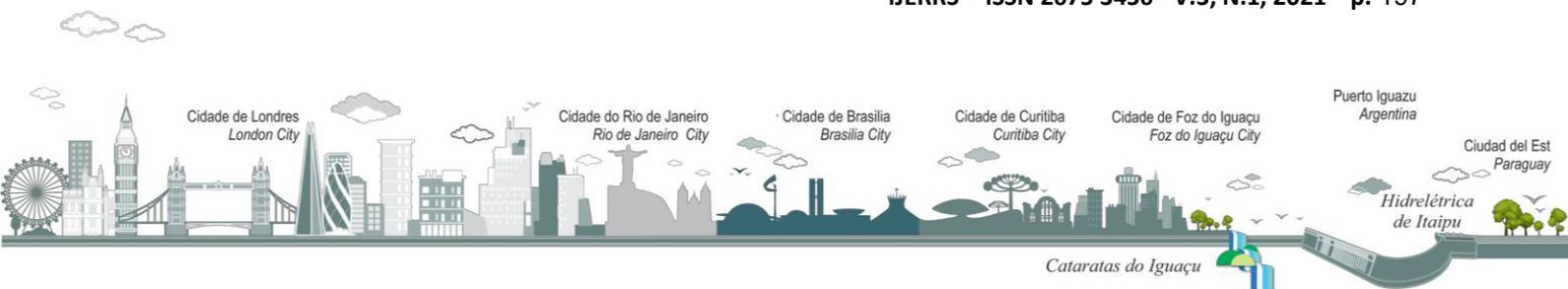


Figura 6 – Altitude, províncias de umidade, pisos altitudinais e regiões latitudinais para a região Sul do Brasil.



Fonte: Autores.

Para os pisos altitudinais (Figura 6 C) a região sul apresenta ocorrência dos pisos montana baixa e premontana. O piso montano baixo apresenta ocorrência ao sul do Rio Grande do Sul e numa faixa que se estende do sul do Paraná até o norte do Rio Grande do Sul. Em relação as regiões latitudinais (Figura 6 D), há ocorrência três regiões no Sul do Brasil. As regiões Temperada quente e Tropical apresentam

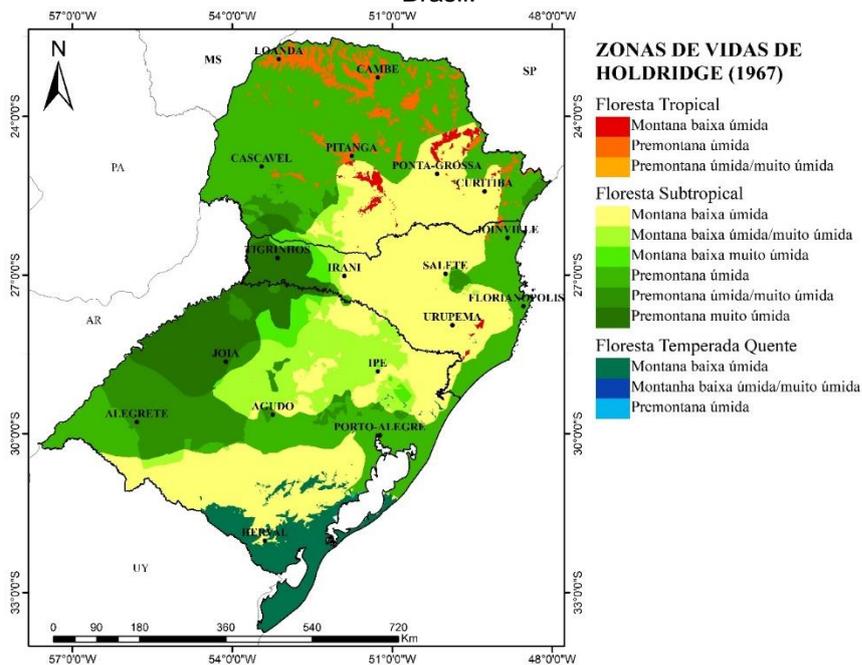




maior ocorrência ao sul do Rio Grande do Sul e norte do Paraná, já a região Subtropical apresenta maior predomínio com presença nos três estados. A região latitudinal subtropical também foi encontrada por Derguy *et al.* (2019) na divisa entre o estado do Paraná com Argentina.

