

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS CORA CORALINA
MESTRADO ACADÊMICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA**

JORCELITA BENTO DOS REIS GONÇALVES

**UNIDADES CLIMÁTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS
(BHRA) – GOIÁS (GO)**

**GOIÁS – GO
2023**

JORCELITA BENTO DOS REIS GONÇALVES

**UNIDADES CLIMÁTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS
(BHRA) – GOIÁS – GO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Cora Coralina, (PPGEO-UEG), como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de Concentração: Estudos Ambientais e Territoriais do Cerrado.

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental do Cerrado.

Orientador: Prof. Dr. Diego Tarley Ferreira Nascimento

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E
DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás UEG a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, CsA no 1.087/2019 sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/1998, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data¹. Estando ciente que o conteúdo disponibilizado é de inteira responsabilidade do (a) autor (a).

Dados do autor (a)

Nome completo: JORCELITA BENTO DOS REIS GONÇALVES

E-mail: jorcelitabrggoncalves@gmail.com

Dados do trabalho

Título: UNIDADES CLIMÁTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS
ALMAS – BHRA – GOIÁS – GO

Tipo:

Tese Dissertação

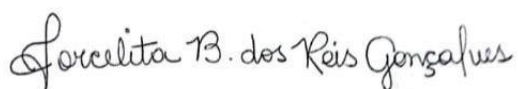
Curso/Programa: PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PP GEO
– CAMPUS CORA CORALINA

Concorda com a liberação documento


SIM NÃO

¹Período de embargo é de até um ano a partir da data de defesa.

Goiás, 22 de maio de 2023



Jorcelita Bento dos Reis Gonçalves



Diego Tarley Ferreira Nascimento

CATALOGAÇÃO NA FONTE

Biblioteca Frei Simão Dorvi – UEG Câmpus Cora Coralina

G635u Gonçalves, Jorcelita Bento dos Reis.
Unidades climáticas da bacia hidrográfica do Rio das Almas (BHRA) – Goiás (GO) [manuscrito] / Jorcelita Bento dos Reis Gonçalves. – Goiás, GO, 2023.
118 f. ; il.

Orientador: Prof. Dr. Diego Tarley Ferreira Nascimento.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Câmpus Cora Coralina, Universidade Estadual de Goiás, 2023.

1. Climatologia. 1.1. Temperatura. 1.2. Precipitação. 1.3. Meses secos. 2. Bacia hidrográfica - Rio das Almas.
I. Título. II. Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Cora Coralina.

CDU: 551(817.3)

Bibliotecária responsável: Marília Linhares Dias – CRB 1/2971


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
(Criada pela lei nº 13.456 de Abril de 1999, publicada no DOE-GO de 20 de Abril de 1999)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Coordenação de Pós-Graduação Stricto Sensu
UEG CÂMPUS CORA CORALINA
Av. Dr. Deusdeth Ferreira de Moura Centro - GOIÁS CEP: 76600000
Telefones: (62)3936-2161 / 3371-4971 Fax: (62) 3936-2160 CNPJ: 01.112.580/0001-71

ATA DE EXAME DE DEFESA 04/2023

Aos vinte e quatro dias do mês de abril de dois mil e vinte e três às quatorze horas, realizou-se o Exame de Defesa de dissertação da mestrand **JORCELITA BENTO DOS REIS GONÇALVES**, intitulado: “**UNIDADES CLIMÁTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS - BHRA - GOIÁS - GO**”. A banca examinadora foi composta pelos seguintes professores doutores: Diego Tarley Ferreira Nascimento (Presidente - PPGeo/UEG), Gislaine Cristina Luiz (UFG) e José Carlos de Souza (PPGeo/UEG). Os membros da banca fizeram suas observações e sugestões, as quais deverão ser consideradas pela mestrand e sua orientadora. Em seguida, a banca examinadora reuniu-se para proceder a avaliação do exame de defesa. Reaberta a sessão, o presidente da banca examinadora, Prof. Dr. Diego Tarley Ferreira Nascimento proclamou que a dissertação encontra-se aprovada (X).


Cumpridas as formalidades de pauta, às 16 horas a presidência da mesa encerrou esta sessão do Exame de Defesa e lavrou a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos membros da banca examinadora.

Goiás-GO, 24/04/2023.


Documento assinado digitalmente
 DIEGO TARLEY FERREIRA NASCIMENTO
Data: 24/04/2023 16:21:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Diego Tarley Ferreira Nascimento (Presidente)

Prof.(a) Dr.(a) Gislaine Cristina Luiz (UFG)

Documento assinado digitalmente
 JOSE CARLOS DE SOUZA
Data: 24/04/2023 19:37:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr.(a) José Carlos de Souza (PPGeo/UEG)

Documento assinado digitalmente
 GISLAINE CRISTINA LUIZ
Data: 11/05/2023 21:52:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS

A **DEUS** meu amado, pois tudo provém dele. Mesmo que ainda exista algumas pessoas que não reconhecem a importância suprema “dele” em todos os céus e terras. A ele a glória, o louvor, o domínio, **ELE** é o **SENHOR**. Por todos os séculos e séculos.

Aos meus pais: **JOAO DA CRUZ** que mesmo com suas limitações, sempre me visitava para dizer: “Vim te ver, você sumiu. ” Minha mãe **ELENITA** pequena Elenita, forte, batalhadora que cumpriu com maestria seus longos anos de professora e me ensinou tudo que sei nessa vida. Da junção do nome de meus pais, surgiu o meu e de minha irmã. Tenho muito orgulho de vocês, quero poder corresponder sempre a esse amor.

Ao meu marido, **MÁRCIO** pessoa que o Senhor me presenteou, e sempre dizia: “Aqui em casa estamos todos mestrando. ” Alguém que entrou em minha vida há muitos e muitos anos, com quem divido todas as alegrias, lutas, tristezas e essa vitória que mesmo distante, acredito que acontecerá. Obrigada por toda paciência e ajuda neste tempo que vivi. E por sempre fazero café nas inúmeras tardes que estava me dedicando aos estudos.

Aos meus filhos: **VICTOR HUGO, JÚLIO CÉSAR E MÁRCIA LUÍZE** meus pacotes de felicidade, me ensinaram tanto de tecnologias, sofreram comigo nesta batalha e me transmitiram tanta força e alegria. Sofreram muito também por me verem as vezes sem a devida paciência e dedicação que precisava ter com eles. Não pensava quando menina moça em ser mãe, aconteceu como uma normalidade do destino nessa longa estrada da vida, mas penso que todas as pessoas deveriam ter filhos, para sabermos como fomos e como somos para nossos pais. Essa experiência entre tantas da vida, foi sem dúvida a mais desafiadora. E anos torna mais felizes, esperançosos e dá mais sentido a nossa existência.

Aos meus irmãos: **JOELITA, MOIZÉS** os amores da minha vida, seres iluminados que me amam incondicionalmente e fazem de tudo para que eu esteja bem.

À **KELLY** você não é apenas minha cunhada, mas outra irmã que a vida me presenteou, minha eterna gratidão. Alguém que literalmente pegou em minha mão para começar a trilhar este caminho.

A todo quadro de funcionários das unidades escolares em que atuo, que sentiram minha falta neste tempo de afastamento e diziam: “Quando você volta?” E sempre se lembraram de mim para um café, no encerramento de um ano letivo ou outra comemoração na escola. Sei que essa saudade é verdadeira.

Ao meu orientador **GIULIANO TOSTES NOVAIS** que escolheu meu projeto, por mais simples que fosse você o escolheu. E neste período de estudos foi um prazer contar com seus

ensinamentos e boa vontade. Um ponto positivo que a pandemia da “Covid 19” trouxe: “Conhecer pessoas que estão do outro lado da telinha e (em outro país)”. É com profunda admiração que expresse meus agradecimentos. Parabéns pela conquista do seu PHD. Espero ter a oportunidade de te conhecer pessoalmente. **MUITO OBRIGADA PROFESSOR!!MINHA ETERNA GRATIDÃO!!**

Agradeço também ao nosso intermediador **DIEGO TARLEY FERREIRA NASCIMENTO**, que num gesto caridoso se prontificou a nos acompanhar até o final substituindo burocraticamente o orientador oficial, quando este galgava mais um degrau na escada do aperfeiçoamento profissional. Sei que foi complicado, pois já tinha suas responsabilidades, e mesmo assim se prontificou. **MUITO OBRIGADA PROFESSOR!!!**

A todo quando docente do PPGEIO, principalmente do Campus Cora Coralina, mestres que a experiência única de mestrado me permitiu conhecer, não foi uma janela que se abriu, mas uma imensa porta de aprendizagem, guardarei todos para sempre.

Aos mestres e doutores da banca de qualificação e defesa, pela dedicação à leitura desta e por todas as observações realizadas, contribuindo para o aprimoramento e principalmente agregando valores ao meu crescimento humano e educacional.

Como professora, acredito que a educação pode transformar, cuidar e ajudar vidas. Convivendo desde pequena com minha mãe, que era professora, aprendi a amar os estudos e sempre me esforçar na busca por aprimoramentos, sejam quais forem. Sei que podemos fazer, e fazemos a diferença na vida daqueles que passaram, passam e passarão por nossas mãos. A todos e todas, mestres, doutores, PHDs e muitos outros profissionais que conheci, sei que tudo que escrever aqui não alcança a minha gratidão por tudo que a mim foi transmitido. Obrigada!!!

A todos os meus amigos e amigas da minha cidade e de outras, que me incentivaram, oraram, rezaram e intercederam por mim, para que eu pudesse concluir esta difícil e mais extraordinária batalha que me propus a trilhar. Outro dia minha filha me perguntou que se eu soubesse que seria complicado estudar novamente estaria disposta a tentar trilhar esse caminho, respondi que sim. Faria tudo de novo para sentir tudo que se passou em minha vida, claro, iria com mais calma.

A todos os meus colegas desses dois anos de Mestrado, em especial à Olinda, pessoas incríveis, múltiplos conhecimentos. Todos que conheci levo como presente pelo restante do caminho. E quando nos esbarrarmos por aí, que possamos sempre rir e celebrar a vida. Como foi impar a experiência de voltar a uma sala de aula, conhecer vocês depois de tantos anos estando do lado oposto.

Compartilho aqui um trecho de uma canção, que esteve em meu coração por todo esse tempo, e me fortaleceu sempre que estava preocupada em realizar as atividades:

“DEIXA DEUS SONHAR EM TI. DEIXA! DEIXA DEUS SONHAR EM TI! NÃO TENHAS MEDO, É DEUS QUEM TI SEGURA. VERÁS UM CAMINHO DIFÍCIL DEMAIS, TERÁS TEMPESTADES QUE TE ASSUSTARÃO, MAS QUANDO O SONHO DE DEUS NINGUÉM DESTRUIRÁ, SE ELE PROMETEU TAMBÉM CUMPRIRÁ, TENHA PACIÊNCIA E SAIBA ESPERAR, O MELHOR DE DEUS VIRÁ. SEGUE ALÉM”.

(Frei Gilson. Som do Monte)

A você que hoje manuseia essa pesquisa e encerrando meus agradecimentos: **EU TE DESEJO...vida, longa vida**

Te desejo a sorte de tudo que é bom
De toda alegria, ter a companhia
Colorindo a estrada em seu mais belo tom.

Eu te desejo a chuva na varanda

Molhando a roseira pra desabrochar E dias de sol pra fazer os teus planos
Nas coisas mais simples que se imaginar
E dias de sol pra fazer os teus planos Nas coisas mais simples que se imaginar.

Eu te desejo a paz de uma andorinha

No voo perfeito contemplando o mar
E que a fé movedora de qualquer montanha
Te renove sempre e te faça sonhar.

Mas se vierem horas de melancolia

Que a lua tão meiga venha te afagar
E que a mais doce estrela seja tua guia
Como mãe singela a te orientar

Eu te desejo mais que mil amigos

A poesia que todo poeta esperou Coração de menino, cheio de esperança
Voz de pai amigo e olhar de avô.

Eu te desejo vida!

Te desejo vida!
Te desejo vida! Eu te desejo vida, longa vida!
Te desejo a sorte de tudo que é bom!!!

(Pe. Fábio de Melo)

Periquito tá roendo o coco da guariroba
Chuvinha de novembro amadurece a gabiroba
Passarinho voa aos bandos em cima do pé de manga
No cerrado é só sair e encher as mãos de pitanga

Tem guapeva lá no mato
No brejinho tem ingá
No campo tem curriola, murici e araçá
Tem uns pés de marmelada Depois que passa a pinguela
Subindo pro cerradinho, mangaba e mama-cadela

Cajuzinho quem quiser é só ir buscar na serra
E não tem nada mais doce que o araçá dessa terra
Manga, mangaba, jatobá, bacupari Gravatá e araticum, olha o tempo do pequi.

Frutos da Terra
Marcelo Barra

Cidade de Morro Agudo
É nossa maior riqueza
Nosso prefeito Mendonça
Com sua delicadeza
Cidade recém-nascida
É uma flor de beleza
Morro Agudo de Goiás
É obra da natureza.

*Letra e música – Iraci Fernandes Canedo (in memory).
Poeta nato, pioneiro e um dos responsáveis pela
emancipação do município de Morro Agudo, amigo
querido que carinhosamente me chamava de “Celitinha”.
Descanse em paz.*

RESUMO

O mapeamento das características do meio ambiente é um instrumento fundamental para melhor planejar ações de intervenção no espaço, provendo diagnósticos e prognósticos por meio de ações humanas que assegurem qualidade de vida da população e dos ecossistemas. Nesse contexto, as Classificações Climáticas são importantes instrumentos, uma vez que se sintetizam uma gama de informações e se define o clima em diferentes partes do planeta. Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa foi apresentar e utilizar a proposta da Classificação Climática desenvolvida por Novais (2019-2020) para identificar as Unidades Climáticas da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas (BHRA), situada no centro-oeste do estado de Goiás. A proposta metodológica de Novais (2019) emprega dados de reanálise de temperatura e precipitação do CHELSA de 1979 a 2013 para divisões e definições hierárquicas do clima em: Zona; Clima Zonal; Domínio; Subdomínios; Tipo, Subtipos e Mesoclimas. A proposta se mostrou adequada para a compreensão da especificidade e diversidade climática da área em estudo, que apresenta Zona Climática Quente, Clima Zonal Quente e Tórrido, Domínio Climático Tropical e Tropical Ameno, Subdomínios Semiúmido e Semisseco, o Tipo Climático é o Central do Brasil, e vinte tipos de Subtipos Climáticos. Assim, a proposta mostra potencial para aprimoramento nos estudos regionais da Climatologia.

Palavras-chave: Climatologia. Bacia hidrográfica. Temperatura. Precipitação. Meses secos. TMMMF.

ABSTRACT

Mapping the characteristics of the environment is a fundamental tool to better plan intervention actions in space, providing diagnoses and prognoses through human actions that ensure quality of life for the population and ecosystems. In this context, Climate Classifications are important instruments, since it is through them that a range of information is synthesized and the climate in different parts of the planet is defined. Thus, the general objective of the research was to present and use the proposal of the Climate Classification developed by Novais (2019-2020) to identify the Climatic Units of the Rio das Almas Hydrographic Basin (BHRA), located in the center-west of the state of Goiás. The methodological proposal was by Novais (2019), uses temperature and precipitation reanalysis data from CHELSA from 1979 to 2013 for divisions and hierarchical definitions of climate in: zone; Zonal Climate; Domain; Subdomains; Type, Subtypes and Mesoclimates. The proposal proved to be adequate for understanding the specificity and climatic diversity of the area under study, which presents a Hot Climate Zone, Hot and Torrid Zonal Climate, Tropical and Mild Tropical Climate Domain, Semi-humid and Semi-Dry Subdomains, the Climate Type is Central Brazil, and twenty types of Weather Subtypes. Thus, the proposal shows potential for improvement in regional Climatology studies.

Keywords: Climatology, hydrographic basin, temperature, precipitation, dry months, TMMMF.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da Classificação Climática de Köppen Geiger	30
Figura 2 – Mapa de Climas do Brasil por Strahler	34
Figura 3 – Mapa da Classificação Climática de Nimer	35
Figura 4 – Mapa da Classificação Climática de Humboldt	39
Figura 5 – Mapa da Classificação Climática de Monteiro	40
Figura 6 – Mapa das Unidades Climáticas de Novais	43
Figura 7 – Mapa de localização climática da Bacia Hidrográfica Rio das Almas – GO...	46
Figura 8 – Mapa de Sistemas atmosféricos atuantes na região Centro-oeste	52
Figura 9 – Climograma das Normais Climatológicas	53
Figura 10 – Mapa de altimetria da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	54
Figura 11 – Mapa de geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	56
Figura 12 – Mapa das sub-bacias, drenagem e limites da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas –GO	57
Figura 13 – Mapa de uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	60
Figura 14 – Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	61
Figura 15 – Lago Serra da Mesa em Uruaçu – GO	62
Figura 16 – Mapa de temperatura durante os meses de janeiro a junho da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	72
Figura 17 – Mapa de temperatura durante os meses de julho a dezembro da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	74
Figura 18 – Mapa de Temperatura Média anual da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	75
Figura 19 – Mapa de Precipitação durante os meses de janeiro a junho da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	77
Figura 20 – Mapa de Precipitação durante os meses de julho a dezembro da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	79
Figura 21 – Mapa de Pluviosidade anual da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	80

Figura 22 – Mapa dos Pontos Climáticos da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	82
Figura 23 – Extrato do balanço hídrico do ponto “39” da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	83
Figura 24 – Mapa de Meses Secos da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	84
Figura 25 – Mapa da Zona Climática da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	86
Figura 26 – Mapa de Climas Zonais da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO.....	87
Figura 27 – Mapa de Domínio Climático da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	88
Figura 28 – Mapa de Subdomínio Climático da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	89
Figura 29 – Mapa de Unidades Climáticas e Mesoclima da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO	93
Figura 30 – Balanço Hídrico da Serra dos Pireneus – GO (15, 75S; 48,92W)	100
Figura 31 – Mesoclima da Serra dos Pireneus	100
Figura 32 – Balanço Hídrico de Morro Agudo de Goiás - GO (15,29S; 49,96W)	101
Figura 33 – Mesoclima de Morro Agudo de Goiás - GO.....	102
Figura 34 – Balanço Hídrico do Baixo Curso do Rio das Almas (14,56S: 49,09W)	103
Figura 35 – Mesoclima do Baixo Curso Rio das Almas	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos climáticos baseados no índice de umidade, segundo THORNTHWAITE(1948) e THORNTHWAITE e MATHER (1955)	28
Tabela 2 – Grandes grupos climáticos de Köppen-Geiger	31
Tabela 3 – Subgrupos climáticos de Köppen	31
Tabela 4 – Subdivisões climáticas de Köppen-Geiger	32
Tabela 5 – Segunda Tipologia Climática de Nimer.....	36
Tabela 6 – Terceira Tipologia climática de Nimer (1972), conforme o grau de umidade.	37
Tabela 7 – Comparativo entre as classificações climáticas indicadas para a BHRA-GO.....	45
Tabela 8 – Sub-bacias da Bacia Hidrográfica Rio das Almas-GO	58
Tabela 9 – Temperatura e Precipitação (máxima e mínima) da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas - GO, no período de 1979 a 2013	70
Tabela 10 – Unidades geomorfológicas identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio das Almas-GO	85
Tabela 11 – Unidades climáticas da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas-GO (Domínio, Subdomínio, Tipo e Subtipo climático)	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Tropical
Am	Clima quente de monção
APS	Anticiclone Polar Sul
ASAS	Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
ASP	Anticiclone Subtropical do Pacífico Sul
Aw	Clima quente com chuva de verão
AW	Clima Tropical
B	Seco
BDiA	Banco de Dados de Informações Ambientais
BH	Bacia Hidrográfica
BHE	Balço Hídrico
BHRA	Bacia Hidrográfica do Rio das Almas
BHs	Bacias Hidrográficas
C	Cambissolos
C	Temperado
CANG	Colônia Agrícola Nacional de Ceres
CHELSEA	Climatologia em alta resolução para as áreas da superfície terrestre da Terra (<i>Climatologies at high resolution for the earth's land surface áreas</i>)
CIT	Convergência Intertropical
CRV	Carmo do Rio Verde Industrial
Cwa	Clima temperado com verão quente e úmido
Cwb	Clima temperado com verão fresco e úmido
D	Continental
DH	Déficit Hídrico
E	Leste, Polar
Ec	Equatorial Continental
EH	Excedente Hídrico
EMPRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESE	Entre o Leste e o Sudeste

ETP	Evapotranspiração Potencial
FPA	Frente Fria Polar
FP	Frente Polar
FPA	Frente Polar Atlântica
FURNAS	Furnas Centrais Elétricas
G	Gleissolos
GO	Goiás
GPS	Sistema de Posição Global por Satélite
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INW	Linha de Instabilidade de Noroeste
IT	Linha de instabilidade Tropical
Iu	Índice de umidade
Km ²	Quilômetro Quadrado
LVA	Latossolos Vermelhos Amarelos
LVD	Latossolos Vermelhos Distróficos
MDL	Modelo digital de elevação
mEc	Massa Equatorial Continental
MG	Minas Gerais
MP	Massa Polar
mPa	Massa Polar Atlântica
MRN	Mapeamento de Recursos Naturais
mTa	Massa Tropical Atlântica
mTc	Massa Tropical Continental
MX	Chernossolos Háplicos
NE	Nordeste
NW	Noroeste
OSGeo	<i>Open Source Geospatial Foundation</i>
P	Argissolos, Precipitação
Pa	Polar Atlântica

Pmm	Precipitação em milímetros
PNUDPVA	Empresa Bio Têxtil com a produção de gases e tecidos hospitalares Argissolos Vermelhos Amarelos
QGIS	Quantum GIS
RL	Neossolos Litólicos
S	Sul
SCC	Sistema de Classificação Climática
SE	Sudeste
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
SW	Sudeste
TMM	Temperatura Média Mensal
TMMMF	Temperatura Média do Mês Mais Frio
T°C	Temperatura Celsius
UHE	Usina Hidrelétrica
VCAN	Vórtice Ciclônico de Altos Níveis e
W	Leste
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	20
OBJETIVOS	22
OBJETIVO GERAL	22
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.REFERENCIAL TEÓRICO	23
1. 1 ASPECTOS RELEVANTES A RESPEITO DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA.....	23
1. 2 HISTÓRICO DAS CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS	26
1. 3 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE E MATTER – 1931	27
1. 4. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER - 1936.....	28
1. 5 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE STRAHLER – 1969.....	33
1. 6 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE NIMER – 1972	35
1. 7 OUTRAS CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS.....	37
1.7. 1 Classificação Climática de Humboldt - 1804.....	37
1.7. 2 Classificação Climática de Monteiro – 1964.....	39
1. 7. 3 Classificação Climática de Novais – 2019.....	41
1. 8 COMPARAÇÃO DAS PRINCIPAIS CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS UTILIZADAS NO PAÍS COM A CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA ADOTADA POR NOVAIS (2019).....	43
2.CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS (BHRA) – GOIÁS – GO.....	46
2. 1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BHRA.....	46
2.1.1Climatologia.....	47
2.1.1.1 Circulação geral dos Ventos	49
2.1.1.2 Circulação regional dos Ventos e Massas de Ar.....	50
2.1.2 Geomorfologia.....	53
2.1.3 Hidrografia.....	56
2.1.4 Uso do Solo e cobertura vegetal	58
2. 1. 5 Atividades econômicas	62
3 METODOLOGIA DAS UNIDADES CLIMÁTICAS	63
3. 1 DADOS DE REANÁLISE CLIMÁTICA.....	64
3. 1. 1 CHELSA	64

3. 2 PRODUÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS	64
3. 3 DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES CLIMÁTICAS	65
4. RESULTADOS	68
4.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ASPECTOS CLIMÁTICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA	69
4. 1. 1 Variação da temperatura do ar no tempo e no espaço.....	70
4. 1. 2 Variação da precipitação pluviométrica no tempo e no espaço.....	75
4. 1. 3 Quantidade de meses secos.....	81
4. 2 UNIDADES CLIMÁTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS – BHRA-GO.....	84
4. 2. 1 Zona Climática	85
4. 2. 2 Climas Zonais	86
4. 2. 3 Domínios Climáticos.....	87
4. 2. 4 Subdomínios Climáticos.....	88
4. 2. 5 Tipos Climáticos	89
4. 2. 6 Subtipos Climáticos.....	89
4. 2. 6. 1 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Complexo Serrano Moinho Dourada - (Tr'cbr1)	94
4. 2. 6. 2 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Complexo Serrano Niquelândia.....	94
4. 2. 6. 3 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Pedimentos e Vãos Interplanálticos dos Conjuntos Serranos - (Tr'cbr3)	94
4. 2. 6. 4 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planalto Divisor do Alto Tocantins – Paranaíba - (Tr'cbr4).....	94
4. 2. 6. 5 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pireneus - (Tr'cbr5).....	95
4. 2. 6. 6 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planaltos Ocidentais do divisor Maranhão – Paranaíba - (Tr'cbr6)	95
4. 2. 6. 7 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planícies e Terraços Fluviais -(Tr'cbr7)	95
4. 2. 6. 8 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Relevos Serranos da Borda Noroeste dos Planaltos Divisores Tocantins – Paranaíba - (Tr'cbr8)	95
4. 2. 6. 9 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Superfícies Intermontanas do Alto Maranhão - (Tr'cbr9).....	95
4. 2. 6. 10 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Superfícies Intermontanas Uruaçu – Ceres - (Tr'cbr10)	96
4. 2. 6. 11 Subtipo Climático Tropical Semiseco Central do Brasil, Complexo Serrano Moinho Dourada - (Tr*cbr1).....	96

4. 2. 6. 12 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Complexo Serrano Niquelândia.....	96
4. 2. 6. 13 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Pedimentos e Vãos Interplanálticos dos Conjuntos Serranos - (Tr*cbr3)	97
4. 2. 6. 14 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Planaltos Ocidentais do divisor Maranhão – Paranaíba - (Tr*cbr4).....	97
4. 2. 6. 15 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pireneus - (Tr*cbr5).....	97
4. 2. 6. 16 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Planícies e Terraços Fluviais - (Tr*cbr6).....	97
4. 2. 6. 17 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Relevos Serranos da Borda Noroeste dos Planaltos Divisores Tocantins – Paranaíba - (Tr*cbr7).....	98
4. 2. 6. 18 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Superfícies Intermontanas do Alto Maranhão - (Tr*cbr8).....	98
4. 2. 6. 19 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Superfícies Intermontanas Uruaçu – Ceres - (Tr*cbr9).....	98
4. 2. 6. 20 Subtipo Climático Tropical Ameno Semisseco Central do Brasil Planícies e Superfícies Residuais da Serra dos Pireneus - (TrM'cbr1).....	98
4. 2. 7 Mesoclimas sugeridos dentro da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas	99
4. 2. 7. 1 Mesoclima da Serra dos Pireneus (TrM'cbr1 – I).....	99
4. 2. 7. 2 Mesoclima de Morro Agudo de Goiás - GO (Tr'cbr1 – I)	100
4. 2. 7. 3 Mesoclima do Baixo Curso do Rio das Almas-GO (Tr*cbr9 – I)	102
4. 3 AS CONTRIBUIÇÕES DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE NOVAIS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTALE REGIONAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS	104
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
REFERÊNCIAS.....	111

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade o clima já era visto como determinante para organizar o espaço geográfico, e subseqüente, foi também considerado como elemento passivo podendo ser controlado pela tecnologia, porém nunca dominado (JESUS, 2008). Atualmente, o clima é, para muitos, um recurso natural extraordinário ligado aos processos físicos e econômicos, o que torna essa relação de clima e organização espacial subordinada ao nível de desenvolvimento tecnológico e econômico de cada federação em particular e de quais faculdades climáticas que são mais importantes em cada território (JESUS, 2008).

Segundo Jesus (2008), atualmente a difícil relação encontrada entre sociedade e meio ambiente necessita de um minucioso diagnóstico para compreender como o clima e seus elementos interferem e sofrem alterações.

As relações existentes entre as atividades urbanas, industriais e agrárias e os enfoques climáticos comprovam o quanto é importante o conhecimento científico entre as relações clima-superfície e os resultados climáticos para conduzir tais atividades (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A produção de mapas de climas urbanos para apresentar a organização de escalas hierárquicas no Brasil, por exemplo, supera o nível topoclima, alcançando patamares de topo, mesoclimas e até climas locais (TARIFA e ARMANI, 2000).

Um exemplo de estudo de mapeamento climático foi executado pelos autores Tarifa e Armani (2006), que elaboraram um mapeamento de unidade climática no estado de São Paulo para buscar a atualização de dados para juntarem-se ao projeto de Atlas Ambiental Municipal.

Diante deste estudo, os autores fizeram a análise e a delimitação divididas em três níveis de escalas das unidades climáticas urbanas. No primeiro nível, integraram os grupos de climas locais conjuntamente a toda mancha urbana contínua da metrópole paulistana; no segundo nível, contemplaram as unidades topoclimáticas, cuja diferença estaria de acordo com os padrões estabelecidos pelo modo de uso da terra e as diferenças encontradas nas quantidades de poluentes da atmosfera vindos dos meso e topoclimas urbanos e naturais; já o terceiro nível, compreendia o trabalho, a vida, o habitar, com foco voltado aos ambientes do microclima.

A análise dos mapas, os dados de estações meteorológicas e o sensoriamento remoto foram as bases usadas para delimitar as unidades climáticas nos três níveis. Os resultados das análises encontradas pelos pesquisadores, bem como o conhecimento científico entre superfície-atmosfera foram elucidados por meio do limite gráfico das unidades. Como resultado, a pesquisa gerou dois produtos cartográficos, sendo um das Unidades Climáticas Urbanas do Município de

São Paulo e outro das Unidades Climáticas Naturais. Desse modo, Tarifa e Armani (2000) definiram os espaços climáticos naturais como manobras de análise para ajudar na compreensão do entrosamento superfície-atmosfera e as inúmeras escalas climáticas visando a acompanhar o desenvolvimento dos indicadores tempo-espaço meteorológico.

A altitude, o relevo e o Oceano Atlântico foram os principais controladores climáticos utilizados para definir os climas locais e mesoclimas. Definiram ainda, ao final do estudo, cinco climas locais de acordo com as características naturais da área, eles foram subdivididos em meso ou topoclimas de acordo com as diferenças das características topográficas climáticas locais.

Diante de todo o contexto abordado, pode-se ressaltar que a aplicação de estudos de classificação climática é imprescindível no planejamento, seja ambiental e/ou econômico. Tais modelos proporcionam uma compreensão sintética das principais características do clima de uma determinada área. Assim, esclarecer as unidades climáticas do bioma Cerrado possibilita importantes permissões para novos estudos locais (NOVAIS, 2020). Além disso, estudos desta natureza são cada vez mais importantes para entender as transformações que ocorrem no meio ambiente, possibilitando o planejamento de ações voltadas à gestão (COSTA e COSTA, 2020).

As unidades climáticas determinadas por Novais (2019) podem auxiliar no planejamento ambiental e regional da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas (GO), pois nesse método, obtém-se a quantidade de entrada e saída de água no balanço climatológico. Isso é essencial para a determinação da quantidade de água utilizada no sistema solo-planta-atmosfera, como em projetos de irrigação e armazenamento hídrico para abastecimento da população.

Os subdomínios demonstram a quantidade de meses secos da área de estudo, e, para chegar às classes dessa hierarquia climática, é preciso considerar a diferença da precipitação com a ETP. Essa metodologia comprova o quanto de água o sistema precisa para que as plantas cresçam, bem como a água excedente percorra para o lençol freático. Agora, se a ETP for maior que a precipitação (mês seco), há uma deficiência de água no sistema solo-planta-atmosfera, gerando uma restrição no crescimento das plantas e diminuindo a vazão da drenagem superficial e subsuperficial.

A Classificação Climática de Novais (2019) oferece metodologia conceituada para ser aplicada no estudo de bacia hidrográfica, uma vez que é considerada um componente relevante para os estudos ambientais, pois é por ela que as águas vão escoar para abastecer os oceanos, mares e rios, garantindo assim a vida terrestre. Christofolletti (1999) descreve Bacia Hidrográfica como sendo um sistema aberto, sistemas ambientais ou entidades especiais constituídas por uma estrutura de variáveis ambientais (abióticos, bióticos) e sociais que se

comunicam para produzir uma funcionalidade.

A Bacia Hidrográfica do Rio das Almas (BHRA), objeto de estudo dessa dissertação, constituída por diferentes unidades climáticas, abrange vales, encostas e topos elevados, com área aproximada de 18.636,83km². Ela está localizada na região central do Estado de Goiás. Apresenta várias nascentes relacionadas aos principais rios, dentre eles o Rio das Almas que é de extrema relevância, tanto para as necessidades mais elementares, pelo abastecimento populacional de inúmeras cidades da região Centro Oeste, como para a continuidade do desenvolvimento socioeconômico dos habitantes da Microrregião central do Estado de Goiás.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Identificar as Unidades Climáticas da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas (BHRA), a partir da proposta da Classificação Climática de Novais (2019), para elaboração de produtos cartográficos de Temperatura, Precipitação, Meses Secos, Evapotranspiração Espacial, Balanço Hídrico, bem como a divisão hierárquica da Classificação Climática para prover insumos ao planejamento regional e ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento das análises das características geoambientais da BHRA;
- Conhecer e compreender o clima da área de estudo, para aplicação de um melhor planejamento ambiental e regional;
- Aplicar através do algoritmo (*Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas*) CHELSA, os dados de reanálise do período de 1979 a 2013, para identificar a distribuição espacial dos aspectos climáticos da área em estudo;
- Definir as unidades climáticas da área em estudo a partir da proposta metodológica da Classificação Climática de Novais, (2019).

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 ASPECTOS RELEVANTES A RESPEITO DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

Os Sistemas de Classificações Climáticas (SCC) auxiliam no planejamento ambiental e regional, pois por meio deles é possível definir os diferentes tipos de climas, fundamentais para compreender como os sistemas meteorológicos podem afetar o clima na região e em outros locais do Brasil. O mais importante em um sistema de classificação do clima é sintetizar o grande volume de dados e informações a respeito dos vários elementos e fatores climáticos; além de indicar zonas homogêneas, em relação às suas similaridades e diferenças e por último prover insumos ao planejamento (EL TOM, 2003). Os SCC apresentam os tipos dos diversos climas existentes em diferentes lugares de acordo com as características da atmosfera, como também são necessários para o planejamento de diferentes áreas agrícolas, industriais, turísticas, bem como atividades ligadas à produção e organização espacial (AYOADE, 1986).

Os Sistemas de Classificações Climáticas (SCC) quase sempre são empregados de forma didática, principalmente nas disciplinas de geografia e meteorologia, mas já se nota que estão sendo usados nas distintas ciências, e na área da saúde, na busca de informações pandêmicas e climatológicas, por exemplo. Além disso, alguns pesquisadores se utilizam destes sistemas para alcançar objetivos a respeito de suas pesquisas e incentivam no sentido de aperfeiçoar esses sistemas de classificação usando novas tecnologias e fatores de dados históricos.

Dentre os fatores de classificação, segundo Brooks (1984), o uso da vegetação foi iniciado por Köppen, em 1900 supondo que esses diferentes grupos reagem e desenvolvem de formas diferentes de acordo com o clima. Por sua vez, Thorntwaite (1948) também fez testes utilizando este fator como guia para localizar limites climáticos e trabalhou com as características deles de acordo com sua condição térmica e índices de precipitação, para definir com base na distribuição da vegetação os limites climáticos.

A precipitação expressa a relação entre perda e ganho de água, sendo usada no mundo todo como base objetivando avaliar a disponibilidade de água para a vegetação. Brooks (1984) afirma que o início do emprego deste fator também foi de Köppen (1900) sugerindo, inclusive, fórmulas utilizando o fator temperatura, pois encontrou dificuldades em obter dados mais precisos usando o fator evaporação. Foi com base no fator temperatura e suas relações com a latitude que historicamente surgiram as definições de grandes zonas climáticas, bem como

pesquisadores as usem como base em suas classificações. É caso de Novais (2019) que utiliza a Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMMF) como base de sua classificação climática.

