

## CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE MATO GROSSO DO SUL COM O ÍNDICE CLIMÁTICO DE THORNTHWAITE (1948)

João Antônio Lorençone<sup>1</sup>, Pedro Antônio Lorençone<sup>1</sup>, Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido<sup>2</sup>, Cicero Teixeira Silva Costa<sup>2</sup>, José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes<sup>2</sup>, Kamila Cunha de Meneses<sup>3</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se caracterizar o clima de Mato Grosso do Sul - MS, por meio do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) e o índice de umidade de Thornthwaite (1948). Utilizaram-se séries históricas de dados climáticos dos 79 municípios de MS, entre 1987 e 2017, os quais foram separados por microrregiões. A temperatura do ar e precipitação diários foram coletados no NASA/POWER. Realizou-se o balanço hídrico, o índice de umidade e em seguida as correlações da deficiência e excedente hídrico e evapotranspiração potencial em função da latitude, e entre as das microrregiões. A temperatura do ar em MS apresentou um padrão na variação mensal para as microrregiões. O clima tipo B1 é o mais predominante em MS. A deficiência hídrica e evapotranspiração potencial diminuem com o aumento da latitude. O Baixo Pantanal é a microrregião mais seca e Cassilândia e Iguatemi as mais úmidas em MS. Cassilândia é classificada como B2 e tem uma correlação positiva com a microrregião de Alto Taquari. A temperatura média é 24°C com precipitação acumulada de 1.379 mm. A caracterização hídrica em MS é 360 mm ano<sup>-1</sup> de excedente hídrico, deficiência hídrica de 114 mm ano<sup>-1</sup> e evapotranspiração potencial de 1.103 mm ano<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agrometeorologia, Agricultura, Culturas Agrícolas.

## CLIMATE CHARACTERIZATION OF MATO GROSSO DO SUL WITH THE THORNTHWAITE SCALING INDEX (1948)

**ABSTRACT:** The objective was to characterize the climate of Mato Grosso do Sul - MS, by means of the Thornthwaite and Mather (1955) water balance and the Thornthwaite (1948) moisture index. We used historical climate data series from 79 municipalities of MS, between

<sup>1</sup> Estudante do curso Técnico em Agricultura do IFMS *campus* Naviraí. Rua Hilda, 203, Naviraí-MS. CEP. 79950-000, Email: joao.lorencone@gmail.com

<sup>2</sup> Docentes do IFMS *campus* Naviraí-MS. Rua Hilda, 203, Naviraí-MS. CEP. 79950-000, Email: cicero.costa@ifms.edu.br

<sup>3</sup> Doutoranda da UNESP *campus* Jaboticabal-SP. *Campus* Universitário de Jaboticabal o Colégio Técnico Agrícola "José Bonifácio" CEP. 14884-900, Email: kamila.meneses31@outlook.com

1987 and 2017, which were separated by microregions. Daily air temperature and precipitation were collected from NASA/POWER. The water balance, the moisture index and then the correlations of water deficit and excess and potential evapotranspiration as a function of latitude, and between the microregions were performed. The air temperature in MS showed a monthly variation pattern for the microregions. The climate B1 is the most prevalent in MS. Water deficiency and potential evapotranspiration decrease with increasing latitude. The Lower Pantanal is the driest microregion and Cassilândia and Iguatemi the wettest in MS. Cassilândia is rated B2 and has a positive correlation with the Alto Taquari microregion. The average temperature is 24 °C with cumulative precipitation of 1,379 mm. The water characterization in MS is 360 mm year<sup>-1</sup> of water surplus, water deficit of 114 mm year<sup>-1</sup> and potential evapotranspiration of 1,103 mm year<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** Agrometeorology, Agricultural crops, Modeling.

## INTRODUÇÃO

A criação do Estado de Mato Grosso do Sul (MS) foi planejada para facilitar o fornecimento de alimentos e matérias-primas às regiões industriais do Brasil, concentradas no eixo Sul-Sudeste. O estado começou a se destacar na área agrícola em quatro anos de criação, ultrapassando a média nacional em área colhida. O agronegócio é a atividade predominante no estado devido à riqueza de solos e condições climáticas favoráveis (CASONATO, 2013).