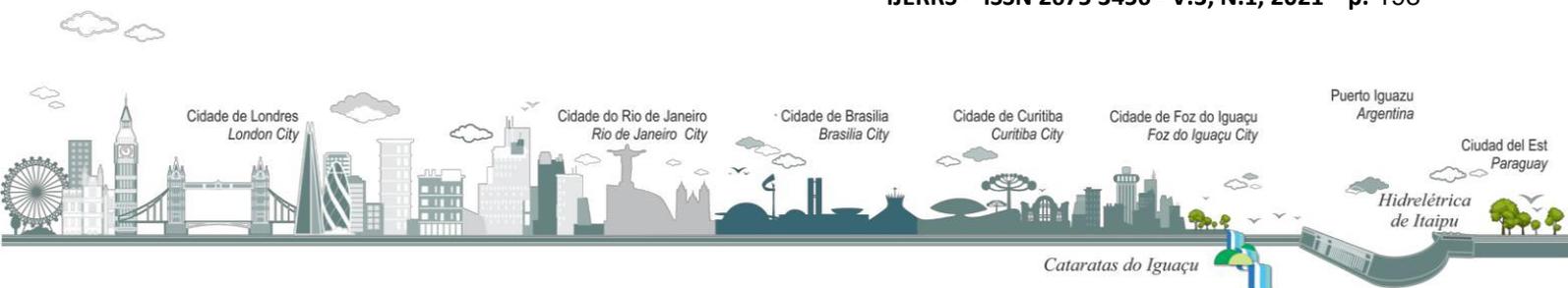
A região Sul apresentou 12 zonas de vidas (Figura 7), sendo 4 a mais em comparação com o trabalho de Tres *et al.* (2020), onde apresentou 8. As zonas de vidas Floresta subtropical de montana baixa úmida, e Floresta subtropical premontana úmida apresentam predomínio de 31,37% e 32,11% (Tabela 1) respectivamente, totalizando 63,48% (Tabela 1) da região Sul.

Figura 7 – Mapa de classificação climática por zonas de vidas de Holdridge (1967) para a região Sul do Brasil.



Fonte: Autores.

O Estado do Paraná apresenta predomínio das zonas de vida Floresta subtropical premontana úmida e, Floresta subtropical de montana baixa muito úmida em 58,80% e 22,65% (Tabela 1) do Estado respectivamente. O Estado apresenta





destaque para a produção de Milho, Mandioca, Trigo e Soja, sendo o terceiro maior produtor da cultura da Soja no país (IBGE, 2019).

Tabela 1 - Porcentagem de ocorrência de zonas de vidas na região Sul do Brasil e nos Estados.