O fator evaporação quando seus valores se tornaram disponíveis foram também utilizados, Thornthwaite em (1948) preferiu usar a evapotranspiração potencial ao invés da evapotranspiração real. O autor desenvolveu também um método simples para estimar o balanço hídrico climático, mensalmente, utilizando valores médios de temperatura do ar, do total pluviométrico e da capacidade do solo em armazenar água.

Já as massas de ar são as bases da classificação de Strahler (1969), denominada classificação genética, pois busca identificar as variações climáticas, baseando-se nas causas destas variáveis. Mesmo parecendo uma abordagem válida, é preciso compreender os tipos e características das massas de ar nas diversas partes do globo, uma vez que possuem algumas particularidades básicas. Mas, não existe a garantia de que seus efeitos sejam os mesmos durante seus percursos, pois essas massas de ar estão associadas à circulação geral da atmosfera (NÓBREGA, 2010).

Para Nobrega (2010), grande parte desses SCC considerados não são totalmente eficientes, pois dependem em geral, apenas de um único critério ou elemento para alcançar a maioria, mas não atingem todos os tipos climáticos. Mesmo apesar das limitações esses sistemas podem e devem ser usados para contribuir em conceituadas e diversificadas produções cartográficas de climas, quer sejam regionais ou do mundo todo.

Buscando aprimorar conhecimentos em relação aos fatores climáticos e como eles se comportam no tempo e no espaço, surgiram diversos estudos com esse propósito, dentre eles os voltados para os diversos tipos de climas que podem ser analisados desde a estruturação inicial da ciência geográfica de Humboldt e Ritter (SOARES; GONÇALVES, 2021). Nesses estudos, a climatologia obteve diversas informações contribuindo para mudanças na ciência geográfica. Desse modo, essa ciência foi desenvolvida antes mesmo da Geografia, assim, seu contexto foi fundamentado nas pesquisas de Humboldt, um teórico que ficou conhecido como um dos precursores dentro deste ramo que organizou de forma integrada o campo climatológico. Logo, a compreensão do estudo do clima deixa evidente a importância das análises na evolução destas concepções.

Desde a organização da ciência geográfica por Ritter e Humboldt (MORAES, 1983), a Climatologia era considerada um ramo de estudo e objeto enigmático da Geografia. Mas, o estudo do clima a partir dessa ciência, assim como é atualmente, passou por um desenvolvimento conceitualizado, semelhante à revolução da tecnologia, propiciando uma alteração no modo de pensar geográfico. A Climatologia, de acordo com Pédelaborde (1970

p.19), é um dos ramos da Geografia Física responsável por estudar “os caracteres da atmosfera em contato com a superfície terrestre e a sua distribuição espacial destes caracteres”.

Aos geógrafos interessa uma noção mais abrangente para definir o uso e a aplicação da climatologia junto às ciências meteorológicas, principalmente quando se trata do emprego e definições de “clima” e “tempo”. Pesquisadores como Pédelaborde (1970) definem clima como um conjunto de tendências, com pouca instabilidade, resultando em condições respectivamente permanentes em um período de tempo mais curto ou mais duradouro. Por sua vez, o tempo apresenta uma combinação passageira, instável, com uma curta duração. Logo, conclui-se que tanto o clima quanto o tempo são resultados de combinações de elementos, ou uma combinação de tendências “dominantes” e “permanentes” dos elementos da atmosfera sobre um determinado local (PÉDELABORDE, 1970 p. 10).

De acordo com Morize (1972), a concepção de tempo seria somente como uma fase marcada por alternância de fenômenos durante o ano, com ciclos maiores ou menores, resultando no clima de qualquer localidade. Para os gregos, o fenômeno atmosférico “*klima*” já era instrumento para designar o resultado da inclinação da Terra em direção aos Polos ou a inclinação do eixo da Terra sobre o plano da elíptica, dando origem ao que conhecemos como latitude (Ely 2006. p. 21). A partir do conceito de “*klima*,” Parmênides em sua classificação climática dividiu a Terra em três zonas: tórrida, temperada e frígida (ELY, 2006; ROLLER, 2010).

Numa de suas primeiras obras destinadas a compreender os fenômenos climáticos, Aristóteles buscou reunir experiências já existente de clima e tempo, relatando eventos de chuvas, trovões, nuvens, ventos, neve e furacões, obra esta que nomeou de Meteorologia (OLIVEIRA, 2009. P. 17). Neste contexto, trabalhos climatológicos foram sendo apresentados, dentre eles a produção de Alexander von Humboldt (1875), surgindo assim um conceito de clima como observado:

A palavra clima, tomada em sua forma geral, serve para marcar o conjunto de variações atmosféricas que afetam nossos órgãos de uma maneira sensível, a saber: a temperatura, a umidade, as mudanças da pressão barométrica, o equilíbrio da atmosfera, os ventos, a tensão, mais ou menos forte da eletricidade atmosférica, a pureza do ar ou presença de miasmas mais ou menos deletérios, e por último, o grau constante de transparência e de serenidade do céu. Este último dado não influi somente sobre os efeitos da irradiação calorífica do solo, no desenvolvimento orgânico dos legumes e no amadurecimento dos frutos, mas também na moral do homem e na harmonia de suas faculdades (HUMBOLDT, 1875, p. 95).

Dessa forma, o autor trata suas condutas climatológicas, associando clima, relevo, formações vegetais, fazendo referência, conforme Ely (2006, p. 69) numa: “análise integrativa dos aspectos naturais, onde o clima era estudado como componente da paisagem que se

constitui a partir de sua correlação com os diversos tipos de relevos, com as porções terrestres ou oceânicas”. Em suas escritas Sorre (1951), define clima como um ambiente da atmosfera organizado por diferentes estados atmosféricos agindo sobre um lugar cotidiano.

Diante dos conceitos apresentados, buscou-se deixar claro que a Climatologia está diretamente ligada às Ciências Meteorológicas, que apresentam duas linhas de abordagem: a Meteorologia Tradicional e a Meteorologia Dinâmica. Da mesma forma, a Climatologia que nelas se apoia, possui também duas formas para conduzir seus estudos: a Climatologia Separativa e a Climatologia Sintética. A Climatologia Separativa (ou Tradicional) utiliza dados reais e os convertem em dados abstratos, com valores médios, portanto ficam desprovidos de seu real significado, com uma abordagem climatológica quantitativa que necessita de longos períodos de observação e registro dos fenômenos meteorológicos. Para obter resultados mais precisos das médias de extensas séries do tempo, faz-se necessário uma distribuição de forma homogênea no espaço geográfico de postos e estações meteorológicas.

A Climatologia Sintética (ou Dinâmica) busca analisar o comportamento dos elementos do clima, mediante dados concretos, de preferência diários, na busca em alcançar as sequências rítmicas para explicar estas variações. A abordagem dinâmica qualitativa faz uso de amostras cronológicas de tempo atmosférico (períodos, anos) que melhor representem a realidade do clima. Os resultados assim obtidos são capazes de apontar as tendências, frequências e amplitudes dos muitos elementos climáticos do espaço (MONTEIRO, 1969).

Em suma, é relevante o tratamento estatístico a ser aplicado aos elementos climáticos que se deseja estudar, observar. É também importante a forma usada para a obtenção dos resultados, pois essa coleta é uma análise quantitativa. Mas cada parte do planeta Terra apresenta realidades geográficas distintas, por isso Monteiro (1971) ressalta que a aplicação das análises quer seja quantitativa ou qualitativa deverá ser inserida ao espaço local e os critérios admitidos podem ser corretos para uma certa área e não o ser para outra.

1. 2 HISTÓRICO DAS CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS

O Sistema de Classificação Climática (SCC) analisa e define os climas relacionados às regiões através das diferenças dos elementos climáticos. O sistema de classificação do clima tem como principal objetivo a obtenção de um arranjo eficiente de informações em um formato simplificado e generalizado (AYOADE, 2010). Tais sistemas fornecem uma condensação satisfatória que possibilita a compreensão dos aspectos climáticos, principalmente temperatura e precipitação, mas também outros aspectos da paisagem, tais como: solos, relevo e vegetação.

Em uma classificação climática, é necessário avaliar a natureza dos dados, os tipos de informações que se deseja alcançar e as formas de classificação, que devem responder aos objetivos e problemas determinados por cada pesquisador (BLUE e BRIERLEY, 2015).

As classificações climáticas baseiam-se na descrição de elementos, buscando sintetizar e aprimorar a imensa quantidade de informações das características do clima de uma localidade. Logo, o desafio é estruturar grandes quantidades de dados climáticos e convertê-los em valores estatísticos para sintetizar as características da atmosfera sobre os diferentes lugares pesquisados. Nesse sentido, Barry e Chorley (2013) afirmam que a finalidade de uma classificação climática é apresentar dados estatísticos que sejam claros, simples e populares, assim, depois de analisados e organizados, sirvam para determinar os principais tipos de clima.

O estudo voltado para a classificação climática, segundo Terassi (2013), é de grande importância também para definir os climas de distintas partes, pois considera os diferentes elementos climáticos paralelos e básicos auxiliando no planejamento econômico e ambiental. Desse modo, cada método com suas particularidades, permite uma compreensão resumida das características do clima de certo espaço. Dentre as mais reconhecidas, estão as classificações climáticas por ordem cronológica, em âmbito mundial, propostas por Thornthwaite e Matter (1931), Koppen- Geiger (1961), Strahler (1969), Nimer (1972). Elas serão detalhadas no tópico seguinte.

1. 3 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE E MATTER – 1931

Trata-se de um Sistema criado por Charles Warren Thornthwaite, sob a forma de um índice de eficácia de precipitação (1931), em que o sistema de identificação está respaldado no índice de eficiência térmica. É necessário considerar a teoria de Camargo e Camargo (2000), ao elucidar sobre a importância da evapotranspiração potencial – ETP, sendo o mais significativo avanço no conhecimento dos aspectos da umidade climática. Uma vez que, quando Thornthwaite, em (1944) trabalhava com problemas de irrigação no México, a ETP passou a ser valiosa como a chuva e um elemento meteorológico fundamental e necessário para atender às carências de água da vegetação. Balling (1984) observou que a classificação de Thornthwaite teve uma ótima aceitação nos Estados Unidos por apresentar uma quantidade de estações meteorológicas que deram apoio ao seu sistema.

O sistema de Thornthwaite (1948) respalda-se na evapotranspiração potencial de determinada área, que equivale ao índice de eficiência térmica, e os climas frios são identificados com base no fator térmico. Thornthwaite não via a vegetação como instrumento de

integração dos elementos climáticos, mas sim como o meio físico por onde seria possível o transporte de água do solo para a atmosfera, assim, de acordo com as necessidades hídricas da vegetação, seria possível definir um tipo de clima como seco ou úmido. Juntamente com Will, Thornthwaite (1944) introduziu conceitos de evapotranspiração para determinar a ETP pelos dados de temperatura média diária, a umidade relativa do ar e o comprimento do dia. Inicialmente, consideraram os dados de chuva e o escoamento em bacias hidrográficas, aprimorando a pesquisa, excluíram o termo sobre umidade relativa, mas mantiveram a temperatura média do ar e o comprimento do dia.

Em sua declaração, Burgos (1958) conclui que a classificação de Thornthwaite tem maior aplicação sobre os estudos agrometeorológicos. Além disso, entende que o cientista defendia que a umidade seria o fator verdadeiramente ativo, por isso, faz uso dela como base para identificar grande parte de seus principais tipos climáticos, com exceção apenas para as três zonas de frios, nas quais constatou ser a temperatura o fator realmente ativo ou crítico. A tabela 1 explica os tipos climáticos baseados no índice de umidade, segundo Thornthwaite (1948) assim como os tipos climáticos desenvolvidos por Thornthwaite e Mather (1955) que apresentam algumas diferenças nos climas sub-úmido seco, semiárido e árido, enquanto no clima superúmido não ocorre nenhuma mudança em seus valores.

Tabela 1 – Tipos climáticos, baseados no índice de umidade, segundo THORNTHWAITE (1948) e THORNTHWAITE e MATHER (1955).

Tipos climáticos	Índice de Umidade (Iu)	
	Thornthwaite(1948)	Thornthwaite & Mather (1955)
A - Superúmido	$100 \leq Iu$	$100 \leq Iu$
B - Úmido	$80 \leq Iu < 100$	$80 \leq Iu < 100$
B - Úmido	$60 \leq Iu < 80$	$60 \leq Iu < 80$
B - Úmido	$40 \leq Iu < 60$	$40 \leq Iu < 60$
B - Úmido	$20 \leq Iu < 40$	$20 \leq Iu < 40$
C - Sub-úmido	$00 \leq Iu < 20$	$00 \leq Iu < 20$
C - Sub-úmido seco	$-20 \leq Iu < 00$	$-33,3 \leq Iu < 00$
D - Semiárido	$-40 \leq Iu < -20$	$-66,7 \leq Iu < -33,3$
E - Árido	$-60 \leq Iu < -40$	$100 \leq Iu < -66,7$

Fonte: Andrade Júnior et al, (2005) (1948). Organização: GONÇALVES, 2022.

1. 4. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER - 1936

Wladimir Köppen, geógrafo renomado do século XIX e princípio do século XX, iniciou Seus estudos em Botânica e, com o passar do tempo, tornou-se cada vez mais interessado em

estudos climáticos dos tempos atuais e passados. Sua classificação foi publicada em 1901, mas somente atualizada anos mais tarde pelo climatologista e meteorologista alemão Rudolf Geiger, entre os anos de 1918 e 1936. Logo, ficando conhecido como sistema de Classificação climática Köppen-Geiger (SANTOS, 2018).

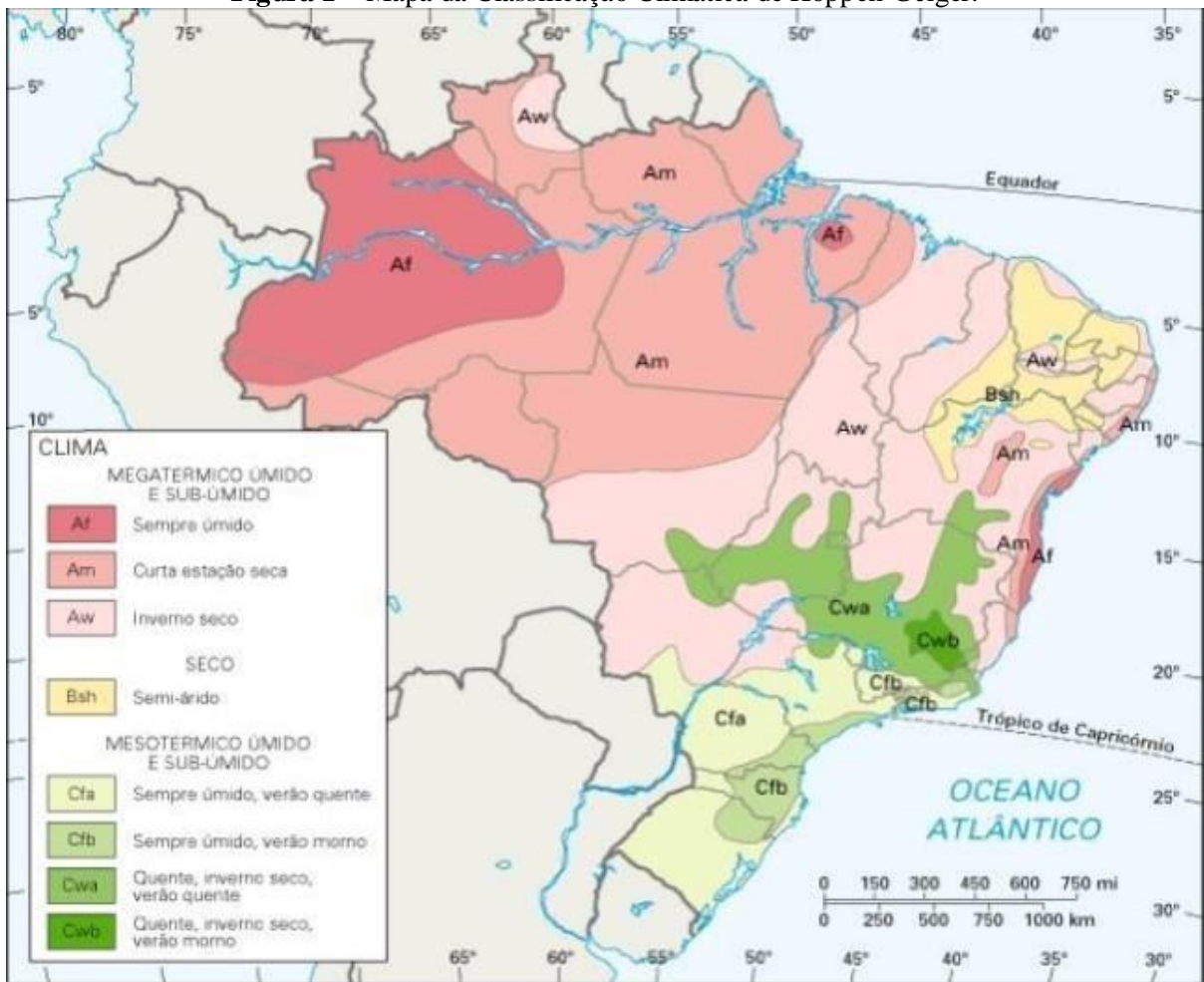
A classificação de Köppen pertence à abordagem tradicional ou separatista da climatologia. Estuda separadamente os elementos do clima: umidade, pressão do vento e temperatura, para em seguida recompô-los no seu todo. Esses elementos de temperatura e precipitação são os métodos para o início da divisão dos tipos de clima. Mas as temperaturas dos meses mais quentes e frios são os fatores mais importantes, o estudioso usou seus valores para esses dois períodos, na busca por classificar as zonas climáticas principais relacionadas.

Burgos (1958) complementa que a classificação de Köppen está mais adaptada aos estudos climatológicos e geográficos, mas utiliza-se de poucos critérios, pois simplifica as situações mais complexas entre clima e produtividade agrícola. Essa classificação sofreu algumas alterações pelo próprio autor, mas Brooks (1984) recorda que Köppen utilizou-se da vegetação no ano de 1900, por ser ela bastante exigente em relação ao clima. Além disso, diferentes grupos de vegetação se desenvolveram em diferentes condições climáticas e cada grupo se adapta a um determinado clima.

Os elementos utilizados e organizados para a realização das análises vão depender inteiramente do fim para o qual se destinam, portanto, formam-se diversos sistemas de classificações. Hoje em dia a mais conhecida utilizada na Geografia é a classificação do biólogo russo Wladimir Köppen. Sua classificação foi publicada em 1901, depois atualizada anos mais tarde pelo climatologista e meteorologista alemão Rudolf Geiger, entre os anos de 1918 e 1936. Ficou conhecida então como sistema de Classificação climática Köppen-Geiger.

A Figura 1 apresenta os diferentes climas brasileiros de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger.

Figura 1 – Mapa da Classificação Climática de Köppen-Geiger.



Fonte: Climas do Brasil. Acesso em 09/03/2023.

Köppen (1936) reconheceu os principais grupos de vegetação, e posteriormente estudou essas condições climáticas e como cada grupo se desenvolvia, utilizou dessas informações para definir seus limites climáticos, assim dividiu os grupos de vegetação aos tipos climáticos equivalentes. Nesse Sistema de Classificação Climática (SCC) de Köppen, a primeira letra corresponde aos cinco grupos climáticos, conforme exemplificado a seguir: A, B, C, D, E. Essas maiúsculas correspondem, respectivamente, aos tipos de climas, sendo: A (Tropical), B (Seco), C (Temperado), D (Continental) e E (Polar). Em seguida, tem-se a segunda letra (tipo) que corresponde à informação de precipitação e, por último, a terceira letra (subtipo) que corresponde à característica ligada à temperatura. As tabelas 2, 3 e 4 abaixo, apresentam, de forma sucinta, as letras utilizadas para representar a classificação climática de Köppen.

Tabela 2 – Grandes grupos climáticos de Köppen-Geiger.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
A	<ul style="list-style-type: none"> • Climas megatérmicos; • Temperatura média do mês mais frio do ano > 18°C • Estação inverno ausente; • Forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual).
B	<ul style="list-style-type: none"> • Climas secos (precipitação anual inferior a 500 mm); • Evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual; • Não existem cursos d'água permanentes.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Climas mesotérmicos; • Temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C; • Temperatura média do mês mais quente > 10°C; • Estações de Verão e Inverno bem definidas.
D	<ul style="list-style-type: none"> • Climas microtérmicos; • Temperatura média do ar no mês mais frio < -3°C; • Temperatura média do ar no mês mais quente > 10°C; • Estações de Verão e Inverno bem definidas.
E	<ul style="list-style-type: none"> • Climas polares e de alta montanha; • Temperatura média do ar no mês mais quente < 10°C • Estação de Verão pouco definida ou inexistente.

Fonte: NOVAIS (2019).

Tabela 3 – Subgrupos climáticos de Köppen-Geiger.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	APLICA-SE AO GRUPO
S	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitação anual total média compreendida entre 380 a 760 mm; 	B
W	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitação anual total média <250 mm; 	B
f	<ul style="list-style-type: none"> • Clima úmido; • Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano; • Inexistência de estação seca definida. 	A-C-D
w	<ul style="list-style-type: none"> • Chuvas de Verão. 	A-C-D
S	<ul style="list-style-type: none"> • Chuvas de Inverno. 	A-C-D
w ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Chuvas de Verão – outono. 	A-C-D
s ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Chuvas de Inverno – outono. 	A-C-D

m	<ul style="list-style-type: none"> • Clima de monção; • Precipitação total anual média >1500 mm; • Precipitação do mês mais seco <60 mm. 	A
T	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média do ar no mês mais quente compreendido entre 0 e 10°C. 	E
F	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média do mês mais quente < 0°C. 	E
M	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitação abundante; • Inverno pouco rigoroso. 	E

Fonte: NOVAIS (2019).

Tabela 4 – Subdivisões climáticas de Köppen-Geiger

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	APLICA-SE AOS GRUPOS
a: verão quente	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média do ar no mês mais quente > 22°C. 	C - D
b: verão temperado	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média do ar no mês mais quente < 22°C; • Temperaturas médias do ar nos 4 meses mais quentes > 10°C. 	C - D
c: verão curto e fresco	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média do ar no mês mais quente < 22°C; • Temperaturas médias do ar > 10°C durante menos de 4 meses; • Temperatura média do ar no mês mais frio > - 38°C. 	C - D
d: Inverno muito frio	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média do ar no mês mais frio < - 38°C. 	D
h: seco e quente	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média anual do ar > 18°C; • Deserto ou semideserto quente (temperatura anual média do ar igual ou superior a 18°C). 	B
K: seco e frio	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura média anual do ar < 18°C; • Deserto ou semi-deserto frio temperatura anual média do ar inferior a 18°C. 	B

Fonte: NOVAIS (2019).

Liebmann *et al.* (2004) usaram dessa classificação em moldes acoplados em oceano atmosférico e em saídas da circulação geral da atmosfera e compararam esses resultados a modernos conjuntos de dados. Concluíram assim que essa classificação é bastante útil para estimar a capacidade dos modelos do clima para reproduzir e apontar o impacto das mudanças climáticas na biosfera e no clima atual.

Os tipos de clima identificados no Estado de Goiás por essa classificação são: clima quente de monção (Am); Clima quente com chuva de verão (Aw); Clima temperado com verão quente e úmido (Cwa) e Clima temperado com verão fresco e úmido (Cwb). A Bacia Hidrográfica Rio das Almas está totalmente inserida dentro do Clima quente com chuva de verão (Aw).

1. 5 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE STRAHLER – 1969

A classificação proposta por Arthur Newell Strahler, em 1952, apresenta-se tipicamente explicativa. É baseada, principalmente, pela atuação das massas de ar, na origem dos fenômenos, nos fatores do clima e nas áreas da superfície da Terra.

Segundo Strahler, o Clima fundamenta-se nas áreas da superfície da Terra de acordo com o estado das massas de ar e na latitude, assim apresenta três principais divisões, sendo: Clima de altas, médias e baixas latitudes. O clima de altas latitudes é controlado pelas massas de ar polar e ártica, está subdividido em Boreais no hemisfério Norte e Antártico no hemisfério Sul. Subdivide-se em Continental subártico, Tundra, Marítimo subártico, Polar e climas das Terras altas, localizados nas cadeias de montanhas com gelo eterno. O clima de latitudes médias está posicionado entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, controlado pelas massas de ar polares e tropicais. Já o clima nas baixas latitudes é controlado por massas de ar tropicais e equatoriais subdividido em Equatorial úmido, Tropical semiúmido, Desértico tropical, Desértico da costa ocidental e Litorâneo com ventos alísios. O sistema de Strahler, diante do fator clima, é considerado como uma classificação genética, simples e possui facilidade de entendimento.

Pela Classificação de Strahler (1969), predominam no Brasil seis tipos de climas, cada número corresponde ao tipo do clima e suas áreas de localização: Equatorial úmido da convergência dos alísios (1) – abrange a Amazônia, com temperaturas elevadas durante quase todo o ano, com índices pluviométricos acima de 2.500mm anuais; Tropical alternadamente úmido e seco (2) – com temperaturas altas o ano inteiro, chuva de verão e seca no inverno; Semi-árido (3) – atua principalmente no sertão nordestino, possui como característica baixa umidade

e pouquíssima quantidade de precipitação, as temperaturas são elevadas durante boa parte do ano; Tropical Atlântico (litorâneo úmido) (4) – clima quente e úmido, presente nas regiões litorâneas do Sudeste, possui grande influência da umidade vinda do Oceano Atlântico, sendo assim possui verão chuvoso com temperaturas elevadas podendo atingir até 40°C, temperaturas amenas no inverno (média de 20°C); o Subtropical úmido (5), em que as temperaturas médias variam de 15°C a 21°C, as chuvas no inverno sofrem influências das massas de ar frias oriundas do Oceano Atlântico, podendo apresentar geadas no inverno, já no verão, as chuvas são intensas. Esse clima atua na região Sul dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; e por fim, Tropical de Altitude (6) – atua principalmente nas regiões serranas do Rio de Janeiro, Serra da Mantiqueira e Espírito Santo. De acordo com a Figura 2:

Figura 2 – Mapa de Climas do Brasil por Strahler



Fonte: <https://geografalando.blogspot.com/2013/05/clima-classificacao-climatica-brasileira.html>.

O clima possui características de verões quentes e úmidos, invernos frios e secos. Grande

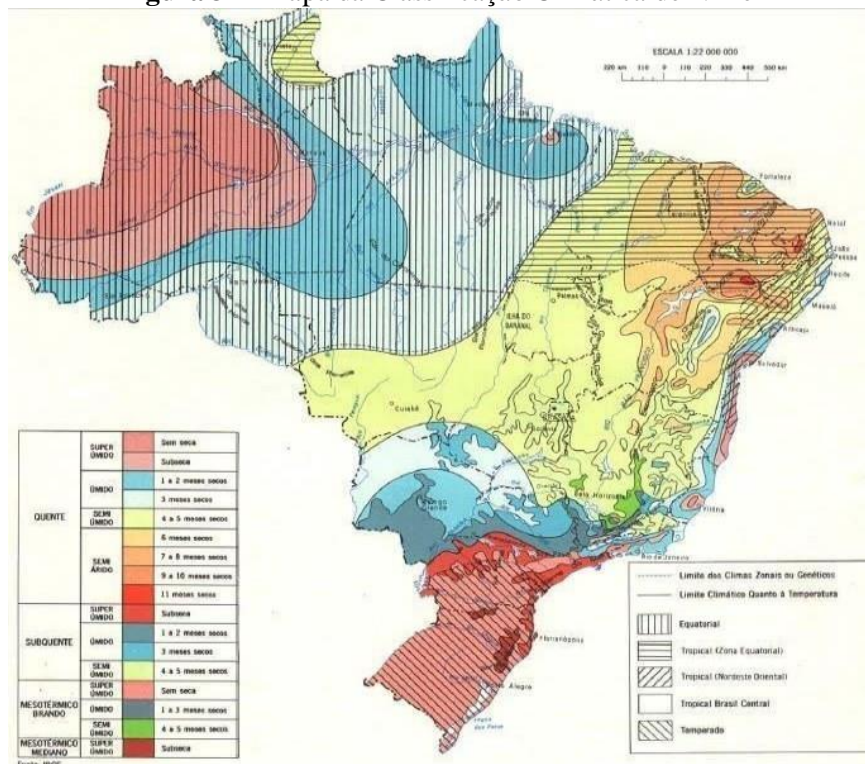
precipitação nos meses de novembro a março. Temperatura Média em torno de 20°C e, principalmente no inverno, recebe influência das massas de ar frio vindas da Antártida.

As massas de ar que interferem mais diretamente no Brasil são a Equatorial, tanto Continental quanto Atlântica; também a Tropical, tanto Continental como Atlântica; e a Polar Atlântica proporcionando as diferenciações climáticas. A partir dos estudos relacionados, a BHRA, pela classificação climática de Strahler, possui clima tropical úmido seco, exposto às massas tropicais marítimas, com temperaturas elevadas (média anual por volta de 20°C), com presença de umidade e índice de chuvas de média a elevada.

1. 6 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE NIMER – 1972

Esse investigador relaciona o clima de forma quantitativa, a partir de valores da temperatura e precipitação, e qualitativamente, considerando a quantidade de meses secos (distribuição da pluviosidade) e a circulação atmosférica (NIMER 1972). Sua proposta é oficialmente utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), está presente nos livros didáticos e em inúmeros atlas geográficos. O mapa da Figura 3 apresenta a definição da classificação de Nimer (1972), aplicada para todo o território brasileiro.

Figura 3 – Mapa da Classificação Climática de Nimer



Fonte: IBGE < <http://biblioteca.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09/03/2023.

O sistema de classificação dos climas para o Brasil, de Nimer, está classificado

em três partes, sendo:

1- Delimitação em conformidade com a variedade térmica, utilizando das isotermas referentes às médias mensais do mês mais frio, configurando três climas zonais, que são: equatorial, tropical e temperado;

2- Classificação quanto ao menor ou maior grau de umidade – considera a existência ou não de estação seca ou subseca. Através da estação seca, faz-se a classificação de qualquer mês em que o total de precipitação em milímetros é igual ou inferior ao dobro da temperatura média em °C ($P \leq 2T$) (GAUSSEN e BAGNOULS, 1953). Para determinar a estação subseca, os dados devem cumprir duas determinações importantes:

2.1. Primeira determinação: as localidades estudadas não deverão possuir nenhum mês considerado seco. Logo, quando se cumprir a primeira, passa-se para a segunda determinação;

2.2 Segunda determinação: apresenta os meses em que a precipitação em milímetros é igual ou inferior ao triplo da temperatura média em °C ($P < 3 T$) que são considerados meses subsecos. A tabela 5, a seguir, apresenta a segunda tipologia de Nimer, conforme a variedade térmica.

Tabela 5 – Segunda tipologia climática de Nimer (1972), conforme a variedade térmica.

Tipologia	Temperatura média do mês maisfrio
Clima quente	Superior a 18°C
Clima Subquente	Entre 15°C e 18°C em pelo menos 1 mês
Clima mesotérmico brando	Entre 10°C e 15°C em pelo menos 1 mês
Clima mesotérmico médio	Inferior a 10°C

Fonte: Nimer (1972) Organização: GONÇALVES, 2022.

2.3 Terceira determinação: relaciona os meses secos com o tipo de vegetação natural predominante e define as regras com padrões homogêneos de umidade e seca. Devido às dificuldades em se encontrar limites específicos desses climas, essa terceira determinação busca o apoio na compreensão da circulação atmosférica, análise do regime das temperaturas e da distribuição das chuvas durante as estações do ano, relacionando com suas fontes dinâmicas de origem, conforme apresenta a tabela 6.

Por essa classificação, o clima predominante na área de estudo é o Quente Semiúmido, de Clima Zonal. A bacia hidrográfica está localizada na porção central da região Centro-Oeste,

sendo as partes mais altas de clima Subquente.

Tabela 6 – Terceira tipologia climática de Nimer (1972), conforme o grau de umidade.

Tipologia	Regime de chuvas
Clima superúmido	Sem seca
Clima Superúmido	Com subseca
Clima úmido	Com 1 a 2 meses secos
Clima Úmido	Com 3 meses secos
Clima semiúmido	Com 4 a 5 meses secos
Clima semiárido branco	Com 6 meses secos
Clima semiárido mediano	Com 7 a 8 meses secos
Clima semiárido forte	Com 9 a 10 meses secos
Clima semiárido forte	Com 11 meses secos
Clima desértico	Com 12 meses secos

Fonte: Nimer (1972) Organização: GONÇALVES, 2022.

1. 7 OUTRAS CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS

A seguir serão analisadas outras classificações climáticas utilizadas dentro da escala regional, que são de grande importância para o estudo da climatologia geográfica, mas que não são aplicadas no âmbito nacional e/ou regional. São três classificações, por ordem cronológica, a primeira é a de Humboldt (1804), a segunda Classificação faz referência a Monteiro (1964) e a terceira apresenta a proposta da Classificação Climática de Novais (2019), que fora aplicada na área de estudo desta dissertação.

1.7.1 Classificação Climática de Humboldt - 1804

Alexander Von Humboldt (1769 – 1859) apreciava uma metodologia especulativa e descritiva (PÊCHEUX, 1990) a partir da comparação em “uma forma de expressão discursiva onde procurou destacar as especificidades locais e os particulares que competem a uma materialidade dada, ou seja, um esforço que poderia ser associado a um saber enciclopedista e materialista” (VITTE e SILVEIRA, 2010, p. 180). Humboldt tratou suas práticas climatológicas

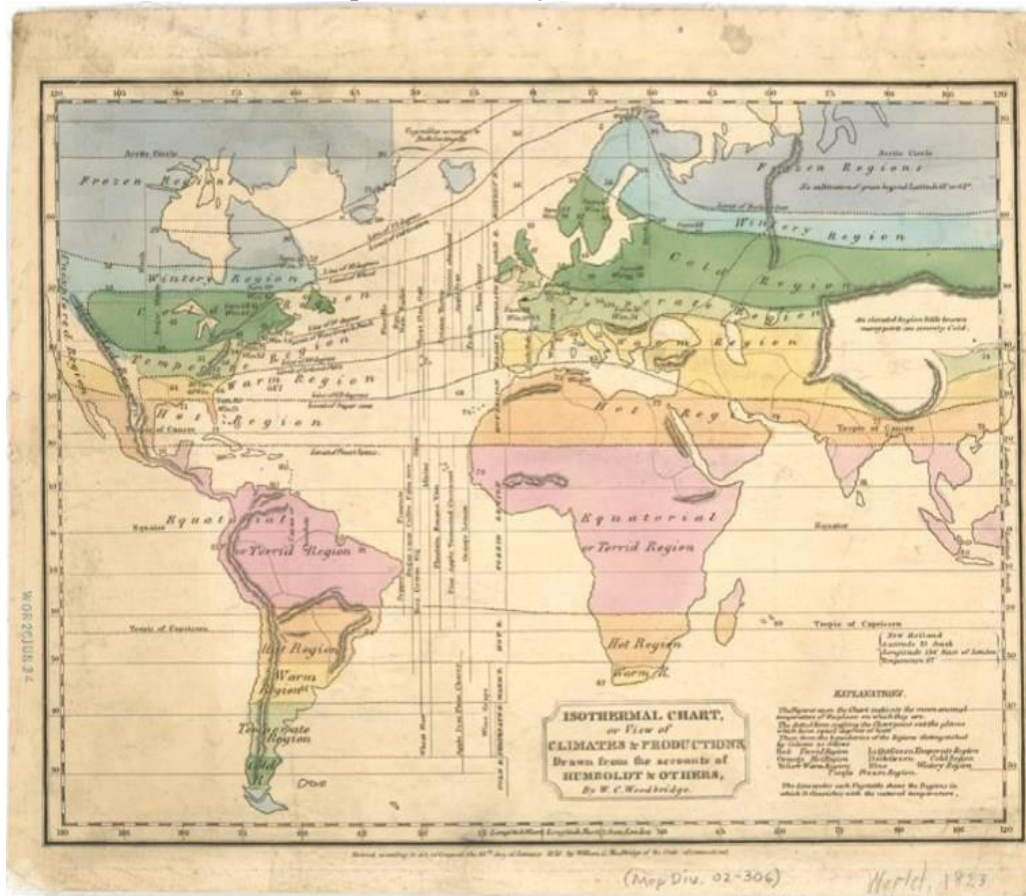
fazendo associações entre o relevo, o clima e as formações vegetais.