O clima de um local é a variação e a descrição média das condições atmosférica em um determinado período (INMET, 2019). A classificação climática identifica as zonas com características climáticas homogêneas, fornecendo informações para o planejamento e tomadas de decisões da região.

A classificação climática de Thornthwaite (1948) é considerada a mais importante nos estudos da agricultura, ecologia e recursos hídricos (Ayoade, 1996), porém é menos utilizada que a de Köppen (1931). A planta é considerada nessa classificação como um meio físico pelo qual é possível conduzir água do solo para atmosfera (Rolim et al., 2007). É baseada em dois índices climáticos, o índice de Umidade e o índice de Eficiência Térmica (Kuinchtner e Buriol, 2001), e tem o balanço hídrico climático como referência (Passos et al., 2016).

O balanço hídrico é a contabilidade da entrada e saída de água no solo em um determinado período (PEREIRA et al., 2002; CECÍLIO et al., 2012). Há diversos métodos de balanço hídrico, destacando-se o modelo de Thornthwaite e Mather (Sousa et al., 2015). Esse

modelo é muito utilizado por apresentar uma forma simplificada e prática para a obtenção do armazenamento de água no solo (SCHÄFER, 2009), além de ser possível sua realização em planilhas eletrônicas (FERREIRA, 2014).

Fietz (2000) realizou o balanço hídrico sequencial para região de Dourados (MS) entre 1979 A 1998, e concluiu que a menor deficiência hídrica se apresenta em maio e junho, sendo indicado o uso de irrigação complementar na região. Buske et al. (2015) utilizaram o método de Thornthwaite-Mather (1955) para caracterização do balanço hídrico de Cruz Alta (RS), destacaram um déficit na primavera-verão em todos os anos do estudo. No presente trabalho objetivou-se caracterizar o clima do Estado de Mato Grosso do Sul, por meio do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) e o índice de umidade de Thornthwaite (1948).

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho utilizaram-se séries históricas de dados climáticos dos 79 municípios do Mato Grosso do Sul (MS) entre 1987 e 2017, os quais foram separados por microrregiões (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características Geográficas das localidades em Mato Grosso do Sul.

