

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**CARLOS HENRIQUE ALVES LAPA**

**MUDANÇAS E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS DA REGIÃO SUL DO BRASIL**

**LAGES**

**2023**

**CARLOS HENRIQUE ALVES LAPA**

**MUDANÇAS E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS DA REGIÃO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Claudia Guimarães Camargo Campos.

Coorientador: Prof. Dr. Mario Francisco Leal de Quadro

**LAGES**

**2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da Biblioteca  
Setorial do CAV/UEDESC, com os dados fornecidos pelo autor

Lapa, Carlos Henrique Alves  
MUDANÇAS E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS DA  
REGIÃO SUL DO BRASIL / Carlos Henrique Alves Lapa. --  
2023.

71 p.

Orientadora: Claudia Guimarães Camargo Campos

Coorientador: Mario Francisco Leal de Quadro

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Lages,  
2023.

1. Mudanças climáticas. 2. Temperatura do ar. 3.  
Precipitação. 4. Anomalias. I. Campos, Claudia Guimarães  
Camargo . II. Quadro, Mario Francisco Leal de . III.  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de  
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Ambientais. IV. Título.

**CARLOS HENRIQUE ALVES LAPA**

**MUDANÇAS E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS DA REGIÃO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Claudia Guimarães Camargo Campos.

Coorientador: Prof. Dr. Mario Francisco Leal de Quadro

**BANCA EXAMINADORA**

**ORIENTADORA:**

---

Prof<sup>ª</sup> Dra. Claudia Guimarães Camargo Campos  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

**MEMBROS:**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Regina Luiza Gouvea  
UNIASSELVI

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Daiana Petry Rufato  
CAV/UDESC

Lages, 28 de julho de 2023.

O temor do Senhor é o princípio  
do conhecimento, mas os  
insensatos desprezam a  
sabedoria e a disciplina.  
Provérbios 1:7

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir o meu ingresso e me acompanhar em cada etapa, me dando força e sustentando em todas as áreas.

A minha esposa Michele M. S. Lapa, que tanto me incentivou e me fortaleceu durante esse processo, responsável por grande parte dessa conquista.

A minha mãe (Eliane), meu pai (João Carlos) e meus irmãos (Eduardo e Fernando), que mesmo longe sempre estiveram presentes, torcendo por mim, me incentivando, sou grato por todas as vezes que me incluíram em suas orações.

A minha orientadora, professora Dra. Claudia Guimarães Camargo Campos, por toda paciência, dedicação e confiança em mim e ao nosso projeto, sempre disposta a auxiliar.

Ao meu coorientador, professor Dr. Mario Francisco Leal de Quadro, expresso minha gratidão pelo seu apoio, orientação e contribuições valiosas ao longo deste estudo.

Agradeço a Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, pela oportunidade de fazer o curso.

Ao Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV/UDESC pelo ambiente criativo e de qualidade que proporciona. Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCAMB, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

Aos professores que me acompanharam ao longo do curso e que, com empenho, se dedicam à arte de ensinar.

Ao laboratório de Climatologia e Estudos Ambientais, por toda estrutura e materiais concedidos.

À FAPESC e ao PROMOP pela concessão da bolsa de estudo, onde viabilizou a realização desse mestrado.

Agradeço a todos que, de certa forma, estiveram envolvidos nesse trabalho, seja de forma direta me auxiliando em algo das pesquisas ou indireta, por palavras de incentivos e orações, fica registrado o meu muito obrigado.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da região Sul do Brasil e distribuição espacial das estações meteorológicas .....	23
Figura 2 - Valor absoluto de precipitação (mm) em 24h, durante as estações do verão (a) e inverno (b).....	30
Figura 3 - Valor absoluto de precipitação (mm) em 24h, durante o outono (a) e primavera (b) .....	31
Figura 4 - Número de dias com precipitação maior que 50(mm) entre as normais climatológicas I e II, no Paraná (a) e Santa Catarina (b).....	33
Figura 5 - Número de dias com precipitação maior que 50(mm) entre as normais climatológicas I e II, no Rio Grande do Sul (a).....	34
Figura 6 - Dias de chuva no Paraná - NCI (a), NCII (b), Santa Catarina - NCI (c) NCII (d) e Rio Grande do Sul - NCI (e) NCII (f).....	36
Figura 7 - Anomalias sazonais de precipitação (mm) para o verão (a) e inverno (b)....	37
Figura 8 - Anomalias sazonais de precipitação (mm) para o outono (a) e primavera (b) .....	38
Figura 9 - Tendência de alteração da precipitação pelo teste de Mann-Kendall com dados da NCI (a) e NCII (b).....	39
Figura 10 - Índice de Precipitação Padronizada (SPI) para o Paraná (a), Santa Catarina (b) e Rio Grande do Sul (c).....	41
Figura 11 - Temperatura do ar (máxima e mínima) entre as normais climatológicas, Curitiba (a), Florianópolis (b) e Porto Alegre (c).....	51
Figura 12 - Dias com temperatura do ar acima dos 30°C, Paraná (a), Santa Catarina (b) e Rio Grande do Sul (c).....	54
Figura 13 - Temperatura do ar mínima (média) para o mês de julho.....	56
Figura 14 - Anomalias sazonais de temperatura do ar máxima para o verão (a) e inverno (b).....	57
Figura 15 - Anomalias sazonais de temperatura do ar máxima para o outono (a) e primavera (b) .....	58
Figura 16 - Anomalias sazonais de temperatura do ar mínima para o verão (a) e inverno (b).....	59