Para Helfferich (2005), Humboldt foi o primeiro a classificar o clima em zonas climáticas. No ano de 1802, em sua obra intitulada “Geografia das Plantas”, Helfferich (2005) acrescenta que Humboldt revolucionou a meteorologia quando fez uso das linhas isotermas, pela introdução de perfis topográficos que retratavam a altitude, modificando assim a forma de como era vista a geografia, pois tais procedimentos revelaram-se de um valor inestimável. As técnicas do uso das linhas isotermas, juntamente à introdução de perfis topográficos que retratavam a altitude das terras, foram vistas como revolucionárias no campo geográfico, consideradas com inestimável valor por vários pesquisadores.

O estudo pelo método analítico-correlativo, bem como a espacialização por isotermas de Humboldt, serviu de base para as teorias aplicadas na descrição climática. Esse estudioso considerou a Cordilheira dos Andes, local que conheceu em uma de suas visitas para explorar a América do Sul no século XIX, como um laboratório vertical, pois juntamente a fatores como altitude, atmosfera, tipo de solos e índice de precipitação, exercia influência direta nas plantas.

Do ponto de vista da contribuição de Humboldt, no âmbito da climatologia, é clássico o trabalho sobre as linhas isotérmicas e a espacialização do calor no globo terrestre, em que analisa a distribuição da temperatura, considerando a amplitude térmica e suas interações com a vegetação e a hidrologia. Também correlacionou os aspectos geográficos, tais como: a topografia, a continentalidade, as correntes marítimas e a disposição do relevo com as características dos climas regionais que, somente um século mais tarde, Köppen, com o uso dos mesmos atributos, pôde espacializar, na forma de uma proposta de classificação climática. A Figura 4 apresenta o mapa-mundi, com as linhas isotérmicas de Humboldt com a temperatura média, referente ao ano de 1823.

Figura 4 – Mapa da Classificação Climática de Humboldt.



Fonte: Lionel Pincus e Princess Firyal Map Division, The New York Public Library (1823).

1.7.2 Classificação Climática de Monteiro – 1964

Carlos Augusto Monteiro (1964) elaborou um modelo de classificação em que discorre sobre a dinâmica climática e a precipitação no estado de São Paulo, adotando a gênese da circulação da atmosfera para dividir o clima em partes individuais, baseando-se na distinção dos climas regionais e nas diferenças dentro de cada clima. Outrossim, adotou também as feições climáticas individuais caracterizadas através da variação do ritmo, quantidade e sua associação a algum fator geográfico, como por exemplo o relevo.

Em 1973, Monteiro relacionou os elementos fundamentais de uma elaboração teórica sobre o conceito de clima, cuja metodologia pode ser explicada como:

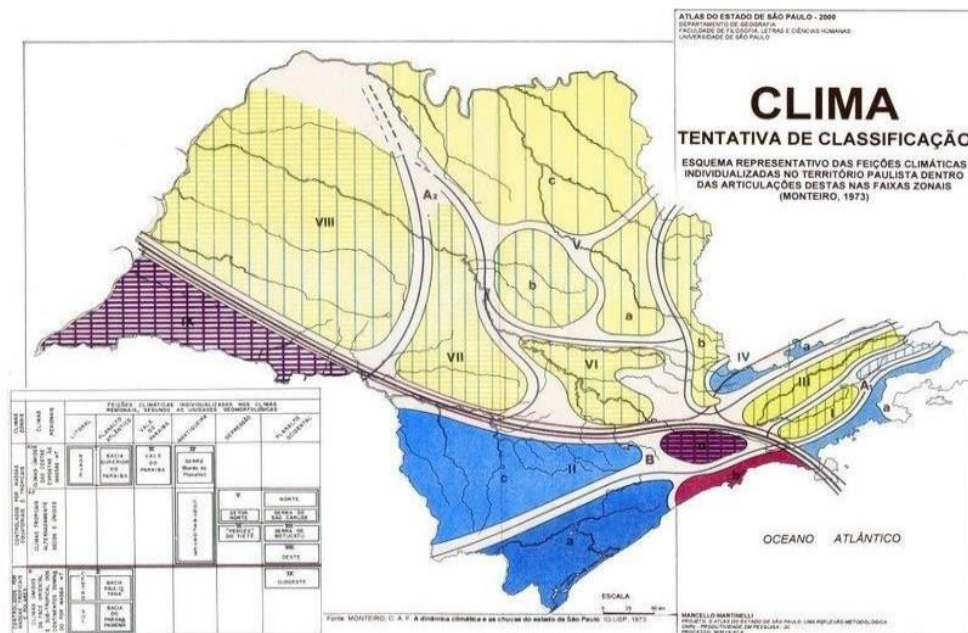
- Desprezo dos valores médios, utilizando dados reais, em uma escala diária, aproveitando minuciosamente a avaliação dos elementos do clima;
- Como subsídio para identificar os tipos de tempo, faz-se o uso das cartas sinóticas de superfície, viabilizando a relação entre as manifestações individuais locais com a circulação atmosférica regional;

- A escolha de períodos “padrão” quer sejam anual, mensal, estacional ou episódio, seriam suficientes para fornecer um quadro dinâmico das situações concretas, comprovando a amplitude de ocorrência dos tipos de tempos habituais, juntamente àqueles afetados por irregularidades na circulação com capacidade de consolidar situações adversas.

Como conceito de ritmo, Monteiro (1971) pressupôs a fundamentação teórica como a expressão da sucessão dos tipos atmosféricos que conduz subtendido ao conceito de habitual nos quais os desvios e as variações resultam em diversos graus de distorções até alcançar os padrões extremos. Compreender a fundo o que quer dizer ano seco e ano chuvoso conduz a uma demorada tarefa de revisão, até que se possa definir por uma norma mais comprovatória os propósitos almejados. Monteiro (1973) utilizou-se ainda do uso de gráficos diários, no intuito de observar o tempo para melhor compreensão do ritmo climático.

Entre muitos dos seus brilhantes trabalhos, em 1973, Monteiro elaborou uma classificação climática de base genética para o estado de São Paulo, na forma de atlas. Para tanto, fundamentou-se no trabalho de caracterização da circulação atmosférica na América do Sul, realizado por Serra e Ratisbonna (1942), ambos baseados na escola escandinava e na teoria da Frente Polar (BJERKNES e SOLBERG, 1922). O mapa da Figura 5 apresenta a tentativa de classificação climática de Monteiro, um esquema representativo das feições climáticas individualizadas, no território paulista, dentro das articulações destas nas faixas zonais (MONTEIRO, 1973).

Figura 5 – Mapa da Classificação Climática de Monteiro



Fonte: Download Scientific Diagram. Acesso em 31/03/2023

1. 7. 3 Classificação Climática de Novais – 2019

A Classificação Climática de Novais (2019) que será descrita neste trabalho possui uma metodologia baseada em um mapeamento das unidades climáticas pela Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMF), quantidade de meses secos, a influência na precipitação pluviométrica, passagem de frentes frias e possibilidade de formação de geadas. Está dividida em hierarquias, sendo o Clima Zonal a primeira categoria, seus limites e também os Domínios Climáticos (terceira categoria) se baseiam na TMMMF.

A divisão de energia vinda da radiação solar na troposfera proporciona a diferença latitudinal, assim a temperatura é o principal elemento climático empregado nessa escala (NOVAIS, 2019). Os Domínios, Subdomínios, Tipos, Subtipos e Meso/Topoclimas de acordo com a hierarquia climática têm influência direta dos fatores de balanço de energia, de sistemas da atmosfera e quantidade de meses secos, bem como a localização dentro de uma região ou unidade do relevo.

Para separar o Clima Equatorial do Tropical, em sua classificação, Novais (2019) determinou que esse limite na área de Cerrado onde foi realizada essa experiência seria realizada pela quantidade de chuvas durante os meses estabelecidos (março, abril e maio), uma vez que neste período, essa região é afetada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), um dos sistemas atmosféricos utilizados na classificação climática. Já para delimitar as unidades climáticas, Novais (2019) utilizou a emissão de luz solar, ou seja, este aspecto astronômico que influencia diretamente as unidades climáticas de abrangência zonal, que se dá pelo ângulo que o Sol faz com o zênite local. Essa altura ou sua incidência solar vai afetar a qualidade da radiação emitida na superfície terrestre. Assim, Novais (2019) propôs uma linha imaginária denominada Subtrópico, de alta incidência solar no verão para as latitudes médias, próximo aos paralelos 46°54' Norte e Sul, limitando a Zona Climática Moderada e Zona Climática Fria.

Também pela insolação no planeta, Novais (2019) sugeriu as Zonas Climáticas fixas e distribuídas por linhas imaginárias de altura do Sol. Identificou três Climas Zonais no território brasileiro: Tórrido, Moderado e Quente, este último e de maior extensão no Brasil, limita-se ao norte pelo Clima Zonal Tórrido e ao sul pelo Clima Zonal Moderado.

O Clima Tórrido, de acordo com Novais (2019), possui uma TMMMF superior a 22,5°C, podendo avançar por regiões da Zona Climática Quente, mas não ultrapassa a Zona Moderada. O autor afirma ainda que os Climas Zonais Frio e Polar não são encontrados dentro do território brasileiro. Os Domínios Climáticos fazem parte da terceira hierarquia nesta classificação, isto

é, pertencem a uma escala regional. Segundo Sant'Anna Neto (2013), essa escala ou hierarquia é mais complexa que a global, pois os Domínios Climáticos podem pertencer a mais de um Clima Zonal e a TMMMF é indispensável para sua caracterização. Também são divididos em Subdomínios de acordo com a duração dos meses secos.

O regime de precipitação dos subdomínios climáticos Tropical semiúmido e Tropical semisseco, na área central brasileira, possui a mais explícita característica do Bioma do Cerrado, ou seja, passa por uma variação sazonal com duas estações bem definidas: uma seca de inverno, em sua grande parte, e outra chuvosa no verão.

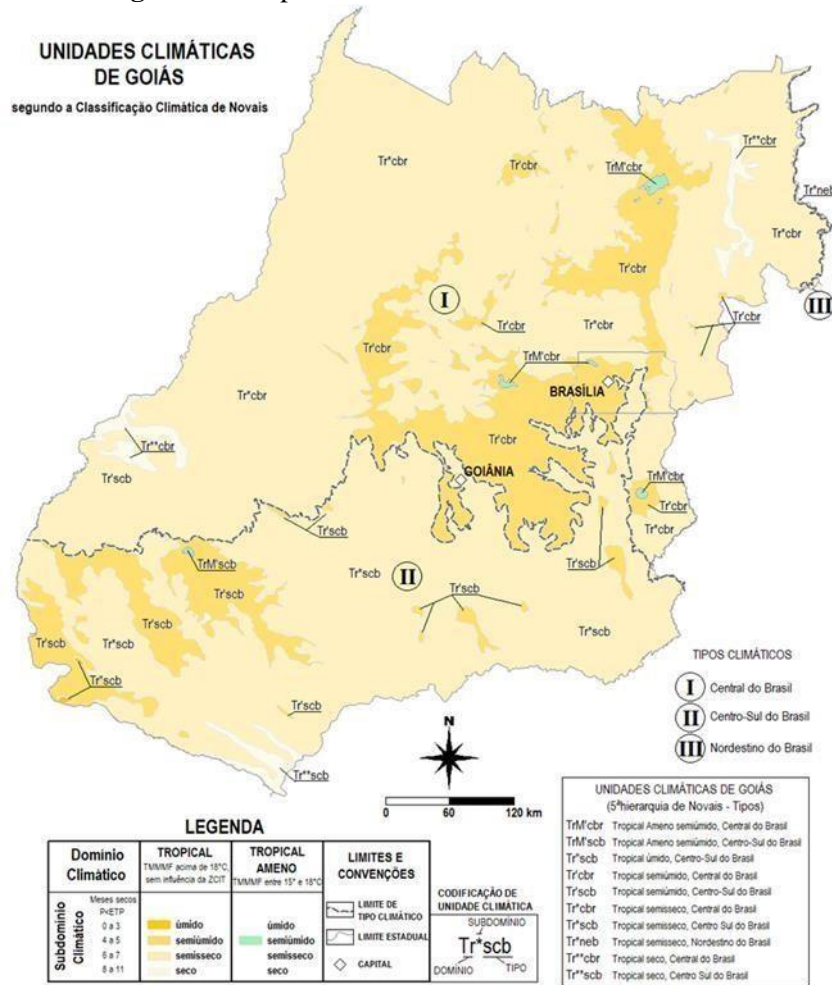
Na quinta divisão hierárquica, Novais (2019) destaca os Tipos, que apresentam a localização dos Domínios e Subdomínios dentro do território, podendo alcançar também o continente. Eles são delimitados pela vegetação, relevo ou quantidade de meses secos e controlados também por sistemas meteorológicos. No Brasil, aparecem os seguintes Tipos Climáticos: setentrional, meridional, central, ocidental, amazônico, nordestino e litorâneo.

Em sexta categoria, a Classificação Climática de Novais (2019) apresenta os Subtipos Climáticos, delimitados também por sua localização, mas em limites menores, com nomenclaturas definidas pela geomorfologia ou coincidir com a localização de pequenos estados e mesorregiões geográficas oficiais. O componente da geomorfologia é o fator que está diretamente ligado à dinâmica do clima, servindo para demarcar essas unidades climáticas, afirmando o papel que a superfície-topografia exerce na relação com os fatores atmosféricos.

Em última hierarquia, estão os Mesoclimas ou Topoclimas que são delimitados por meio de feições geográficas ou antrópicas, de destaque na paisagem, que interferem no fluxo energético, ou seja, as serras, linhas de cumeadas, topos de planaltos, vales abertos e encaixados, área de mata e zonas urbanas.

Pela metodologia desta classificação climática, podem-se desenvolver importantes pesquisas, próprias para bacias hidrográficas ou sub-bacias, no intuito de compreender as diferenças climáticas em cada área de pesquisa. Neste trabalho dissertativo, a Classificação Climática de Novais será aplicada na área de estudo da Bacia Hidrográfica Rio das Almas no Estado de Goiás. A Figura 6 apresenta o mapa da Classificação Climática de Novais (2023) elaborado para o Estado de Goiás e Distrito Federal, contemplando o domínio, subdomínio, tipo e subtipos climáticos.

Figura 6 – Mapa das Unidades Climáticas de Novais.



Fonte: NOVAIS e MACHADO (2023). Modificado pela autora.

1.8 COMPARAÇÃO DAS PRINCIPAIS CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS UTILIZADAS NO PAÍS COM A CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA ADOTADA POR NOVAIS (2019)

Pela Classificação Climática de Nimer (1972), a área de estudo é classificada como de Clima Zonal. O teórico adverte que se faz necessário ter mais diversidade de clima quente para o território brasileiro, em menor ou maior grau de temperatura, pois em outros tipos de clima proferidos por ele, há mais tipos em seus critérios de classificação. Por isso, a classificação de Novais (2019) apresenta em suas hierarquias a identificação do Clima Zonal, conseguindo de forma prática realizar essa subdivisão térmica no Bioma Cerrado, colaborando com a discrepância que acontece na classificação de Nimer.

Quanto à fórmula para se encontrar a quantidade dos meses secos, a classificação de Nimer(1972), adotada pelo IBGE, a realiza de forma muito confusa, usando a fórmula de Gausen e Bagnouls (1953), em que o resultado se dá quando a precipitação for menor do que

o dobro da temperatura média desse mês. É uma fórmula difícil, que causa muitas dúvidas porque a temperatura não se relaciona com a precipitação, ficando dois elementos climáticos diferentes (NOVAIS, 2019).

Pela classificação de Novais (2019), esses mesmos resultados são alcançados com maior facilidade e precisão, uma vez que esse mês seco é determinado pela diferença entre a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração potencial ($P - ETP$). Para este cálculo da ETP, utiliza-se a planilha de balanço hídrico climatológico, elaborada por Sentelhas et al. (1998), a partir do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955), fazendo com que esses dados obtidos sejam o mais próximo possível da realidade, aumentando a credibilidade em empregar a classificação de Novais (2019) nos estudos climatológicos.

Na Classificação Climática de Strahler (1969), o clima da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas, que se localiza no Bioma Cerrado, é identificado como Tropical úmido-seco. Entretanto, mesmo sendo a classificação mais usada no Brasil, passa por uma alteração de nomenclatura antes dele atingir o setentrional do Trópico de Capricórnio. Assim, de início, seu nome é Clima Subtropical, mas ao ultrapassar o meridional, passa a se chamar Clima Tropical. Diante disso, o próprio Novais (2019) reforça esse fato verídico afirmando que na Classificação de Strahler, o Clima Subtropical fica impedido ao Sul do Trópico de Capricórnio.

Pelas avaliações da Classificação Climática de Köppen (1936), a bacia está inserida totalmente dentro do Clima quente com chuva de verão (Aw). Mas esta classificação climática não apresenta informações para os resultados sobre os meses secos, na verdade, faz o uso ainda de vários fatores para identificar as estações do ano. Já as informações obtidas pela Classificação Climática de Novais (2019), fornecem dados mais específicos de delimitações das Unidades Climáticas para identificar esses meses.

Quanto à obtenção das Unidades Climáticas para o Bioma Cerrado, Köppen e Strahler apresentam cinco unidades enquanto Nimer apresenta sete. Para a área de Goiás e Distrito Federal, a classificação climática de Novais (2019) apresenta sete unidades, o que permite estudar detalhadamente o clima da região, uma vez que são apresentadas mais quantidades para a análise de dados.

A Classificação de Thornwaite parece também ignorar o papel da umidade, das massas, da pressão do ar e dos ventos locais, bem como exclui a importância do relevo e a posição do sol de acordo com a sua incidência sobre a Terra. A falta de dados das variáveis meteorológicas sobre o tempo e espaço causa um problema bastante relevante (LYDOLPH, 1985). Pela classificação de Novais (2019), as unidades climáticas, por exemplo, são delimitadas a partir do relevo, sendo assim esses elementos são essenciais para a obtenção de dados mais eficientes

da região pesquisada.

A Classificação Climática de Novais (2019) conseguiu aumentar o detalhamento das unidades de clima dentro da BHRA, assim, com o surgimento de novos dados essa classificação poderá ser melhorada constantemente, principalmente em se tratando de limites climáticos (NOVAIS, 2019). O quadro da Tabela 7 mostra um resumo comparativo das classificações climáticas abordadas e seus dados classificatórios identificados na área de estudo da Bacia Hidrográfica Rio das Almas-GO. As três primeiras classificações são mais resumidas em seus resultados, com poucas informações, diferente dos resultados apresentados pela Classificação Climática de Novais (2019) bem mais detalhada, o que facilita a compreensão e atinge com maior clareza os resultados esperados.

Tabela 7 – Comparativo entre as Classificações Climáticas indicadas para a Bacia Hidrográfica do Rio das Almas-Goiás-GO.

Koppen	Strahler	Nimer	Novais
Aw	Tropical seco-úmido	Quente semiúmido	Tropical Semiúmido
		Subquente semiúmido	Tropical Semisseco Tropical AmenoSemiúmido
			Além dos Climazonais (Tórrido e Quente), conforme aumentamos a escala teremos mais 1 Tipo
			Climático (Central do Brasil), 20 Subtipos Climáticos (unidades geomorfológicas), e uma infinidade de mesoclimas e topoclimas.

Fonte: Novais (2019)

Fialho e Santos (2022) salientam em seus estudos que, adotar as antigas classificações, como estas descritas neste trabalho: Thornthwaite e Matter (1931) Köppen-Geiger (1936) Strahler (1969) Nimer (1972), são de fundamental importância, pois elas são as bases para identificar limites do clima. Incorporar novos modelos, teorias e pesquisas a estas classificações, só acrescentam recursos na descoberta dos dados para o aprimoramento na qualidade dos resultados.

2. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS (BHRA) – GOIÁS – GO

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BHRA

A BHRA está localizada no bioma cerrado, na região central do domínio do Cerrado na Mesorregião do Centro Goiano, no Estado de Goiás, com uma área de 18.636,83 km² (1.863,683,37 hectares), entre as coordenadas 14°37'00" S e 16°15'00" S e 50°08'00" W e 48°49'00" W. A Figura 7 apresenta a localização da BHRA-Goiás-GO com o nome de todos os quarenta e cinco municípios, que pelos dados do censo populacional do IBGE do ano de 2022, possuía um total de 964.784 hab., com uma densidade demográfica de 26.10hab/km². O mapa indica também a localização da bacia dentro da Unidade Federativa e do Estado de Goiás.

Figura 7 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica Rio das Almas - GO



Fonte: IBGE, 2021. Organização: GONÇALVES, Jorcelita Bento. 2023.

2.1.1 Climatologia

Conforme indicado na literatura, no estado de Goiás onde está situada a Bacia hidrográfica do Rio das Almas, percebe-se a ação dos sistemas atmosféricos que atuam no Centro-Sul do Brasil (BORSATO; MENDONÇA, 2013; NASCIMENTO, 2016; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2020. NASCIMENTO; NEVES, 2021). Os principais sistemas que atuam na área de estudo estão descritos a seguir:

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul caracteriza-se por uma grande e prolongada zona de convergência de nebulosidade, umidade e precipitação que se estende desde o sul e leste da Amazônia até o sudoeste do Oceano Atlântico. Essa manifestação é resultado da interação da circulação de ventos de vários sistemas meteorológicos que atuam ao mesmo tempo, sendo eles: Alta da Bolívia (AB), Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) e Frente Fria Polar (FP) (KOUSKY, 1998). A ZCAS é o principal fenômeno meteorológico responsável pelas chuvas nas regiões Norte, Centro-Oeste, Centro Sul e Sudeste durante a estação chuvosa (QUADRO, 1994).

Segundo Quadro (1994), em muitas áreas do Sudeste e do Centro-Oeste, o elevado volume de chuva produzido durante sua atuação, que é em média de 4 a 10 dias, pode representar grande parte da chuva do trimestre mais chuvoso do ano. Logo, sendo responsável também pelo período de chuvas sobre as Regiões Centro-Oeste do Brasil nos meses que compreendem as estações da primavera e verão.

Diante das características a respeito da ZCAS, Nimer (1979) afirma que a ZCAS se resume ao fornecimento de calor e umidade na região da Amazônia e nas mais altas altitudes pela baixa camada da troposfera, tendo como resultado o prolongamento das chuvas (entre 4 a 10 dias) na região Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. A ZCAS produz o máximo de precipitação onde está atuando, mas o fim de sua atuação diminui, consideravelmente, a precipitação da região do Bioma Cerrado, ficando inferior a 250mm, durante os meses de abril, maio e junho (NOVAIS, 2019).

ASAS – Alta Subtropical do Atlântico Sul Anticiclones que se localizam nos oceanos mais influentes do planeta, adjacente à latitude de 30°. Essa Alta Subtropical do oceano Atlântico Sul (ASAS) contribui positivamente para definir o clima na América do Sul (BASTOS; FERREIRA, 2000). Para os mesmos autores, a ASAS atua no Brasil principalmente durante o período de estiagem: estações do outono e também do inverno. Nesta última estação, ela provoca o impedimento da entrada de frentes ocasionando a concentração de poluentes e a inversão térmica nos principais centros urbanos da Região.

A circulação da atmosfera nos oceanos Atlântico e Pacífico é realizada pelos centros de alta pressão, já a massa Tropical Continental, segundo Assad (1994), constitui um sistema atmosférico de baixa pressão, ficando responsável pelo “veranico” na parte central da região do cerrado brasileiro. Desse modo, durante o inverno, a massa Polar Atlântica passa a atuar com maior frequência (SETTE, 2005; NIMER, 1989), sendo a responsável pelo período seco em grande parte do Cerrado. Durante a passagem de estação do verão para o outono-inverno, acontece a mudança no padrão estacional da circulação da atmosfera na América do Sul, provocando o avanço e a participação cada vez maior da ASAS para o centro do continente, o que proporciona céu limpo, podendo permanecer com esse aspecto por vários dias ou semanas. Devido ao aquecimento radiativo da superfície, tem-se o desenvolvimento das atividades convectivas. Segundo Reboita *et al.*, (2010-2012), parte desse sistema acontece devido ao escoamento dos Jatos de Baixos Níveis (JBN) vindos da Amazônia, assim, conjuntamente à circulação da ASAS, evidencia-se o aumento das nuvens e de chuvas na região onde começa a atuar a ZCAS (CUNNINGHAM; CAVALCANTE, 2006; GRIMM, 2009).

A estação do inverno (julho, agosto e setembro), no centro do Bioma Cerrado, precede à chegada e à longa duração da ASAS e também à passagem das frentes frias, dificultando a formação dos sistemas convectivos, causando assim a diminuição dos níveis de umidade do ar na região Centro-Oeste (NOVAIS, 2019).

APS – Anticiclone Polar Sul – frentes frias e geadas – conhecido também como anticiclone móvel polar, localiza-se na região circumpolar do oceano Atlântico. As águas frias do oceano meridional conjuntas com a subsidência do ar geram essa alta pressão e são responsáveis pela formação de uma massa de ar estável e bastante fria. No centro-sul do Brasil, a atuação do APS possui significativa influência nos totais de precipitação. Segundo Galvani e Azevedo (2015), a atuação do APS configura a Massa Polar Atlântica (mPa), por isso, em contato com os sistemas atmosféricos tropicais, representam extensas zonas de pressão com forte convergência e pressão relativamente baixa, conhecida como frente polar. Frentes estas que expressam principalmente a mudança de temperatura, a instabilidade do encontro de massa quente com outra massa fria, conduzindo intensos volumes de ar em fluxo rumo a centros de baixa pressão, que vão atingir seu máximo aprofundamento e atividade no oceano Atlântico. Ainda, de acordo com Galvani e Azevedo (2015), esse ar frio que conduz o sistema frontal em sua retaguarda, provoca o fortalecimento desse sistema por ser originalmente denso, avançando pelo continente sul-americano em forma de cunha, mantendo o ar quente na zona tropical a sua frente. Segundo Cavalcanti *et al.* (2009), o decaimento da temperatura do ar e a instabilidade do tempo provocada pelo APS, acarretam o fenômeno da geada que é caracterizado como

“adverso”.

2.1.1.1 Circulação geral dos Ventos

Devido à desigualdade do aquecimento do planeta, juntamente à radiação do Sol e da Terra, são gerados gradientes de energia térmica potencial, assim uma parte da radiação solar é convertida em energia cinética devido às trocas de ar (ascensão do ar quente e descida do ar frio), resultando na circulação horizontal. Por isso, na América do Sul, os ventos mais intensos sobre o Oceano Atlântico, durante a estação do inverno, invadem o continente em sentido oeste, persistindo nessa direção e alcançando a Bolívia. No verão, acontece o contrário, ocasionando a mudança na direção e na intensidade dos ventos. Logo, a circulação volta a se reestabelecer na primavera, quando os ventos vindos do Leste perdem forças e mudam de direção, persistindo esse ciclo até a mudança de estação para o verão (NOVAIS, 2019; FARIAS, 2016).

Análises de alguns teóricos, como Mendonça (2007), salientam que essa movimentação atmosférica produz células específicas que se movem através da repartição diferenciada de energia junto aos movimentos verticais e horizontais da atmosfera. Outro pesquisador, Christopherson (2012) justifica que o ar, se produzido na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), possui temperatura quente e úmida, com uma área de ventos calmos e tendência de elevação.

A análise da média dos padrões do escoamento, observado na atmosfera pode ser uma das explicações mais detalhadas para a circulação geral dos ventos. Uma vez que essa estrutura média da circulação geral é de suma importância para que exista a transferência imprescindível de energia. Nesse contexto, em 1735, George Hadley aprimorou o primeiro modelo (circulação geral) de Edmund Halley (1686), incorporando a esse sistema os efeitos da rotação terrestre, desviando o escoamento para o lado esquerdo no hemisfério sul, e para o lado direito no hemisfério norte, como resultados dessa mudança, foram os ventos alísios de sudeste e nordeste.

Atualmente, essa circulação com limites nas latitudes tropicais, e não compreendendo os ventos de oeste em latitudes médias, é conhecida como célula de Hadley (REBOITA. M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRISSE T.; DA ROCHA R. P., 2012). E juntamente com a Polar, elas podem ser explicadas pelo princípio de que o ar frio desce e o ar quente sobe – reconhecidas como Células Termicamente Diretas. Resumidamente, nesse modelo, uma parte da energia acumulada dos trópicos é carregada como calor latente e calor sensível pela célula de Hadley para as regiões dos polos, que se encontram desprovidas de energia, ou seja, é uma circulação com aquecimento maior no Equador do que nos polos (REBOITA. M. S.; KRUSCHE, N.;

AMBRISSE T.; DA ROCHA R.P., 2012).

2.1.1.2 Circulação regional dos Ventos e Massas de Ar

Na região Centro-oeste, anualmente, ocorre a atuação de centros de pressão, que criando caminhos quando se deparam com barreiras da topografia local, reproduzem a sazonalidade do clima regional, o que resulta num período marcado por aumento da precipitação e temperatura, durante a estação da primavera e verão, propiciando a passagem dos sistemas atmosféricos pela área da região (SERRA; RATISBONNA, 1942; MONTEIRO, 1951, 1973; NIMER, 1979; CAMPOS et al., 2002). Eles são centros de baixa pressão oriundos do continente denominados massas de ar Equatorial continental (mEc) e massa Tropical continental (mTc). As massas de ar Polar atlântica (mP) e Tropical atlântica (mTa) são de origem marítima (NASCIMENTO; NOVAIS, 2020).

A massa de ar Equatorial continental origina da região de calmaria (doldrum), oriunda do centro de baixa pressão na Floresta Amazônica. Caracterizada como um sistema atmosférico ciclônico com movimentos ascendente e convergente, dessa forma distribui para as camadas superiores da atmosfera a umidade da evaporação do Oceano Atlântico e da umidade produzida pela evapotranspiração dos muitos corpos hídricos amazônicos. Seu deslocamento para o restante do país se deve ao aumento da depressão térmica localizada na região centro-oeste, durante a passagem das estações do ano primavera e verão. Além disso, esse fenômeno ocorre devido aos ventos contra-alísios nas camadas superiores da atmosfera, alcançando o litoral do sul do Brasil numa trajetória NO-SE, levando umidade para a formação da precipitação, segundo Serra e Ratisbona (1942).

Essa massa de ar Equatorial continental adentra pela região centro-oeste, principalmente no Distrito Federal e Estado de Goiás pela topografia das Depressões do Rio Araguaia, na porção noroeste e oeste de Goiás (NASCIMENTO, 2016).

A massa de ar Tropical continental tem origem na depressão do Chaco, uma zona de baixa pressão, árida e quente, na posição leste dos Andes. Ela é oriunda da frontólise da Frente Polar Pacífica, apesar de sua atuação ser constante no verão, em raras vezes atua no inverno. Segundo Nascimento e Novais (2020), essa massa de ar proporciona tempo quente, seco e estável, devido à baixa umidade da sua zona de origem. Ainda em relação a (mTc), Assad (1994), junto a colaboradores, salienta que essa massa de ar reflete o fenômeno denominado por vários autores de “veranico”, pois interrompe a precipitação durante a estação chuvosa nesta região por um período de 5 a até 10 dias seguidos.

A primeira massa de ar Polar de origem marítima tem origem na zona subantártica oceânica, é uma zona caracterizada pela alta pressão de onde partem anticiclones que vão atingir o continente sul-americano. Nesse trajeto, a mP progressivamente perde as características de temperatura de sua área oriunda, devido a isso ela pode ser nominada uma mP envelhecida ou tropicalizada, pois adquire calor atingindo a área da região centro-oeste com características tropicais. Seu trajeto é feito também por dois eixos (leste e oeste): pelo Complexo Montanhoso da Cordilheira dos Andes. O caminho a leste dos Andes se divide também em dois caminhos, um pelo Oceano Atlântico e outro pela depressão da topografia do Chaco, atingindo o estado do Mato Grosso (NASCIMENTO, 2016).

Devido a desigualdade do relevo do tipo *cuesta* do Planalto do Rio Verde, com altitudes mais baixas ao sul e mais altas ao norte, a mP é forçada a subir para ultrapassar esse planalto. Segundo Nascimento (2016), esse é um comportamento similar à mEc, quando em seu caminho precisa transpor o Planalto Central goiano e os Chapadões de Goiás e Distrito Federal, tendo como resultado as chuvas montanhosas na região.

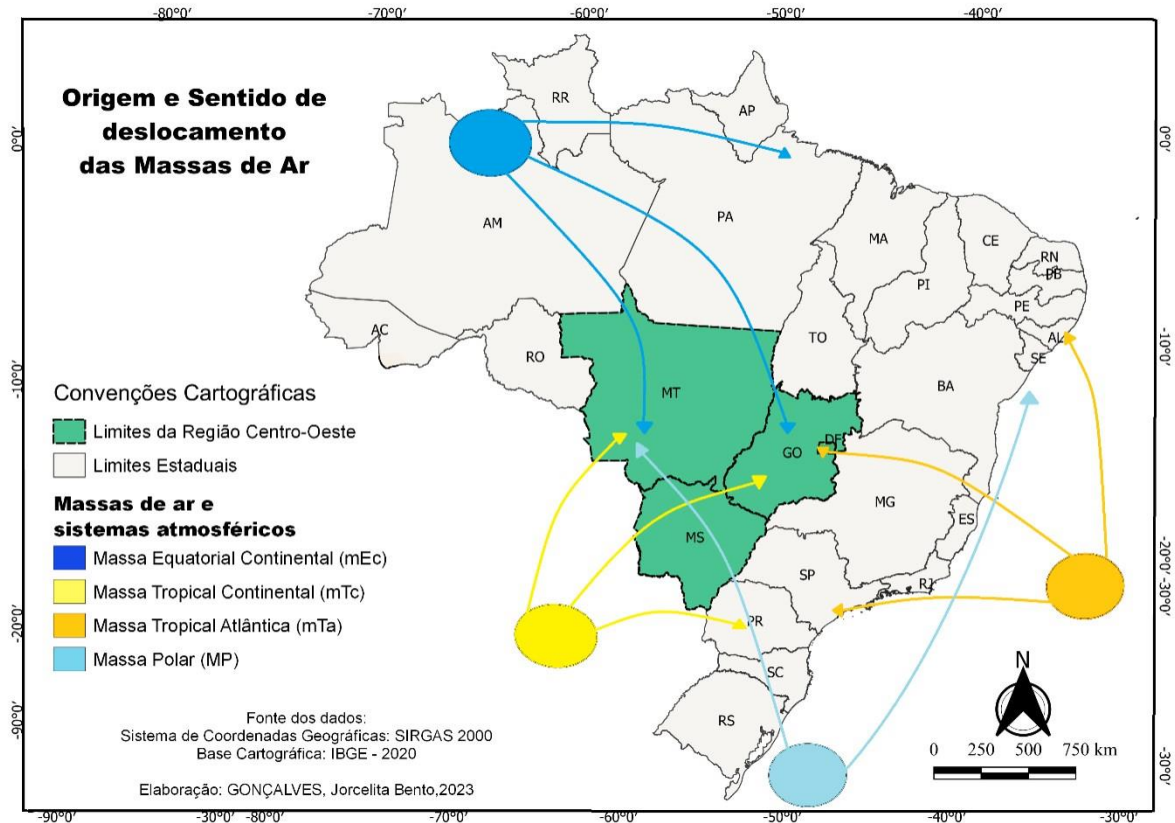
Por fim, a massa Tropical atlântica, que se origina do Anticiclone do Atlântico Sul, recebe igualmente umidade e muito calor provenientes da superfície atlântica. A mTa apresenta características de uma massa oriunda do continente, pois na transposição da barreira das altitudes da Serra do Mar, Espinhaço, Mantiqueira e Chapada Diamantina toda a umidade que carrega se precipita na região do litoral brasileiro. Ela pode ser denominada também de massa Tropical marítima (mTm) (NASCIMENTO; NOVAIS, 2020).