MICRO REGIÃO	CIDADE	LAT	LON	ÁREA	ALTITUDE	MICRO REGIÃO	CIDADE	LAT	LON	ÁREA	ALTITUDE
CASSILÂNDIA	CASSILÂNDIA	-19,1	-51,7	3649,8	470	TRÊS LAGOAS	ÁGUAS CLARAS	-20,4	-52,9	11031,1	303
	CHAPADÃO DO SUL	-18,8	-52,6	3650,7	786		BRASILÂNDIA	-21,3	-52,0	5806,9	343
	COSTARICA	-18,5	-53,1	5722,8	641		RIBAS DO RIO PARDO	-20,4	-53,8	17308,7	369
	PARAÍSO DAS ÁGUAS	-19,0	-53,0	5032,5	600		SANTARITADO PARDO	-21,3	-52,8	6141,6	360
DOURADOS	AMAMBÁ	-23,1	-55,2	4202,3	480	TRÊS LAGOAS	-20,8	-51,7	10206,4	319	
	ANTONIO JOÃO	-22,2	-55,9	1143,8	681	PARANÁIBA	PARANÁIBA	-19,7	-51,2	5402,8	374
	ARAL MOREIRA	-22,9	-55,6	1656,2	609		APARECIDA DO TABOADO	-20,1	-51,1	2750,1	392
	CAARAPÓ	-22,8	-54,8	2089,7	471	INOCÊNCIA	-19,7	-51,9	5776,261	502	
	DOURADINA	-23,4	-53,3	280,7	553	SELVIRIA	-20,4	-51,4	3258,7	357	
	DOURADOS	-22,2	-54,8	4086,4	430	ALTO TAQUARI	ALCINÓPOLIS	-18,3	-53,7	4399,7	443
	FÁTIMA DO SUL	-22,4	-54,5	315,2	352		CAMAPUÁ	-19,5	-54,0	6229,6	409
	ITAPORÁ	-22,1	-54,8	1322,0	390		COXIM	-18,5	-54,8	6411,6	238
	JUTI	-22,9	-54,6	1584,6	373		FIGUEIRÃO	-18,7	-53,6	4882,9	396
	LAGUNA CARAPÁ	-22,5	-55,2	1733,8	509		PEDRO GOMES	-18,1	-54,6	3651,2	282
MARACAJU	-21,8	-55,2	5298,8	384	RIO VERDE DO MATO GROSS		-18,9	-54,8	8152,0	330	
NOVA ALVORADA DO SUL	-21,5	-54,4	4019,2	407	SÃO GABRIEL DO OESTE	-19,4	-54,6	3864,9	658		
PONTA PORÃ	-22,5	-55,7	5328,6	755	SONORA	-17,6	-54,8	4075,4	452		
RIO BRILHANTE	-21,8	-54,5	3987,5	312	AQUAUANA	ANASTACIO	-20,5	-55,8	2949,2	160	
VICENTINA	-22,4	-54,4	310,2	366		AQUAUANA	-20,5	-55,8	16958,5	147	
IGUATEMI	ANGÉLICA	-22,2	-53,8	1273,2		358	DOIS IRMÃOS DO BURITI	-20,7	-55,3	2344,6	320
	CORONEL SAPUCAIA	-23,3	-55,5	1028,9		510	MRANDA	-20,2	-56,4	5478,6	125
	DEODÁPOLIS	-22,3	-54,2	831,3	418	BAIXO PANTANAL	CORUMBÁ	-19,0	-57,7	64960,9	118
	ELDORADO	-23,8	-54,3	1017,8	342		LADÁRIO	-19,0	-57,6	342,5	114
	GLÓRIADE DOURADOS	-22,4	-54,2	491,8	400		PORTO MURTINHO	-21,7	-57,9	17734,9	90
	IGUATEMI	-23,7	-54,6	2946,7	342	BODOQUENA	BELA VISTA	-22,1	-56,5	4895,5	180
	ITAQUIRAÍ	-23,5	-54,2	2063,9	340		BODOQUENA	-20,6	-56,7	2507,2	132
	MNHEMA	-22,3	-53,8	2009,9	362		BONITO	-21,1	-56,5	4934,3	315
	JATEÍ	-22,5	-54,3	1928,0	396		CARACOL	-22,0	-57,0	2938,7	212
	JAPORÁ	-23,9	-54,4	419,8	357		GUALOPES DALAGUNA	-21,5	-56,1	1210,5	272
MUNDO NOVO	-23,9	-54,3	479,3	324	JARDIM		-21,5	-56,1	2201,7	259	
NAVIRAÍ	-23,1	-54,2	3193,8	362	NIOAQUE		-21,2	-55,8	3923,8	200	
NOVO HORIZONTE DO SU	-22,7	-53,9	849,1	407	CAMPO GRANDE		BANDEIRANTES	-23,1	-50,4	3115,5	629
PARANHOS	-23,9	-55,4	1302,1	429		CAMPO GRANDE	-20,4	-54,6	8096,1	712	
SETE QUEDAS	-24,0	-55,0	825,9	407		CORGUINHO	-19,8	-54,8	2640,8	320	
TACURU	-23,6	-55,0	1785,3	372		JARAQUARI	-20,1	-54,4	2913,0	589	
NOVA ANDRADINA	ANAURILÂNDIA	-22,2	-52,7	3395,5		312	RIO NEGRO	-19,4	-55,0	1807,7	279
	BATAGUASSU	-21,7	-52,4	2416,7		329	ROCHEDO	-20,0	-54,9	1560,6	260
	BATAYPORÁ	-22,3	-53,3	1828,2		334	SIDROLÂNDIA	-20,9	-55,0	5286,5	484
	NOVA ANDRADINA	-22,2	-53,3	4776,1		380	TERRENOS	-20,4	-54,9	2841,2	437
TAQUARUSSU	-22,5	-53,4	1041,1	276							

Os dados meteorológicos foram coletados em escala diária do banco de dados da plataforma NASA/POWER (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>). Os elementos meteorológicos utilizados foram temperatura do ar ( $T_{ar}$ , °C) e precipitação (P, mm). Esses elementos foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), pelo método de Camargo (1971) (Equação 1). O critério para a escolha deste modelo foi à disponibilidade de dados.

$$PET = 0,01 \times \left(\frac{Q_o}{2,45}\right) \times T_{ar} \times ND \quad (1)$$

Em que:  $Q_o$  é a irradiância solar no topo da atmosfera ( $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$ );  $T_{ar}$  é a temperatura média do ar (°C) e  $ND$  é o número de dias.

