

## CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E SUA INFLUÊNCIA NA BIODIVERSIDADE DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

**Rafael Fausto de Lima,**  
Instituto Federal do Mato Grosso do Sul (IFMS),  
rafael.lima2@estudante.ifms.edu.br

**Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido,**  
Instituto Federal do Mato Grosso do Sul (IFMS),  
lucas.aparecido@ifms.edu.br

### RESUMO

O objetivo do estudo foi classificar o clima da região Centro-Oeste do Brasil através do sistema de Thornthwaite (1948) e verificar sua influência na variabilidade da biodiversidade. Foi utilizada uma série histórica de 30 anos (1989-2019) de dados climáticos para a região Centro-Oeste do Brasil, obtidos através da plataforma *National Aeronautics and Space Administration/Prediction of Worldwide Energy Resources* – (NASA/POWER). A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Camargo (1971), o balanço hídrico climatológico (BHC) foi calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando CAD de 100 mm. A classificação climática foi realizada pelo sistema de Thornthwaite (1948), utilizando a necessidade hídrica da planta para caracterizar um local. A região Centro-oeste apresenta Temperatura média de 24,78 °C ( $\pm 1,30$ ) e precipitação anual de 1470 mm ( $\pm 182$ ). O tipo climático predominante na região foi o B1 (úmido) com 33,50% e a classe climática de maior ocorrência foi a B1wB'4a' em 20,42% do território. Os biomas predominantes na região foram Amazônia, cerrado, mata atlântica e pantanal, com maior ocorrência das classes B2wB'4a', B1wB'4a', B1rA'a' e C1dA'a' respectivamente. O sistema de Thornthwaite (1948) demonstrou grande sensibilidade em determinar zonas climáticas.

**Palavras-chave:** Classificação climática; Agrometeorologia; Balanço Hídrico.

### 1 INTRODUÇÃO

O clima é definido como a média das condições atmosféricas que caracterizam uma região e influenciam fortemente ecossistemas (JYLHÄ et al., 2010; ROLIM e APARECIDO, 2016), utilizando dados aferidos por um período mínimo de 30 anos (AYOADE, 2010), através do registro de equipamentos confiáveis como estações meteorológicas, radares e satélites (MCMILLAN, KRUEGER, FREER., 2012; KRAJEWSKI, VILLARINI, SMITH, 2010; VILLARINI e KRAJEWSKI, 2010; MCKEE e BINNS, 2016; CONTRACTOR et al., 2020).

A classificação climática surge da necessidade de sintetizar e agrupar elementos climáticos similares em tipos climáticos, mapeando regiões climáticas (TAPIADOR, 2019). Os sistemas de classificação climática (SCC) fornecem métodos estatísticos eficientes para capturar e obter informações climáticas (BAKER et al., 2010), gerando um arranjo eficiente de

informações de uma forma simplificada e generalizada (AYOADE, 2010). Os sistemas de classificação climática mais utilizados são de Flohn (1950), Camargo (1991), Holdridge (1967), Köppen-Geiger (1928) e Thornthwaite (1948) (MENGATO, 2015), sendo o sistema de Thornthwaite (1948) mais utilizado devido sua maior sensibilidade em determinar zonas climáticas através do uso de elementos do extrato do balanço hídrico climatológico da região, definindo um clima seco ou úmido de acordo com a necessidade hídrica da planta (MARTINS, et al., 2018).

No Brasil, Passos, Souza Mendes (2018) estimaram o balanço hídrico climático e a classificação do clima do município de Turiaçu-MA através do método de Thornthwaite, obtendo como resultado uma delimitação da classe climática tipo úmida, seguindo a linha de alterações climáticas Junior et al. (2018) utilizou o SCC de Thornthwaite para validar cenários de mudanças climáticas no Brasil com base no IPCC-AR5, destacando um aumento de áreas com climas mais áridos para as regiões Norte e Centro-Oeste, enquanto a região Sul aponta para um aumento da área coberta por climas úmidos.

Os biomas brasileiros constituem importantes centros de biodiversidade pela combinação de altos níveis de riqueza de espécies de animais e plantas, como os predominantemente florestais Amazônia e Mata Atlântica, (MACHADO, 2016; ALEIXO, 2010), alagados como o caso do Pantanal (CARDOSO e MARCUZZO, 2010), e o cerrado no qual possui cerca de 12.356 espécies de plantas (RESENDE e GUIMARÃES, 2007). O bioma cerrado se destaca ainda pela fácil remoção de sua cobertura vegetal para o cultivo de lavouras agrícolas afetando a biodiversidade local (SCARIOT, SOUSA-SILVA, FELFILI, 2005).

Há poucos trabalhos que utilizam sistemas de classificação climáticas para caracterizar o clima do território brasileiro. Assim, o objetivo deste trabalho é classificar o clima da região Centro-Oeste do Brasil utilizando o Sistema de Thornthwaite (1948) e verificar sua influência na variabilidade da biodiversidade.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

O conhecimento das condições climáticas de uma região é crucial para o seu desenvolvimento agrícola, compreendendo o desenvolvimento de culturas e auxiliando na adoção de técnicas de irrigação, bem como seu manejo e operacionalização (JÚNIOR et al., 2012).

Para Vianello e Alves (2000), as inúmeras variações no clima de um lugar para outro,

determinado por diferentes combinações dos processos atmosféricos produzem uma correspondente grande número de tipos climáticos, uma certa área da superfície da Terra na qual os efeitos combinados de vários fatores resultam em um conjunto aproximadamente homogêneo condições climáticas é referida como uma região climática. Soares, Batista e Tetto (2015) afirmam que o clima é resultante da interação dos elementos meteorológicos, como temperatura, radiação solar, precipitação, vento, umidade atmosférica e também dos fatores e variações macro climáticas, como a intensidade da radiação solar sobre a Terra e sua variação com a latitude; a proporção entre continentes e oceanos.

Para Aleixo et al., (2010) as mudanças climáticas constituem um fator de ameaça à biodiversidade dos biomas brasileiros, com especial ênfase para aqueles predominantemente florestais e com maior riqueza de espécies e endemismo: a Amazônia e a Mata Atlântica. De acordo com Zanirato e Chaves (2019) o pantanal caracteriza-se como uma grande área úmida localizada entre o Brasil, Paraguai e Argentina constituindo-se de uma enorme diversidade de animais e plantas.

O bioma Amazônia ocupa cerca de 49,29% do território brasileiro, sendo situado predominantemente na Região Norte abrangendo os estados do Pará, Amazonas, Amapá, Acre, Rondônia, Tocantins e Roraima, considerado assim, o maior bioma do Brasil, com predomínio de florestas densas e terra firme, florestas de igapó, várzea, savana, refúgios montanhosos e formações pioneiras. (SOUZA e LIMA, 2019)

O bioma Cerrado brasileiro está distribuído, principalmente, pelo Planalto Central, e ocorre nos estados de Goiás, Distrito Federal, ocupando parte dos estados da Bahia, Tocantins, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí e São Paulo, ocorrendo também em áreas periféricas ou *ecótonos*, que são regiões de transição com os biomas Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga (CONCEIÇÃO e ARAGAO, 2010)

O bioma Mata Atlântica é considerado Patrimônio Nacional composta por diversas fitofisionomias e ecossistemas associados, está entre as cinco regiões do planeta de maior prioridade para a conservação da biodiversidade (MARMONTEL, 2013).