A massa Tropical atlântica, segundo Nascimento (2016), apresenta dois caminhos diferentes para alcançar a região centro-oeste, pelo estado de Goiás e Distrito Federal. No primeiro caminho, atravessa a região oeste pela Chapada Diamantina e Serra do Espinhaço, atingindo pelo Vão do Paraná o nordeste goiano; outro caminho percorrido por essa massa de ar chega ao sul de Goiás pelos Relevos Residuais e Depressões Intermontanas localizadas ao sul goiano. Logo, criando caminhos quando se deparam com barreiras da topografia local.

As atividades das massas Tropical Atlântica (mTa), Tropical Continental (mTc), Equatorial Continental (mEc) e Polar Atlântica (mPa) marcam o clima da área. Atuam ainda as Linhas de Instabilidade de Noroeste (INW), as ondas de calor de noroeste, de frio do leste e sudoeste e os processos de frentes frias. Já as massa equatorial continental e a ZCAS são responsáveis pelo verão úmido. Desse modo, para Nimer (1979), a sazonalidade pluviométrica e térmica desse domínio climático fica bastante notável com a aproximação das médias mensais entre os meses de junho a agosto, principalmente nas localidades mais elevadas do Planalto Central. A Figura 8 apresenta o sistema atmosférico atuante na região Centro Oeste,

com origem e sentido de deslocamento das Massas de ar.

Figura 8 – Mapa de sistemas atmosféricos atuantes na Região Centro-Oeste.



Fonte: NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2020. Elaboração: GONÇALVES, Modificado: Jorcelita Bento, 2023.

O município de Pirenópolis, localizado na porção sudeste pertencente à área da BHRA, apresenta dados das normais climatológicas obtidas no site do INMET, referente aos anos de (1981-2010). Por estes dados percebe-se que as mais elevadas médias de temperatura são registradas nos meses de setembro e outubro, na estação do ano primavera. Já as menores temperaturas acontecem nos meses de junho e julho, na transição entre as estações de outono-inverno, ficando entre (20,5°C a 20,7°C). Os termômetros registram os meses mais quentes com média máxima de (24,5°C) em setembro, e em outubro (24,4°C).

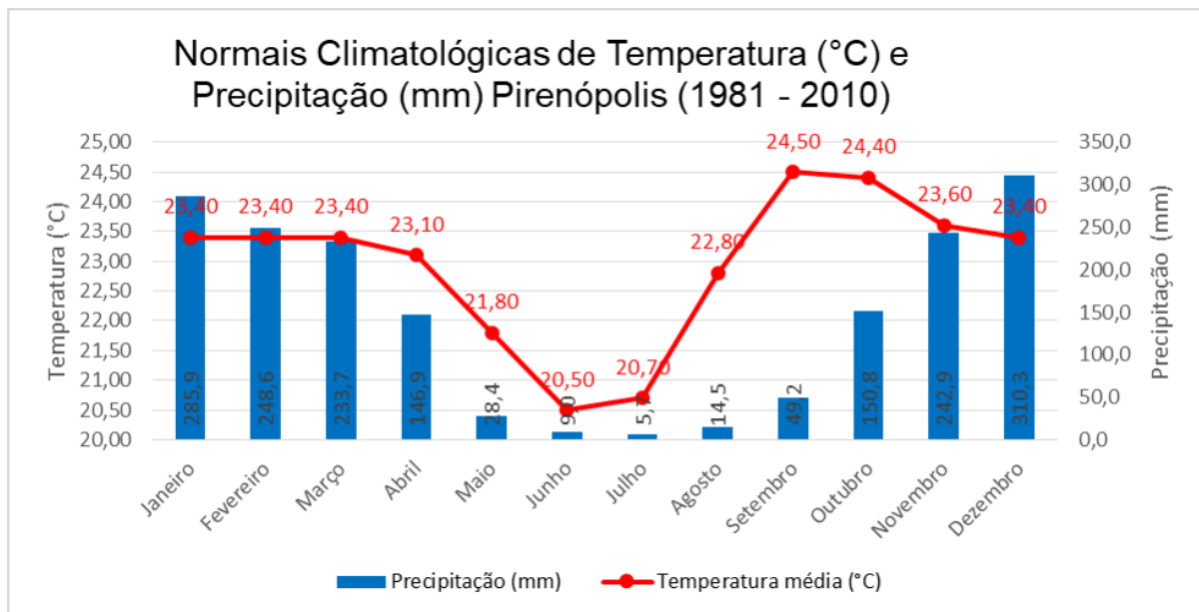
Durante os meses de janeiro a março a temperatura é constante, mínima de (23,4°C) e máxima de (24°C), mas em abril é percebida uma diminuição gradativa, devido à chegada do inverno, sendo junho o mês mais frio do ano (20,5°C). Para Novais (2019), essa temperatura é a principal variável térmica para delimitar todos os Climas Zonais e grande parte dos Domínios Climáticos.

De acordo com os dados do INMET (1981-2010), o período chuvoso se estende por sete

meses, isto é, de setembro a abril, assim, a partir de setembro são registrados 49 mm de precipitação, embora se tenha um aumento gradativo, sendo dezembro o mês de maior precipitação, ultrapassando 300 mm. Nesses meses do ano a área do município de Pirenópolis recebe a atuação da ZCAS que atua por toda a região provocando os maiores períodos chuvosos. Conforme a chegada do verão é registrada a maior precipitação, com mínima em março, 233 mm e máxima em dezembro, 310 mm.

O período de estiagem registrado é de cinco meses, de maio a agosto, conforme Novais (2019). No entanto, entre os meses de julho, agosto e setembro o Bioma Cerrado começa a receber a atuação da ASAS, e passagem das frentes frias, logo, nesses meses são registradas as menores temperaturas (20,5°C a 20,7°C). O autor acrescenta que esses sistemas dificultam a formação dos sistemas convectivos, portanto, há uma diminuição dos níveis de umidade do ar na região. Nesses meses também (maio a agosto) são registrados os menores números de precipitação, de acordo com o climograma, Figura 9.

Figura 9 – Climograma das Normais Climatológicas.



Fonte: INMET (1981 – 2010). Elaboração: GONCALVES, Jorcelita 2023.

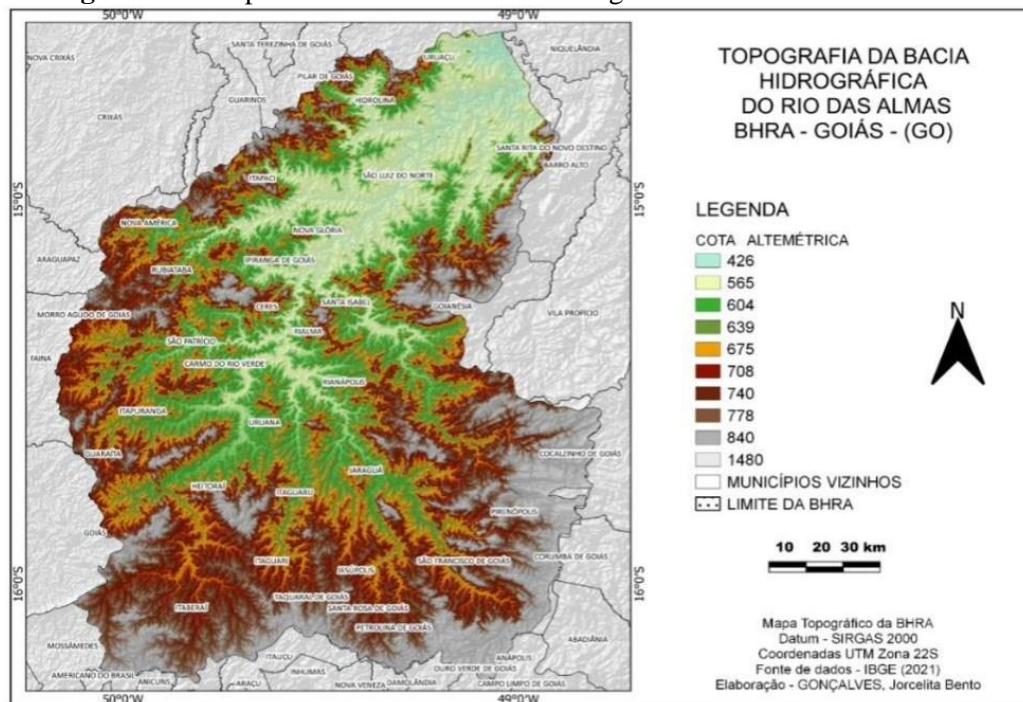
2.1.2 Geomorfologia

Os dados altimétricos de uma bacia hidrográfica representam variações de altitude de uma determinada área e representam a topografia do local. Desse modo, através do uso de cores, ressaltando que, nessa escala cada cor representa um intervalo de altitude para indicar altura e/ou

profundidade da área como exposto no mapa da Figura 10. Logo, trazendo as cotas altimétricas que compõem a BHRA situada sobre a unidade geomorfológica do Planalto Central Goiano, com funções de relevo vindos da evolução de estruturas dobradas pelos vários ciclos tectônicos e apresenta dois segmentos diferentes em extensão.

O primeiro segmento composto pelas menores altitudes entre 426 m e 639 m, ocupam a parte norte e parte central da extensão da bacia. O segundo segmento é composto por elevadas altitudes entre 675 m e 1480, mas ocupa uma área menor da bacia hidrográfica. Este segmento está representado pelas superfícies intermontanas às margens do rio das Almas e seus tributários, com diferentes níveis altimétricos: o primeiro nível é ocupado por locais com colinas planas, cujas cotas altimétricas se encontram entre 675 m e 708 m. Já os níveis entre 740 m e 1480 m, apresentam uma morfologia mais acidentada às quais são representadas pelas serras localizadas nas porções noroeste, nordeste, sudoeste, sul e sudeste da área, correspondendo aos Planaltos divisores e ao Complexo Serrano nos limites leste, oeste e sul da bacia, com limites superiores a 1.000 m (NASCIMENTO, 1991).

Figura 10 – Mapa de altimetria da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO.



Fonte: IBGE, 2021. Organização: GONÇALVES, Jorcelita Bento 2022.

Outro segmento rebaixado com cotas entre 426 e 639m, está localizado nas Serras Superficiais Intermontanas de Uruaçu na parte central da bacia. Na parte noroeste, seguindo até a parte sudoeste, localiza-se o Complexo Serrano Moinho-Dourada, com cotas de 675 a 708m que ocupa uma área maior da bacia (MAMEDE et al., 1981), um lugar representado

basicamente por terraços e planícies do rio das Almas e seus afluentes.

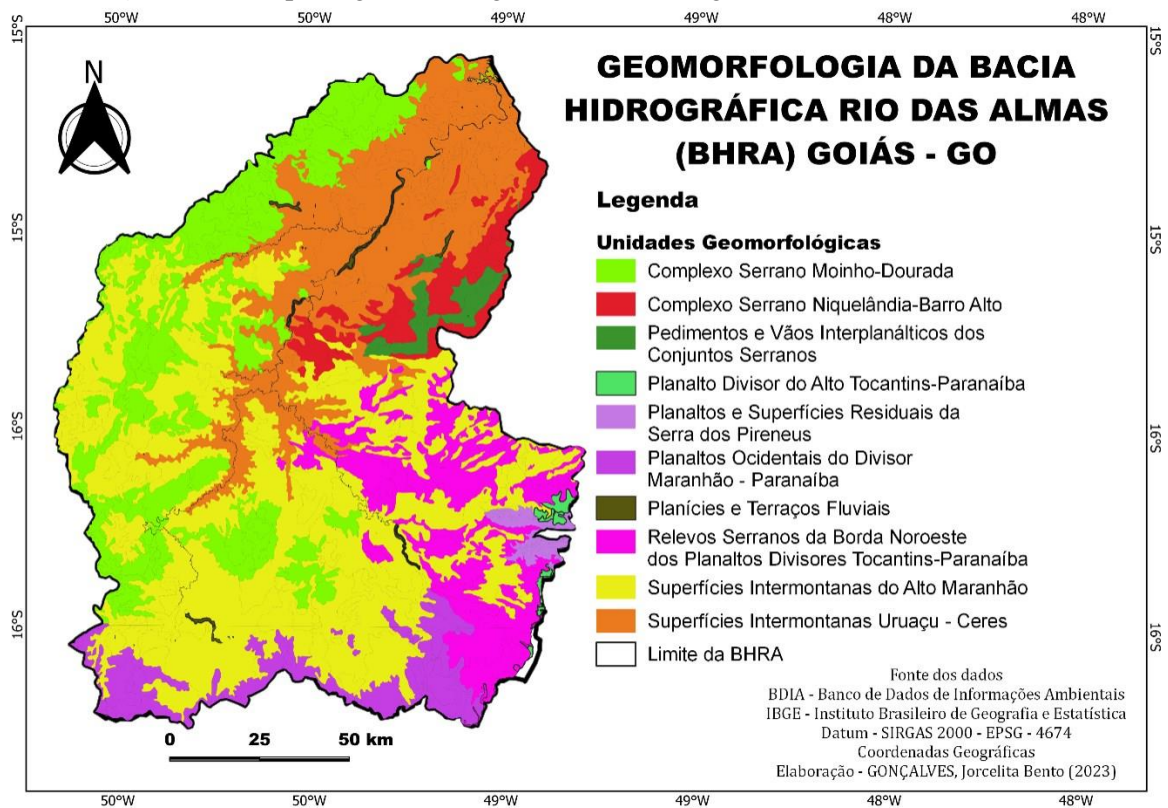
Já as superfícies altimétricas entre Uruaçu-Ceres apresentam topografias bastante elevadas em relação às situadas nos vales do Araguaia e Tocantins. As cotas altimétricas estão entre 600 e 850 m, suas formas de relevo que se destacam são as com amplos interflúvios, em seguida os setores com dissecação de topos convexos e tabulares de dimensões menores. Enquanto, suas formações superficiais são compostas por tipos de textura arenosa e argilosa (MAMEDE, 1981). Já o domínio de formas amplas e tabulares são as caracterizadas pelas depressões intermontanas, com incisões incipientes das drenagens.

A nordeste, com cotas de 675m acima, encontra-se o Complexo Serrano Niquelândia-Barro Alto e os Pedimentos e Vãos Interplanálticos dos Conjuntos Serranos. A sudoeste, aparecem as cotas de 708 a 840m, e, são compostas pelos relevos serranos dos Planaltos Divisores Tocantins-Paranaíba. Ao sul da bacia se localizam as cotas altimétricas com 1.480 m, onde estão os Planaltos Ocidentais do Divisor Maranhão-Paranaíba.

Ao longo dos rios e principalmente ao longo do rio das Almas, observa-se uma rápida convexização, indicando uma formação relativa à epigênese. Ao longo do rio das Almas, entre o relevo elevado, próximo aos municípios de Goiás e Crixás, localiza-se à leste o Complexo de Barro Alto, e no município de Pilar de Goiás à norte, localiza-se a área mais relevante das Depressões Intermontanas com cotas acima de 700m (NASCIMENTO, 1991).

O rio das Almas se distingue por sua longa extensão dentro da unidade, bem como pelo seu trabalho erosivo nas depressões. A rede de drenagem se caracteriza por possuir uma grande quantidade de afluentes e subafluentes (dendrítico), mesmo que em seu local apresenta feições que indiquem controle de suas estruturas. A Figura 11 esboça a geomorfologia da BHRA.

Figura 11 – Mapa de geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO



Fonte: IBGE, 2021. Organização: GONÇALVES, Jorcelita Bento 2022.

2.1.3 Hidrografia

A rede hidrográfica da BHRA pertence à bacia hidrográfica do Rio Tocantins, inclusive os canais fluviais juntos somam 16.753 fluxos distribuídos ao longo da bacia, sua extensão é de aproximadamente 693,33 km, da nascente até o exutório (FONSECA, 2017). Para Strahler (1969) a bacia é de 7ª ordem.

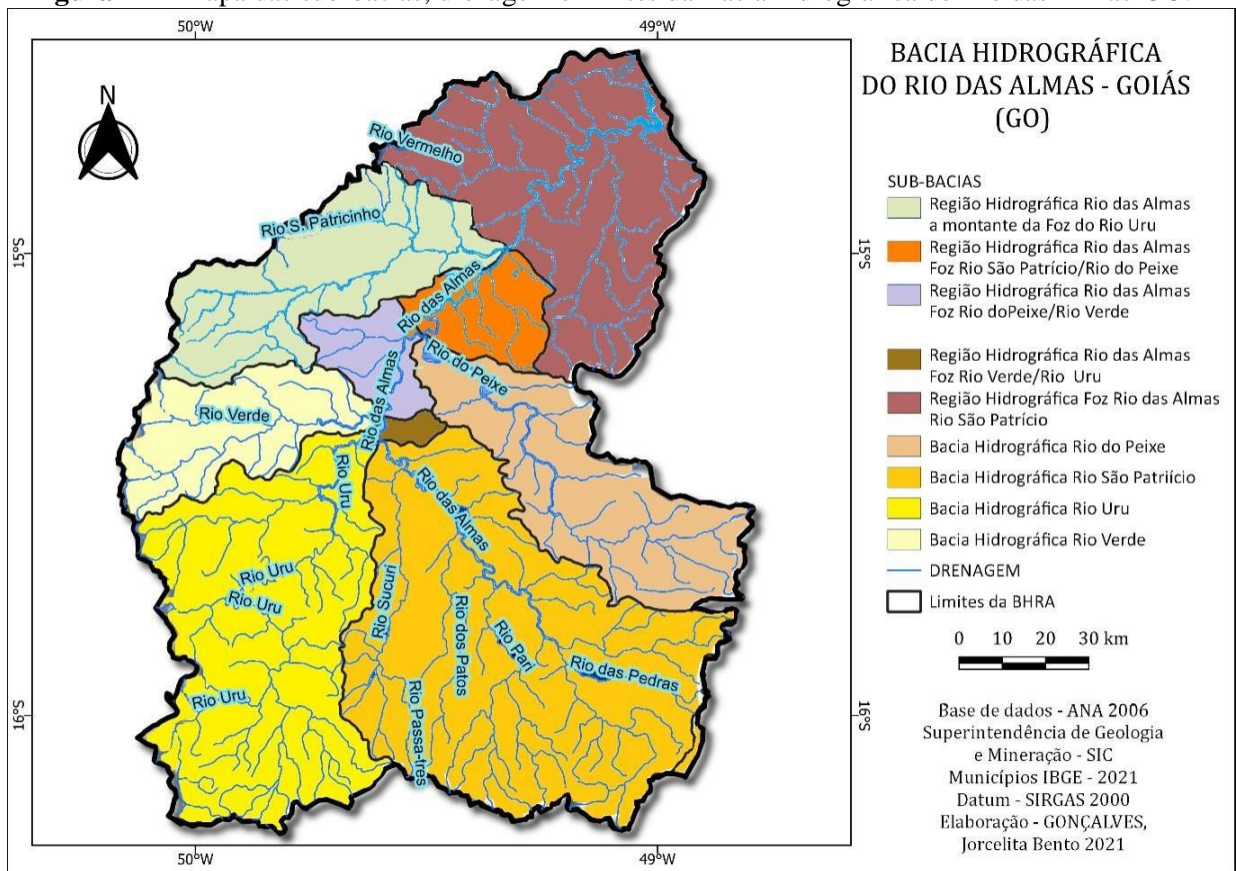
Os principais aquíferos constituintes da BHRA são: Cristalino Nordeste, Serra da Mesa e Araxá. Esses três conjuntos são responsáveis por mais de 85% da área total da bacia hidrográfica. Região esta que apresenta elevada taxa de precipitação, além disso, contém extensas áreas constituídas por Latossolos Vermelhos com condições favoráveis de recargas e alto grau de desenvolvimento comparado às outras classes de solo (CASTRO et al., 2011), contribuindo assim constantemente para armazenar águas subterrâneas e recarregar as águas do solo.

Estudos apontam que tem havido constante aumento do consumo de água no Brasil, principalmente nos setores de indústrias, irrigação e para o abastecimento do consumo urbano

e rural (PALHARES, 2013). O que soma a aproximadamente 80% no aumento do consumo de água, um gasto que poderá aumentar mais ainda, em torno de 24% no período até o ano de 2030. É imprescindível relatar que o uso correto da água garante o regime dos recursos hídricos, recursos que na Região Centro Oeste já faz uso de 29,6% destinado apenas para a dessedentação dos animais.

O Rio das Almas é a drenagem principal que compõe a bacia, ele nasce dentro do Parque Estadual da Serra dos Pirineus, numa altitude aproximada de 1.200 m (EMBRAPA, 2013), possui como afluentes principais os Rios dos Bois, Padre Souza, São Patrício, Sucuruí, Uru, Verde e Vermelho. Deságua em uma altitude de aproximadamente 445m, ponto de afluência para onde converge toda a descarga hídrica e sedimentológica abastecendo o reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE), Serra da Mesa, no município de Uruaçu/GO (SEGPLAN-IMB, 2016). O mapa da Figura 12 apresenta as nove sub-bacias, que em conjunto, formam a Bacia Hidrográfica do Rio das Almas, bem como a drenagem principal e a localização dos principais afluentes já citados anteriormente.

Figura 12 – Mapa das sub-bacias, drenagem e limites da Bacia hidrográfica do Rio das Almas-GO.



Fonte: SIG-Goiás. Organização: GONÇALVES, Jorcelita Bento 2022.

A Tabela 8 apresenta as sub-bacias com os afluentes, suas áreas em km² e em porcentagem que juntas vão formar a área total da Bacia Hidrográfica Rio das Almas, conforme a produção cartográfica.

Tabela 8 – Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO.

Regiões	Área km ²	Área %
1 Região Hidrográfica Rio das Almas, a montante da Foz do Rio Uru	5.227,23 Km ²	27,53%
2 Região Hidrográfica Rio das Almas – Foz Rio São Patrício/Rio do Peixe	656,774 Km ²	3,45%
3 Região Hidrográfica Rio das Almas - Foz Rio do Peixe/Rio Verde	514,69 Km ²	2,70%
4 Região Hidrográfica Rio das Almas – Foz Rio Verde/Rio Uru	96,212 Km ²	0,50%
5 Região Hidrográfica Foz Rio das Almas/Rio São Patrício	3.166,577 Km ²	16,60%
6 Bacia Hidrográfica Rio do Peixe	2.162,35 Km ²	11,38%
7 Bacia hidrográfica Rio São Patrício	1.992,601 Km ²	10,48%
8 Bacia Hidrográfica Rio Uru	3.868,90 Km ²	20,39%
9 Bacia Hidrográfica Rio Verde	1.311,99 Km ²	6,90%
TOTAL	18.997,31 Km²	100 %

Fonte: SIEG - SIG- Goiás (GO). 2006. Organização: GONÇALVES, Jorcelita Bento, 2022.

2.1.4 Uso do Solo e cobertura vegetal

A vegetação original que compõe a BHRA é caracterizada pelas formações florestais, formações savânicas e formações campestres (RIBEIRO e WALTER, 1998). Suas paisagens descritas como área florestada de Cerrado em Goiás, conhecida também como Mato Grosso de Goiás, cobria aproximadamente uma área de 20.000 km², entre vales, topos elevados e encostas na região central do estado de Goiás (FAISSOL, 1952). Estas áreas são classificadas como matas de 1ª classe, juntamente aos melhores solos, predominavam nos afluentes e vales do Rio das Almas, onde desenvolviam as melhores invernadas e culturas. Junto a essa classe, surgiram as matas de 2ª classe, localizadas nas cabeceiras de drenagem, nos altos dos chapadões e nas zonas limítrofes entre as matas de 1ª classe e os cerrados. Essas áreas de 2ª classe eram constantemente utilizadas para pastagem, devido a seus solos se esgotarem rapidamente quando cultivados (BARBALHO, 2017).

Waibel, 1948, certificou que depois de mais de 80 anos de início do processo com as frentes pioneiras, houve uma drástica redução da cobertura vegetal das matas, ou seja, dos cerrados, que cobriam amplas áreas da BHRA, existentes no início do processo de ocupação, localizadas na Microrregião de Ceres, Goiás. Mas recentemente, encontra-se apenas fragmentos (BARBALHO, et al., 2017), pois estas áreas foram sucedidas por lavouras para produção de soja, milho e atualmente pelas longas plantações de cana de açúcar e pastagens.

Para os autores Silva e Miziara (2011), Barbalho, et al., (2017), o avanço descontrolado da cana de açúcar sobre as áreas produtoras de grãos pode incorporar o que resta do Cerrado ao processo produtivo. Esse descontrole pode ocasionar ainda mais a degradação ambiental, devido ao uso indiscriminado de pesticidas e germicidas que contaminam o solo e os recursos hídricos, o descarte e a reutilização da vinhaça, a destruição das nascentes, erosão e o corte da vegetação dentre outros efeitos danosos e inevitáveis ao meio ambiente. Para Turner (1989), esses processos são resultados da ação antrópica que modificou toda a região ao longo do processo histórico.

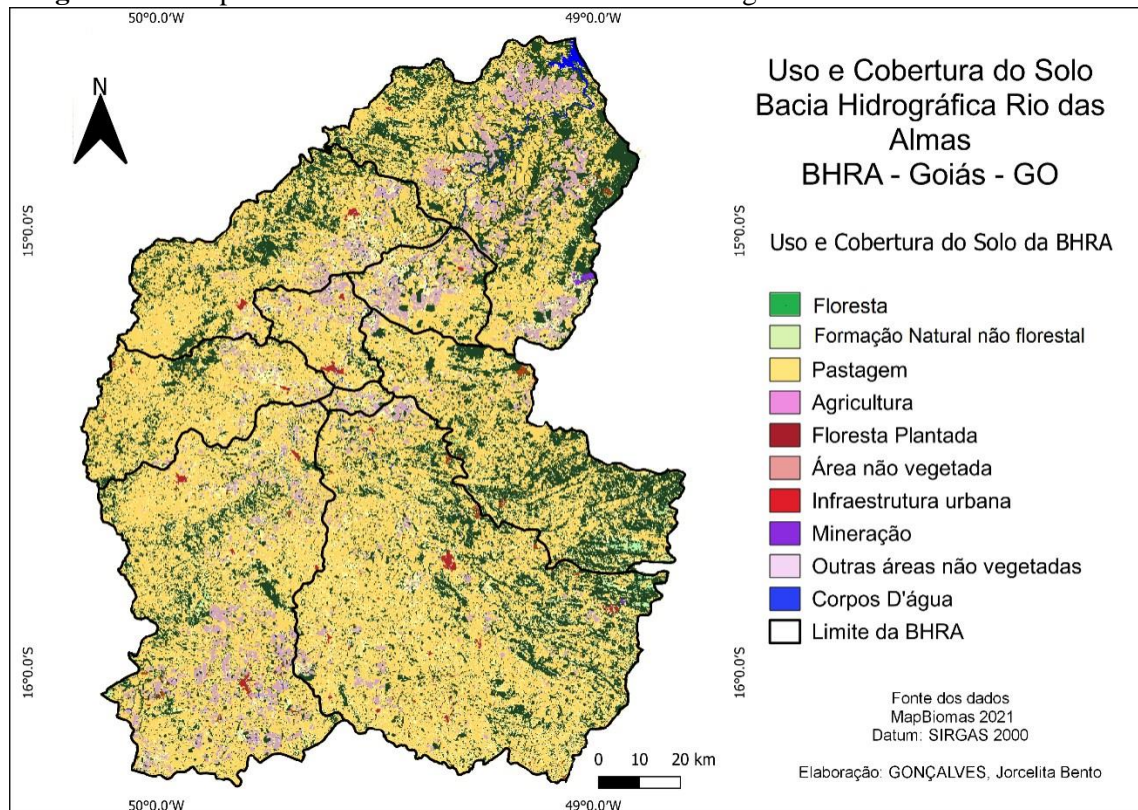
Para Ribeiro e Walter (2008), as formações florestais do bioma Cerrado são as compostas predominantemente por espécies arbóreas, formadas por dossel contínuo. Na BHRA, foram identificados fitofisionomias de Galerias e Matas Ciliares, que estão associadas à Mata Seca, Cerradão e cursos de água, formações que se encontram nos interflúvios sobre solos mais profundos e nem sempre estão associadas a cursos de água (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Os resultados de análise dos dados da cobertura vegetal do cerrado existentes na área de estudo são bastante diversificados, predominando as pastagens, que estão presentes por toda a extensão da bacia. As áreas de floresta são encontradas principalmente nas bordas da bacia, uma vez que são nesses lugares que possuem as maiores altitudes, havendo maior concentração de floresta e também de formação natural na parte sudeste. É nesse local que se encontram os planaltos da Serra dos Pirineus; na parte nordeste, onde se localiza o Complexo Serrano Niquelândia-Barro Alto, também apresenta essa cobertura florestal.

A agropecuária também é a cobertura vegetal com proporções bastante expressivas na bacia, distribuída por toda a extensão se espalha conjuntamente com as áreas não vegetadas e estão localizadas por todo o território, mais evidentes na parte centro-norte, que é também a área com as menores altitudes. Aparece também na porção sudoeste onde se localiza o Rio Uru, afluente importante desta bacia. A infraestrutura urbana, pelas imagens do mapa da Figura 13, em relação à extensão da bacia, apresenta uma baixa densidade populacional. O principal Curso D'água evidente na parte norte, localiza-se na Usina Hidrelétrica Lago Serra da Mesa, sendo o

Rio das Almas seu principal afluente. Já a mineração se situa na parte leste no Complexo Serrano Niquelândia-Barro Alto. O principal Corpo D'água está na porção norte, no Lago Serra da Mesa, no município de Uruaçu, para onde converge toda a drenagem da bacia hidrográfica, abastecendo o reservatório da Usina Hidrelétrica.

Figura 13 – Mapa de uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas – GO.



Fonte: IBGE (2018). Organização: GONÇALVES, Jorcelita Bento 2022.

A seguir são apresentados diferentes tipos de agricultura, a pastagem e outros tipos de vegetações que ocupam grandes extensões dentro da área da BHRA. Entre elas, destaca-se, na imagem A, o plantio de soja na região do município de Itaberaí; na imagem B, o plantio do eucalipto na região de Rialma; na imagem C, lavoura de laranja, na região do município de Heitorai.

A imagem D apresenta a lavoura de cana-de-açúcar, responsável por usar boa parte da mão de obra que está presente em quase toda a região, compreendendo principalmente os municípios de Rubiataba, Uruana, Ceres e Carmo do Rio Verde. Este município conta também atualmente com a empresa CRV Industrial, com a produção de álcool e açúcar e a empresa Bio Têxtil com a produção de gases e tecidos hospitalares (PNUD, 2010). A imagem E apresenta a pecuária na região do município de Uruana, que está presente também por toda a extensão da

BHRA, conforme apresenta a produção cartográfica, Figura 14.

Figura 14 – Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas - GO.



Fonte: GONÇALVES, Jorcelita Bento, 2021.

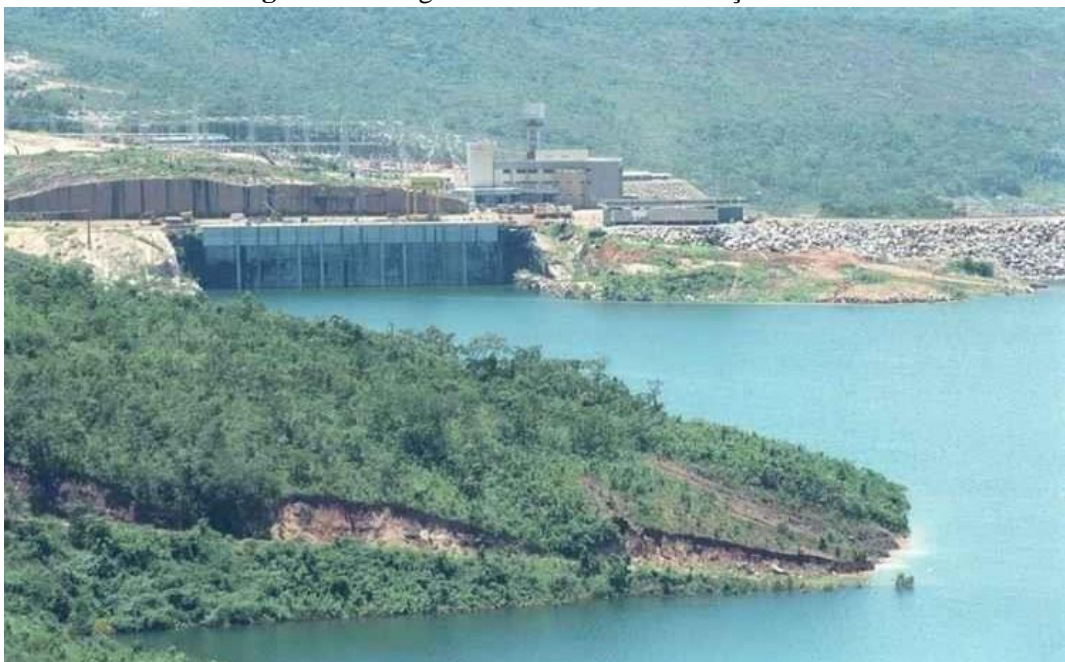
2. 1. 5 Atividades econômicas

A economia dos municípios que compõem a BHRA se baseia na agropecuária, com a criação extensiva de gado e agricultura, especialmente a plantação de soja, cana de açúcar e milho. Assim, a economia urbana se destaca pelas atividades do comércio administrativo para atender as demandas locais.

A geração de energia elétrica é outro importante fator estratégico da bacia hidrográfica, toda sua produção hídrica está conduzida para o reservatório da Usina Hidrelétrica do Lago Serra da Mesa, instalada a jusante. Foi inaugurada, em março de 1997, mas para sua instalação fez-se a inundação de uma área de 1.784km², com afluência de 1.563,40 m³/s e 99,80% aproximadamente da capacidade do volume útil do reservatório (SAR, 2017), com um volume de água aproximado de 54,4 bilhões m³, numa altitude de 460 m.

Conforme os dados de Furnas Centrais Elétricas (FURNAS, 2019), o aproveitamento de todo o potencial hidrelétrico é de extrema importância na perspectiva energética do Brasil, visto que há uma interação entre os polos Norte e Sul, juntamente às três maiores unidades geradoras: Itaipu, localizada em Foz do Iguaçu, no Paraná, na divisa entre Brasil e Paraguai; Belo Monte e São Luiz do Tapajós, localizadas no Pará. Isto é, estas usinas favorecem a produção e a geração de energia para todas as regiões brasileiras. A Figura 15 mostra o reservatório da Usina Hidrelétrica Lago Serra da Mesa, no município de Uruaçu-GO.

Figura 15 – Lago Serra da Mesa em Uruaçu – GO.



Fonte: Correio Brasiliense (2016).

3 METODOLOGIA DAS UNIDADES CLIMÁTICAS

A abordagem da pesquisa apresentada possui caráter quali-quantitativa, com conhecimento sobre a problemática observada e pesquisada. Em relação a este método, Portela (2004) afirma que a melhor forma de se pesquisar é através da integração entre os métodos quantitativos e qualitativos, pois para se ter uma análise fidedigna de uma determinada situação é necessário o uso de dados quantitativos e estatísticos, assim como dados de análise qualitativa, obtidos por meio de instrumentos quantitativos (PORTELLA, 2004, p. 3-4). Os tipos de dados empregados são secundários, pois vêm de reanálise climática, com dados de temperatura e precipitação do período de 1979 a 2013.

Para as definições dos dados de temperatura e precipitação da BHRA, foram utilizados os dados de reanálise do algoritmo CHELSA (<https://chelsa-climate.org/>) referente aos anos de 1979 a 2013. No software QGIS, utilizou-se o complemento de formato raster para criar os pontos climáticos com suas devidas altitudes. Após essa etapa, foram selecionados dados médios mensais de temperatura e precipitação. Os dados foram inseridos na planilha de Balanço Hídrico (BHE), elaborada por Sentelhas, Rolim e Barbieri (1998), que forneceram dados de Evapotranspiração Potencial (ETP), Excedente Hídrico (EH) e Déficit Hídrico (DH).