Figura 17 - Anomalias sazonais de temperatura do ar mínima para o outono (a) e primavera (b) .....	60
Figura 18 - Teste de Mann-Kendall para temperatura do ar: máxima a) NCI, b) NCII, média c) NCI, d) NCII e mínima e) NCI, f) NCII .....	62



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de estações meteorológicas de estudo.....	23
Tabela 2 - Classificação dos períodos secos e chuvosos.....	27
Tabela 3 - Precipitação mensal (mm) para os estados do PR, SC e RS das normais climatológicas NCI e NCII.....	29
Tabela 4 - Diferenças da precipitação (mm) entre as médias sazonais de NCI e NCII, para os estados do PR, SC e RS.....	29
Tabela 5 - Número de dias com volume de chuva maior que 50mm, entre as NCI e NCII .....	35
Tabela 6 - Resultados sazonais da temperatura do ar (máxima, média e mínima) entre as normais climatológicas.....	49
Tabela 7 - Recordes de temperatura do ar (máximo e mínimo), sendo que os dados são apresentados como NCI/NCII.....	53
Tabela 8 - Número de dias com temperatura >30°C e <0°C.....	55

## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CAV-UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina - Centro de Ciências Agroveterinárias.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
NCI	Normal Climatológica I
NCII	Normal Climatológica II
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
ONU	Organizações das Nações Unidas
PR	Paraná
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SPI	Standardized Precipitation Index (Índice de Precipitação Padronizado)
T1	Temperatura Mínima
T2	Temperatura Média
T3	Temperatura Máxima
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

## RESUMO

Além das variações sazonais, a região Sul do Brasil também é suscetível a eventos climáticos extremos, como enchentes, secas e tempestades severas. Essas mudanças e variabilidades climáticas podem ter impactos significativos na agricultura, na infraestrutura e na qualidade de vida das pessoas que vivem na região. O estudo específico da região Sul permite entender como as mudanças climáticas globais se manifestam nessa região. Isso é importante para identificar, compreender e monitorar essas mudanças, possibilitando desenvolver estratégias de adaptação e mitigação, garantindo a segurança alimentar, a conservação dos recursos naturais, a resiliência das cidades e o desenvolvimento sustentável da região frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. O objetivo do estudo foi identificar possíveis mudanças nos padrões das variáveis meteorológicas, comparando os dados da NCI com a NCII, a fim de verificar a ocorrência de alterações nos padrões de precipitação e temperatura do ar na região sul. A área de estudo compreende a região Sul do Brasil, abrangendo os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Foram selecionadas 15 estações meteorológicas, onde aplicou-se diferentes testes estatísticos, tais como estatística descritiva (médias, valores absolutos – máximos e mínimos), anomalias sazonais e anuais (climatologia x normais climatológicas), distribuição de frequência, análises de tendência de Mann-Kendall e o Índice de Precipitação Normalizada (SPI). Os resultados indicam que as tendências das mudanças climáticas na região Sul são caracterizadas por um aumento nos volumes de chuva, especialmente nas capitais, ao longo dos últimos 30 anos. Além disso, observa-se um aumento na temperatura do ar na região. Estudos sobre as mudanças e variabilidades climáticas da região Sul do Brasil apresentam contribuições significativas para a compreensão dos impactos locais, a previsão e gestão de riscos, o suporte à tomada de decisões, o avanço do conhecimento científico e o engajamento público na busca por soluções climáticas.

Palavras chaves: Mudanças climáticas, Temperatura do ar, Precipitação, Anomalias.

## ABSTRACT

In addition to seasonal variations, the southern region of Brazil is also susceptible to extreme weather events such as floods, droughts and severe storms. These climate changes and variability can have significant impacts on agriculture, infrastructure and the quality of life of people living in the region. The specific study of the South region allows us to understand how global climate changes are manifested in this region. This is important to identify, understand and monitor these changes, making it possible to develop adaptation and mitigation strategies, ensuring food security, conservation of natural resources, resilience of cities and the sustainable development of the region in the face of the challenges posed by climate change. The objective of the study was to identify possible changes in the patterns of meteorological variables, comparing the data from the NCI with the NCII, in order to verify the occurrence of changes in the patterns of precipitation and air temperature in the southern region. The study area comprises the southern region of Brazil, covering the states of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. 15 meteorological stations were selected, where different statistical tests were applied, such as descriptive statistics (averages, absolute values - maximum and minima), seasonal and annual anomalies (climatology x climatological normals), frequency distribution, Mann-Kendall trend analysis and the Normalized Precipitation Index (SPI). The results indicate that climate change trends in the southern region are characterized by an increase in rainfall volumes, especially in the capitals, over the last 30 years. In addition, there is an increase in air temperature in the region. Studies on climate change and variability in southern Brazil make significant contributions to understanding local impacts, predicting and managing risks, supporting decision-making, advancing scientific knowledge and public engagement in the search for climate solutions .

Keywords: Climate change, Air temperature, Precipitation, Anomalies.