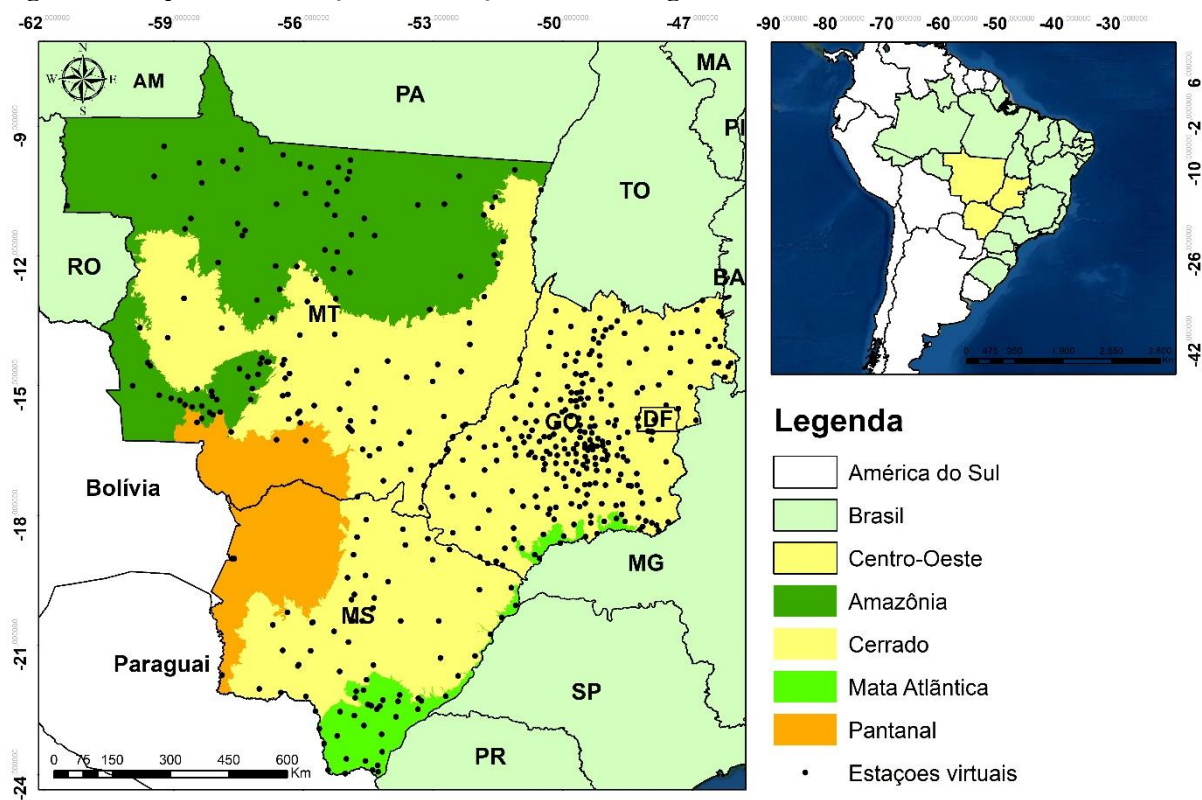
### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1. REGIÃO DE ESTUDO E DADOS

O trabalho foi realizado na região Centro-Oeste do Brasil (Figura 1). A região Centro-

Oeste é composta pelos Estados de Goiás (GO), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS) e o Distrito Federal (DF), é a segunda maior do Brasil em extensão territorial, e a menos populosa (SILVA, SILVA, COUTO, 2018), e também a maior região exportadora de grãos do Brasil onde possui uma participação de aproximadamente 10% no produto interno bruto (PIB) do Brasil (MIRAGAYA, 2014; CONAB, 2020), produzindo principalmente as culturas milho, soja e algodão (CASTRO, 2014; BARRETO et al., 2016). As condições edafoclimáticas da região favorecem o desenvolvimento agropecuário na região (BARBOSA e SHIKIDA, 2019). O Centro-Oeste apresenta predomínio de quatro biomas, Amazônico, Mata atlântica, Pantanal e Cerrado (COUTINHO, 2016). O bioma Cerrado ocupa a maior área do Centro-Oeste, corresponde a 56,62% do território da região.

**Figura 1. Mapa de localização das estações meteorológicas no Centro-Oeste do Brasil.**



Fonte: Autores

### 3.2. DADOS CLIMÁTICOS

Para contemplar toda a região Centro-Oeste do Brasil foram coletados dados climáticos para os 467 municípios localizados nessa região. Os elementos climáticos coletados foram temperaturas média ( $T_m$ ), máxima ( $T_{max}$ ) e mínima ( $T_{min}$ ) do ar ( $^{\circ}C$ ), e precipitação pluvial ( $P$ , mm) em escala diária do período de 1989-2019. Os dados foram obtidos pela plataforma

National Aeronautics and Space Administration/Prediction of Worldwide Energy Resources - NASA/POWER (STACKHOUSE, 2015). Esta plataforma de dados fornece informações meteorológicas em *grids* com resolução espacial de 1° (latitude-longitude).

### 3.3. CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

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

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

em que  $Q_0$  (mm dia) é a radiação solar extraterrestre diária expressa em equivalente de evaporação, no período considerado,  $T$  (°C) é a temperatura média do ar durante o período;  $F$  é o fator de ajuste que varia com a temperatura média anual do local (para  $T_m$  até 23 °C,  $F = 0,01$ ;  $T_m = 24$  °C,  $F = 0,0105$ ;  $T_m = 25$  °C,  $F = 0,011$ ;  $T_m = 26$  °C,  $F = 0,0115$ ;  $T_m > 260$  C,  $F = 0,012$ ); e  $ND$  é o número de dias do período.

### 3.4. O BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi gerado para todas as localidades estudadas segundo a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955) (Equações 2-7), utilizado uma capacidade de água disponível no solo igual 100 mm, sendo mais indicada para caracterização climática (RODRIGUES et al., 2018).

$$\text{If } (P - ETP)_i < 0 = \begin{cases} NAC_i = NAC_{i-1} + (P - ETP)_i \\ SWS = AWC e^{\frac{(NAC)_i}{AWC}} \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{If } (P - ETP)_i \geq 0 = \begin{cases} NAC_i = AWC \ln \frac{SWS_i}{AWC} \\ SWS = (P - ETP)_i + SWS_{i-1} \end{cases} \quad (3)$$

$$ALT_i = SWS_i - SWS_{i-1} \quad (4)$$

$$ETR_i = \begin{cases} P + |ALT_i|, & \text{if } ALT < 0 \\ ETP_i, & \text{if } ALT \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$DEF = ETP - ETR \quad (6)$$

$$EXC_i = \begin{cases} 0, & \text{if } AWC < 0 \\ (P - ETP)_i - ALT_i & \text{if } AWC = 0 \end{cases} \quad (7)$$

onde ETP é a evapotranspiração potencial (mm), AWC capacidade de água disponível no solo (mm), SWS é o armazenamento de água no solo (mm), NAC é o negativo acumulado, ou seja, precipitação acumulada menos evapotranspiração potencial, P é o precipitação (mm), DEF é o déficit de água no sistema solo-planta-atmosfera (mm), ETR é a evapotranspiração real (mm), EXC é o excedente de água do sistema solo-planta-atmosfera (mm), ALT é o armazenamento de água no solo para o mês atual menos o armazenamento de água no solo para o mês anterior (mm) e  $i$  é o período mensal.

### 3.5. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE (1948)

Na classificação proposta por Thornthwaite (TH) a planta é vista como um meio capaz de retirar umidade do solo e transferir para o sistema atmosférico através de processos fisiológico (ELGUINDI, 2014). Para o SCC de TH são empregados valores de referência ao extrato do balanço hídrico climatológico (BHC), utilizando o excedente anual (EXC anual), deficiência hídrica anual (DEF anual) e evapotranspiração anual (ETP anual) na medida de milímetros ( $\text{mm ano}^{-1}$ ). A combinação entre essas variáveis resulta nos quatro critérios utilizados na classificação.