Foram geradas as estimativas dos componentes do balanço hídrico (BH) proposto por Thornthwaite e Mather (1955) com capacidade de água disponível (CAD) igual a 100 mm. O armazenamento de água no solo (ARM), a deficiência (DEF) e excedente (EXC) hídrico do sistema solo-planta-atmosfera foram estimados conforme as Equações 2 a 7:

$$Se\ (P - ETP)_i < 0 = \begin{cases} NAC_i = NAC_{i-1} + (P + ETP)_i \\ ARM = CAD e^{\frac{(NAC)_i}{CAD}} \end{cases} \quad (2)$$

$$Se\ (P - ETP)_i \geq 0 = \begin{cases} NAC_i = CAD \ln \frac{ARM_i}{CAD} \\ ARM = (P - ETP)_i + ARM_{i-1} \end{cases} \quad (3)$$

$$ALT_i = ARM_i - ARM_{i-1} \quad (4)$$

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

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

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

Em que: ETP é a Evapotranspiração Potencial (mm); CAD é a Capacidade de Água Disponível no solo (mm), ARM é o armazenamento de água no solo (mm); NAC (Negativo acumulado) = precipitação acumulada – evapotranspiração potencial; P é a precipitação (mm); DEF é a deficiência hídrica no sistema solo-planta-atmosfera (mm); ETR é a evapotranspiração real

(mm), EXC é o excedente hídrico do sistema solo-planta-atmosfera (mm); ALT é o armazenamento de água no solo no mês atual – armazenamento de água no solo do mês anterior (mm) e  $i$  é o período mensal.

A correlação entre as variáveis climáticas de cada microrregião foi analisada através da correlação linear de Pearson ( $r$ ) (Equação 8). Essa análise permite observar se há regiões muito semelhantes ou muito distintas uma das outras.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2][\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]}} \quad (8)$$

Em que:  $y_i$  é a  $i$ -ésima observação da variável  $y$ ,  $\bar{y}$  é a média da variável  $y$ ,  $x_i$  é a  $i$ -ésima observação da variável  $x$  e  $\bar{x}$  é a média da variável  $x$ .

Foi avaliada a influência que a variação da latitude promove na DEF, EXC, ETo, para compreender, se realmente, a mudança da latitude há mudanças drásticas nestes elementos do balanço hídrico.

Para caracterizar as localidades estudadas como úmidas e secas, foram empregados os índices de aridez proposto por Thornthwaite (1948). Os cálculos dos índices de aridez, hídrico e de umidade foram processados conforme as Equações 9 a 11.

$$I_h = \frac{EXC}{ETP} \times 100 \quad (9)$$

$$I_a = \frac{DEF}{ETP} \times 100 \quad (10)$$

$$I_u = I_h - 0,6 \times I_a \quad (11)$$

Em que:  $I_h$  é o índice hídrico,  $I_a$  o índice de aridez,  $I_u$  o índice de umidade, EXC é o excedente hídrico (mm), DEF é a deficiência hídrica (mm), ambos oriundos do balanço hídrico climatológico, ETP é a evapotranspiração de referência ou potencial (mm).

**Tabela 2.** Chave de classificação climática de Thornthwaite baseada no índice de umidade (Ometto, 1981).

<b>Tipos Climáticos</b>	<b>Índice de Umidade (<math>I_u</math>)</b>
A - Super-úmido	$100 \leq I_u$
B4 - Úmido	$80 \leq I_u < 100$
B3 - Úmido	$60 \leq I_u < 80$
B2 - Úmido	$40 \leq I_u < 60$
B1 - Úmido	$20 \leq I_u < 40$
C2 - Sub-úmido	$00 \leq I_u < 20$
C1 - Sub-úmido seco	$-33,3 \leq I_u \geq 00$
D - Semi-árido	$-66,7 \leq I_u < -33,3$
E - Árido	$100 \leq I_u < -66,7$