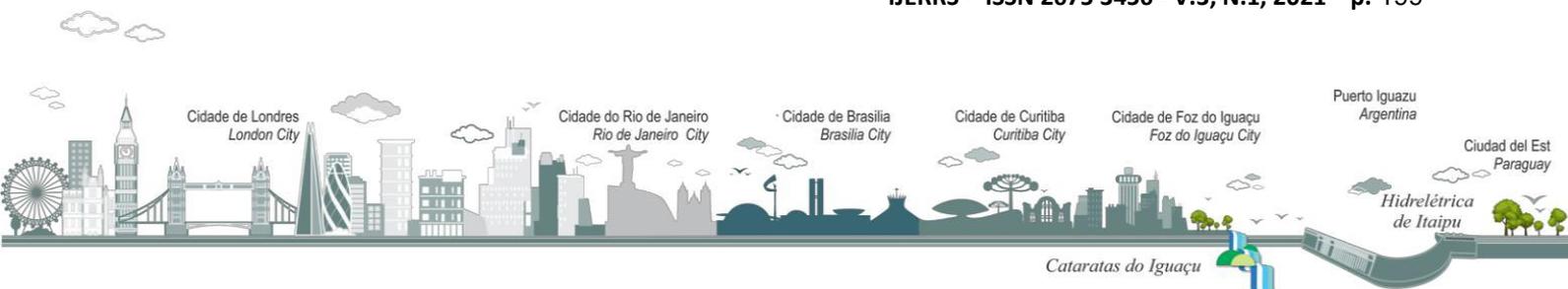
Zonas de vidas	SUL	Estados		
		PR	SC	RS
Floresta subtropical de montana baixa úmida	31,37	22,65	59,57	27,80
Floresta subtropical montana baixa úmida/muito úmida	8,81	2,05	3,09	15,88
Floresta subtropical de montana baixa muito úmida	1,88	0,55	3,14	2,42
Floresta subtropical premontana úmida	32,11	58,80	20,35	16,42
Floresta subtropical premontana úmida/muito úmida	8,41	3,62	2,22	14,18
Floresta subtropical premontana muito úmida	8,45	0,92	10,91	13,18
Floresta tropical de montana baixa úmida	0,75	1,91	0,39	0,00
Floresta tropical premontana úmida	3,40	9,48	0,26	-
Floresta tropical premontana úmida/muito úmida	0,00	0,01	-	-
Floresta temperada quente de montana baixa úmida	4,80	-	0,07	10,06
Floresta temperada quente de montanha baixa úmida/muito úmida	0,01	-	-	0,02
Floresta temperada quente premontana úmida	0,01	-	-	0,03

Legenda: SUL = Região Sul do Brasil; PR = Estado do Paraná; SC = Estado de Santa Catarina; RS = Estado do Rio Grande do Sul.

Em Santa Catarina as zonas de vidas predominantes são Floresta subtropical de montana baixa úmida, e Floresta subtropical premontana úmida correspondendo a 59,57% e 20,35% (Tabela 1) do território. O Rio grande do Sul apresenta predomínio das zonas de vidas Floresta subtropical de montana baixa úmida, e Floresta subtropical premontana úmida em 27,80% e 16,42% (Tabela 1) respectivamente. Esses Estados têm destaque para a produção de Uva, Arroz, Cebola, Alho, Maçã, Pêssego, Soja e Milho (IBGE, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temperatura média anual da região Sul do Brasil é de 18,58 ($\pm 1,57$) °C, e a precipitação média anual corresponde a 1777 (± 239) mm.





As zonas de vidas predominantes na região pelo sistema de Holdridge são Floresta subtropical de montana baixa úmida com 31,37% de predomínio e Floresta subtropical premontana úmida com 32,11% de predomínio.

O Estado do Paraná apresenta predomínio da zona de vida Floresta subtropical premontana úmida e 58,80% do território. A zona vida Floresta subtropical de montana baixa úmida apresenta predomínio de 59,57% 27,80% para os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul respectivamente.

REFERÊNCIAS

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

ALVES, R. C., TRES, A., SOARES, R. V., WENDLING, W. T., & TETTO, A. F. (2019). Classificação climática para o estado do Amazonas segundo as zonas de vida de Holdridge. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 62, 2019.

APARECIDO, L. E. D. O., ROLIM, G. D. S., MORAES, J. R. D. S. C. D., TORSONI, G. B., MENESES, K. C. D., & COSTA, C. T. S. Accuracy of ECMWF ERA-Interim Reanalysis and its Application in the Estimation of the Water Deficiency in Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 4, p. 515-528, 2019.

CAMARGO, A. P. Classificação climática para zoneamento de aptidão agroclimática. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. Viçosa, MG. 1991.

CAMARGO, A.P. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. 3.ed. Campinas: **Instituto Agrônomo**, 1971. 28p.

CLAPP, J., NEWELL, P., & BRENT, Z. W. The global political economy of climate change, agriculture and food systems. **The Journal of Peasant Studies**, v. 45, n. 1, p. 80-88, 2018.