O primeiro e o segundo critério (equações 8-10) correspondem ao fator hídrico da região, com o índice hídrico ( $I_h$ ) representando o primeiro critério (Tabela 1). O segundo critério faz correspondência a classe anterior determinando a subclasse climática da região através dos índices de umidade ( $I_h$ ) e aridez ( $I_a$ ) (Tabela 2) adequados de acordo com deficiência hídrica ( $DEF_{inv}$ ,  $DEF_{ver}$ ) e o excedente hídrico ( $EXC_{inv}$ ,  $EXC_{ver}$ ) para as estações do verão ( $\frac{1}{3}DEC + JAN + FEB + \frac{2}{3}MAR$ ) e do inverno ( $\frac{2}{3}JUN + JUL + AUG + \frac{1}{3}SEP$ ).

O terceiro e o quarto critério, são responsáveis por adequar os valores de características termiais da região, com a evapotranspiração potencial de forma anual (ETP anual) (Tabela 3), e concentração da eficiência térmica no verão (ETP<sub>ver</sub>) (Tabela 4) gerando a evapotranspiração potencial no verão ( $ETP_{ver} = ((ETP_{ver} / ETP_{anual}) * 100)$ ).

$$I_h = \left( \frac{EXC_{anual}}{ETP_{anual}} \right) * 100 \quad (8)$$



$$Ia = \left( \frac{DEF \text{ anual}}{ETP \text{ anual}} \right) * 100 \quad (9)$$

$$Iu = Ih - 0,6 * Ia \quad (10)$$

**Tabela 1. Classes definidas por Thornthwaite (1948) para adequação da umidade (Iu)**

| Classes   | Descrição     | Símbolo |
|-----------|---------------|---------|
| ≥ 100     | Muito Úmido   | A       |
| 80 - 100  | Úmido         | B4      |
| 60 - 80   | Úmido         | B3      |
| 40 - 60   | Úmido         | B2      |
| 20-40     | Úmido         | B1      |
| 0 - 20    | Subúmido Seco | C2      |
| 20 - 0    | Subúmido      | C1      |
| -40 - -20 | Seco          | D       |
| -60 - -40 | Árido         | E       |

Fonte: Thornthwaite (1948)

**Tabela 2. Subclasses para adequação da deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC) para os índices de aridez (Ia) e umidade (Ih) definidos por Thornthwaite (1948).**

| Descrição de classe (Ia)               | Intensidade | Descrição               | Símbolo |
|--|-------------|-------------------------|---------|
| Climas úmidos (A, B4, B3, B2, B1 e C2) | 0 - 16,7    | Sem ou baixo DEF        | r       |
|  | 16,7 - 33,3 | Moderado no inverno DEF | s       |
|  | 16,7 - 33,3 | Moderado no verão DEF   | w       |
|  | ≥ 33,3      | Grande no verão DEF     | s2      |
|  | ≥ 33,3      | Grande no inverno DEF   | w2      |
| Descrição de classes (Ih)              | Intensidade | Descrição               | Símbolo |
| Climas secos (C1, D e E)               | 0 - 10      | Sem ou baixo EXC        | d       |
|  | 10 - 20     | Moderado no inverno EXC | s       |
|  | 10 - 20     | Moderado no verão EXC   | w       |
|  | ≥ 20        | Grande no verão EXC     | s2      |
|  | ≥ 20        | Grande no inverno EXC   | w2      |

Fonte: Thornthwaite (1948)

**Tabela 3. Subclasses de Evapotranspiração anual (ETPanual) definidas por Thornthwaite (1948)**

| Classes    | Descrição     | Símbolo |
|------------|---------------|---------|
| ≥ 1140     | Megatérmico   | A       |
| 1140 - 997 | Mesotérmico   | B'4     |
| 997 - 885  | Mesotérmico   | B'3     |
| 885 - 712  | Mesotérmico   | B'2     |
| 712 - 570  | Mesotérmico   | B'1     |
| 570 - 427  | Microtérmico  | C2      |
| 427 - 285  | Microtérmico  | C1      |
| 285 - 142  | Tundra        | D       |
| < 142      | Gelo perpetuo | E       |

Fonte: Thornthwaite (1948)

**Tabela 4. Subclasses de concentração da evapotranspiração no verão (ETP<sub>ver</sub>) definidas por Thornthwaite (1948).**

| Classes     | Símbolo |
|-------------|---------|
| < 48        | a'      |
| 48 - 51,9   | b'4     |
| 51,9 - 56,3 | b'3     |
| 56,3 - 61,6 | b'2     |
| 61,6 - 68   | b'1     |
| 68 - 76,3   | c'2     |
| 76,3 - 88   | c'1     |
| ≤ 88        | d'      |

Fonte: Thornthwaite (1948)

### 3.6. ESPACIALIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Com a utilização do sistema de informação geográfica (SIG) foi realizada a interpolação espacial de todos os elementos climáticos para todas as localidades usando do método de Krigagem (KRIGE, 1951), com modelo esférico, um vizinho e uma resolução espacial de 0,25°. Para o cálculo de área, o sistema de projeção foi transformado para o sistema cartográfico cônica equivalente de *Albers*. Com a sobreposição dos mapas foi possível obter os mapas climáticos para as classificações de TH.

O software utilizado para geração de mapas e análise geoestatística foi o ArcGis versão 10.4

## 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 4.1. TEMPERATURA MÉDIA DO AR E PRECIPITAÇÃO PARA O CENTRO-OESTE

A temperatura média do ar para a região Centro-Oeste (Figura 2 A) obteve variação de 22,54 a 27,63 °C e uma média de 24,78 ( $\pm 1,30$ ) °C. O Estado do Mato Grosso de Sul apresentou média de 24,28 ( $\pm 1,20$ ) °C, resultados de acordo com Oliveira, et al., (2019) que observaram uma variação de 24 a 25 °C na região. Para Goiás a média é de 24,34 ( $\pm 1,16$ ) °C, e no Distrito Federal a capital do país registrou temperatura média de 22,51 ( $\pm 1,63$ ) °C, corroborando com os estudos de Cardoso et al., (2015) que encontraram uma média de 23,4 °C para as duas localidades.