A partir do (BH), identificou-se os valores de Precipitação e de Evapotranspiração Potencial (P - ETP) para obter a quantidade de meses secos. Por exemplo, no mês de janeiro de 1980, a temperatura média foi de 19,7°C, com precipitação de 399 mm. Na latitude de (-15',08'') com valor natural de evapotranspiração de 84 mm, o mês será considerado um mês úmido, pois o valor da chuva será maior que a evapotranspiração, mas quando obtem-se resultado negativo (-), (quando o valor de precipitação é menor que a evapotranspiração) o mês será considerado seco, dados que serão apresentados no mapa específico. Na unidade climática de Novais (2019), esses dados de meses secos fazem referência à categoria de Subdomínio.

Logo após esses dados serem organizados, passou-se para a interpolação dos dados, realizados pela ferramenta Qgis, com cálculos obtidos pelo inverso da distância da potência, que depois de calculados, executou-se a interpolação dos dados, que possibilita reconhecer de acordo com a quantidade dos meses secos, as delimitações entre os subdomínios.

Por meio dos doze dados de temperatura e doze dados de precipitação, durante os anos de 1979 a 2013, fornecidos pelo algoritmo CHELSA, foi possível elaborar os mapas de temperatura, precipitação, pluviosidade média anual, temperatura média anual e balanço hídrico. Após o recorte na camada raster para a área da bacia hidrográfica, foi possível selecionar

dados para serem renomeados de acordo com o mês correspondente e confeccionada a tabela de atributos com todos os doze meses de temperatura e os doze meses de precipitação dos trezentos e um pontos climáticos, criados com pixel de 1km².

Os produtos cartográficos de Temperatura, Precipitação, Pluviosidade Anual, Temperatura Média Anual, Pontos Climáticos, gráficos sobre o Balanço Hídrico, mapa de Quantidade de Meses Secos e os mapas das Unidades Climáticas: Zona Climática, Clima Zonal, Domínio Climático Tropical e Tropical Ameno, Subdomínio Climático, e Tipos Climáticos foram elaborados de acordo com a TMMMF, uma temperatura identificada no mês de junho, de acordo com Novais (2019). Por fim, os Subtipos Climáticos e Mesoclimas foram elaborados a partir das unidades geomorfológicas que constituem a área de estudo.

3. 1 DADOS DE REANÁLISE CLIMÁTICA

3. 1. 1 CHELSA

O algoritmo (Climatologia em alta resolução para as áreas da superfície terrestre da Terra) CHELSA, (<https://chelsa-climate.org/>) foi criado pela interpolação de todas as estações meteorológicas do mundo todo, com o complemento de imagens de satélites, radiossondas e estações de navio que interpolaram dados dos relevos *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).

Para testar o CHELSA, Novais e Brito (2017) fizeram comparações com dados de temperatura média mensal do Brasil em mais de 80 estações do Instituto de Meteorologia (INMET) espalhadas por todas as regiões do país. Assim, em mais de 80% delas, a diferença da Temperatura média mensal (TMM) foi menor que 1°C, e em quase 50% menor que 0,5°C, embora esse valor seja considerado inaceitável pelos autores. Esta ferramenta foi de extrema relevância nessa pesquisa, pois pelo uso dela foi possível analisar, compreender e utilizar os dados de temperatura, precipitação e balanço hídrico da BHRA, durante o período de 1979 a 2013.

3. 2 PRODUÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS

A elaboração cartográfica e espacialização dos dados se deu através do programa QGIS 3.16.5. with grass 7.8.5 que é um projeto da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo), de uso gratuito e de código aberto com versões que são constantemente atualizadas.

3. 3 DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES CLIMÁTICAS

A metodologia de Novais (2019) está baseada em hierarquias das unidades climáticas, bem como considera a Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMF), a quantidade de meses mais secos, a influência dos sistemas atmosféricos, a variação da precipitação pluviométrica e a possível formação de geadas com as passagens das frentes frias.

As Unidades Climáticas estão ordenadas em hierarquias, a primeira hierarquia é a Zona Climática que se baseia na incidência dos raios solares na superfície terrestre, e se divide em: Zona Climática Tórrida: localizada a partir da linha do Equador onde se encontra a maior incidência do sol, possui temperatura delimitada entre os Subequadores. Esta Zona Climática limita-se entre os trópicos Setentrional e Meridional nos dois hemisférios; Zona Climática Quente: no Brasil, localizada entre o Subequador Meridional e o Trópico Meridional (ou Trópico de Capricórnio), latitude Norte e Sul, já a Zona Climática Moderada: limita-se entre o Trópico de Capricórnio e o Subtrópico Meridional. Existem mais duas Zonas Climáticas, mas que não aparecem no Brasil: a Fria e a Polar.

A Segunda Hierarquia se baseia nos Climas Zonais, determinados a partir da Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMF). São eles: Clima Zonal Tórrido (TMMMF acima de 22°,5°C); Clima Zonal Quente (TMMMF entre 15°C e 22,5°C); Clima Zonal Moderado (TMMMF entre 0°C e 14,9°C); Clima Zonal Frio (TMMMF -15° e 0°C); Clima Zonal Polar: (TMMMF abaixo de -15°C ou localizado em latitude superior a 66° 33'); Clima Azonal: equivale a dois climas zonais mais frios. Em todo o território brasileiro, encontra-se apenas três climas zonais: Tórrido, Moderado e Quente, este último é também o clima de maior extensão no Brasil.

Na terceira hierarquia, têm-se os Domínios Climáticos que foram elaborados, segundo Novais (2019), a partir dos sistemas meteorológicos (dinâmica atmosférica) e da Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMF), resultando em oito domínios climáticos no Brasil: Equatorial, Equatorial Ameno, Tropical, Tropical Ameno, Subtropical, Temperado, Semiárido e Árido. A variação das temperaturas no Domínio Climático Tropical é determinada principalmente pela posição geográfica e pelo relevo, variando desde regiões com baixa altitude, que registram temperaturas elevadas, até regiões altas, como as serras e chapadas do estado de Goiás, conforme apresenta a Figura 26, no mapa específico.

Os Subdomínios Climáticos fazem parte da quarta hierarquia e têm por critérios a duração dos meses secos, realizada pela diferença da precipitação pluviométrica pela

evapotranspiração potência (ETP). Variam em Úmido (zero a três meses secos); Semiúmido (quatro a cinco meses secos); Semisseco (seis a sete meses secos) e Seco (oito a onze meses secos). Ocorrendo doze meses secos não há subdomínio, essas áreas então terão o domínio Árido ou Semiárido.

A quinta hierarquia da classificação climática pertence aos Tipos Climáticos, delimitando a transição das escalas climáticas superior para inferior. São determinados a partir da localização dos domínios e subdomínios dentro do continente, pelos aspectos de vegetação, relevo ou quantidade dos meses secos, controlados, sobretudo pelos sistemas meteorológicos que atuam e modificam o tempo e são apresentados em forma de uma linha tracejada e identificados por numerais romanos.

No Brasil, encontram-se quinze Tipos Climáticos: Amazônico Central, Amazônico Ocidental, Amazônico Oriental, Central, Centro-Sul, do Chaco, Litorâneo Amazônico, Litorâneo Leste, Litorâneo Norte, Litorâneo Sul, Meridional, Nordeste, Ocidental do Brasil, Oriental do Brasil e Planalto das Guianas. No Estado de Goiás e Distrito Federal, encontram-se os tipos: Central do Brasil (I); Central-Sul do Brasil (II) e Nordeste do Brasil (III), de acordo com Novais (2020 e 2022).

Na sexta divisão hierárquica, estabelecida por Novais (2019), foram definidos os Subtipos Climáticos, já, suas nomenclaturas são delimitadas pela localização dentro das unidades geomorfológicas. As Unidades Climáticas se baseiam em uma codificação padronizada para a língua inglesa, elaborada para representar a integração hierárquica dos climas. A disposição das letras e números se baseia no código das formas de relevo do mapa geomorfológico de Ross e Moroz (1996).

Em última categoria, estão os Meso/Topoclimas que são delimitados por meio dos elementos geomorfológicos de pequenos táxons, tipos de relevo de destaque na paisagem e também por extensa população urbana (metrópole). Apresentam importante variação em seu interior através da ação de algumas feições da geografia ou pelas ações humanas que influenciam no fluxo da energia ou na condução de massa na circulação regional. Desse modo, são identificados ao se acrescentar ao final do código das unidades climáticas a numeração em algarismo romano (I) por ordem crescente. Esta categoria continua ainda em elaboração (NOVAIS, 2019).

Na terceira hierarquia – Domínio Climático - a BHRA está inserida em dois domínios, o Domínio Climático Tropical (> 18°C) e o Domínio Climático Tropical Ameno (15°C a 18°C); os Subdomínios Climáticos que fazem parte da quarta hierarquia são os Semiúmidos compreendidos com (quatro a cinco meses secos) e os Semissecos (seis a sete meses secos).

Sendo assim, onze Subdomínios Semiúmidos e nove Subdomínios Semissecos. Na quinta categoria hierárquica do Tipo Climático, a área de estudo compreende o Tipo Climático Central do Brasil. Através dos dados da pesquisa, foram identificados na sexta hierarquia, vinte Subtipos Climáticos.

Os dados de precipitação, temperatura, e de altimetria fornecidos pelo SRTM em formato de *raster* foram incluídos no software QGIS para serem processados. Os dados extraídos dos pontos criados aleatoriamente dentro da BHRA geraram uma planilha de atributos, posteriormente, junto com os dados de latitude de cada ponto, foram inseridos na planilha de balanço hídrico climatológico de Sentelhas (1998), tornando possível verificar a ETP.

A partir da identificação dos meses secos, elaborou-se um dado em formato vetorial que resultou no mapa referente a eles. Para a identificação das unidades climáticas, utilizaram-se dados geomorfológicos do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA/IBGE), também no formato vetorial. Logo, feito os ajustes manualmente, conforme a necessidade para a identificação das unidades.

Em última categoria hierárquica, foram demarcados em três pontos estratégicos os Mesoclimas, que estão enumerados de acordo com os nomes em ordem alfabética de suas unidades geomorfológicas. Esses dados foram adquiridos no Mapeamento de Recursos Naturais (MRN), disponível no site: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm

Este é um produto composto por gráficos e arquivos tabulares de formato digital e georreferenciados, cuja atividade no estado de Goiás é desenvolvida pela Gerência de Recursos Naturais das Unidades Estaduais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2018.

4 RESULTADOS

A proposta de mapear a BHRA com seus diferentes climas, empregando a classificação climática de Novais (2019), permitiu integrar outras áreas com diversas ciências, tais como: Geomorfologia, Geologia e Hidrografia, aperfeiçoando os níveis de pesquisas propostos, podendo, desse modo, compreender e/ou minimizar os eventos climáticos que atingem a região.

A aplicação de modelos de classificação climática permite analisar as características do clima de uma região, apresentando propostas para tornar compreensível as constantes transformações climáticas sofridas. A classificação climática de Novais (2019) se baseia em várias características: considera a Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMF), a quantidade dos meses secos, a ação dos componentes da atmosfera e seus efeitos na precipitação e o surgimento das frentes frias onde podem ocorrer as geadas.

Para obter resultados precisos dos elementos da classificação climática, é disponibilizado pelos meios tecnológicos os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) bem como os Sistemas de Posição Global por Satélite (GPS). Eles fazem com que o espaço geográfico seja contemplado com técnicas avançadas em pesquisas, buscando melhores resultados de análise.

O conjunto de tecnologias utilizado para tratar informações (geoprocessamento), se baseia em uma linha de atividades, que fazem uso de métodos e técnicas teórico matemáticas e computacionais para coletar, armazenar, tratar e processar os dados, tendo como finalidade gerar novas informações espaciais ou georreferenciadas pelas explicações coletadas pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Os SIG fornecem dados precisos, de determinadas áreas estudadas, isto é, informações como: temperatura, precipitação, dados geológicos e geomorfológicos para se compreender os fenômenos atmosféricos. Para estudos voltados para cálculos de precipitação é importante também conhecer sobre as chuvas regionais, uma observação que pode ser feita através dos dados históricos ou pela coleta de dados nas estações pluviométricas instaladas.

4.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ASPECTOS CLIMÁTICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA

A temperatura do ar e a precipitação são variáveis que exercem maior influência na modificação do meio ambiente e suas paisagens. Essa pesquisa foi apresentada, de acordo com as produções cartográficas referentes à BHRA, com a distribuição no tempo e no espaço. Da mesma forma também foram apresentadas as produções cartográficas referentes à evapotranspiração espacial (ETP), ao balanço hídrico e à quantidade de meses secos, bem como às divisões hierárquicas que compõem a proposta da classificação climática de Novais (2019), objetivando compreender as transformações que ocorreram na área de estudo.

Pelas definições das estações do ano no hemisfério sul, foram elaborados vinte e quatro mapas, doze deles abordam a variação da temperatura do ar no tempo e no espaço, e outros doze mapas são referentes à precipitação do ar no tempo e no espaço. A Tabela 9 apresenta os valores de temperatura máxima e mínima, bem como da precipitação máxima, mínima e média de todos os meses do ano identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio das Almas. BHRA – GO. Estes são dados coletados do CHELSA, no período de 1979 a 2013, ou seja, trinta e quatro anos relacionados à pesquisa.

Tabela 9 – Temperatura e Precipitação (máximas e mínimas) da BHRA-GO, no período de 1979 a 2013.

Nº de ordem	Mês do ano	Temperatura (°C)		Precipitação (mm)	
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
01	Janeiro	25,1	19,7	462	201
02	Fevereiro	25,4	19,9	350	169
03	Março	25,5	20,0	302	156
04	Abril	25,9	20,3	168	68
05	Maio	25,5	19,6	49	19
06	Junho	24,5	18,5	17	3
07	Julho	24,7	18,6	12	3
08	Agosto	26,5	20,3	17	8
09	Setembro	28,1	21,9	75	33
10	Outubro	27,3	21,5	218	110
11	Novembro	25,7	20,1	321	164
12	Dezembro	25,1	19,7	434	205
	Média	25,7	19,7	202	78

Fonte: CHELSA, Organização: GONÇALVES, Jorcelita Bento, 2022

Os dados da tabela indicam que as altas temperaturas acontecem no mês de setembro,

ultrapassando 28°C, quando tem início a estação da primavera. Mas, na maior parte desta região de Domínio Climático Tropical, as temperaturas máximas não ficam abaixo de 24°C, embora nos meses de junho e julho os termômetros marquem, entre 18,5°C e 18,6°C, que são as temperaturas mais baixas do ano. Esta é uma referência usada pela Classificação Climática de Novais (2019), TMMMF como quesito principal. A partir do mês de setembro há um aumento gradativo que segue pelos meses seguintes, pois a ZCAS começa a atuar principalmente no mês de outubro.

A precipitação nos meses em que a temperatura é mais baixa, (junho e julho), também fica extremamente baixa, visto que, a mínima permanece em torno de 3mm, já a máxima, com mínima de 17mm, também baixa, tornando o clima frio e muito seco nestes meses do ano. A média máxima da precipitação é de 202 mm e a média mínima para o período analisado fica em torno de 78mm.

A partir do mês de outubro, o volume de precipitação começa a aumentar, daí em diante, com esse aumento pluviométrico com máximas acima de 460mm, já se pode perceber uma redução progressiva nas temperaturas máximas, diminuindo de 28,1°C para 25,1°C, queda registrada no mês de dezembro e meses subsequentes. Os termômetros registram a média máxima em 25,7°C e a média das temperaturas mínimas em 19,7°C. A seguir as produções cartográficas apontam os resultados da pesquisa sobre a variação da temperatura do ar e precipitação.

4. 1. 1 Variação da temperatura do ar no tempo e no espaço

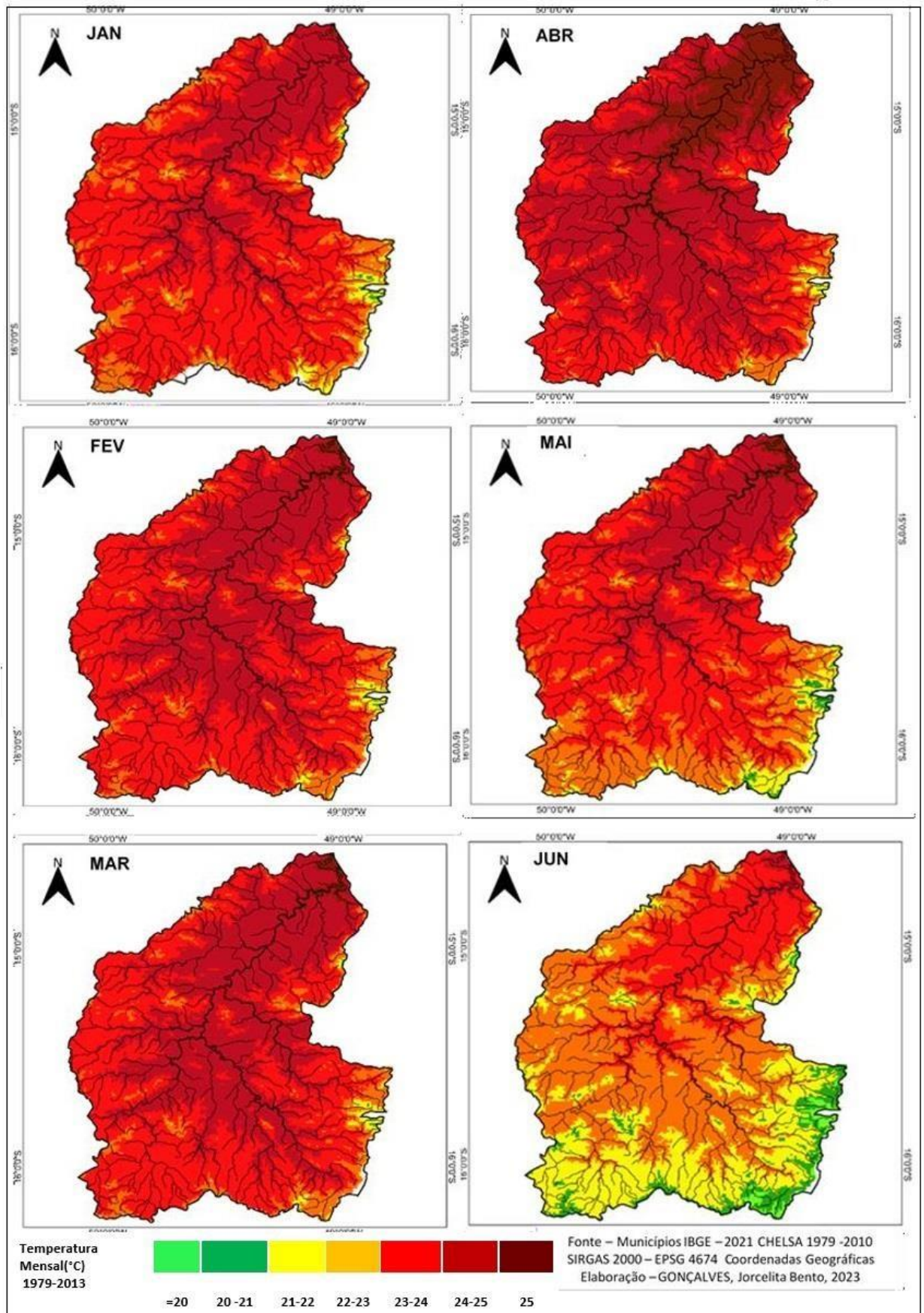
As informações representadas nos mapas de temperatura se referem aos dados de reanálise do CHELSA, compreendendo o período de 1979 a 2013 e os seis primeiros meses do ano (janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho). Ao analisar se o mapa de temperatura do mês de janeiro percebe-se que os locais que apresentam maior temperatura estão localizados onde a altitude é mais baixa e o relevo mais aplainado nas áreas localizadas na porção central da bacia, com registro de temperatura igual ou superior à 25 °C. Nas áreas mais elevadas à leste e à sudeste, as temperaturas ficam entre 21, 5 °C e 22 ° C.

No mês de fevereiro, há um aumento na área de abrangência das temperaturas mais elevadas, assim, em relação ao mês de janeiro, elas continuam ocorrendo no centro-norte da BHRA, com valores entre 24 °C e 25 °C. No mês de março, o verão cede lugar ao outono, período em que ocorre um aumento na área de abrangência de temperaturas acima de 25 °C,

havendo nas áreas mais elevadas das bordas da bacia, principalmente na Serra dos Pireneus, região localizada à sudeste, onde o relevo é mais alto, e na parte sul uma queda de temperaturas, com valores entre 21,5 °C e 23 °C. Conforme o mapa do mês de abril, em relação ao mês de março, observa-se que há um aumento das temperaturas igual ou superior a 25 °C, mas as temperaturas mais baixas continuam a predominar nas bordas da bacia.

No mês de maio, fica bem nítido o quão grande foi o recuo da região de ocorrência de temperaturas mais altas, às quais passam a ceder lugar para temperaturas entre 23,5 °C 24,5 °C, evidenciando a transição da estação outono para a estação inverno, com avanço da Massa Polar Atlântica (mPa) pelo interior da região, e consequentemente o enfraquecimento da Massa Tropical Continental (mTc). Desse modo, o mês de junho é caracterizado pela queda nas temperaturas, que acontecem em quase toda a região central da bacia e em áreas de maior altitude localizadas nas suas bordas. Essas temperaturas são iguais ou inferiores a 20 °C, sendo as mais baixas registradas durante o ano, além de ser a Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMF), segundo a Classificação de Novais (2019), conforme indica na Figura 16.

Figura 16 – Mapas de Temperatura durante os meses de janeiro a junho da BHRA – GO.



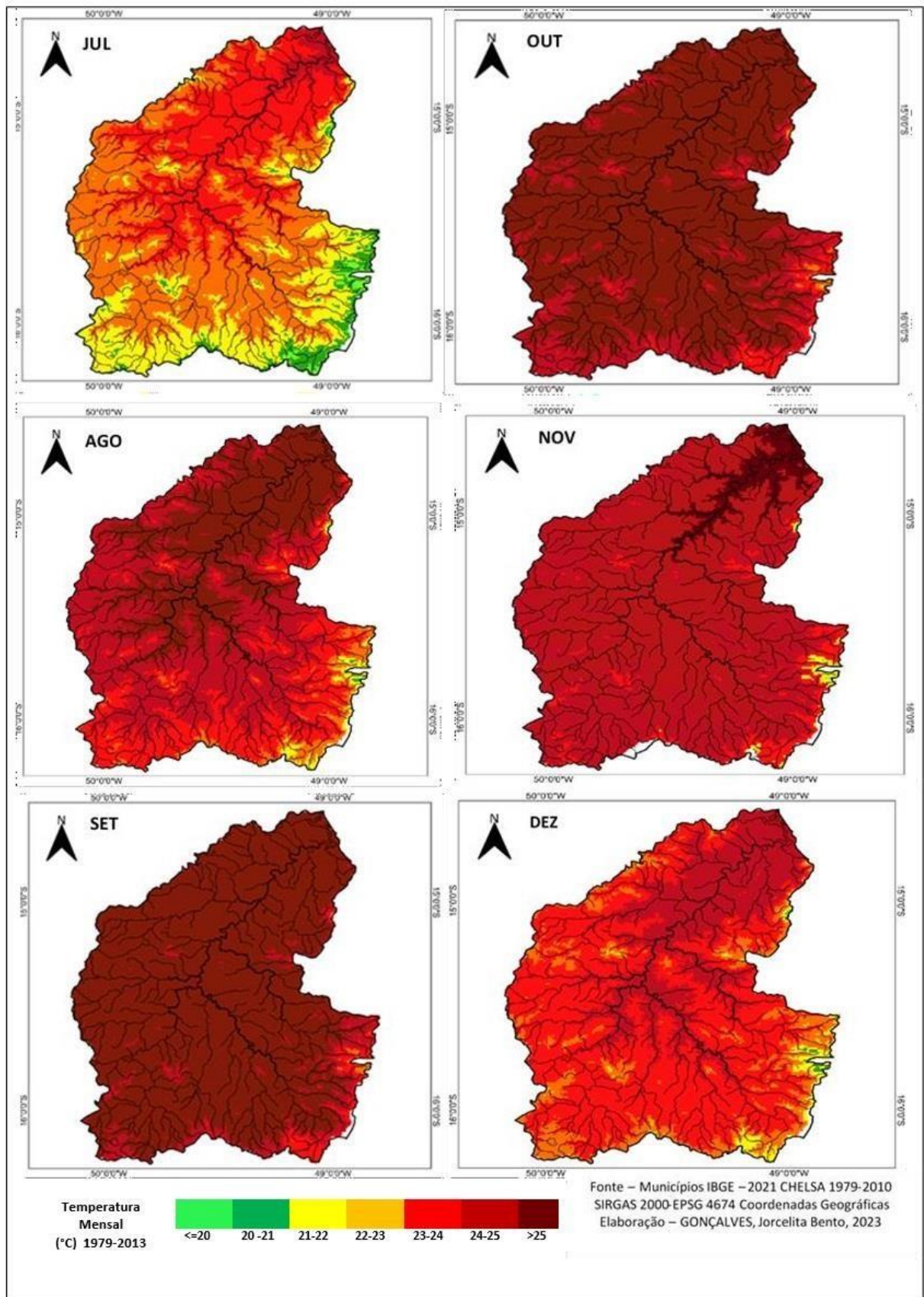
De acordo com a Figura 17, que apresenta os meses do segundo semestre do ano (julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro) a temperatura do clima característico da região norte goiana, conforme afirma Novais (2020), vai aumentando gradativamente a partir de agosto. Essa situação climática provoca a diminuição do período chuvoso devido às altas temperaturas e ao registro de secas, caracterizados pela mTc e pela mudança de estação do outono para o inverno.

Essa mudança passa a ser mais brusca no mês de agosto quando as temperaturas ficam acima de 26°C. As temperaturas variam bastante em decorrência dos efeitos físico-geográficos (altitude do relevo) e dinâmicos (recuo da frente fria), com médias entre 17°C no mês de junho e as máximas de 34°C registradas a partir do mês de agosto. Segundo Campus et al, (2002), devido à falta de chuvas e a baixa umidade relativa do ar, neste período há o aumento das queimadas que podem ser ocasionadas por causas naturais, ou provocadas pelo homem através de suas atividades agropecuárias, que são frequentes na estação seca.

É no mês de setembro que se observa os maiores valores de temperatura média do ar na BHRA, visto que as temperaturas acima de 25 °C passam a predominar por boa parte da área da bacia hidrográfica, sendo nas áreas ao norte e nordeste, os maiores valores, chegam a medir acima de 27 °C. Em outubro, a maioria da área de estudo, ainda registra temperaturas acima de 25 °C. Já no mês de novembro, fica notória a queda de temperaturas, que conforme Novais (2020) é devido a maior nebulosidade e presença de chuvas, ocasionadas pelo sistema atmosférico da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

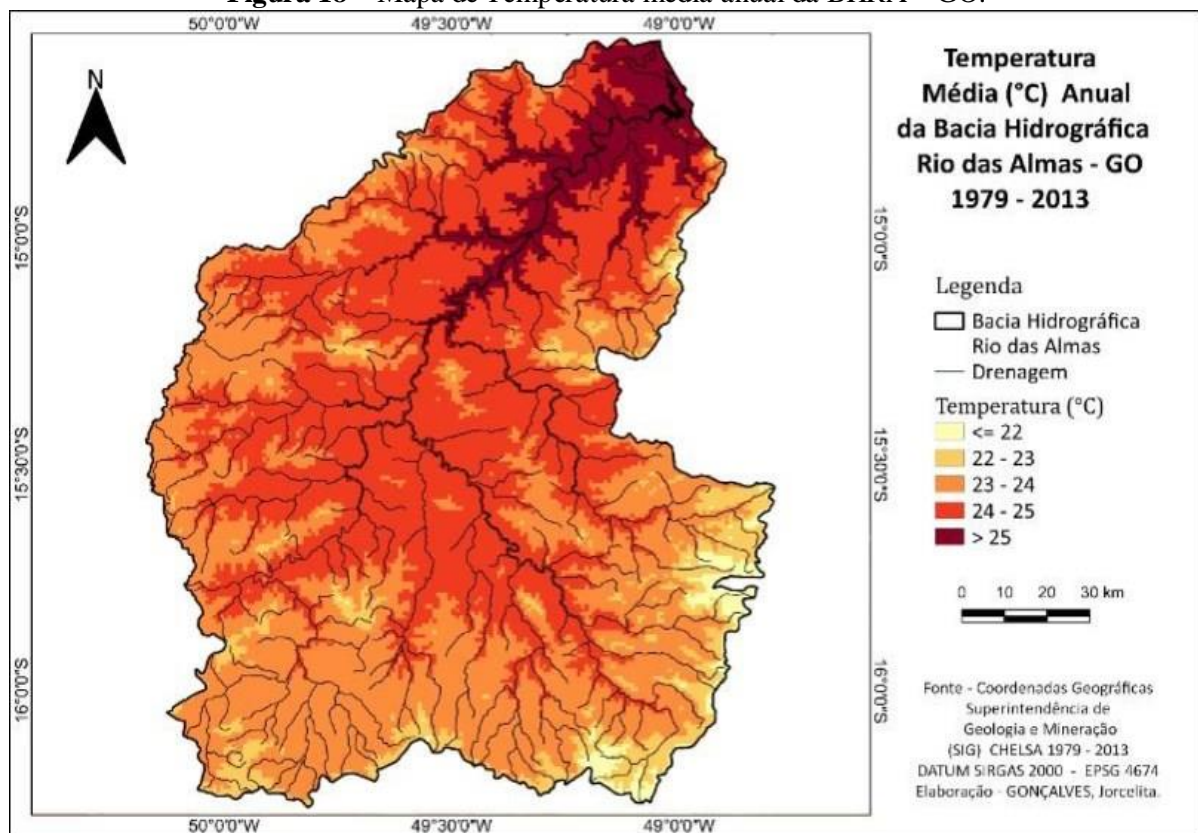
Dezembro, mês que ocorre a transição da estação climática primavera para o verão, é marcado pela continuidade da (ZCAS) e elevação da temperatura. Nas bordas da bacia, tem predomínio a ocorrência de temperaturas entre 22,5 °C e 24 °C, com exceção da borda nordeste que continua a se destacar com temperaturas mais elevadas. No centro da bacia, sobressaem as temperaturas entre 24,5 °C e 25 °C.

Figura 17 – Mapa de Temperatura durante os meses de julho a dezembro da BHRA - GO



O mapa a seguir, Figura 18 aponta a temperatura média da BHRA de acordo com os dados do período analisado entre 1979 e 2013, certificando a presença de temperatura igual ou superior a 25 °C, nas áreas dos vales dos rios localizados na parte central da bacia, com altimetria (altitude igual ou menor que 596 metros). No Sul, no extremo oeste e leste apresenta-se uma média de temperatura entre 23,5 °C e 25 °C. Já nas áreas de maior altitude, localizadas nas extremidades da bacia, com destaque para a porção sudeste e sul a média é igual ou abaixo de 21,5 °C.

Figura 18 – Mapa de Temperatura média anual da BHRA – GO.



Fonte: CHELSA, Organização: GONÇALVES, 2022.

4. 1. 2 Variação da precipitação pluviométrica no tempo e no espaço

As informações representadas nos mapas de precipitação fazem referência aos dados de reanálise do algoritmo CHELSA, compreendendo o período de 1979 a 2013. Esse processo inicia-se no mês de janeiro, devido à influência da massa de ar mEc, que possui elevada temperatura e umidade, sendo responsável pela chuva na estação do verão (dezembro a março).

Este mês possui volume alto de chuvas na área da BHRA, com valores acima de 250mm. Em algumas áreas localizadas a leste, apresenta precipitações entre 200 e 250mm. No mês de fevereiro, em todo centro da bacia a precipitação fica entre 200 e 250mm. Na porção que compreende a região Leste e Sudeste, apresenta diminuição de precipitação com volume entre 150 e 200mm, locais com altitudes entre 500 e 1.039 m. As bordas no limite sul da bacia permanecem com precipitação acima de 250mm. A sudoeste o afluente do Rio Uru também é contemplado com essa precipitação entre 200 e 250mm. Em dezembro e janeiro são os meses de maior precipitação, sempre superiores a 250mm. Em fevereiro começa a diminuir gradativamente a precipitação até o mês de junho que é o mês com menor valor (<10mm).

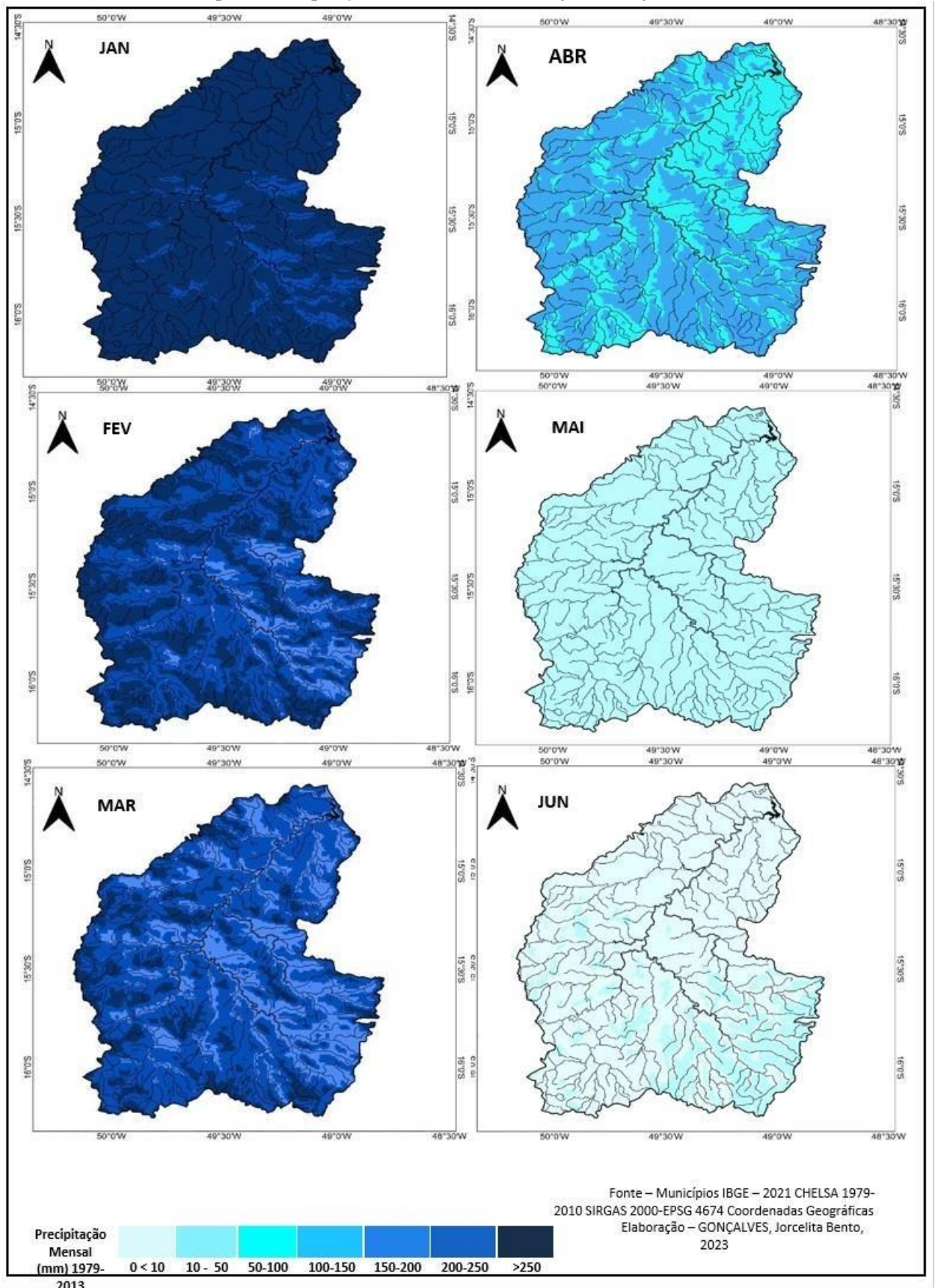
No mês de março, quando acontece a transição da estação verão para o outono, a precipitação diminui, ficando em torno de 150 a 200mm, nos locais de extensão da bacia na porção norte a noroeste, onde se localiza os afluentes do Rio Verde e Rio Uru. Mas a oeste, sudoeste e sul ainda se encontra precipitação acima de 250mm, visto que no centro norte, na foz da bacia, a precipitação oscila entre 200 e 250mm. Na porção leste-sudeste, há uma ocorrência maior também de precipitação.