COUTINHO, L. Biomas brasileiros. **Oficina de Textos**, 2016.

DERGUY, M. R., FRANGI, J. L., DROZD, A. A., ARTURI, M. F., & MARTINUZZI, S. Holdridge Life Zone Map: Republic of Argentina. **General Technical Report**, v. 51, 2019.

FERREIRA, H. R., TRES, A., TETTO, A. F., SOARES, R. V., WENDLING, W. T., & BATISTA, A. C. Classificação climática para o estado de Minas Gerais segundo as zonas de vida de Holdridge. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n. 2, 2019.

FLOHN, H. Neue Anschauungen über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und ihre klimatische Bedeutung. **Erdkunde**, v. 4, n. 3/4, p. 141-162, 1950.

FRITZSONS, E., MANTOVANI, L. E., & WREGE, M. S. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil (Relationship between altitude and temperature: a contribution to climatic zoning for the state of Santa Catarina, Brazil). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, 2016.





GONÇALVES, F. N., & BACK, Á. J. Análise da variação espacial e sazonal e de tendências na precipitação da região sul do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 11-20, 2018.

HOLDRIDGE, L. R. Ecologia basada em zonas de vida. San José, Costa Rica: **Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura**, 2000.

HOLDRIDGE, L. R. Life zone ecology. Life zone ecology., n. rev. ed., 1967.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. **SIDRA**, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 nov. 2020.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. **Wall-map** 150cmx200cm, 1928.

KRIGE, D. G. A statistical approach to some mine valuation and allied problems on the Witwatersrand: By DG Krige. Diss. **University of the Witwatersrand**, 1951.

MENGATTO, A. P. R. Classificação climática de Holdridge para o estado de Mato Grosso, 2015.

ROLIM, G. S.; APARECIDO, L. E. O. Camargo, Köppen and Thornthwaite climate classification systems in defining climatological regions of the state of São Paulo, Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 2, p. 636-643, 2016.

SOARES, R. V., BATISTA, A. C., & TETTO, A. F. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba, Brazil, 2015.

STACKHOUSE, P. W., WESTBERG, D., HOELL, J. M., CHANDLER, W. S., & ZHANG, T. Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)-Agroclimatology methodology-(1.0 latitude by 1.0 longitude spatial resolution). **Predict. Worldw. Energy Resour. POWER-Agroclimatol. Methodol.-10 Latit**, v. 10, 2015.

SZELEPCSÉNYI, Z., BREUER, H., KIS, A., PONGRÁCZ, R., & SÜMEGI, P. Assessment of projected climate change in the Carpathian Region using the Holdridge life zone system. **Theoretical and applied climatology**, 131(1-2), 593-610, 2018.

TAPIADOR, F. J.; MORENO, R.; NAVARRO, A.; SÁNCHEZ, J. L.; & GARCÍA-ORTEGA, E. Climate classifications from regional and global climate models: Performances for present climate estimates and expected changes in the future at high spatial resolution. **Atmospheric research**, v. 228, p. 107-121, 2019.

TATLI, Hasan; DALFES, H. Nüzhet. Defining Holdridge's life zones over Turkey. **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 11, p. 3864-3872, 2016.

TAYLOR, M. Climate-smart agriculture: what is it good for?. **The Journal of Peasant Studies**, v. 45, n. 1, p. 89-107, 2018.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

TRES, A. Classificação climática para o Brasil segundo as zonas de vida de Holdridge. 2016.

TRES, A., TETTO, A. F., SOARES, R. V., WENDLING, W. T., & SANTOS, G. H. ECOLOGICAL LIFE ZONES OF BRAZIL. **FLORESTA**, v. 50, n. 3, p. 1575-1584, 2020.

VALÉRIO, D. A., TRES, A., TETTO, A. F., SOARES, R. V., & WENDLING, W. T. Classificação do estado do Rio Grande do Sul segundo o sistema de zonas de vida de Holdridge. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1776-1788, 2018.