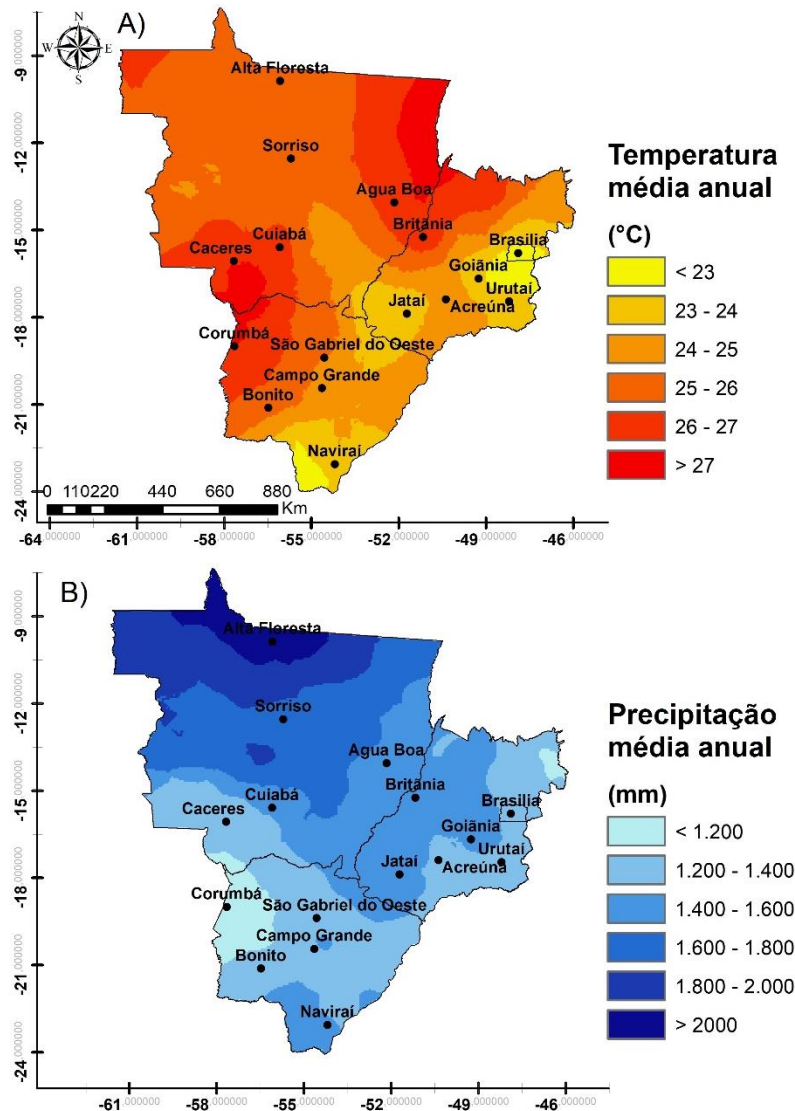
No Estado do Mato Grosso a temperatura média é de 25 ( $\pm 0,95$ ) °C, Ramos et al., (2017) obteve uma faixa de temperatura média entre 22 e 27,6 °C para o Estado do Mato Grosso. Souza et al., (2013) constatou uma variação de 23,00 e 26,84 °C para os municípios de São Vicente e



Cuiabá.

A precipitação pluvial para o Centro-Oeste (Figura 2 B) variou de 1029 mm na região leste a 2143 mm na região norte com média de 1470 ( $\pm$  182) mm. O estado de Goiás apresentou média de 1404 ( $\pm$  85) mm e a capital do país, Brasília no Distrito Federal 1336 ( $\pm$  93) mm. Campos e Chaves (2020) encontraram uma faixa de precipitação anual entre 1442 mm a 1780 mm anuais para a região de Goiás e Brasília. Para o Mato Grosso do Sul a média de Precipitação é de 1373 ( $\pm$  113) mm, Oliveira, et al., (2019) obtiveram medias anuais de 1500 mm. Já no Mato Grosso a precipitação anual é de 1639 ( $\pm$ 221) mm, Pessi et al., (2019) constatou um acumulado anual de 2000 mm para o Estado de Mato Grosso.

**Figura 2. temperatura média anual e precipitação para a região Centro-Oeste.**



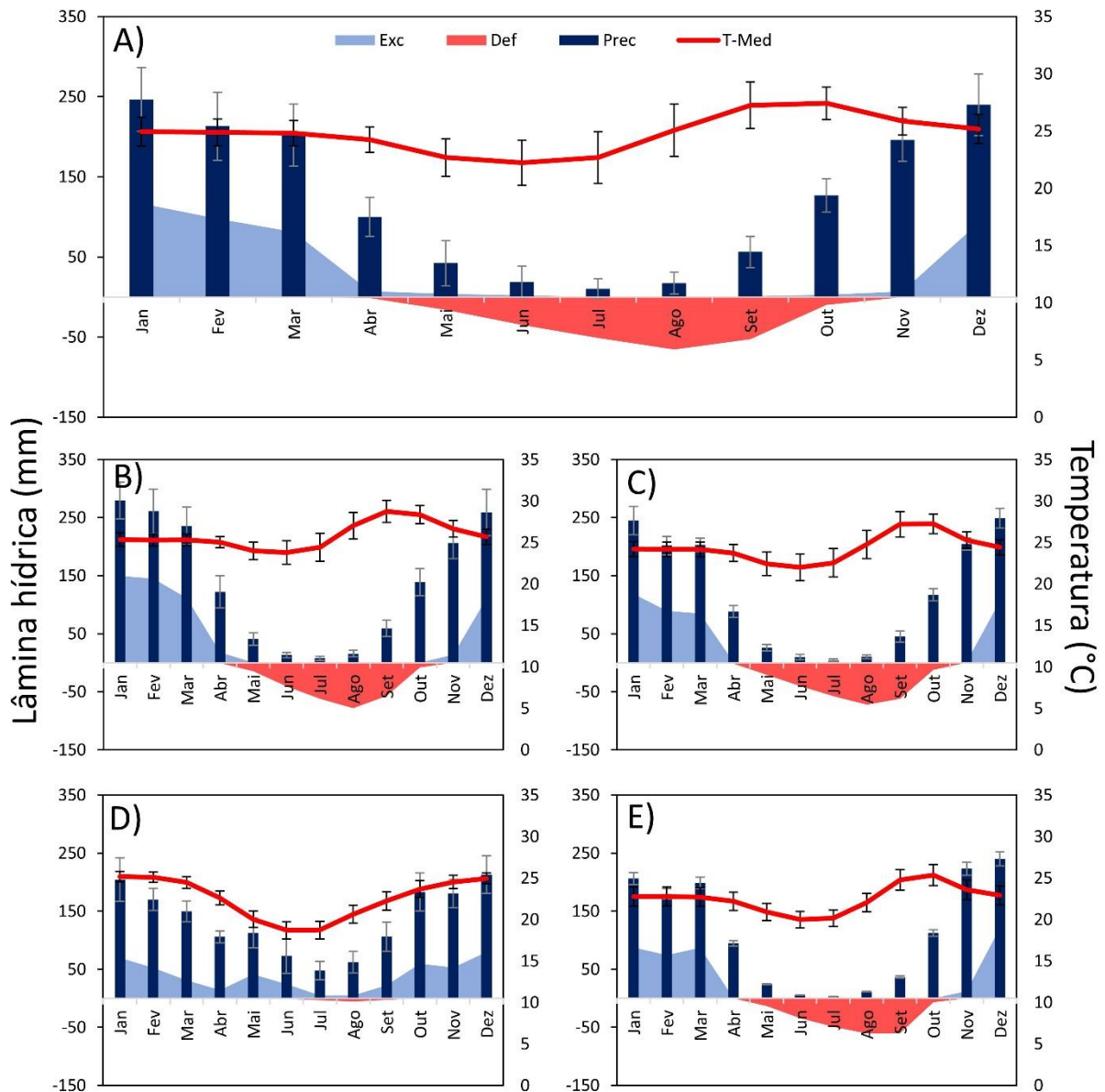
Fonte: Autores

Os meses de agosto a dezembro apresentaram as maiores temperaturas médias para a região Centro-Oeste (Figura 3 A) com médias de 25,07 a 27,47 °C para os meses de agosto e outubro respectivamente. Os meses de maior precipitação pluvial são de outubro a março com níveis variando entre 126 a 246 mm para outubro e janeiro respectivamente. Esse período também corresponde ao de maior excedente hídrico na região. Os meses de abril a setembro registram menores índices de precipitação com valores entre 99 a 10 mm para os meses de abril e setembro respectivamente. Esse período também é caracterizado pela deficiência hídrica mais elevada.