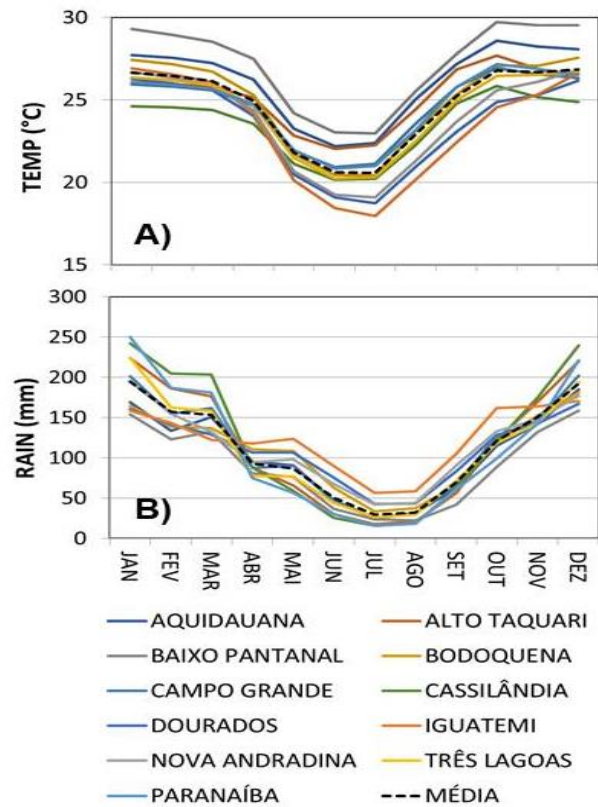
A partir dos índices climáticos calculados para MS foram gerados mapas usando o software Qgis. O método de interpolação utilizado foi a krigagem (KRIGE, 1951), com o modelo esférico, um vizinho e resolução de 0,25° (25 km).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A temperatura do ar no estado do Mato Grosso do Sul apresentou um padrão na variação mensal para as microrregiões (Figura 1 A). Os valores de temperatura do ar mensais das microrregiões variaram de 17 °C a 29 °C, sendo a média anual da temperatura do ar de 24°C. As altas temperaturas do ar ocorreram nos períodos de janeiro-abril e novembro-dezembro, com a média de 26 °C. No período de maio-julho ocorreu uma queda na temperatura do ar, com a média de 20 °C. As microrregiões do Baixo Pantanal (oeste do Estado) e Iguatemi (sul do Estado) se destacaram entre as localidades como a de maior e menor temperatura do ar, respectivamente, com médias anuais de 27 e 23 °C.

A precipitação média anual acumulada de Mato Grosso do Sul foi de 1.379 mm (Figura 1B). A concentração e a distribuição da precipitação no estado foram desuniformes. No período de junho a setembro ocorreu os menores valores de precipitação em MS. Nos períodos de janeiro-maio e outubro-dezembro apresentaram aumento na precipitação.

O inverno mais seco no Estado foi na microrregião de Cassilândia, localizada no nordeste do MS, com 60 mm. A microrregião de Iguatemi, localizada no sul do Estado, apresentou a maior precipitação anual de 1.472 mm. Essas variações de temperatura do ar e precipitação durante o ano podem afetar o desenvolvimento e a produtividade das culturas no estado de Mato Grosso do Sul, pois entre as atividades econômicas, a agricultura é a mais vulnerável à variabilidade climática (GENG et al., 2016; HOSSAIN e PAUL, 2019).