Com a mudança para a estação de outono, no mês de abril ocorre na bacia hidrográfica precipitação mínima de 50mm e máxima de 150mm, dividindo a bacia em duas partes. Do centro da bacia a norte, noroeste, oeste, sudoeste e sul apresenta precipitação de 100 a 150mm. Da metade central da bacia a norte, nordeste, leste e sudeste essa precipitação varia entre 50 e 100mm., sendo essas as partes constituídas pelo relevo composto com as mais baixas altitudes, por isso, não recebem as chuvas, pois são impedidas pelas montanhas localizadas por todas as bordas da bacia.

No mês de maio, ocorre uma queda considerável de precipitação em toda a bacia que recebe entre 10 a 50mm de chuva, um período marcado também pela transição da estação do outono para o inverno que já começa a apresentar a estação seca, características bem definidas na região central do Brasil. Nesse período, há o recuo das massas úmidas e atuação da Massa Polar Atlântica (mPa). Entre outros fenômenos observados, têm-se a queda da temperatura, ausência de precipitação e baixa umidade do ar, que pode chegar a 15% (AYOADE, 1986; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; CAMPUS et al., 2002).

No mês de junho, ocorre uma diminuição das chuvas e em toda a extensão norte, nordeste e noroeste da bacia não ultrapassam 10mm. Somente em poucas áreas do sudoeste e sul ocorrem precipitação entre 10 a 50mm, conforme a Figura 19.

Figura 19 – Mapa de Precipitação durante os meses de janeiro a junho da BHRA – GO



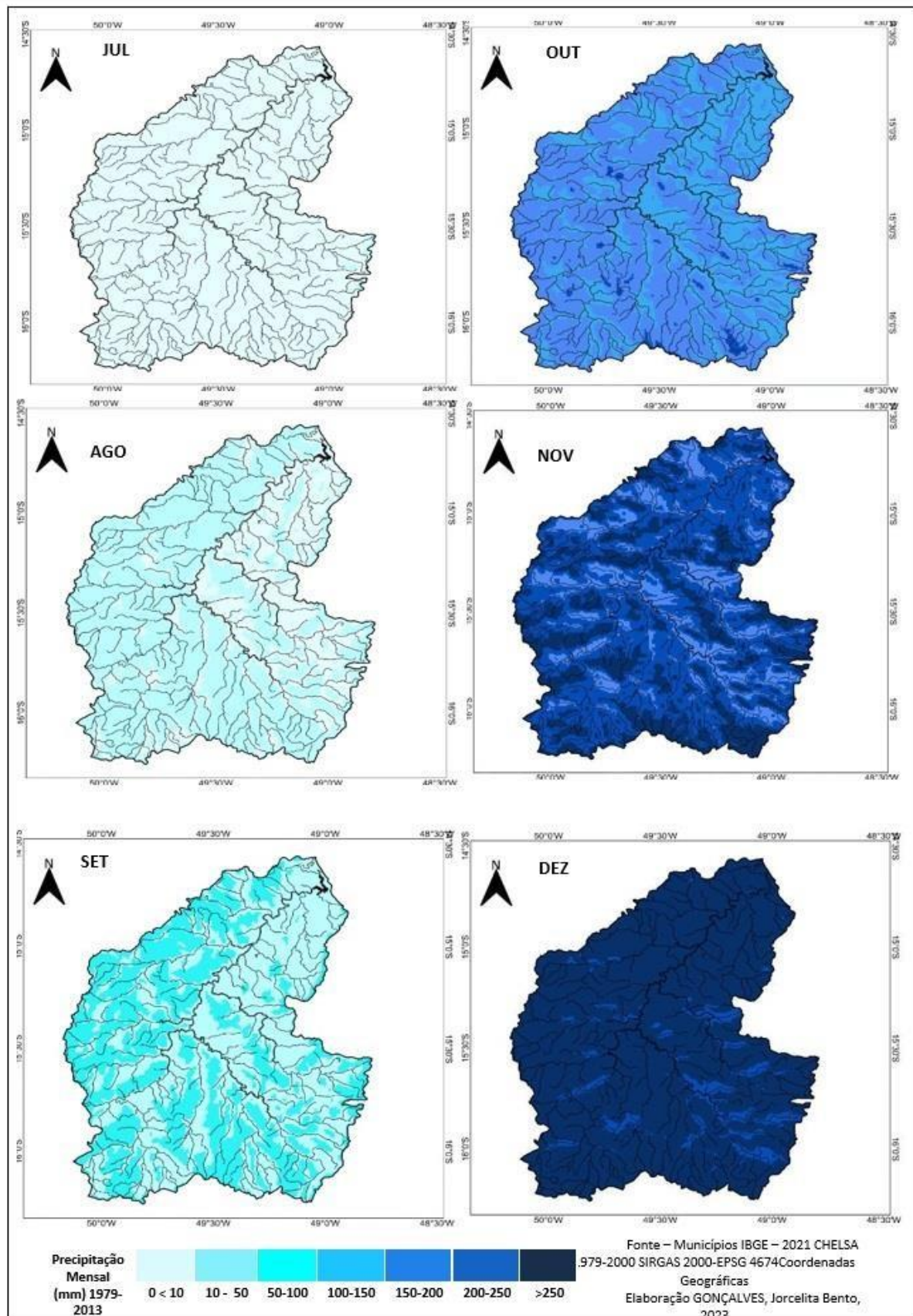
Em julho, em plena estação seca de inverno, ocorre apenas precipitação inferior a 10mm, somente no limite da bacia a sudeste onde se encontra a Serra dos Pireneus devido às altitudes do relevo que variam entre 928 a 1.200m, apresenta raras “manchas” onde a precipitação fica entre 50 a 100mm. No mês de agosto, já é possível perceber um aumento nas precipitações, com mínima de 10 e máxima de 50mm, um aumento evidente na margem norte esquerda, onde se localiza também a foz do Rio das Almas. No mês de setembro, os valores de precipitação na bacia hidrográfica do Rio das Almas - BHRA oscilam entre 50 e 100mm. Na porção norte para nordeste, leste e sudeste prevalecem as mínimas de 10 e as máximas de 50mm.

No mês de outubro, que está em plena primavera, percebe-se uma divisão bem acentuada na área de estudo, marcada pela drenagem do Rio das Almas, que se localiza bem no centro da bacia, assim a oeste apresenta maior precipitação entre 150 e 200mm e na porção leste, apresenta maior incidência de chuvas entre 100 e 150mm. Em poucos trechos espalhados no interior e nas bordas limítrofes ao sul da bacia ocorre precipitação com mínimas de 200 e máximas de 250mm, principalmente pela influência orográfica.

Novembro, ainda na estação da primavera, ocorre precipitação mínima de 150mm, mas em algumas áreas as máximas ultrapassam 250mm, apenas no centro norte, onde se localiza a foz do Rio das Almas as precipitações ficam entre 200 e 250mm; de noroeste a sul há uma variação com mínimas de 150 e 200mm, ocorrendo até limites superiores a 250mm. Logo, evidencia-se a influência do relevo na precipitação, principalmente na formação de chuvas orográficas (chuvas de relevo).

No mês de dezembro, mês que se inicia a estação do verão, toda a extensão da área norte da BHRA recebe chuvas acima de 250mm, com exceção apenas na área leste onde se localiza o afluente do Rio do Peixe, já a sudeste no rio principal e no afluente do Rio das Pedras, ocorrem precipitações com mínimas de 200 mm e máximas de 250 mm de acordo com os dados da produção cartográfica, Figura 20.

Figura 20 – Mapa de Precipitação durante os meses de julho a dezembro da BHRA-GO

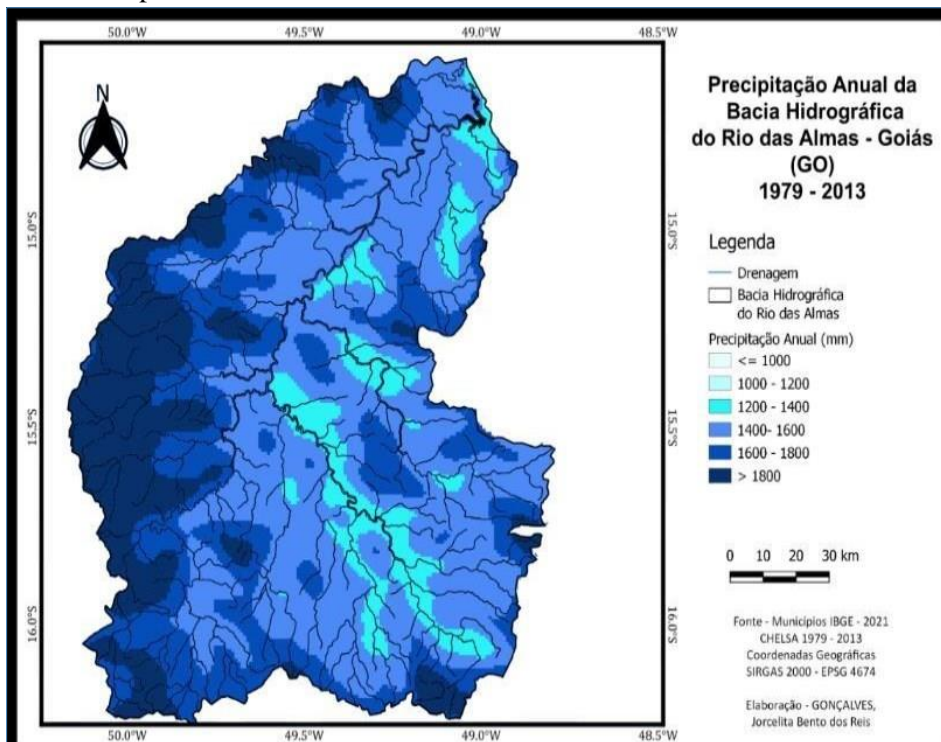


De acordo com o mapa de pluviosidade anual da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas, (Figura 21), a drenagem principal divide a bacia em duas partes consideráveis, pois na porção oeste de norte a sul a bacia recebe maior quantidade de precipitação, sempre mínimas de 1400mm e máximas que ultrapassam 1800mm. Desse modo, as mais altas precipitações estão concentradas por toda extensão oeste, em formato de franja, pois devido ao relevo das Superfícies Intemontanas do Alto Maranhão, que é composto por cotas altimétricas acima de 600m, sendo um divisor de águas entre o Rio Tocantins. As precipitações de 1400 a 1600mm se concentram na região central da bacia de norte a sul, enquanto no extremo oeste, noroeste e sudoeste se concentra as precipitações superiores a 1800mm.

Na porção leste, a bacia recebe anualmente precipitações com mínimas de 1000 e máximas de 1800mm. Na parte norte e foz da bacia e em todo o interior próximo às demais nascentes, a bacia recebe maior quantidade de precipitação, em torno de 1200 a 1400mm. Devido ao relevo das bordas leste e oeste serem mais alto, ocorre um impedimento da passagem das massas de ar, por isso, essa região é a que menos recebe chuvas, conseqüentemente possui sempre temperatura do ar alta.

As bordas nordeste e sudeste recebem precipitação de 1600 a 1800mm. Ainda se destaca na porção leste no limite sul da bacia uma pequena área que recebe precipitação acima de 1800 mm. Em seguida, a Figura 21 apresenta o mapa de Pluviosidade Média Anual.

Figura 21 – Mapa de Pluviosidade média anual da BHRA-GO.



Fonte: CHLSA, Organização: GONÇALVES, 2022.

4. 1. 3 Quantidade de meses secos

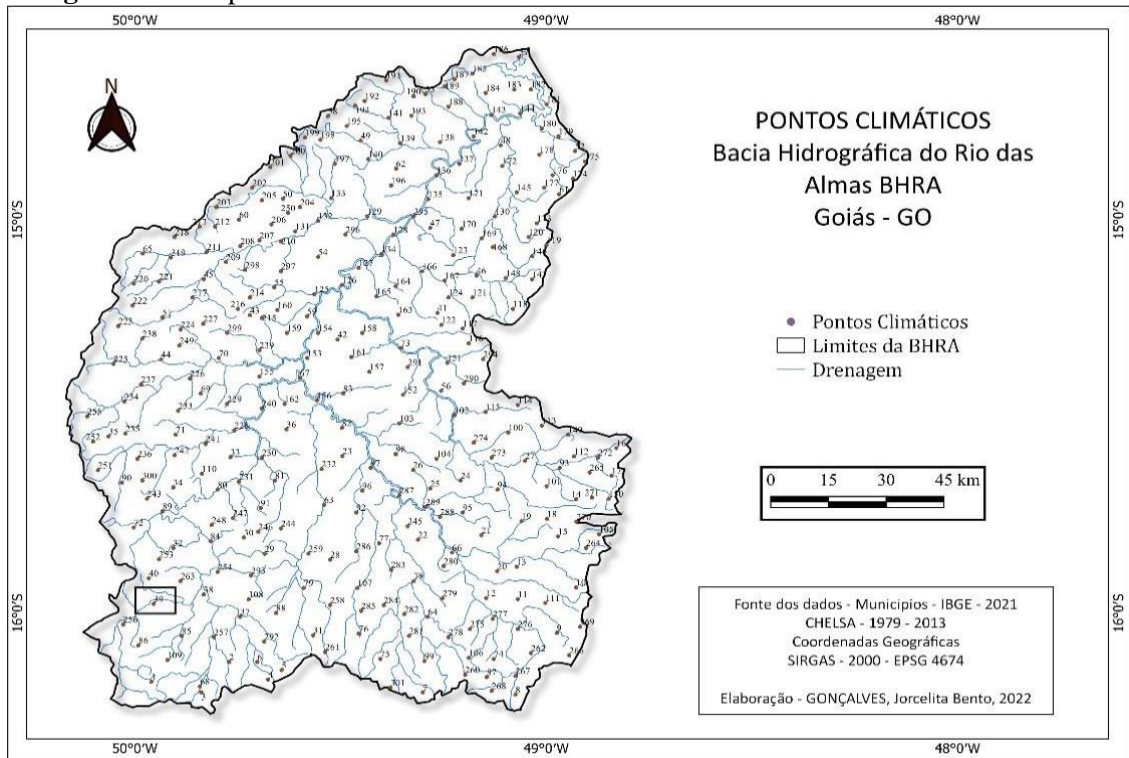
De acordo com Novais (2019), o mês é considerado seco quando a precipitação é menor que a evapotranspiração potencial ($P - ETP$). Pela interpolação realizada pelos trezentos e um pontos, identificados no mapa dos Pontos Climáticos Figura 22, elaborou-se o mapa de Meses Secos (meses que apresentam resultado negativo), e identifica que as áreas onde estão localizadas as maiores temperaturas e as menores altitudes, contribuem para a maior quantidade de meses secos. Nas áreas onde ocorrem temperaturas médias mensais mais baixas, e onde a pluviosidade é maior, os resultados contribuem para aumentar o excedente hídrico mensal, diminuindo assim os meses, sendo a evapotranspiração mais alta (NOVAIS; BRITO; SANCHES, 2018).

Para a determinação das unidades climáticas de Novais, foram demarcados 301 pontos climáticos, dentro da BHRA, eles foram inseridos em uma planilha de Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955), elaborada por Sentelhas Rolim e Barbieri (1998). Desse modo, foram feitos os cálculos da evapotranspiração (ETP) e a quantidade de meses secos, cálculos relevantes para a identificação dos Subdomínios Climáticos, quarta hierarquia da Classificação Climática de Novais (2019). Para se obter o mês seco, aplica-se a metodologia da diferença entre a precipitação e a evapotranspiração ($P - ETP$).

Na Figura 22, é apresentado o mapa dos Pontos Climáticos, um sistema elaborado com pixel de 1 km (Novais, 2019). Eles foram demarcados por toda a extensão da bacia hidrográfica na BHRA, cada ponto fornece dados de temperatura e precipitação dos anos de pesquisa (1979 -2013). Esses dados vão gerar os valores de precipitação e ETP, dentro da planilha do balanço hídrico.

Segue em destaque o ponto número“39”, localizado a sudoeste da bacia, no Rio Uru, já os valores correspondentes deste ponto climático são apresentados no exemplo do extrato do balanço hídrico climatológico, Figura 23. Assim, pode-se perceber a diferença entre a precipitação e a ETP, totalizando seis meses secos. Os pontos climáticos fornecem os dados essenciais para a interpolação na elaboração do mapa dos Meses Secos da área de estudo citada.

Figura 22 – Mapa de Pontos Climáticos da BHRA-GO.



Fonte: SIG, CHELSA. Organização: GONÇALVES, Jorcelita 2022.

Figura 23 – Extrato do balanço hídrico climatológico do ponto “39” da BHRA- GO

Glauco de Souza Rolim
Paulo Cesar Sentelhas
Departamento de Ciências Exatas Área de Física e Meteorologia
DCE - ESALQ / USP BHyseq V6.01999

CIDADE **PONTO 39** ANO **1979-2013**
CAD **100** LATITUDE **-14,92** Tela Normal (CTRL-)
Número de Linhas **12** Ajustar NDA inicial **1** Tela Inteira (CTRL-)

Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	
MESES	Dias		°C	mm	horas		Thornthwaite1948	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Jan	31	1	24,30	313,00	12,87	5,82		126,78	186,2	0,0	100,0	0,0	126,8	0,0	186,2
Fev	28	32	24,60	252,00	12,64	6,57	=	115,24	136,8	0,0	100,0	0,0	115,2	0,0	136,8
Mar	31	60	24,70	225,00	12,30	6,56	a =	125,08	99,9	0,0	100,0	0,0	125,1	0,0	99,9
Abr	30	91	25,20	103,00	11,86	7,85		121,36	-18,4	-18,4	83,2	-16,8	119,8	1,6	0,0
Mai	31	121	24,60	27,00	11,46	8,24		115,63	-88,6	-107,0	34,3	-48,9	75,9	39,7	0,0
Jun	30	152	23,60	6,00	11,17	8,29		100,65	-94,7	-201,6	13,3	-21,0	27,0	73,7	0,0
Jul	31	182	23,80	6,00	11,13	8,67		105,30	-99,3	-300,9	4,9	-8,4	14,4	90,9	0,0
Ago	31	213	25,70	12,00	11,34	8,83		124,64	-112,6	-413,6	1,6	-3,3	15,3	109,3	0,0
Set	30	244	27,30	51,00	11,72	7,63		140,26	-89,3	-502,8	0,7	-0,9	51,9	88,3	0,0
Out	31	274	26,50	159,00	12,15	7,29		141,74	17,3	-172,0	17,9	17,3	141,7	0,0	0,0
Nov	30	305	24,90	229,00	12,56	6,77		125,59	103,4	0,0	100,0	82,1	125,6	0,0	21,3
Dez	31	335	24,40	303,00	12,83	6,02		127,42	175,6	0,0	100,0	0,0	127,4	0,0	175,6
TOTAIS			299,6	1686,0				1469,7	216,3		0,0	1066,2	403,5	619,8	
MEDIAS			25	141				122			±99	89	34	52	

Seis meses secos

Fonte: SIG, CHELSA. Organização: GONÇALVES, Jorcelita 2022.

Pelos dados analisados, segundo a proposta da Classificação Climática de Novais (2019), a Bacia hidrográfica do Rio das Almas encontra-se totalmente inserida na Zona Climática Quente, que corresponde à primeira hierarquia da classificação climática, conforme apresentado no mapa da Figura 25. Ela está caracterizada pela alta incidência dos raios solares durante as estações da primavera e verão.

Pela segunda divisão hierárquica, a área de estudo possui dois Climas Zonais: Quente e Tórrido, estes climas são determinados pela TMMMF, que se acentua no mês de junho, com uma variação entre 15,6°C e 28,1°C, estando diretamente ligada à propagação da temperatura do ar na camada Troposfera e à latitude.

Nota-se que na área da BHRA através dos pontos climáticos dispostos aleatórios dentro da área de estudo, a maior parte de sua extensão apresenta cinco meses secos. Segundo Novais (2019), essa divisão hierárquica pertence ao Subdomínio Climático semiúmido. Os municípios de Rubiataba, Morro Agudo de Goiás, Carmo do Rio Verde e Itapuranga que estão localizados a noroeste nas extremidades da bacia, e o município de Itauçu localizado na região Sul, apresentam sempre cinco meses secos durante o ano.

O Subdomínio semiúmido está presente em boa parte da região sudeste, sul e sudoeste da bacia, abrangendo os municípios de Petrolina de Goiás, Jesúpolis, Itaguaru e a Morraria de Goiás. Em Itaguaru, predomina o Domínio semiúmido, onde se localiza o Complexo Serrano Moinho Dourada. A nordeste, o município de Barro Alto, localizado próximo ao Complexo Serrano Niquelândia-Barro Alto também apresenta o Subdomínio semiúmido.

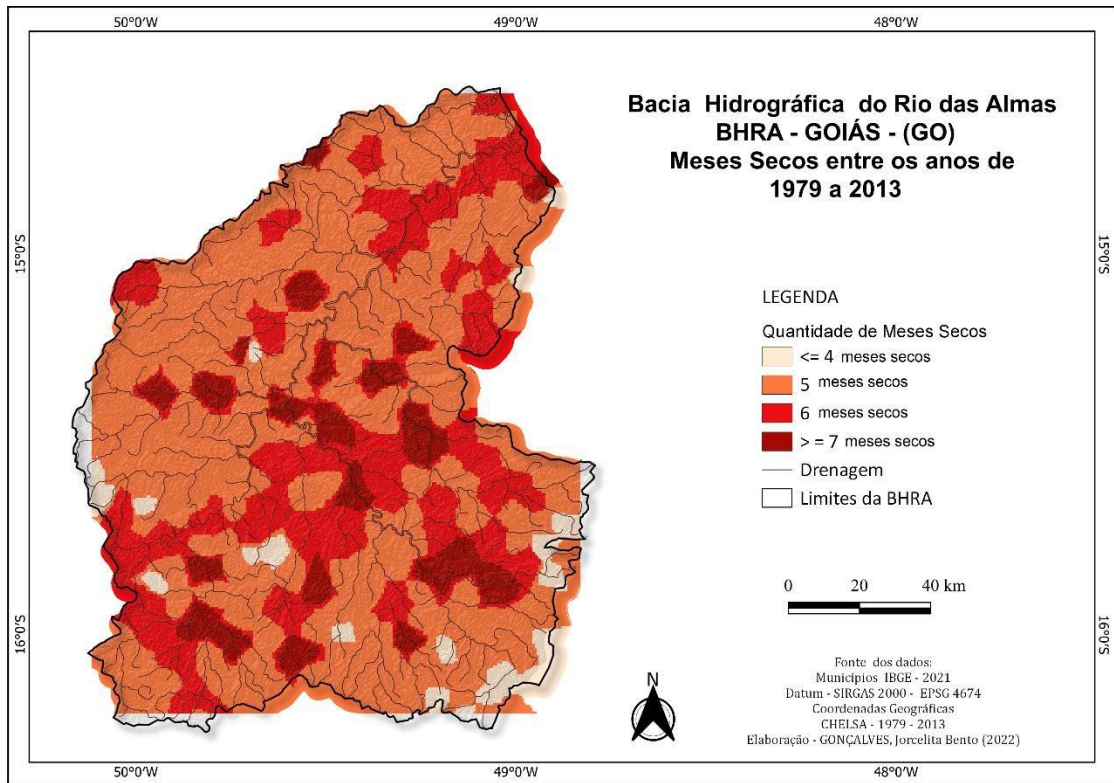
O Domínio Semisseco, (seis a sete meses secos), concentra-se na parte norte da bacia, desde sua foz, no seu principal afluente o Rio das Almas, compreendendo os municípios de Niquelândia e Novo Destino, bem como no centro sul da bacia, onde estão localizados os municípios de Nova Glória, Uruana e Jaraguá, mas ao sul no município de Petrolina de Goiás, também predomina esse domínio climático.

Os municípios de Rialma, Rianápolis e Jaraguá apresentam sete meses secos. Estes lugares se localizam no centro da bacia, e possuem em seu relevo as menores altitudes entre 426 e 604m. A leste o município de Goianésia, e a sudeste Pirenópolis também apresentam uma grande extensão do Subdomínio semiúmido.

Apenas nas localidades dos Planaltos Residuais na Serra dos Pireneus e do Planalto divisor do Alto Tocantins – Paranaíba, localizados a leste da bacia, apresentam os dois Subdomínios, (semiúmido e semisseco). De modo geral, a bacia hidrográfica nas porções norte, noroeste e oeste, apresenta de cinco a seis meses secos, no período em questão, mas, na parte central rumo leste, sudeste, sudoeste a sul, são as áreas que evidenciam a ocorrência de seis

sete meses secos. Já nas extremidades de leste a sul, são as áreas em que ocorrem quatro meses secos. A Figura 24 apresenta a bacia hidrográfica com a quantidade de meses secos.

Figura 24 – Mapa de Meses Secos da BHRA-GO.



Fonte: SIG, CHELSA. Organização: GONÇALVES, Jorcelita 2022.

4. 2 UNIDADES CLIMÁTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS – BHRA-GO

Pela Classificação Climática de Novais (2019), a área em estudo está inserida na Zona Climática Quente; os Climas Zonais são Quentes e Tórridos e pertencem a dois Domínios Climáticos: Tropical e Tropical Ameno, pois possuem atuação da (ZCAS) nos meses de outubro a março; os Subdomínios são Semiúmidos e Semissecos, já o Tipo Climático em que está inserida a bacia é o Central do Brasil.

Os Subtipos Climáticos (sexta hierarquia climática) identificados na área de estudo perfazem um total de vinte, sendo nove Subtipos Semissecos e onze Subtipos Semiúmidos, definidos pela combinação da localização e relevo que formam as unidades geomorfológicas. Nesta bacia, foram identificadas um total de dez unidades geomorfológicas, conforme exposto no mapa de geomorfologia, Figura 11. A Tabela 10 apresenta essas unidades.

Tabela 10 – Unidades geomorfológicas identificadas na BHRA-GO

Nº	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS IDENTIFICADAS NA BHRA
1	Complexo Serrano Moinho Dourada
2	Complexo Serrano Niquelândia – Barro Alto
3	Pedimentos e Vãos Interplanálticos dos Conjuntos Serranos
4	Planalto Divisor do Alto Tocantins - Paranaíba
5	Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pireneus
6	Planaltos Ocidentais do divisor Maranhão – Paranaíba
7	Planícies e Terraços fluviais
8	Relevos Serranos da Borda Noroeste dos Planaltos divisores Tocantins – Paranaíba
9	Superfícies Intermontanas do Alto Maranhão
10	Superfícies Intermontanas Uruaçu – Ceres

Fonte: Municípios IBGE, 2021, Novais. 2019, CHELSA.

Para compreender a BHRA, deve-se primeiramente fazer a delimitação que para Schmitt e Moreira (2015) é uma das primeiras metodologias a ser aplicada para o início dos estudos relacionados a recursos hídricos, posteriormente ter conhecimento em como funciona a aplicabilidade do método de Novais (2019), em seguida buscar o conhecimento climatológico, bem como seu aprimoramento em alguns estudos relacionados a esta área. Logo, por meio do algoritmo CHELSA, com dados de precipitação e temperatura dos anos de 1979 a 2013 elaborar o balanço hídrico para identificar os elementos da classificação climática de Novais (2019), que se pretende aplicar na bacia.

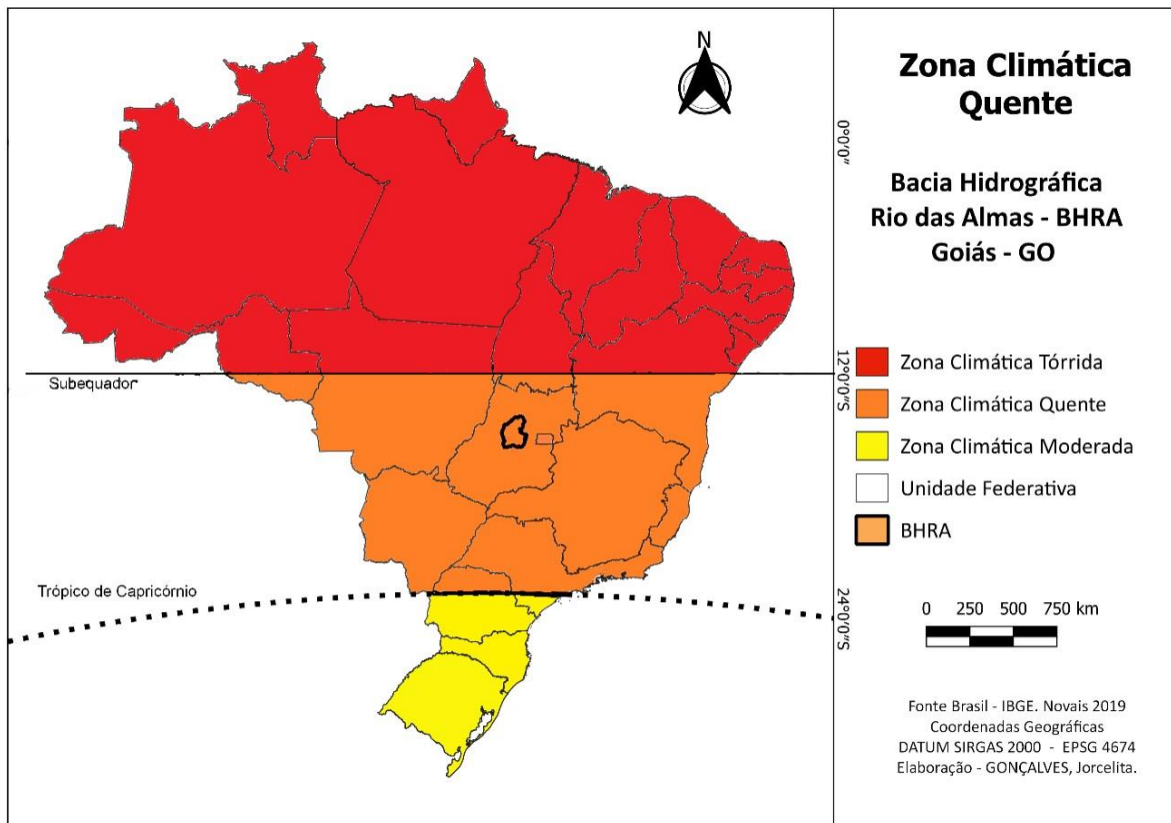
4. 2. 1 Zona climática

A primeira hierarquia, segundo Novais (2019), corresponde às zonas climáticas às quais são determinadas a partir da incidência da radiação solar na atmosfera, que não é homogênea, devido à altitude solar variar em relação à Terra. Essa variação é influenciada pela latitude local, a hora do dia e a estação do ano. O limite de cada zona climática é determinado pelos paralelos, ou seja, as linhas imaginárias, e para ajustar essa delimitação à sua metodologia, Novais nomeia uma dessas linhas de Subequador, para delimitar a Zona Climática Tórrida e a Zona Climática Quente.

Por estar localizada totalmente entre o Subequador e o Trópico meridional, a área de

estudo da BHRA, conforme apresenta a Figura 25, pertence à Zona Climática Quente do Planeta. A figura apresenta as divisões realizadas por linhas imaginárias que dividem o país nas zonas climáticas estabelecidas por Novais, (2019). Pode-se ver também no mapa a localização da BHRA, em relação ao Brasil e ao Estado de Goiás inserido na Zona Climática Quente.

Figura 25 – Mapa da Zona Climática da BHRA-GO.

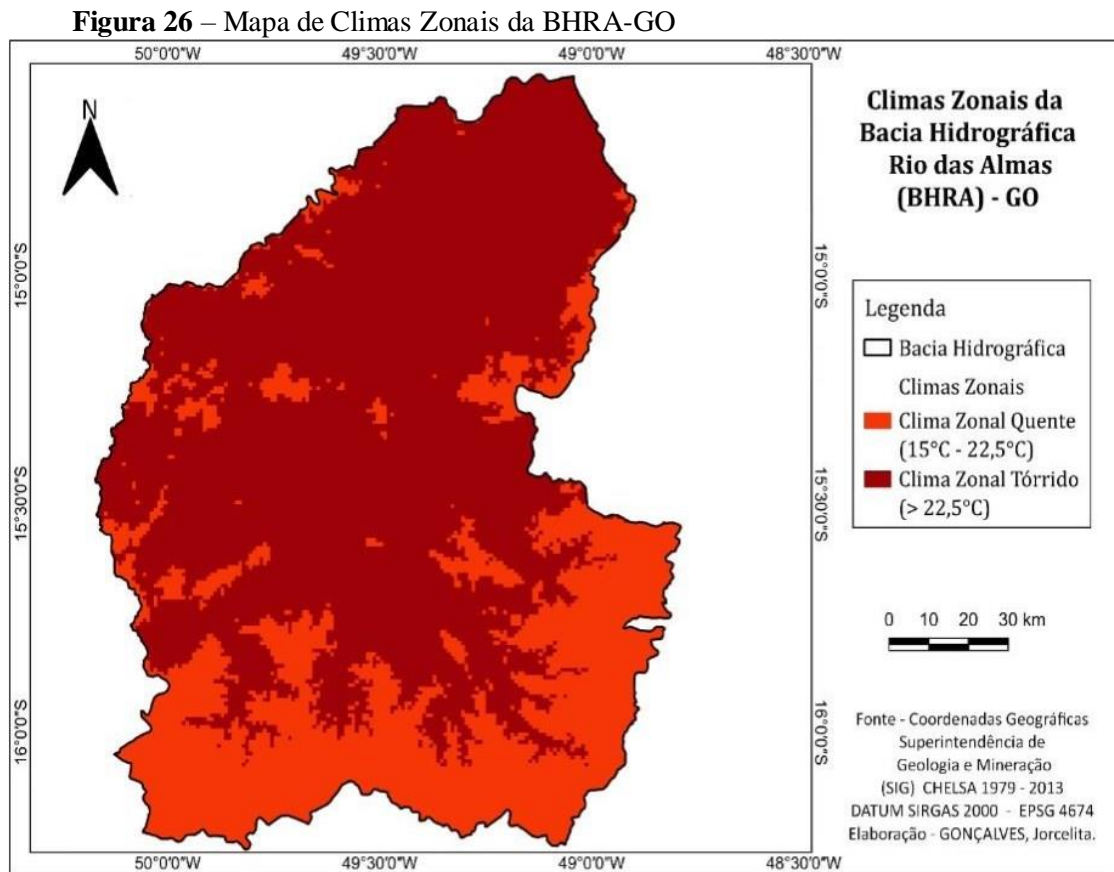


Fonte: NOVAIS (2019). Organização: GONÇALVES, Jorcelita 2022

4. 2. 2 Climas zonais

O Clima Zonal Tórrido está presente na maior parte, principalmente na região centro-norte, caracterizado por um relevo com as menores cotas altimétricas, sendo delimitado a partir da (TMMMF) (> de 22,5°C), o que indica que a população residente na área de ocorrência desse clima é mais sensível ao frio, caracterizando-se como um clima de temperaturas elevadas durante todo o ano, devido à dificuldade da chegada das massas de ar. No restante das áreas localizadas a sudeste, sul e sudoeste encontra-se o Clima Zonal Quente, compreendido entre a (TMMMF) de (15°C a 22,4°C). Nessas áreas, a temperatura também é elevada na maior parte do ano, com uma pequena queda durante a estação do inverno.

A parte baixa da bacia é constituída por um relevo com cotas altimétricas acima de 700 m, que dificulta a chegada das massas de ar responsáveis pela precipitação na parte central da bacia, assim a temperatura mais alta registrada é de 22°C e mínima de 15°C. Já na parte alta da bacia, ou seja, na parte central, o relevo não ultrapassa 500m, deixando a temperatura sempre acima de 22,5°C, conforme ilustra a Figura 26, no mapa dos Climas Zonais.