Os estados de Mato Grosso (Figura 3 B) e Goiás (Figura 3 C) apresentam precipitações entre 138 a 279 mm e 116 a 244 mm respectivamente para o período mais chuvoso da região no qual também representa o período de maior excedente hídrico. Os meses de agosto a dezembro apresentam temperaturas entre 27,02 a 25,68 °C para o Mato Grosso e 24,77 a 27,24 °C para Goiás. O período de abril a setembro apresentou as menores taxas de precipitação para os estados de Goiás e Mato Grosso com valores entre 4 a 116 mm e 7 a 138 mm respectivamente, representando também o período de maior deficiência hídrica na região.

O Mato Grosso do Sul (Figura 3 D) apresentou temperaturas elevadas no período de novembro a fevereiro com médias entre 24,5 a 25,17 °C, e um período chuvoso entre outubro a março com variação de 213 a 149 mm. A região apresenta grande excedente hídrico o ano todo, com exceção do mês de agosto apresentando uma pequena deficiência hídrica. Já os Distrito Federal (Figura 3 E) apresenta variação de 22,06 a 23,58 °C para os meses de setembro a janeiro e precipitação entre 112 a 240 mm para os meses de outubro a março correspondendo ao período de maior excedente hídrico. Os meses de abril a setembro ao período de maior deficiência hídrica com valores de precipitação entre 3 a 94 mm.

**Figura 3. Balanço hídrico climatológico para a região Centro-Oeste, onde Exc: Excedente hídrico, Def: Deficiência hídrica, Prec: precipitação, T-Med: Temperatura média.**

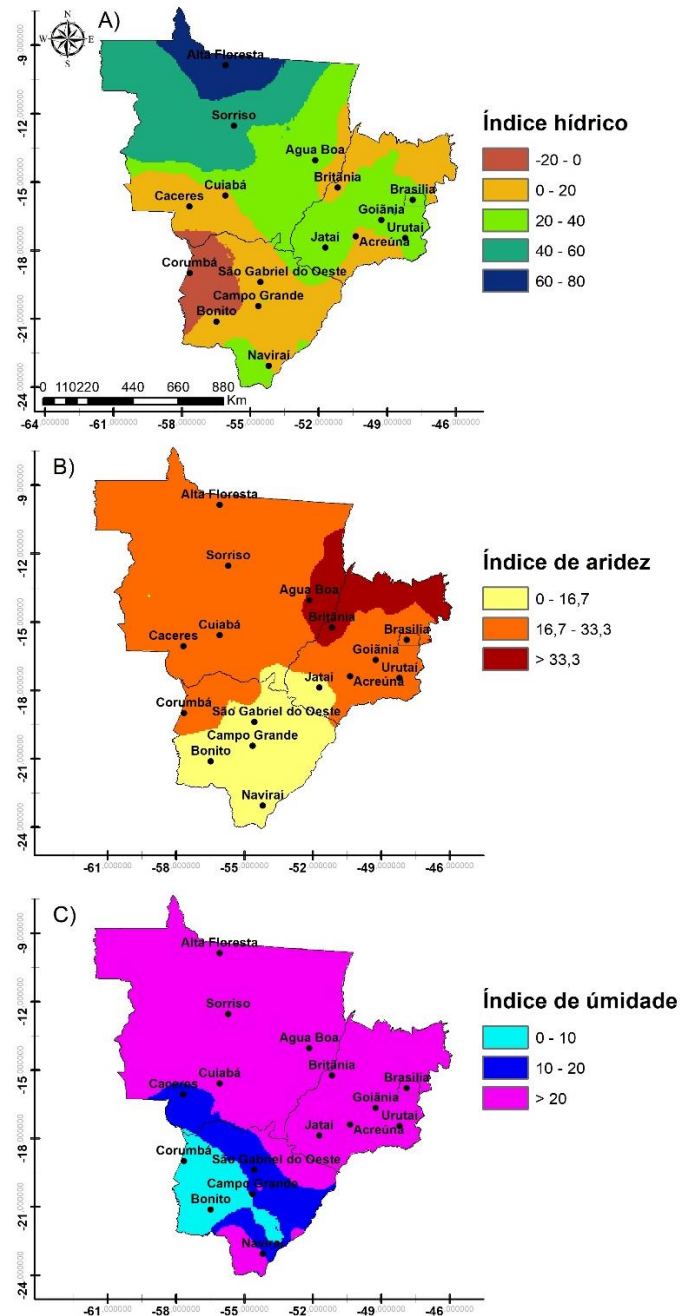


Fonte: Autores

#### 4.2. VARIÁVEIS DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

O índice hídrico (Figura 4 A) obteve variação de -20 no oeste do Mato Grosso do sul principalmente no município de Corumbá-MS com maior concentração no bioma pantaneiro, e de 60 a 80 no extremo norte do Mato Grosso no município de Alta Floresta-MT, região referente ao bioma amazônico. Para o índice de aridez (Figura 4 B) há uma concentração acima de 33,3 ao nordeste da região Centro-Oeste nos municípios de Água Boa-MT e Britânia-Go na divisa entre os Estados de Goiás e Mato Grosso. Já o índice de umidade (Figura 4 C) apresenta os menores índices ao oeste do Estado do Mato Grosso do Sul nos municípios de Bonito-MS e Corumbá-MS, que correspondem ao bioma pantaneiro.

Figura 4. Índice hídrico, índice de aridez e índice de umidade para a região Centro-Oeste do Brasil.

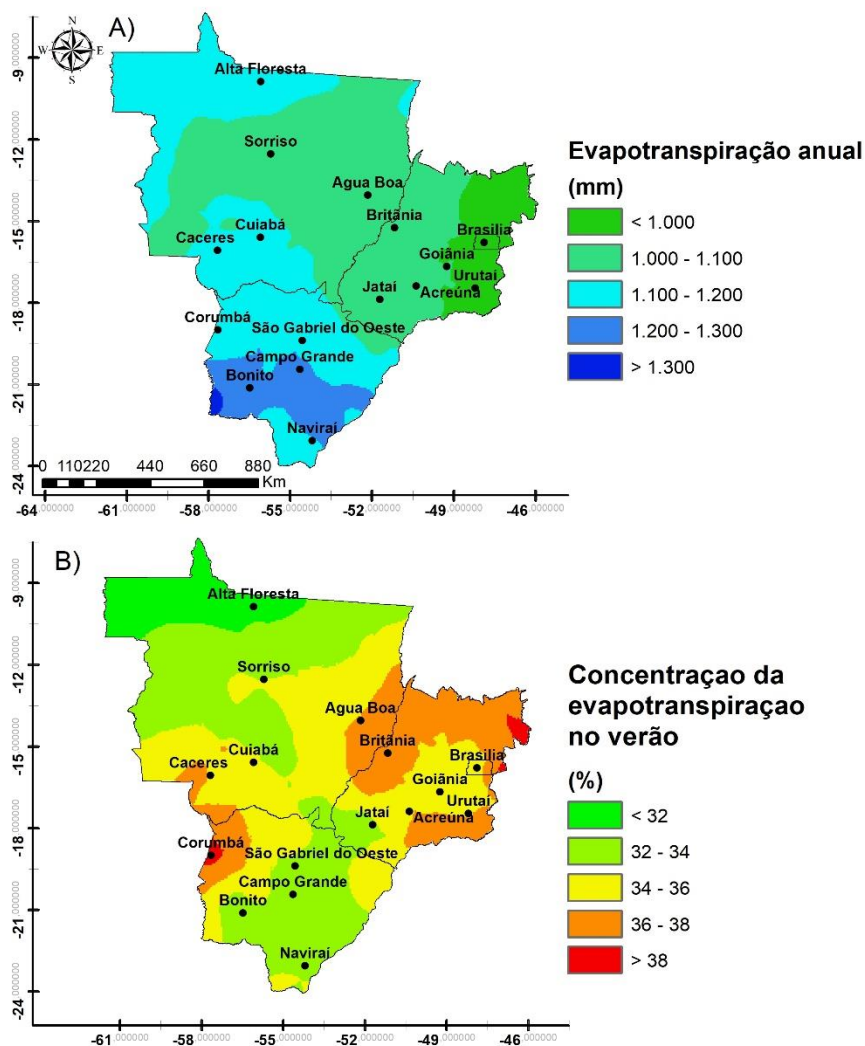


Fonte: Autores

A evapotranspiração (Figura 5 A) variou de 908 a 1324 mm para a região Centro-Oeste com média de 1096 ( $\pm 70$ ) mm. Os menores índices foram encontrados no leste do Estado de Goiás nos municípios de Urutaí-Go, Acreúna-Go, e em Brasília no Distrito Federal. Os maiores índices foram registrados no sudoeste do estado do Mato Grosso Do Sul nos municípios de

Bonito-MS, Caracol-MS e Campo Grande-MS correspondendo ao bioma Cerrado. A concentração da evapotranspiração no verão (Figura 6 B) manteve-se elevada na região pantaneira do Mato Grosso do Sul e ao norte de Goiás.

**Figura 5. Evapotranspiração anual e concentração da evapotranspiração no verão para a região Centro-Oeste do Brasil.**



Fonte: Autores

#### 4.3. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE (1948)

O Centro-Oeste apresentou 23 classes climáticas correspondendo a 5 dos 9 tipos climáticos da classificação de Thornthwaite (1948) B3 (Úmido), B2 (Úmido), B1 (Úmido), C2 (Sub-Úmido) e C1 (Subúmido seco) (Figura 6). O tipo climático de maior ocorrência foi o B1

(Úmido) com 33,50% (Tabela 5) em uma faixa que compõe o leste do Mato Grosso ao sudeste de Goiás nos biomas amazônico e cerrado. A segunda maior classe registrada foi a C2 (Sub-Úmido) com 31,62% (Tabela 5) na região norte de Goiás, todo oeste do Mato Grosso do Sul e Sul do Mato Grosso principalmente nos biomas cerrado e pantaneiro.

A classe climática predominante na região é a B1wB'4a' em 20,42% (Tabela 5) do território do Centro-Oeste, localizada nos estados do Mato Grosso e Goiás nos municípios de Tangará da Serra-MT, Querência-MT, Uruaçu-GO e Goiânia-GO principalmente (Figura 7). A capital do país Brasília, apresentou predomínio da classe B1wB'3a' (Figura 7).

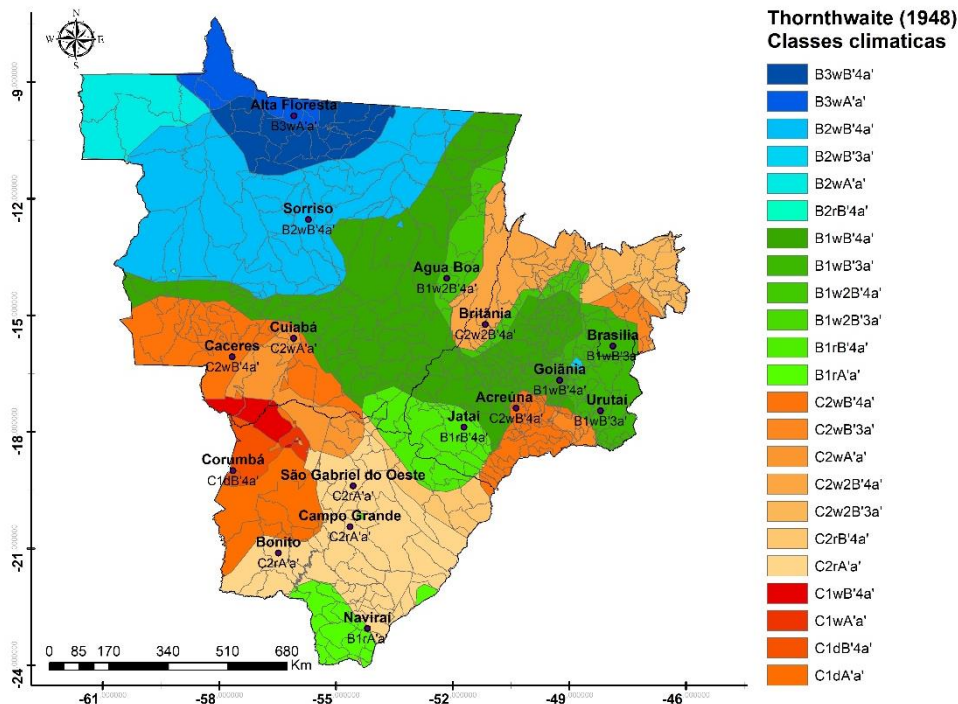
O Estado do Mato Grosso apresenta predomínio da classe B2wB'4a' em 33,32% (Tabela 5) do território e de 82,38% (Tabela 5) pelos tipos climáticos B3 (Úmido), B2 (Úmido) e B1 (Úmido), o município de Sorriso apresentou predomínio da classe B2wB'4a'. O estado do Mato Grosso possui a soja como principal *commodity* de destaque do agronegócio brasileiro (DENTZ, 2019), por ser o maior produtor de soja do Brasil concentrando cerca de 27% da produção de soja do país (DIAS et al., 2020). A cidade de Sorriso recebe o título de capital do agronegócio brasileiro por ser a cidade com a maior produção de soja do país (GIARETTA, SILVA, 2017), atualmente a região produz cerca de 2.232.000 toneladas de soja, 2.851.200 toneladas de milho e 54.890 toneladas de feijão (IBGE, 2020).

No Estado do Mato Grosso do Sul a classe C2rA'a' ocorre em 47,56% (Tabela 5) do território, com o tipo climático C2 (Sub-Úmido) apresentando 61,92% (Tabela 5) de predomínio no Estado. O município de Corumbá apresenta predomínio da classe C1dB'4a' correspondendo ao bioma pantaneiro. O bioma pantaneiro é caracterizado como a maior superfície alagada do mundo (CARDOSO e MARCUZZO, 2010), no Brasil 35% do bioma está presente no Estado do Mato Grosso e 65% em Mato Grosso do sul (BATISTA et al., 2020). O município de Corumbá também chamada de capital do Pantanal, possui cerca de 69% do seu território parte do bioma pantaneiro (VIGANÓ et al., 2018).

Em Goiás há o predomínio da classe B1wB'4a' em 27,29% (Tabela 5) do território principalmente nos municípios de Doverlândia-GO, Piranhas-GO e Goiânia-GO. O tipo climático predominante na região é o B1 (Úmido) ocupando 59,18% (Tabela 5) do território. O Estado de Goiás é um dos maiores produtores de carne e leite do Brasil apresentando um plantel de aproximadamente 21 milhões de cabeças (COELHO e SOUZA, 2016).

**Figura 6. Classificação de Thornthwaite (1948) para o Centro-Oeste.**





Fonte: Autores

Em relação aos biomas da região Centro-Oeste, o mata atlântica apresenta predomínio da classe climática B1rA'a' em 42,84% (Tabela 5) de sua extensão. De acordo com Caglioni et al. (2018) o bioma mata atlântica apresenta de vegetação do tipo floresta ombrófila densa com características arbóreas. Já no cerrado, há o predomínio da classe B1wB'4a' em 27,42% (Tabela 5) do seu território, nesse bioma há três tipos de formações vegetais, campestre, savânica e florestal (TAVAREZ, 2017).