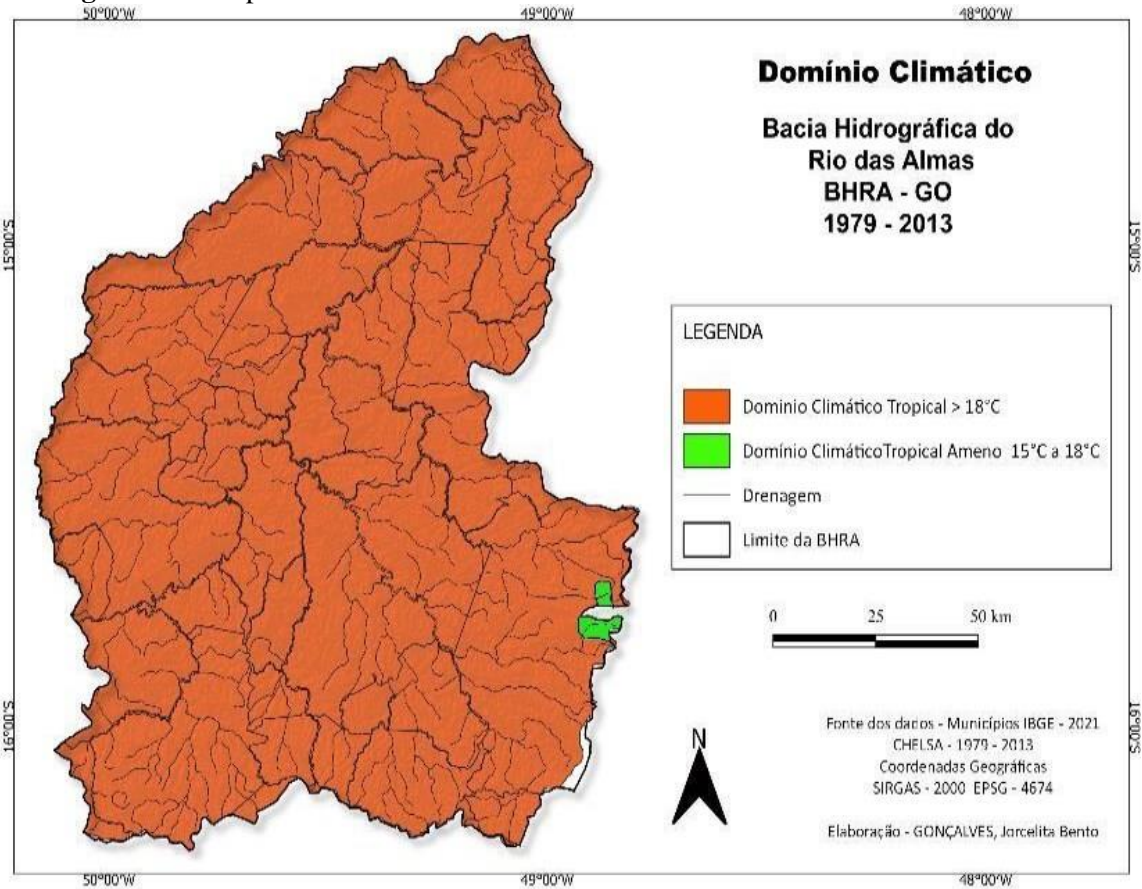
Fonte: SIG, CHELSA. Organização: GONÇALVES, Jorcelita 2022.

4. 2. 3 Domínios climáticos

De Domínio Climático Tropical (TMMMF) (>18°C), a BHRA possui por toda sua extensão este clima, somente na porção Sudeste em forma de pequenas manchas (cor verde) se localiza a área que apresenta o clima Tropical Ameno, que registra Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMF) entre (15°C e 18°C). Esta região é composta pelos Planaltos Residuais da Serra dos Pireneus, com altitudes elevadas com cotas acima de 800m. Recebe a influência da (ZCAS) durante os meses de outubro a março (meses mais úmidos) e da (ASAS) nos meses mais secos (junho, julho) (NOVAIS 2019). A Figura 27 aponta o Mapa de Domínio Climático

com os dois domínios, o Domínio Climático Tropical e o Domínio Climático Tropical Ameno.

Figura 27 – Mapa de Domínio Climático da BHRA-GO.



Fonte: SIG, CHELSA. Organização: GONÇALVES, Jorcelita2022.

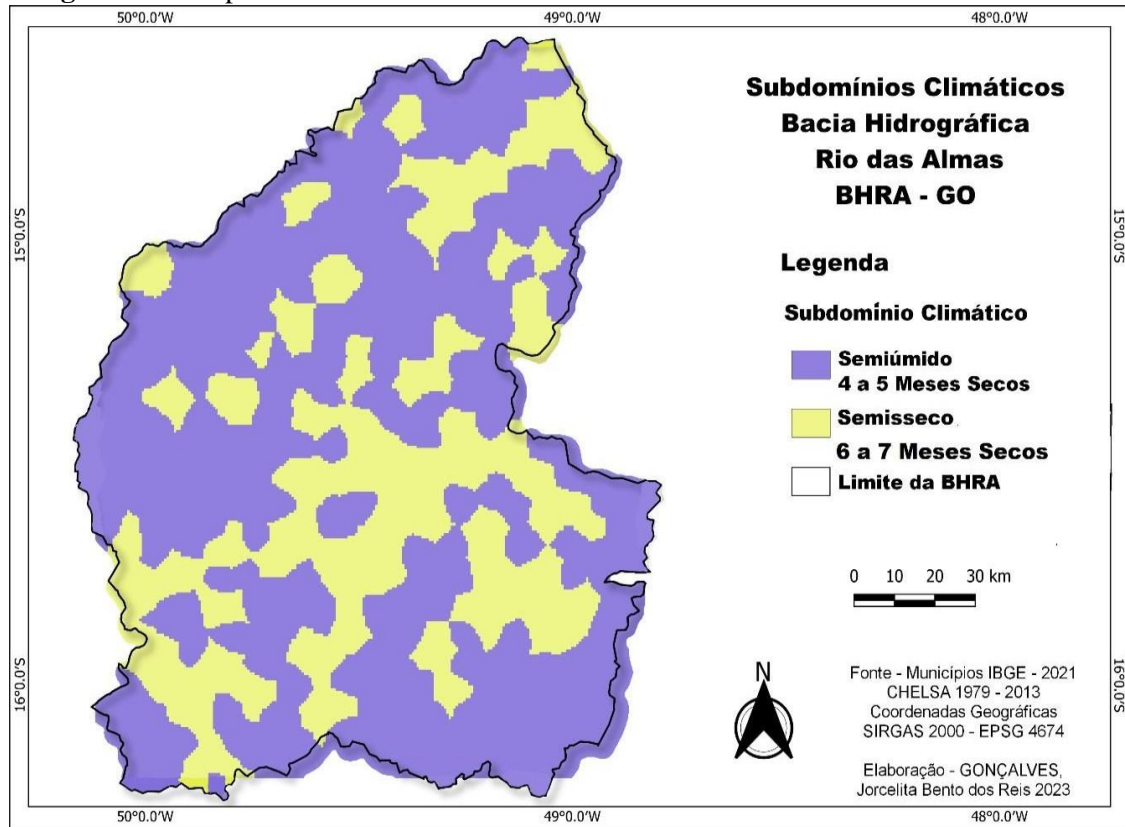
4. 2. 4 Subdomínios Climáticos

De acordo com a quarta hierarquia, na área de estudo, são identificados dois Subdomínios Climáticos, o Semiúmido, (quatro a cinco meses secos) e o Semisseco (seis a sete meses secos), além disso, estão bem distribuídos por toda sua extensão. Nas extremidades, na parte norte, passando pela região noroeste, leste, parte do sudoeste da bacia e nas extremidades sudeste e sul, locais de maiores altitudes dentro da bacia com cotas acima de 1.480m, há maior predomínio do Subdomínio Climático Semiúmido.

O Subdomínio Semisseco se concentra na parte central rumo a sudeste e sudoeste, locais onde estão localizadas as áreas de menores altitudes, em torno de 400 a 600m. Além disso, se concentra também na porção nordeste. Já na extremidade norte, noroeste e leste, este Subdomínio Semisseco encontra-se em forma de “manchas”, com maior predominância na

parte central onde o relevo é constituído por menores altitudes. O mapa da Figura 28 apresenta os Subdomínios Climáticos, além de mostrar e como eles estão distribuídos por toda a extensão da bacia hidrográfica.

Figura 28 – Mapa de Subdomínio Climático da BHRA-GO.



Fonte: SIG, CHELSA. Organização: GONÇALVES, Jorcelita, 2022.

4. 2.5 Tipos Climáticos

A área da Bacia Hidrográfica Rio das Almas está totalmente inserida no Tipo Climático Central do Brasil, com passagem média anual de doze frentes frias, e com rara possibilidade de formação de geadas (uma a cada 30 anos) em alguns pontos no limite com o tipo Centro-Sul (Novais, 2019). Ocupa a quinta ordem hierárquica definida por Novais (2019).

4. 2. 6 Subtipos Climáticos

Na área de estudo da BHRA, foram identificados um total de vinte Unidades Climáticas, deste total dezenove estão relacionadas ao Domínio Climático Tropical e, um

de Domínio Climático Tropical Ameno. Em relação aos Subdomínios Climáticos onze destas unidades climáticas são consideradas Semiúmidas e nove pertencem ao Subdomínio Climático Semisseco.

A tabela 11 apresenta o quadro das Unidades Climáticas identificadas na área de estudo. A primeira coluna expõe os códigos elaborados por Novais (2019) para designar as hierarquias, na segunda coluna evidencia-se a nomenclatura das Unidades Climáticas, de acordo com as divisões hierárquicas estabelecidas por Novais (2019), já de terceira à sexta hierarquia (3ª a 6ª), são apresentadas, por ordem alfabética, com as unidades geomorfológicas, de acordo com os dados do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA/IBGE) onde estão inseridas. A partir da terceira e quarta coluna, são apresentadas informações sobre os elementos climáticos de temperatura e precipitação, com valores máximos e mínimos identificados pelas características próprias de cada unidade climática.

Na quinta e sexta coluna são apresentados os dados de (ETP) – relacionados ao processo de perda de água para a atmosfera – empregada também para identificar os meses secos, a deficiência hídrica ou não no sistema solo-planta-atmosfera. Foram identificados dois tipos de domínios climáticos que são: Tropical, identificado pelas letras (Tr) e Tropical Ameno (TrM), também foram identificados dois subdomínio (representado por caracteres): o Subdomínio Semiúmido (‘) e Subdomínio Semisseco (*), já para o Tipo Climático, são utilizadas mais três letras em caixa baixa (scb – Southcentral brasilian).

Na área de estudo, verifica-se, na maior parte, a ocorrência de quatro a cinco meses secos, identificando assim os onze Subdomínios Climáticos semiúmidos e em menor proporção os nove Subdomínios Climáticos semissecos.

Tabela 11 – Unidades Climáticas da BHRA-GO. (Domínio, Subdomínio, Tipo e Subtipo Climático).

Código	UNIDADES CLIMÁTICAS	Temp. (C°)		Prec. (mm)		ET P		Meses secos P<ET P
		Máx	Mín.	Máx	Mín	Máx.	Mín.	
Tr'cbr1	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Complexo Serrano Moinho Dourada	26,5	21,4	432	6	859	24,6	5
Tr'cbr2	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Complexo Serrano Niquelândia – Barro Alto	28,1	20,9	388	4	1011	22,6	5
Tr'cbr3	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Pedimentos e Vãos Interplanálticos dos Conjuntos Serranos	25,8	22	364	6	745	29	5

Tr'cbr4	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planalto Divisor do Alto Tocantins - Paranaíba	24,6	19,7	910	7	463	15	4-5
Tr'cbr5	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus	22,9	19	360	10	318	12	5
Tr'cbr6	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planaltos Ocidentais do divisor Maranhão – Paranaíba	26	19,6	410	5	612	14	4-5
Tr'cbr7	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planícies e Terraços Fluviais	27,7	22,8	287	4	1185	45	5
Tr'cbr8	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Relevos Serranos da Borda Noroeste dos Planaltos divisores Tocantins – Paranaíba	26,4	20,3	359	6	860	14	4-5
Tr'cbr9	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Superfícies Intermontanas do Alto Maranhão	26,9	20,7	2.176	4	921	26	5
Tr'cbr10	Tropical Semiúmido Central do Brasil, Superfícies Intermontanas Uruaçu – Ceres	27,7	23	366	4	1183	38	5
Tr*cb r1	Tropical Semisseco Central do Brasil, Complexo Serrano Moinho Dourada	27,5	21,6	418	3	1108	38	6
Tr*cb r2	Tropical Semisseco Central do Brasil, Complexo Serrano Niquelândia – Barro Alto	28,1	20,9	375	4	745	30	6-7
Tr*cb r3	Tropical Semisseco Central do Brasil, Pedimentos e Vãos Interplanálticos dos Conjuntos Serranos	27,3	20,2	357	6	1431	74	7
Tr*cb r4	Tropical Semisseco Central do Brasil, Planaltos Ocidentais do divisor Maranhão – Paranaíba	22,1	20,9	231	6	1681	58	6
Tr*cb r5	Tropical Semisseco Central do Brasil, Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus	26,8	22,7	294	5	1371	93	6-7
Tr*cb r6	Tropical Semisseco Central do Brasil, Planícies e Terraços Fluviais	27,2	22,7	260	6	140	93	7
Tr*cb r7	Tropical Semisseco Central do Brasil, Relevos Serranos da Borda Noroeste dos Planaltos divisores Tocantins – Paranaíba	26,9	21,6	365	5	139	84	6-7
Tr*cb r8	Tropical Semisseco Central do Brasil, Superfícies Intermontanas do Alto	26,9	21,8	381	5	139	87	6-7

	Maranhão							
Tr*cb r9	Tropical Semisseco Central do Brasil, Superfícies Intermontanas Uruaçu – Ceres	27,9	23,2	303	3	1160	48	6-7
TrMcb r1	Tropical Ameno Semiúmido Central do Brasil, Planícies e Superfícies Residuais da Serra dos Pireneus	18,0	15,6	16	11	1923	1761	4-5
LEGENDA: P – Precipitação. ETP –Evapotranspiração		Tropical Semiúmido		Tropical Semisseco		Tropical Ameno Semiúmido		

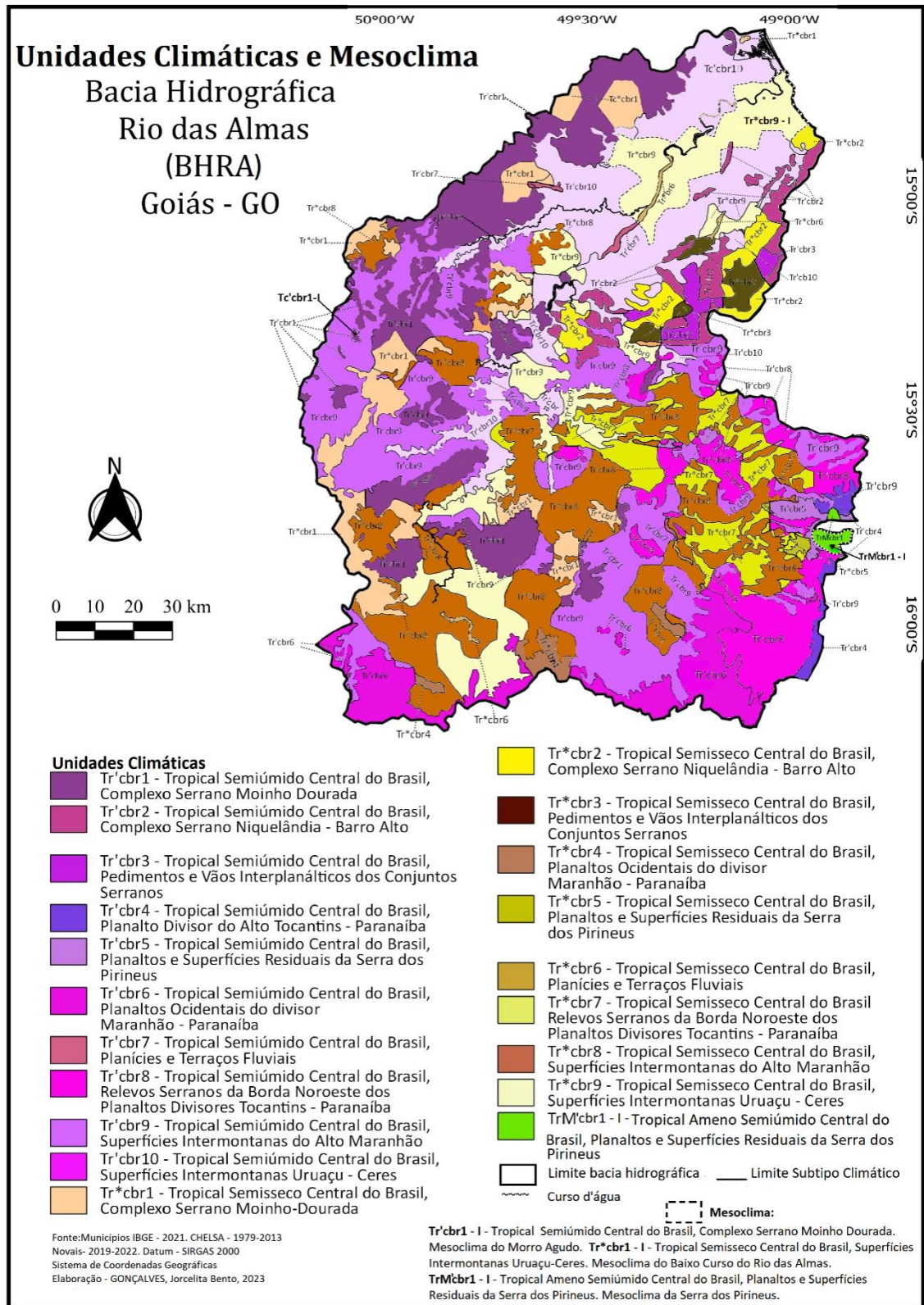
Fonte: Municípios IBGE, 2021, Novais. 2019, CHELSA. Organização: GONÇALVES, Jorcelita Bento 2023.

As Unidades Climáticas e Mesoclima na BHRA são identificados na Figura 29. Essas unidades climáticas foram criadas a partir da interação entre as hierarquias do clima de Novais (2019).

Os tons de roxo representam as unidades climáticas de Domínio Tropical e Subdomínio Semiúmido, influenciadas pela altitude do relevo, que diminuem a temperatura do ar e a ETP e aumentam a precipitação. As unidades em tons de marrom e amarelo, são de Domínio Tropical, mas de Subdomínio Semisseco, com altitudes mais baixas aumentando a temperatura do ar e a ETP e conseqüentemente, diminuindo a precipitação. No extremo sudeste, aparece em verde o Domínio Tropical Ameno, totalmente controlado pelas maiores altitudes da bacia hidrográfica, onde a TMMMF fica abaixo de 18°C.

Logo após a figura, serão detalhados todos os 20 subtipos climáticos e mais 3 exemplos de mesoclimas da BHRA.

Figura 29 – Mapa de Unidades Climáticas e Mesoclimas da BHRA-GO



Fonte: Municípios IBGE, 2021, MRN, 2ª ed. 2018. Novais. 2019, CHLSA. Organização: GONÇALVES, Jorcelita Bento 2023.

4. 6. 1. 1 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Complexo Serrano Moinho Dourada - (Tr'cbr1)

Esta unidade climática está localizada em maior parte entre o Noroeste e Oeste, cobrindo boa parte destas áreas, já na porção Sudoeste surge como grandes “manchas” que vão até a parte central da bacia. A temperatura média é de 21,1°C a 23,4°C, a precipitação anual registrada ficou entre 1.750 e 2.053mm. Com cotas altimétricas em torno de 726 a 845m.

4. 6. 1. 2 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Complexo Serrano Niquelândia

Barro Alto - (Tr'cbr2) - A unidade climática está totalmente localizada na parte Nordeste e Leste da bacia. Na parte Nordeste, ocupa as extremidades e na parte Leste segue até a parte central desta. Com altitudes em torno de 612 a 900m, os volumes de precipitação são de 1.34 a 1.748mm e a temperatura registrada fica em torno de 21,9°C a 23,6°C.

4. 6. 1. 3 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Pedimentos e Vãos Interplanálticos dos Conjuntos Serranos - (Tr'cbr3)

A unidade climática localiza-se também totalmente na extremidade Leste da bacia. Apresenta duas “manchas”, uma pequena, localizada na extremidade e outra próxima ao centro da bacia. Suas cotas altimétricas ficam em torno de 662m a 808m; a temperatura média registrada é em torno de mínima 21,9°C e máxima de 22,9°C. Precipitação de 1.536 a 1.737mm. Os Pedimentos e Vãos Interplanálticos dos Conjuntos Serranos constituem a menor unidade geomorfológica em extensão, que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio das Almas.

4. 6. 1. 4 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planalto Divisor do Alto Tocantins – Paranaíba - (Tr'cbr4)

Esta unidade climática é também a menor unidade de Subdomínio semiúmido. Localizada apenas nas extremidades a Sul e Sudeste da bacia e está totalmente inserida neste subdomínio, apresentando-se apenas em formato de pequenas “manchas”. Suas cotas altimétricas são de 1006 a 1018m; a precipitação pluviométrica local é de 1.609 a 1.811mm; a

temperatura média anual de 19,4°C a 20,4°C.

4. 6. 1. 5 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus - (Tr'cbr5)

A unidade climática está localizada na porção Sudeste da bacia, possui cotas altimétricas de 891 a 1252m; as temperaturas, em torno de 18,9°C a 20,4°C e a precipitação fica entre 1.502 a 1.819mm anual.

4. 6. 1. 6 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planaltos Ocidentais do divisor Maranhão – Paranaíba - (Tr'cbr6)

A unidade climática está localizada na extremidade Sul da bacia. Possui cotas de altimetria que vão de 739 a 1.123m, as temperaturas ficam em torno de 20,0°C a 22,2°C e precipitação fica em torno de 1.639 a 1.932mm aproximadamente.

4. 6. 1. 7 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Planícies e Terraços Fluviais - (Tr'cbr7)

A unidade climática se apresenta em formato de três “faixas” em torno do leito do principal afluente do Rio das Almas. Uma primeira, na porção central da bacia rumo a Sul, outra a Noroeste e uma terceira na porção Sudeste da bacia. A temperatura fica em torno de 22,7°C a 23,9°C, altimetria de 537 a 636m, e precipitação de 1.332 a 1.560mm.

4. 6. 1. 8 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Relevos Serranos da Borda Noroeste dos Planaltos Divisores Tocantins – Paranaíba - (Tr'cbr8)

Esta unidade climática se encontra nas posições Leste, Sudeste e Centro. Porém com maiores concentrações nas bordas a Sudeste e Leste. Na parte central da bacia, essa unidade se apresenta em formas de “manchas”, que estão localizadas no centro em direção a Leste. Sua altitude está em torno de 686 a 1.093m, com temperatura aproximada de 20,6°C a 23,2°C. Precipitação em torno de 1.300 a 1.787mm.

4. 6. 1. 9 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Superfícies Intermontanas

Do Alto Maranhão - (Tr'cbr9)

Esta unidade climática se localiza por toda a extensão de Oeste a Leste na parte Sul da bacia. Apresenta uma pequena faixa na extremidade Sudoeste, uma grande extensão a Sudeste, várias partes em forma de faixas pela porção Sudeste e Centro da bacia. Também possui uma grande extensão nas extremidades localizadas na porção Sul. Sua altitude está entre 608 m e 742 m; a temperatura oscila de 21,3°C a 23,2°C, já a precipitação desta unidade em torno de 1.605 a 2.075mm.

4. 6. 1. 10 Subtipo Climático Tropical Semiúmido Central do Brasil, Superfícies Intermontanas Uruaçu – Ceres - (Tr'cbr10)

A unidade climática de Subdomínio Semiúmido ocupa toda a porção central Norte Nordeste da bacia, é também a unidade climática onde se localiza a foz do Rio das Almas. Na parte Norte a Leste, possui um extenso segmento até o centro da bacia, seguindo este rumo se estende como uma estreita faixa contínua até a parte central rumo a Sudoeste. Com temperatura entre 22,5°C e 24,12°C, cotas altimétricas de 551 a 653m e precipitação de 1.304 a 1.657mm. É também a última unidade climática de Domínio Climático Tropical desse Subdomínio.

*4. 6. 1. 11 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Complexo Serrano Moinho Dourada - (Tr*cbr1)*

A unidade climática de Subdomínio Semisseco está localizada como pequenas “manchas” na porção Norte a Oeste da bacia seguindo até a porção central a Sudoeste. Possui temperatura média de 20,9°C a 24,3°C, precipitação em torno de 1.403 a 2.132mm e altitude de 1.403 a 2.132m.

4. 6. 1. 12 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Complexo Serrano Niquelândia

*Barro Alto - (Tr*cbr2)* - A unidade climática de Subdomínio Semisseco está localizada a Leste da bacia em forma de pequenas “manchas”. Algumas na borda da bacia a Nordeste e Leste, outras manchas também na porção central, com temperatura média de 21,7°C a 23,1°C,

cotas altimétricas em torno de 613 a 883m e precipitação de 1.478 a 1.670mm.

*4. 6. 1. 13 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Pedimentos e Vãos Interplanálticos dos Conjuntos Serranos - (Tr*cbr3)*

A unidade climática está totalmente localizada na extremidade Leste da bacia. Apresenta apenas duas pequenas manchas, sendo uma na extremidade Leste e outra também a Leste rumo à parte central da bacia. Suas cotas estão entre 616 e 802 m, a precipitação é de 1.314 a 1.812mm e a temperatura entre 21,9°C a 23,5°C.

*4. 6. 1. 14 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Planaltos Ocidentais do divisor Maranhão – Paranaíba - (Tr*cbr4)*

A unidade climática do Subdomínio Semisseco apresenta-se em formatos de cinco pequenas manchas pela extremidade Sul da bacia, com altitudes aproximadas de 701 a 836m; temperaturas médias entre 20,8°C e 22,5°C e a precipitação fica em torno de 1.328 a 1.875mm.

*4. 6. 1. 15 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus - (Tr*cbr5)*

A unidade está localizada apenas na extremidade Sudeste da bacia em formato de duas manchas pequenas, com temperaturas em torno de 19,9°C a 22,2°C, a precipitação fica entre 1.426 e 1.618mm, e a altimetria oscila entre 832 e 1.237m.

*4. 6. 1. 16 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Planícies e Terraços Fluviais - (Tr*cbr6)*

A unidade climática apresenta-se em forma de pequenas faixas: uma pequena faixa a Sul, outra a Sudeste, uma a Nordeste, a de maior extensão se localiza no centro Norte da bacia, junto ao afluente do Rio das Almas, e a última, a menor de todas, fica localizada a Noroeste da bacia. Possui temperatura média de 21,9°C a 23,9°C, as cotas altimétricas ficam entre 537 a 707m, com precipitação de 1.319 a 1.686mm.

*4. 6. 1. 17 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Relevos Serranos da Borda Noroeste dos Planaltos Divisores Tocantins – Paranaíba - (Tr*cbr7)*

Esta unidade climática, na porção central a Leste, apresenta-se em maior extensão. De Leste a Sudeste, apresenta uma faixa contínua. Na parte Sudeste, mostra-se como grandes manchas. As cotas altimétricas são de 578 a 1.204m, com temperaturas aproximadas de 19,8°C a 22,9°C, e precipitação entre 1.345 a 1.604mm.

*4. 6. 1. 18 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Superfícies Intermontanas do Alto Maranhão - (Tr*cbr8)*

Esta unidade climática é a unidade de maior extensão na bacia, e também a que possui em maior extensão o Subdomínio Semisseco. Está presente por toda a parte inferior da bacia, desde as extremidades Oeste a Leste. A maior extensão Semisseco, se concentra nas extremidades Leste e Sudeste, outras grandes extensões se localizam na posição central rumo Sudoeste e Sul. Na porção centro Oeste, apresenta-se como manchas, alcançando até essa extremidade. Com temperatura mínima de 21,2°C e máxima de 22,9°C. Precipitação em torno de 1.405 a 1.978mm e altitude de 599 a 834m.

*4. 6. 1. 19 Subtipo Climático Tropical Semisseco Central do Brasil, Superfícies Intermontanas Uruaçu – Ceres - (Tr*cbr9)*

Esta unidade climática se concentra em grande extensão pela parte Nordeste para porção central da bacia de forma contínua. Já na parte central da bacia a Leste se apresenta em forma de faixas estreitas e contínuas. Cotas altimétricas em torno de 480 a 574m., as temperaturas oscilam entre 23°C e 24,3°C e a precipitação entre 1.301a 1.567mm.

4. 6. 1. 20 Subtipo Climático Tropical Ameno Semisseco Central do Brasil Planícies e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus - (TrMcbr1)

É a única unidade climática que apresenta dois tipos de Domínio Climático: o Tropical e o Tropical Ameno. Este é localizado em formato de duas pequenas “manchas,” na extremidade Sudeste da bacia. Suas cotas altimétricas encontradas são de 1.110 a 1.302 m; a temperatura é de 17,6°C a 18,9°C e a pluviosidade em torno de 1.833 a 1.886mm.

4. 2. 7 Mesoclimas sugeridos dentro da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas

As Figuras 30, 31 e 32 seguintes representam alguns pontos climáticos, escolhidos estrategicamente dentro da BHRA para serem apresentados em forma de Mesoclima, que segundo Novais (2019), fazem parte da sexta hierarquia da classificação climática, também trazem as coordenadas geográficas para a localização geográfica com seus respectivos balanços hídricos registrados na planilha de Sentelhas, referentes aos anos de 1979 a 2013.

O primeiro é o Mesoclima da Serra dos Pireneus, seguido pelo Mesoclima de Morro Agudo e o terceiro apresentado se refere ao Mesoclima do Baixo Curso do Rio das Almas.

4. 2. 7. 1 Mesoclima da Serra dos Pireneus (*TrM'cbr1 – I*)

Este primeiro mesoclima apresentado pertence ao Clima Zonal Quente, Domínio Climático Tropical Ameno, Tipo Climático Central do Brasil e Subtipo Climático Tropical Ameno Semisseco Central do Brasil, Planícies e Superfícies Residuais da Serra dos Pireneus - (*TrM'cbr1*). No balanço hídrico da Serra dos Pireneus a menor temperatura média acontece no mês de junho, e cai abaixo de 18°C (variando de 17,8° a 17,9°C). A precipitação pluviométrica anual mínima de 1.600 e máxima sempre acima de 1.800 mm, sendo os meses de dezembro, janeiro e novembro, os mais chuvosos. O déficit hídrico e a retirada acontecem nos meses de maio e agosto, sendo que em agosto apresenta maior déficit de 62,16mm, em maio acontece maior retirada de água com valor de 39,86mm.

No mês de outubro, começa a reposição hídrica que é de 44,89mm e em novembro chega a 48,83mm. O excedente hídrico vai de novembro a abril, no mês de dezembro a máxima é de 194,06mm, já o mês de abril apresenta máxima de 21,26mm. Essa região localizada a sudeste da bacia é constituída em sua maior parte por solos Neossolos Litólicos cujas características são solos pouco profundos, declives acentuados, com planaltos de savana de aspecto rochoso indicados para preservação da fauna e flora, apresentam baixa fertilidade.

Cotas altimétricas ficam em torno de 1.480m, região do berço da nascente do Rio das Almas. O excedente hídrico é de 640 mm, já o déficit hídrico anual apresentado no balanço é de 185 mm. A seguir, a Figura 30 apresenta o balanço hídrico da Serra dos Pireneus enquanto a Figura 30 indica as características do Mesoclima identificado na Serra dos Pireneus.

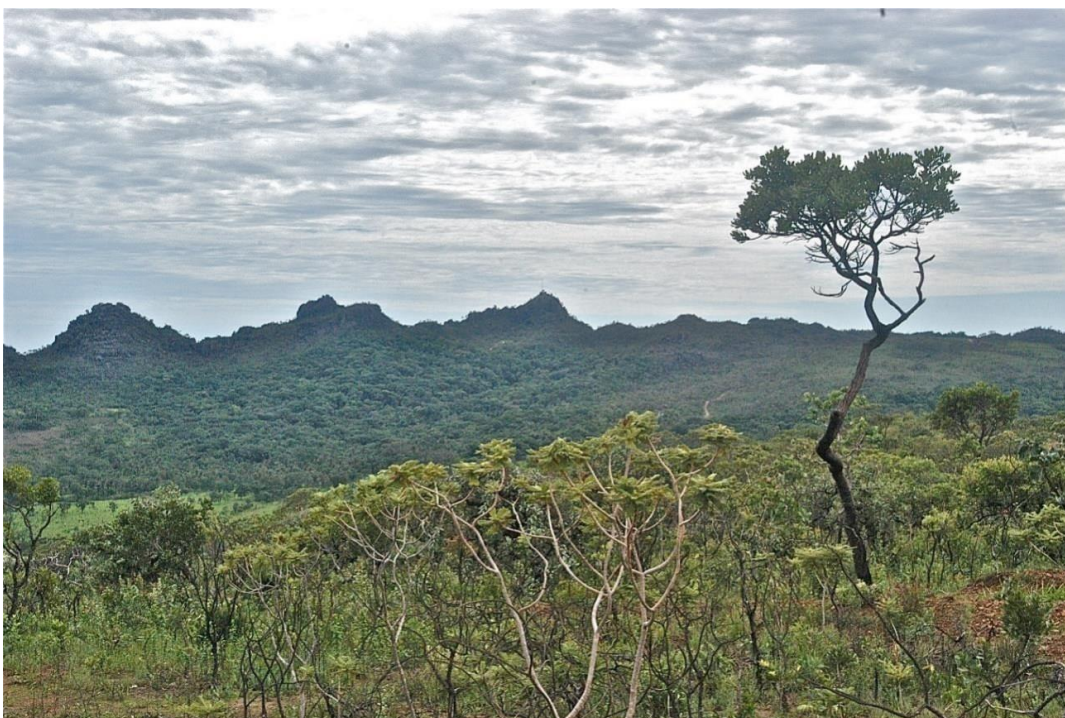
Figura 30 – Balanço Hídrico da Serra dos Pireneus – GO (15, 75S; 48,92W).



Fonte: Sentelhas et al (1998)

O Mesoclima do Parque dos Pireneus recebeu este nome por apresentar, entre outras formas de definição descrita por Novais (2019), o destaque no relevo que é constituído por cotas altimétricas acima de 1000m, apresentado na Figura 31.

Figura 31 – Mesoclima do Parque dos Pireneus



Fonte dos dados: Nevinho, CC BY-SA 3.0. Acesso site para melhor visualização do mapa: <https://mapcarta.com/pt/W332620188>. Acesso em 02/04/2023.

4. 2. 7. 2 Mesoclima de Morro Agudo de Goiás - GO (Tr'cbr1 – I)

Ele possui Clima Zonal Quente, Domínio Climático Tropical, Tipo Climático Tropical

do Brasil e Subtipo Climático Tropical semiúmido Central do Brasil, Complexo Serrano Moinho Dourada (Tr'cbr1). O balanço hídrico deste Mesoclima está detalhado no item específico, na Figura 31, que apresenta o Balanço Hídrico de Morro Agudo, onde a Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMMF) acontece em junho e varia de 18,8° a 25,1°C e sua temperatura média registrada fica em torno de 23°C. A precipitação pluviométrica anual estabelecida é entre 1.630 e 2.145mm, identificada de novembro a abril, sendo que os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março são os meses com mais alta precipitação, assim, a máxima registrada no mês de janeiro foi 303,53mm e mínima em abril com 55,78mm.

O déficit hídrico e a retirada acontecem entre os meses de maio e setembro, sendo agosto o mês de maior deficiência hídrica com 26,64mm, e também o mês de maior retirada com 20,00mm. A reposição acontece nos meses de outubro e novembro, sendo outubro o mês de maior reposição, com 72,94mm. Inserido no Complexo geomorfológico Moinho Dourada, com cotas altimétricas acima de 840m, composto por dois tipos de solos - Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelhos Amarelos com solos voltados principalmente para agricultura e pastagem. Localizado na parte Oeste da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas este mesoclima pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Verde. O excedente hídrico anual é em média, de 1.170 mm, e o déficit hídrico de 541mm ao ano. A Figura 33 apresenta o mesoclima definido também pela constituição do relevo que se destaca na paisagem, devido apresentar cotas altimétricas que ultrapassam 900m.