No bioma pantanal a classe climática predominante é a C1dA'a' em 26,69% (Tabela 5) de sua extensão. Esse bioma caracteriza-se pela vegetação que variam desde campos abertos graminóides até florestas fechadas perenifólias (POTT et al., 2011). Já no bioma amazônico a classe de maior ocorrência foi a B2wB'4a' em 40,48% (Tabela 5) do seu território. Esse bioma apresenta vegetação do tipo florestas latifoliadas, perenófilas e ombrifilas (COUTINHO, 2016).

**Tabela 5. Porcentagem de ocorrência de classes climáticas de Thornthwaite (1948) na região Centro-Oeste.**

| CC - TH  | CT   | ESTADOS |       |      |    |       | BIOMAS |    |    |
|----------|------|---------|-------|------|----|-------|--------|----|----|
|          |      | MT      | GO    | MS   | DF | MA    | CR     | PT | AM |
| B1rA'a'  | 2,01 | -       | -     | 9,00 | -  | 42,84 | 0,86   | -  | -  |
| B1rB'4a' | 4,00 | -       | 10,42 | 5,10 | -  | 0,01  | 7,08   | -  | -  |

|           |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| B1w2B'3a' | 0,03  | -     | 0,15  | -     | -      | -     | 0,05  | -     | -     |
| B1w2B'4a' | 3,10  | 3,89  | 4,50  | -     | -      | -     | 5,09  | -     | 0,76  |
| B1wB'3a'  | 3,92  | -     | 16,81 | -     | 100,00 | 0,04  | 6,90  | -     | -     |
| B1wB'4a'  | 20,42 | 26,44 | 27,29 | -     | -      | 0,03  | 27,42 | 0,31  | 16,07 |
| B2rB'4a'  | 0,01  | 0,01  | -     | -     | -      | -     | 0,01  | -     | -     |
| B2wA'a'   | 3,89  | 6,98  | -     | -     | -      | -     | -     | -     | 12,75 |
| B2wB'3a'  | 0,053 | -     | 0,25  | -     | -      | -     | 0,09  | -     | -     |
| B2wB'4a'  | 18,49 | 33,32 | -     | -     | -      | -     | 10,93 | -     | 40,48 |
| B3wA'a'   | 2,25  | 3,99  | -     | -     | -      | -     | -     | -     | 7,29  |
| B3wB'4a'  | 4,27  | 7,71  | -     | -     | -      | -     | -     | -     | 14,08 |
| C1dA'a'   | 3,59  | -     | -     | 16,18 | -      | -     | 1,95  | 26,69 | -     |
| C1dB'4a'  | 1,10  | 0,09  | -     | 4,73  | -      | -     | -     | 11,81 | -     |
| C1wA'a'   | 0,25  | -     | -     | 1,13  | -      | -     | -     | 2,69  | -     |
| C1wB'4a'  | 0,93  | 0,92  | -     | 1,91  | -      | -     | -     | 10,04 | -     |
| C2rA'a'   | 10,55 | -     | -     | 47,56 | -      | 39,10 | 15,37 | 5,03  | -     |
| C2rB'4a'  | 1,80  | 0,01  | 0,08  | 7,97  | -      | 3,39  | 2,96  | -     | -     |
| C2w2B'3a' | 2,56  | -     | 11,96 | -     | -      | -     | 4,46  | -     | -     |
| C2w2B'4a' | 4,44  | 3,06  | 12,84 | -     | -      | -     | 7,80  | -     | -     |
| C2wA'a'   | 3,10  | 3,32  | -     | 5,70  | -      | -     | 1,84  | 22,17 | -     |
| C2wB'3a'  | 1,34  | -     | 6,30  | -     | -      | 3,40  | 2,13  | -     | -     |
| C2wB'4a'  | 7,81  | 10,20 | 9,36  | 0,66  | -      | 11,14 | 4,98  | 21,24 | 8,54  |

em que: CC-TH: Classes climáticas de Thornthwaite (1948), CT: Centro-Oeste, MT: Mato Grosso, GO: Goiás, MS: Mato Grosso do Sul, DF: Distrito Federal, MA: Mata Atlântica, CR: Cerrado, PT: Pantanal, AM: Amazônia.

## 5 CONCLUSÕES

O Centro-Oeste apresentou 5 tipos climáticos com maior predomínio do tipo B1 (Úmido) com 33,50% do território, sendo que nessa classe o bioma mais predominante é o cerrado. No Centro-Oeste predominou 23 classes climáticas com maior ocorrência da classe B1wB'4a' em 20,42%, nestes locais os biomas mais comuns são Cerrado e Amazônia.

Os biomas predominantes na região foram Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal, com maior ocorrência das classes B2wB'4a', B1wB'4a', B1rA'a' e C1dA'a' em 40,48%, 27,42%, 42,84% e 26,69% respectivamente.

A classificação climática de Thontwaite (1948) demonstrou grande sensibilidade em determinar zonas climáticas para a região Centro-Oeste do Brasil.

## REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. L. P.; ALBERNAZ, A. L. K. M.; GRELLE, C. E. V.; Vale, M. M.; & RANGEL,

T. F. **Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro.** 2010.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 14 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BAKER, B., DIAZ, H.; HARGROVE, W.; & HOFFMAN, F. Use of the Köppen–Trewartha climate classification to evaluate climatic refugia in statistically derived ecoregions for the People’s Republic of China. **Climatic Change**, v. 98, n. 1-2, p. 113, 2010.

BARBOSA, F. R. G. M.; & SHIKIDA, P. F. A. A EXPANSÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO (1975-2017): uma análise histórico-econômica. **Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional**, 2019.

BARRETO, F.; MOURA, Í.; SAMPAIO, M.; LIBERAL, V.; NASCIMENTO, W.; & LOPES, J. M. Uma Visão Sobre A Região Centro Oeste Na Perspectiva Do Bionegócio. **Diálogos & Ciência**, v. 1, n. 36, 2016.

BATISTA, R. L. M.; PIMENTA, J. M. A.; MOIMÁZ, M.; SOARES, A. J. S.; & TETTO, A. F. Levantamento e representatividade das unidades de conservação do pantanal sulmatogrossense. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 16, n. 1/2, p. 33-45, 2020.

CAGLIONI, E., UHLMANN, A., CURCIO, G. R., RAMOS, M. R., BONNET, A., & JUNCKES, A. R. Altitude e solos determinam variações abruptas da vegetação em gradiente altitudinal de Mata Atlântica. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 2055-2068, 2018.

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

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

CAMPOS, J. D. O.; & CHAVES, H. M. L. Tendências e Variabilidades nas Séries Históricas de Precipitação Mensal e Anual no Bioma Cerrado no Período 1977-2010. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 1, p. 157-169, 2020.

CARDOSO, M. R. D.; & MARCUZZO, F. F. N. **Mapeamento de três decênios da precipitação pluviométrica total e sazonal do bioma Pantanal.** 2010

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; & BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta geográfica**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2015.

CASTRO, C. N. **A agropecuária na região Centro-Oeste: limitações ao desenvolvimento e desafios futuros.** Texto para Discussão, 2014.

COELHO, R. V.; SOUSA, S. B. Aplicação de estatística espacial para modelagem dos padrões espaciais da pecuária no estado de Goiás. **ENCONTRO NACIONAL DE**

GEÓGRAFOS, v. 18, p. 1689-1699, 2016.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Safra 2019/20**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 30 mai. 2020.

CONCEIÇÃO, G. M.; ARAGÃO, J. G. Diversidade e importância econômica das Myrtaceae do cerrado, Parque Estadual do Mirador, Maranhão. **Scientia Plena**, v. 6, n. 7, 2010.

CONTRACTOR, S.; DONAT, M. G.; ALEXANDER, L. V.; ZIESE, M.; MEYER-CHRISTOFFER, A.; SCHNEIDER, U.; RUSTEMEIER, E.; BECKER, A.; DURRE, I.; and. VOSE, R. S. Rainfall Estimates on a Gridded Network (REGEN)—a global land-based gridded dataset of daily precipitation from 1950 to 2016. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 24, n. 2, p. 919-943, 2020.

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

DENTZ, E. V. Produção agrícola no estado do Mato Grosso e a relação entre o agronegócio e as cidades: o caso de Lucas do Rio Verde e Sorriso. **Ateliê Geográfico**, v. 13, n. 2, p. 165-186, 2019.

Dias, G. V. S.; da Silva, E. H. F. M.; Antolin, L. A. S.; Junior, N. A. V.; & Marin, F. R. Simulação da pegada hídrica da soja no Mato Grosso baseada em projeções de mudanças climáticas. **Agrometeoros**, v. 27, n. 1, 2020.

ELGUINDI, N.; GRUNDSTEIN, A.; BERNARDES, S.; TURUNCOGLU, U.; & FEDDEMA, J. Assessment of CMIP5 global model simulations and climate change projections for the 21 st century using a modified Thornthwaite climate classification. **Climatic change**, v. 122, n. 4, p. 523-538, 2014.

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

GIARETTA, J.; SILVA, D. J. Expansão do cultivo da soja na capital nacional do agronegócio—Sorriso/MT: 1985 a 2014. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 152-161, 2017.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal 2018**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018>>. Acesso em: 30 mai. 2020.

JUNIOR, M.; DUARTE, A.; SILVA SILVEIRA, C.; CHAGAS VASCONCELOS JÚNIOR, F.; GUIMARÃES, S. O.; & COSTA, J. M. F. Thornthwaite Climate Classification for Brazil Under IPCC-AR5 Climate Change Scenarios. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 33(4), 647-664, 2018.

JYLHÄ, K.; TUOMENVIRTA, H.; RUOSTEENOJA, K.; NIEMI-HUGAERTS, H.; KEISU,

K.; & KARHU, J. A. Observed and projected future shifts of climatic zones in Europe and their use to visualize climate change information. *Weather, Climate, and Society*, v. 2, n. 2, p. 148-167, 2010.

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

KRAJEWSKI, W. F.; VILLARINI, G.; & SMITH, J. A. Radar-rainfall uncertainties: Where are we after thirty years of effort. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91(1), 87-94, 2010.

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

MACHADO, R. B. **Estimativa de perda da área do Cerrado brasileiro**. 2016.

MACHADO, R.B.; M.B. RAMOS Neto, P.G.P. PEREIRA, E.F. CALDAS, D.A. Gonçalves, N.S. Santos, K. Tabor e M. Steininger. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A.; MARTINS, T.; STARZYNSKI, R.; & de CARVALHO, J. L. Caracterização da vegetação secundária do bioma Mata Atlântica com base em sua posição na paisagem. *Bioscience Journal*, v. 29, n. 6, 2013.

MARTINS, F. B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D. F.; & REBOITA, M. S. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, 2018.

MCKEE, J. L.; & BINNS, A. D. A review of gauge–radar merging methods for quantitative precipitation estimation in hydrology. *Canadian Water Resources Journal/Revue canadienne des ressources hydriques*, v. 41, n. 1-2, p. 186-203, 2016.

MCMILLAN, H.; KRUEGER, T.; & FREER, J. Benchmarking observational uncertainties for hydrology: rainfall, river discharge and water quality. *Hydrological Processes*, v. 26, n. 26, p. 4078-4111, 2012.

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

MIRAGAYA, J. F. G. **O desempenho da economia na Região Centro-Oeste**, 2014.

OLIVEIRA, S. S. D.; CAVAZZANA, G. H.; & SOUZA, A. D. Estimativa da radiação solar global em função da temperatura do ar e isolinhas para o Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira De Gestão Ambiental E Sustentabilidade*, v. 6, n. 12, p. 93-108, 2019.

PASSOS, M. L. V.; SOUZA, J. B. C.; & MENDES, T. J. Balanço hídrico e classificação climática para o município de Turiaçu-MA. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO**

SEMIÁRIDO, v. 14, n. 2, p. 149-155, 2019.

PESSI, D. D.; SANTOS, C. S. A. D.; NONATO, J. J.; DOURADO, L. G. A.; SILVA, O. P.; BASSINI, R. T.; & JOSÉ, J. V. Validação das estimativas de precipitação do satélite TRMM no Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 81-90, 2019.

POTT, A., OLIVEIRA, A. K., DAMASCENO-JUNIOR, G. A., & SILVA, J. S. V. Plant diversity of the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1, p. 265-273, 2011.

RAMOS, H. C.; DALLACORT, R.; SILVA NEVES, S. M. A.; DALCHIAVON, F. C.; SANTI, A., & VIEIRA, F. F. Precipitação e temperatura do ar para o estado de Mato Grosso utilizando krigagem ordinária. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, 2017.

RESENDE, M. L. F.; GUIMARÃES, L. L. **Inventários da biodiversidade do bioma Cerrado: biogeografia de plantas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

RODRIGUES, G. S.; PUTTI, F. F., SILVA, A. C.; OLIVEIRA, A. S.; & GABRIEL FILHO, L. R. A. Climatological hydric balance and the trends analysis climatic in the region of Machado in Minas Gerais State, Brazil. **American Journal of Climate Change**, v. 7, n. 4, p. 558-574, 2018.

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

JÚNIOR, A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, F. F.; & CARVALHO, A. M. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, n. 1-2, p. 1-7, 2012.

SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Ministério do Meio Ambiente, 2005.

SILVA, L. A.; SILVA, L. D. D.; & COUTO, F. M. Desigualdade Regional e Estrutura Produtiva Do Centro-Oeste Brasileiro: Uma Análise Para O Período 2005-2015. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 38, 2018.

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

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T., MARTIN, C. C.; ALMEIDA, F. T.; & PAULINO, J. **Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso**. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

SOUZA, F. G.; LIMA, R. A. A importância da família Arecaceae para a região Norte. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 100-110, 2019.

STACKHOUSE, P. W.; WESTBERG, D., HOELL, J. M.; CHANDLER, W. S.; & ZHANG, T. **Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)-Agroclimatology methodology-(1.0**



latitude by 1.0 longitude spatial resolution). Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)-Agroclimatology methodology-(1.0 latitude by 1.0 longitude spatial resolution)., 2015.

TAVARES, M. E. F. Metodologias usadas na quantificação de material combustível no Cerrado. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 175-182, 2017.

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

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

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Basic meteorology and applications. **Viçosa, Minas Gerais**, v. 449, 2000.

VIGANÓ, H. H. D. G.; SOUZA, C. C. D.; CRISTALDO, M. F.; REIS NETO, J. F. D.; & JESUS, L. D. (2018). Incêndios no Pantanal de Corumbá, MS: modelagem e previsão a partir das técnicas de análise multivariada. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 5, 2018.

VILLARINI, G.; & KRAJEWSKI, W. F. Sensitivity studies of the models of radar-rainfall uncertainties. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, v. 49, n. 2, 288-309. 2010.

ZANIRATO, S. H., CHAVES, O. R. ALTERAÇÕES AMBIENTAIS NO PANTANAL. **Revista Relicário**, v. 6, n. 12, p. 127-142, 2019.

POTT, A., OLIVEIRA, A. K., DAMASCENO-JUNIOR, G. A., & SILVA, J. S. V. Plant diversity of the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1, p. 265-273, 2011.