Figura 32 – Balanço Hídrico de Morro Agudo-GO (15,29S; 49,96W).



Fonte: Sentelhas et al (1998).

Figura 33 – Mesoclima de Morro Agudo de Goiás-GO.



Fonte: Acervo Prefeitura Municipal de Morro Agudo de Goiás, 2023. Acesse o site para ver o mapa: <https://www.prefeiturademorroagudo.go.gov.br/pagina/4-sobre-a-cidade>

4. 2. 7. 3 *Mesoclima do Baixo Curso do Rio das Almas-GO (Tr*cbr9 – I)*

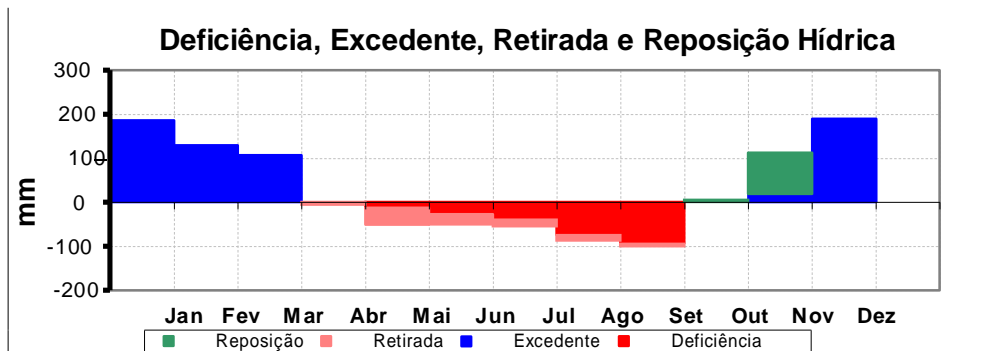
Este terceiro mesoclima está inserido no Clima Zonal Quente, Domínio Climático Tropical, Tipo Climático Central do Brasil e Subtipo Climático Tropical Semissecado Central do Brasil, Superfícies Intermontanas Uruaçu – Ceres (Tr*cbr9), também está detalhado no item referente ao balanço hídrico climatológico. A Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMF) acontece em junho e varia de 18,9° a 28°C, assim, a temperatura média fica em torno de 25°C, a precipitação pluviométrica anual fica entre 1.400 e 1.600mm, registrada durante os meses de novembro a março sendo os meses de dezembro e janeiro os mais chuvosos, a máxima registrada no mês de dezembro apresenta 188,79mm e a mínima registrada no mês de março fica em torno de 106,26mm.

O déficit hídrico e a retirada acontecem entre os meses de abril e setembro, sendo setembro o mês de maior deficiência hídrica com 95,16mm, a maior retirada se deu em maio com 37,80mm. A reposição aconteceu nos meses de outubro e novembro, com um total nestes dois meses de 97,01mm. Localizado a Nordeste, rumo à porção central da bacia, este mesoclima pertence à geomorfologia das Superfícies Intermontanas Uruaçu – Ceres com cotas altimétricas

entre 426 a 565m.

A cobertura vegetal e uso do solo são constituídos principalmente por um misto de pastagem e agricultura, com o plantio de soja e cana de açúcar. Os tipos de solos predominantes são os Latossolos Vermelhos, pertence à bacia hidrográfica Foz Rio das Almas. Com déficit hídrico anual em média de 253mm e o excedente hídrico em torno de 628mm ao ano. A Figura 34 apresenta o Balanço Hídrico do Baixo Curso do Rio das Almas.

Figura 34 – Balanço Hídrico do Baixo Curso do Rio das Almas (14,56S: 49,09W)



Fonte: Sentelhas et al (1998).

A Figura 35 apresenta a paisagem da barragem da Usina Hidrelétrica Lago Serra da Mesa, no município de Uruaçu-GO, localizado a Norte da BHRA, relacionada ao Mesoclima do baixo curso do Rio das Almas, a área pertencente a este mesoclima é composta pelas menores cotas altimétricas que compõem o relevo e suas altitudes não ultrapassam 500 m. Fora definido pela localização do percurso realizado pelo Rio das Almas até o exutório.

Figura 35 – Mesoclima do Baixo Curso do Rio das Almas



Fonte: J. Monteiro Neto.

4. 3 AS CONTRIBUIÇÕES DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE NOVAIS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL E REGIONAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS

A Classificação Climática de Novais, por meio de sua hierarquia e utilização de dados de reanálise, permite delimitar unidades climáticas em regiões onde possua pouca ou nenhuma informação sobre a climatologia (FIALHO E SANTOS, 2022). Como é o caso referente à BHRA, uma área que possui poucas fontes de pesquisa, principalmente nas esferas voltadas à climatologia. Essa classificação contribui de forma favorável para se ter uma melhor análise da geografia climatológica (JARDIM, 2015; MACHADO, 2021).

Através da proposta da Classificação de Novais (2019) para a BHRA, foi possível identificar as divisões hierárquicas desde a Zona Climática (1ª hierarquia), até os Tipos e Subtipos Climáticos (5ª e 6ª hierarquia), e uma vez identificadas, atendem para a melhor compreensão do clima que desde os antepassados já era um fator essencial para organizar as superfícies geográficas. Logo, de acordo com Jesus (2008), o fator clima também poderia ser manipulado pela tecnologia, mas jamais ser dominado.

O clima hoje é considerado um elemento natural estando completamente ligado aos processos econômicos e físicos, fazendo com que o nível de desenvolvimento tecnológico e econômico da sociedade dependa dessa relação clima e organização espacial, e mediante pesquisas sejam avaliadas as propriedades climáticas mais relevantes de cada região (JESUS, 2008).

Para Jesus (2008), a relação entre o meio ambiente e a sociedade é bastante complexa, mas através do clima e seus elementos, esse diagnóstico pode ser modificado através das ações antrópicas, uma vez que é o próprio homem que realiza as atividades que prejudicam o meio em que vive. Desse modo, o conhecimento científico da relação entre superfície-clima se torna essencial para o gerenciamento das atividades (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2002).

O aprimoramento de técnicas para a produção do mapeamento climático tem sido uma preocupação contínua na compreensão da relação entre clima-sociedade, pois os mapas são ferramentas poderosas que apresentam e sintetizam as características de espaço estudado (MACHADO, 2016).

Pelos estudos de Ren et al., (2010), os alemães iniciaram as produções cartográficas climáticas e contribuíram significativamente para a construção de cidades, diminuindo assim muitos problemas relacionados, sobretudo à poluição do ar. A metodologia dos autores estava baseada no mapeamento e diagnóstico de topoclimas, bem como a produção de mapas de estimativas, no intuito de melhorar a qualidade dos ambientes das cidades, metodologia que

fora exportada para diferentes países, e se baseia na produção de mapas matriciais ilustrando diferentes características da superfície, tais como: uso da terra, função dos espaços urbanos, etc.; e mapas relacionados ao clima: temperatura do ar e ventos (MACHADO, 2016).

O limite gráfico das produções cartográficas do estudo de São Paulo foi feito embasado nas análises adquiridas e pelo conhecimento técnico-científico sobre a superfície-atmosfera da região urbana paulista. Logo, os mapas finais desse estudo realizado foram os de Unidades Climáticas Naturais e Unidades Climáticas Urbanas do Município de São Paulo que representam os espaços climáticos naturais. Além disso, são usados para melhor compreensão das interações atmosfera-superfície e para acompanhar a evolução tempo-espaço dos princípios meteorológicos. Através do Oceano Atlântico, altitude e relevo (controles naturais) foram feitas as definições dos mesoclimas e climas locais (TARIFA E ARMANI, 2006).

O mapeamento de unidades climáticas, também realizado em São Paulo, foi da Bacia do Rio Aricanduva, usando dados da superfície (cartas de declividade, exposição de vertente e morfográfica); de controles urbanos (albedo, condutividade térmica e uso da terra); características do clima (temperatura, umidade relativa do ar), uma proposta de Jardim (2015).

Outro exemplo de mapeamento climático que apresentou resultados precisos foram realizados por Assis (2010), com o mapeamento de Belo Horizonte-MG, para criar o Mapa de Unidades Climáticas Naturais e Urbanas do Município. Foi realizado através das informações de controle do clima local e dados similares da estatística dos parâmetros topográficos e meteorológicos, com o objetivo de constatar a influência da morfologia do terreno e cobertura vegetal, conforme os topoclimas e mesoclimas desta área.

As unidades climáticas urbanas foram mapeadas através da sobreposição de camadas que Assis (2010) identificou pela coleta de dados em campo, estes foram dispostos em mapa de uso do solo predominante, mapa de densidade demográfica, modelo digital de elevação (MDL) e mapa de unidades naturais (ASSIS, 2010). Pela análise dos fatores geocológicos da malha urbana, resultados termais e fluido líquido, foi possível identificar as unidades de topo e mesoclima de Belo Horizonte.

Outro exemplo de mapeamento de unidades de topoclima, realizado por Machado (2016), foi da Bacia Hidrográfica do Córrego Estrangulado do Rio das Velhas, sendo elaborado um modelo matemático das unidades, através da metodologia de análise de multicritérios para o mapeamento sistemático das características geocológicas e fatores climáticos locais, com o intuito de diagnosticar os elementos que influenciam esta área.

Usando o espaço geográfico da Bacia do Rio Paraíba, Oliveira (2013) sugeriu realizar o mapeamento de unidades de paisagem. Para este fim, Machado (2016) produziu diferentes

mapas de temperatura, radiação global e precipitação que resumissem as características da superfície, dentre elas, o clima.

Pela criação de pontos amostrais dentro da bacia do Rio Paraíba, foram definidos os valores de um a três cada para cada ponto criado, de acordo com as variáveis dos parâmetros climáticos abordados. Após isso, esses valores foram classificados e interpolados, resultando os limites das unidades climáticas da bacia. Uma metodologia semelhante à utilizada na classificação de Novais (2019) para identificar os meses secos, subtipos climáticos e posteriormente as unidades climáticas da região que se quer estudar.

A bacia hidrográfica é considerada por Tundisi (2003) uma unidade ambiental adequada para o tratamento dos componentes e da dinâmica das inter-relações concernentes ao planejamento e à gestão do desenvolvimento, especialmente no âmbito regional.

A bacia hidrográfica deve ser considerada uma excelente unidade de gestão dos aspectos naturais e sociais, pois permite a execução do planejamento e gestão de forma integradora e holística, considerando sempre os vínculos existentes entre a sociedade e o ambiente. Suas principais funcionalidades são o abastecimento de água para diferentes setores da sociedade, como agropecuária, indústria e para consumo de seres vivos.

Entende-se, assim, a relevância das bacias hidrográficas em relação à delimitação de formas, locais, circulação das águas e preservação das matas ciliares como componentes básicos para o abastecimento de água e o combate à poluição hídrica, definindo-se regiões de intervenção.

A sobreposição em camadas do mapa das unidades climáticas de Novais sobre a Bacia Hidrográfica do Rio das Almas permite um melhor entendimento dos elementos do clima, juntamente com o balanço hídrico e aspectos do relevo (geomorfologia). O mapa interage com a bacia hidrográfica fornecendo as informações de grande importância para os estudos do meio ambiente, pois mostra a entrada e saída de água no sistema solo-planta-atmosfera, permitindo um melhor planejamento, sobretudo no armazenamento hídrico e em projetos de irrigação de culturas, por exemplo.

Os índices da forma de relevo, de temperatura, precipitação e balanço hídricos obtidos, indicam que a BHRA apresenta uma compatibilidade com os dados apresentados pela proposta da Classificação Climática de Novais (2019), e por ser uma bacia importante para a região centro-oeste são necessários estudos para melhor adequar ao uso e ocupação de seus recursos ambientais, assim, esses resultados servirão de base para a aplicação destes recursos.

A junção dos conhecimentos proporcionados pela Classificação Climática de Novais (2019) com outras ciências como Geomorfologia, Geologia, Hidrologia, aplicadas na bacia

hidrográfica é de suma importância para o diagnóstico de técnicas de preservação mais eficientes, pois o conhecimento a cerca das modificações do relevo poderá contribuir para o planejamento que se quer aplicar, uma vez que essas áreas estão localizadas sobre alguma forma de relevo, que estão em constante modificação.

As modificações do volume de chuvas em uma determinada localidade podem ser intensificadas ou reduzidas, conforme as características do seu relevo, que se modifica no tempo e no espaço, mas esse conhecimento conjuntamente às ciências deve sempre prevalecer.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho dissertativo propôs o mapeamento da BHRA, que se encontra no bioma cerrado, na região central do domínio do Cerrado na Mesorregião do Centro Goiano, no Estado de Goiás e a aplicação do sistema de Classificação Climática de Novais, (2019). Classificação que segue uma hierarquia, dividida em: (1^a) Zona Climática, (2^a) Clima Zonal, (3^a) Domínio Climático, (4^a) Subdomínio Climático, (5^a) Tipo Climático e (6^a) Subtipo Climático e (7^a) Mesoclima. As temperaturas médias mensais do ar e as precipitações pluviométricas médias mensais foram adquiridas através de dados de reanálise com resolução espacial de 1km², fornecida pelo algoritmo CHELSA, no período de 1979 a 2013, um período de trinta e quatro (34) anos de pesquisa.

Pela classificação climática adotada, a BHRA está inserida totalmente dentro da Zona Climática Quente, visto que possui dois Climas Zonais (um Tórrido ao norte, e um Quente ao sul da bacia). Foram identificados dois Domínios Climáticos: Tropical e Tropical Ameno, identificados a sudeste onde se localiza a Serra dos Pireneus. Esses Domínios apresentaram dois Subdomínios climáticos, levando em conta a quantidade de meses secos: um semiúmido, com quatro a cinco meses secos, e outro semiseco, com seis a sete meses secos.

A metodologia para determinação de mês seco consiste na diferença entre a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração potencial (P-ETP), um dos principais elementos do Balanço Hídrico Climatológico Normal de Thornthwaite. Os dados de reanálise do CHELSA foram fundamentais para a espacialização dos dados climáticos, pois sua resolução espacial original em 1km², possibilita uma análise detalhada dos elementos climáticos utilizados na classificação.

A BHRA localiza-se no Tipo Climático Central do Brasil, possuindo vinte Subtipos Climáticos, destes, onze são de Subtipos Climáticos Semiúmido e nove de Subtipos Climáticos Semiseco. Os Mesoclimas foram escolhidos em três pontos estratégicos dentro da área da bacia, sendo: Mesoclima do Baixo Curso do Rio das Almas, localizado a norte; Mesoclima de Morro Agudo localizado a oeste e Mesoclima da Serra dos Pireneus, este, localizado a sudeste, composto pelas maiores cotas altimétricas.

As temperaturas médias do ar nas regiões que são compostas pelas mais altas cotas altimétricas (acima de 700m) e que estão localizadas nas extremidades da bacia, principalmente na porção oeste, leste e sul, apresentam as temperaturas mais frias, pois recebem mais precipitação, ajudando a regular as temperaturas. Assim, essas zonas ajudam a “rebater” a

umidade que provém de outras áreas, logo impedem a passagem de umidade das chuvas para o interior da bacia, desse modo, a parte central da bacia apresenta sempre clima mais seco e quente quase o ano todo.

As cotas altimétricas inferiores a 600m da bacia e localizadas na porção centro-norte, compostas pela unidade geomorfológica Superfícies Intermontanas Uruaçu-Ceres, significativamente, recebem menores quantidades de chuvas, e apresentam temperaturas superior a 27°C nos meses de setembro e outubro, principalmente no baixo curso do rio das Almas, pois o relevo das extremidades e a retirada da vegetação nativa contribuem para o aumento das temperaturas.

Dezembro e janeiro são os meses de maiores precipitações, por toda a bacia hidrográfica, sempre superiores a 250 mm, já em fevereiro começa a diminuir essa precipitação chegando até o mês de junho que é o mês com menor valor de precipitação (< 10 mm). A partir de agosto, a sudeste, a bacia já começa a receber precipitação pela passagem das massas de ar, com mínima de 10 e máxima de 50mm, em setembro essa precipitação também já apresenta um pequeno aumento, mínima de 10mm com máximas de 100mm, em outubro a precipitação mínima é de 50 e a máxima chega a 200mm, enquanto no mês de novembro a precipitação mínima parte de 150 e a precipitação máxima já ultrapassa os 250mm.

A realização de uma análise ambiental através da aplicação da Classificação Climática de Novais (2019), na bacia hidrográfica do Rio das Almas (BHRA), localizada dentro do Bioma Cerrado, visou conhecer os climas predominantes da região e seu balanço hídrico, através dos dados de temperatura e precipitação coletados pelo algoritmo CHELSA land, tif.

Portanto, constata-se por meio deste estudo que, o algoritmo CHELSA é uma importante ferramenta desenvolvida para acompanhar o comportamento climático não só da região em estudo, mas de todas as partes do mundo em que for aplicada essa tecnologia. É de suma importância a necessidade de mais estudos sobre as particularidades climáticas, pois estes podem auxiliar na implementação de medidas que atendam às particularidades de cada local, e sejam adequadas com a realidade climática.

Neste contexto, as unidades climáticas desenvolvidas por Köppen, Strahler e Thornwhaitee outras unidades citadas, quer consideradas clássicas ou não, desde suas criações até a contemporaneidade, foram e continuam sendo de real importância para os estudos do clima. Mas toda a complexidade mundial e a demanda de um aprofundamento na compreensão dos fenômenos climáticos nos desafiam na busca por saberes que proporcionem entendimento das relações natureza e sociedade como unidades contraditórias, mas que se completam. Proporciona ainda o avanço nas linguagens geográficas na busca por explorar e compreender

as formas de representar geograficamente as dimensões de conceito, teoria e método.

Os testes realizados por Novais e Brito (2017), visaram aplicar essa classificação levando-se em conta os pontos e as limitações do sistema que possui seus méritos próprios, mas continua em constante evolução, para tornar cada vez mais eficaz o estudo desta classificação. Esta classificação climática se mostrou mais detalhada em relação a outros modelos utilizados no país, apresentando uma localização mais precisa da unidade climática, percebida em planaltos, planícies e depressões do relevo. Um resultado importante para a aplicação em projetos de planejamento ambientais e regionais que atendam ao Bioma Cerrado, onde está inserida a área de estudo.

Ignorar as constantes mudanças históricas de uso desregrado do Bioma Cerrado por ações antrópicas na área de estudo e suas variações climáticas, implica em alterar as relações de causase efeitos do ciclo natural de toda espécie de vida e das águas, alterando assim as características físicas de uma bacia hidrográfica, que num tempo não tão distante tende a provocar inúmeros problemas ambientais. Logo, estudar esses comportamentos é condição básica para planejar ações positivas para a produção e preservação de toda sua vida, principalmente das suas águas.

Compreende-se que a bacia hidrográfica se trata de uma área de conflitos e impactos sociais, além de seus limites físicos naturais. De tal modo, destaca-se que essas ações direcionadas às questões hídricas principalmente nas bacias hidrográficas necessitam de observação e planejamento para serem utilizadas como unidade de planejamento, sejam elas positivas ou negativas, mas sim, no sentido de reformular proposições de ações voltadas a gestão hídrica.

Considerar as variáveis físicas e geológicas (vegetação, relevo, clima, ecossistemas, geomorfologia, geologia, etc), no estudo das bacias hidrográficas, bem como os fatores geoespaciais (organização, uso, ocupação) que são introduzidos na unidade de planejamento, tornará possível a integração dos fenômenos contribuindo para a realização de procedimentos que sejam efetivos, racionais, produtivos e não destruidores.

REFERÊNCIAS

- ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. **Análise freqüencial da precipitação pluviométrica.** In: Assad, E. D. coord. **Chuvvas nos Cerrados: análise e espacialização.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Brasília: EMBRAPA-CPAC: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 25-42.
- ASSIS, W. L. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva tempo-espacial.** 2010, 299 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.
- AYOADE J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos.** São Paulo: Difel, 2010.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1986.
- BALLING, R.C. **Classification in climatology.** In: GAILE, G. L. AND WILLMOTT, C.J. (Ed). *Spatial statistics and models.* Hingham, MA: D. Reidel Publishing, 1984. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3048-8_5.
- BARBALHO, M.G.S. **Avaliação dos efeitos do desmatamento nos solos e nos recursos hídricos na bacia do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).** Relatório de Pós-Doutorado PROCAD/CAPES - Novas Fronteiras no Oeste: Relação entre sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013). UNB/CDS, 2017.
- BARRY, R.G; CHORLEY, R.J. **Atmosfera, tempo e clima.** 9.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- BASTOS, C. C & FERREIRA, N. J. 2000. **Análise climatológica da alta subtropical do Atlântico Sul.** CEP, 12220 (110): 973-990.
- BJERKNES, J. e SOLBERG, H. **Life cycle of cyclones and the Polar Front Theory of Atmospheric Circulation.** Geophysisks Publikationer, n. 1, v. 3, p. 3-18, 1922.
- BLUE, B.; BRIERLEY, G. J; HOOKE, J. **Emerging Geomorphic Approaches to Guide River Management Practices.** *Geomorphology*, n. 251, 2015.
- BORSATO, V. A.; MENDONCA, F. A. **A Participação dos sistemas atmosféricos na estação do Inverno de 2012 no Centro Sul do Brasil.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 15., 2013, Vitória-ES. Anais... Vitória-ES: UFES, 2013. p. 336-344.
- BRASIL, IBGE. **Banco de Dados de Informações Ambientais.** Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>. Acesso em 09 de out. 2022.
- BRASIL, IBGE. **Banco de Dados de Informações Ambientais.** Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>. Acesso em 12 de dez. 2022.
- BROOKS, C.E.P.C. Classification of Climate. **Meteorological Magazine**, 77, 97-101, 1984.

BURGOS, J.J. 1958. **Agroclimatic classifications and representations: report of the applications value of climatic and agroclimatic classifications for agricultural purposes.** Varsovia: WMO, Commission for Agricultural Meteorology, 1958 (CagM II/Doc. 18).

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. **Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial.** Bragantia: Campinas, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052000000200002>. Acesso em 11/08/2022.

CAMPUS, A. B. de. et al. **análise fazer comportamento espacial e temporal das temperaturas e pluviosidades no Estado de Goiás.** In: ALMEIDA, M. G. de (Org.). *Abordagens Geográficas de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade.* Goiânia:IESA, 2002. 260 p

CASTRO, W. J.; LEMKE-DE-CASTRO, M. L.; LIMA, J. O.; OLIVEIRA, L. F. C.; RODRIGUES, C.; FIGUEIREDO, C. C. **Erodibilidade de Solos do Cerrado Goiano.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente – RAMA, v.4, n.2, ISSN 2176-9168 *online*. Maringá (PR), 2011, p.305- 320. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/1656>. Acesso em: 4 fev. 2022.

CAVALCANTI, I.F.A. [et al]. **Tempo e clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009. Acesso em: 04 mar. 2023.

CHANG, J. 1959. **Uma avaliação da classificação Thornthwaite de 1978.** In: Anais da Associação de Geógrafos Americanos. 49p.

CHRISTOPHERSON, Antônio. **Geomorfologia.** São Paulo, Edgard Blücher, 2ª edição, 1980

COSTA, A. H. G. COSTA, Luis Ricardo Fernandes. **Dinâmica Climática e Impactos das precipitações na vazão do Rio São Francisco no Município de Pirapora – Norte de Minas Gerais.** Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. Revista Cerrados (UNIMONTES), vol 18, nº. 01. 2020. Acesso em 08.fev.2020

CUNNINGHAM, C. C.; CAVALCANTE, I. F. A. Intraseasonal modes of variability affecting the South Atlantic Convergence Zone. **International Journal of Climatology**, v. 26, p. 1.165-1.180, 2006.

EL TOM, Margot Anthonu. Climatic Clasification: An review. **Arts Magazine**, 2003.

ELY D.F. **Teoria e método da climatologia geográfica brasileira:** uma abordagem sobre seus discursos e práticas. 2006. 208 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/105091>. Acesso em 10.out.2022.

ELY. D.F.ROLLER, Duane W. Eratosthenes’ **Geography: fragments collected and translated, with commentary and additional material.** 2010: Princeton University Press. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de

Solos:3a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. Acesso em: maio de 2022.

FIALHO, E. S., SANTOS, L. G. F. A Climatologia Urbana e o Uso do Sensoriamento Remoto: Um Estudo de Caso em uma Cidade de Pequeno Porte em Clima Tropical de Altitude. **Revista Geografia**, Rio Claro-SP v. 46. 28p. Disponível: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/16047>>. Acesso: 10 dez. 2022.

FAISSOL, S. **O Mato Grosso de Goiás**. Rio de Janeiro: IBGE, 1952.

FONSECA, C. A. B. **Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas, no Estado de Goiás**. Trabalho apresentado como atividade da disciplina de Hidrologia, pelo Programa de Pós- Graduação em Geografia/ UFPB. João Pessoa (PB), 2017.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS. **Parquegerador**. Disponível em:<<http://www.furnas.com.br/portug/institucional/sistema.htm>. 2019. Acesso em 18/ago, 2022.

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

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

HELPERICH, G. **O Cosmos de Humboldt: Alexander von Humboldt e a viagem à América Latina que mudou a forma que vemos o mundo**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005. <https://www.estadao.com.br/economia/rodovia-do-medo-br-153>. Acesso em 13/02/2023

https://qgis.org/pt_BR/site/about/index.html. Acesso em 08.fev.2023

HUMBOLDT A. Von. 1804. **Idéias para uma geografia das plantas junto com uma pinturada natureza dos países tropicais**. Tübingen e Paris, 182p. (edição revista do 'Essai').

HUMBOLDT, A. **Cosmos. Ensayo de una descripción física del mundo**. Tomo I. Bélgica: Eduardo Perié, 1875.

JARDIM, C. H. **Aspectos Multiescalares e Sistêmicos da Análise Climatológica**. Geografias, p. 40-52, 2015.

JESUS, E. F. R. Algumas reflexões teórico-conceituais na climatologia geográfica em mesoescala: uma proposta de investigação. **Geotextos (UFBA)**, v. 4, p. 165-187, 2008.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 1948. 479p

KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate**. Gebr, Borntraeger, 1936. KÖPPEN W.; GEIGER, R. (editores). **Handbuch der Klimatologie** : Berlin, 1961.

KOUSKY, V. E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American

sector. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 3, p. 217-231, 1988.

LIEBMANN, B., KILADIS, G. N., VERA, C. S., SAULO, A. C., CARVALHO, L. M.
V. Subseasonal variations of rainfall in South America in the vicinity of the low-level jet east of the Andes and comparison to those in the South Atlantic convergence zone.
J.Climate, 17, 3829–3842. 2004. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<3829:SVORIS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<3829:SVORIS>2.0.CO;2)

LEVIGHIN, S. C.; VIADANA, A. G. Perfis Geoecológicos como técnica para os estudos das condições ambientais. **Sociedade & Natureza**, v.14/15, p.5-14, 2002/2003.

LYDOLPH, P. E.. **The climate of the earth. (O Clima da Terra)**, Totowa, Rowman & Allanheld, New Jersey, 1985.

MACHADO, L. A. **Impactos da verticalização e adensamento das edificações em topoclimas e mesoclimas na porção norte do município de Nova Lima (MG)**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Minas Gerais, 2016. 188p.

MAPBIOMAS. (2020). Disponível em: <https://mapbiomas.org/>.

MAMEDE, L.; NASCIMENTO, M.A.L.S. do; FRANCO, M do S. **Geomorfologia. In: PROJETO RADAMBRASIL**. Folha SD.22 Goiás. Rio de Janeiro (RJ), 1981 (Levantamento de Recursos naturais, 25).

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. 1 ed. São Paulo. Ed. Oficina de Textos, 2007. 2002

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1971. 21 p (Série Climatologia nº 1).

MONTEIRO, C. A. de F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo – estudo geográfico sob forma de altas**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia 1973

MONTEIRO, C. A. de F. **A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil (Contribuição Metodológica à Análise Rítmica dos Tipos do Tempo no Brasil)**. São Paulo, Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1969. 68p.(Série Teses e Monografias nº 1).

MONTEIRO C. A. de F. Sobre um índice de Participação das Massas de Ar e suas Possibilidades de Aplicação à Classificação Climática. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 61, 1964.

MORAES, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. São Paulo: Hucitec. 1983 Acesso em: 20fev. 2023.

MORIZE, Henrique. **Contribuição ao estudo do clima do Brasil**. Imprensa Nacional, Universidade de Michigan, 1972.116.

NASCIMENTO, D. T. F. **Chuvvas no estado de Goiás e no Distrito Federal a partir de estimativas por satélite e circulação atmosférica**. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

NASCIMENTO, D. T. NOVAIS, G. T. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Élisée – Revista de Geografia da UEG**, v. 9, n. 2, Seção Especial Território Cerrado, 2020.

NASCIMENTO, M. A. L. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia: UFG, vol.12, n.1, 1991.

NIMER, E. Ensaio de um novo método de classificação climática: contribuição à climatologia intertropical e subtropical, especialmente do Brasil. **Boletim de Geografia**. RJ. 1972.

NOVAIS, G. T. Classificação climática aplicada ao Estado de Goiás e ao Distrito Federal, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 40: e 62297, 2020.

NOVAIS, G.T. BRITO, J.L.S. Unidades climáticas do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba- MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.23, jul/dez 2017. <https://doi.org/10.5380/abclima.v23i0.58520>

NOVAIS, G.T.; BRITO, J.L.S.; SANCHES, F.O. Unidades climáticas do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.23, jul/dez 2018. <https://doi.org/10.5380/abclima.v23i0.58520> de Geografia, Goiânia, v. 40, n. 01, p. 1–29, 2020. <https://doi.org/10.5216/bgg.v40.62297>

NOVAIS, G. T., FARIAS, S. E. M. de. Caracterização climática do Cerrado. In: NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira. MARTINS, Alécio Perini, (Org.) **Climatologia do Cerrado: variabilidades, suscetibilidades e mudanças climáticas no contexto do Cerrado brasileiro**. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2021.

NOVAIS, G.T. Unidades climáticas do município de Uberlândia (MG). **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa-MG, v. 21, n. 1. 18p., 2021c.

OLIVEIRA, F. de **INMET: 100 anos de meteorologia no Brasil – 1909-2009**. Brasília, DF: INMET, 2009.

OLIVEIRA, F de. **Sistematização de uma experiência agroecológica no cerrado brasileiro: subsídios para o planejamento de unidades produtivas de bases ecológicas**. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013. Acesso em 10.jan. 2022

PALHARES, J. C. P. **Consumo de água na produção animal**. EMBRAPA - Comunicado Técnico 102 - ISSN 1981-206X. São Carlos (SP), 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/92401/1/PROCIJCPP2013.00165.pdf>. Acesso em: 21 jun 2022.

PÊCHEUX, M. **O discurso: estrutura ou acontecimento**. Tradução Eni Pulcinelli Orlandi. Campinas: Pontes, 1990.

PÉDELABORDE, Pierre. **Introduction à l'étude scientifique du climat**. Paris: SEDES, 1970.

PNUD - **Ranking decrescente do IDH-M dos municípios do Brasil**. (PDF) Atlas do Desenvolvimento Humano. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento 2010. Acesso em 10 de ago de 2022.

PORTELA, G. L. **Pesquisa quantitativa ou qualitativa? Eis a questão**. Feira de Santana-BA. Universidade Estadual de Feira de Santana, 2004. Disponível em: <https://www.girleneportela.com.br/verArtigo.php?idArtigo=18>.

QUADRO, M. F. L. **Estudo de Episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 97 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Meteorologia, São José dos Campos, SP, 1994

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRISSE T.; DA ROCHA R. P. Entendendo o tema e o clima na América do Sul. **Terra e Didática**, v. 8, n. 1, 2012.

Ren, F., Zhang, L., Jiang, J. et al. **A sinalização do hip regula a localização e a atividade nuclear de Yorkie por meio de mecanismos dependentes e independentes** 14-3-3. *Dev. Biol.*, v. 33, n. 2, p. 303-312, 2010. Acesso em 22 de mar. 2022

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora. Planaltina (DF): EMBRAPA-CERRADOS**, 1998, p.89-166.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**, v. 2. Brasília (DF): EMBRAPA-CERRADOS, 2008. 876 p.

SANT'ANNA NETO, João L. **O clima como fenômeno geográfico: algumas questões teóricas e o estado da arte da climatologia geográfica brasileira**. Apontamentos, Maringá, n. 80, 2013.

SANTOS, T. R. A., Classificação Climática de Köppen Geiger. **Revista Infoescola**. 2018 <https://www.infoescola.com/geografia/classificacao-climatica-de-koppen-geiger/>. Acesso em 03/04/23.

SAR - **Sistema de Acompanhamento de Reservatórios**, 2017. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin?dropDownListEstados=10&dropDownListReservatorio=19128&dataInicial=01%2F01%2F1991&dataFinal=31%2F12%2F2017&button=Buscar>. Acesso em: 18 agos. 2022.

SCHIMITT, A., MOREIRA, C.R., 2015. Manejo e gestão de bacia hidrográfica utilizando o software Quantum-GIS. **Revista Cultivando o Saber Edição Especial**, v. 01, p. 125-137, 2015.

SEGPLAN-IMB. Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento. **Anuário Estatístico do Estado de Goiás - 2016**. Goiânia (GO): Instituto Mauro Borges de estatísticas e estudos socioeconômicos (IMB), 2016. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/> - Acesso em: 26jan. 2021.

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

SERRA, A.; RATABONNA, L. **As massas de ar na América do Sul. Rio de Janeiro:** Serviço de Meteorologia, Ministério da Agricultura, 1942.

SETTE, D. M. Os climas do Cerrado do Centro-Oeste. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 29-42, dez. 2005.

SILVA, A. A; MIZIARA, F. Avanço da fronteira do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 41, n. 3, p. 399- 407 jul/set, 2011, Universidade Federal de Goiás, Goiás.

SOARES, Pereira, GONÇALVES L.,E e Silva, K. L. (2021). **Das bases gregas aos fundamentos em Climatologia Geográfica. PENSAR GEOGRAFIA**, 4(2), 119–129. <https://doi.org/10.26704/pgeo.v4i2.2797>. Acessado em 10/03/2023.

SORRE, Max. **Les Fondements de la Géographie Humaine.** Tome Premier: Lesfondaments biologiques. Paris: Armand. Colin, 1951.

STRAHLER, A N. **Geografia Física.** Barcelona: Ediciones Omega, 1969. 767 p.

STRAHLER, A.H.; STRAHLER, A.N. 2005. **Physical Geography: Science and systems of the Environment.** Wiley, New York. 794 p.

TARIFA J.R, ARMANI G. **Os climas “naturais”.** In: Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática. São Paulo: FFLCH-USP; 2006.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. **Unidades climáticas da cidade de São Paulo: 1ª aproximação.** Atlas Ambiental do Município de São Paulo, Fase I: Diagnósticos e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no município de São Paulo. Universidade Federal de São Paulo - USP, 2000.

TERASSI, P.M.B.; SILVEIRA, H. Aplicação de sistemas de classificação climática para a bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR. **Revista Formação**, Volume 1, Número 20, p. 111-128, Presidente Prudente, 2013.

THORNTHWAITE, C. W. The climates of North according to a new classification. **The Geographical Review**, p. 633-655, oct. 1931. Acesso em 12 de jan. de 2023.

THORNTHWAITE, C.W.; WILM, H.G. **Report of the Committee on evapotranspiration and transpiration**, 1943-1944. Washington, D.C.: Transactions of the American Geophysical Union, p.686-693, 1944.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v. 38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **O balanço hídrico.** Publicações em Climatologia.

Nova Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.

TUNDISI, José Galizia. *In: Água no século XXI:enfrentando a escassez.* p. 248-248, 2003.

TURNER M.G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematic**, n. 20: p. 171-197, 1989.

VITTE, A. C; SILVEIRA, Roberison Wittgeinstein Dias da. **Natureza em Alexandervon Humboldt**: entre a ontologia e o empirismo. Mercator –volume 9, número 20, set. /dez., 2010.