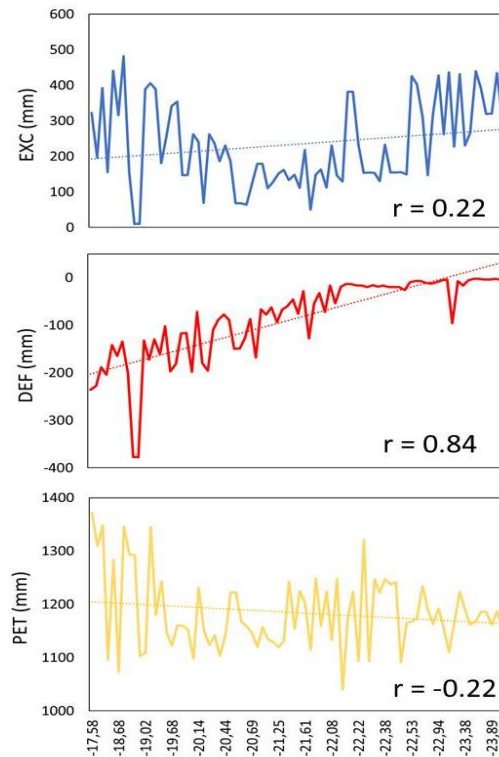
**Figura 1.** Variação mensal da temperatura do ar (°C) e da precipitação pluvial (mm) para as microrregiões do estado do Mato Grosso do Sul (MS).

A relação entre o excedente hídrico e as latitudes das microrregiões de MS apresentou correlação positiva fraca. A deficiência hídrica apresentou correlação negativa forte com as latitudes das microrregiões do MS, ou seja, com o aumento da latitude em MS houve menores deficiências hídricas. As demais variáveis obtiveram correlações desconsideráveis (Figura 2).

As microrregiões apresentaram diferentes padrões nos componentes do Balanço hídrico e no índice de umidade. A evapotranspiração potencial (ETP) anual de Mato Grosso do Sul foi 1.116,52 mm ( $\pm 62,21$  mm). As microrregiões do Baixo Pantanal e Aquidauana, ambas localizadas no oeste do Estado, apresentaram os maiores valores de ETP anual, respectivamente. Nova Andradina e Três Lagoas, localizadas no leste do MS, obteve valores acima de 1.000 mm, no entanto, estão abaixo da média da ETP anual do Estado.

O excedente hídrico (EXC) do MS apresentou uma média anual de 234,8 mm ( $\pm 121,04$  mm). Iguatemi e Dourados obtiveram as maiores variações de excedente hídrico. As microrregiões de Cassilândia e Alto Taquari, ambas localizadas no norte do Estado e Parnaíba (leste do Estado) apresentaram uma distribuição normal nos dados de excedente hídrico. Cassilândia possuiu a maior média de excedente hídrico anual, de 429,17 mm ( $\pm 41,1$  mm) e o Baixo do Pantanal apresentou o menor excedente hídrico de 23,15 mm ( $\pm 23,61$  mm).

Baixo Pantanal obteve a maior deficiência hídrica e variação. A irrigação suplementar pode ser uma estratégia para estabilidade e produtividade dos cultivos nas microrregiões mais secas do Estado. A utilização da irrigação suplementar nos períodos de seca minimiza as perdas da produtividade (MONTROYA et al., 2017; JHA et al., 2018).



**Figura 2.** Relação entre a variação da latitude e o excedente hídrico (EXC), deficiência hídrica (DEF) e a evapotranspiração potencial (ETP) no Mato Grosso do Sul.

O Índice de umidade (IU) obteve uma média de 15,94 ( $\pm 11,57$ ), ilustrado na Tabela 3. O Baixo Pantanal demonstrou o menor IU, de -11,89 ( $\pm 8,43$ ) e a microrregião de Cassilândia com o maior IU, com 31,26 ( $\pm 4,65$ ), apresentando uma relação com a quantidade de DEF e EXC nas microrregiões. Os dados de IU de Cassilândia e Paranaíba apresentaram uma distribuição normal, ou seja, não ocorreu muita variação no IU. Já Iguatemi e Dourados apresentaram maior variação.

Desta forma Mato Grosso do Sul apresentou quatro tipos climáticos, sendo B1-úmido, C2-Sub-úmido e C1-Sub-úmido seco, já era esperado devido a sensibilidade dos critérios de classificação de Thornthwaite (ROLIM et al., 2007). O índice C2 obteve maior predominância no estado com 47% das localidades enquanto o índice de menor presença foi C1, com 1,3% no Estado. A microrregião do Baixo Pantanal, localizada no oeste de MS, apresentou maior valor de DEF no estado, sendo classificada como sub-úmido seco. Já as microrregiões com os



maiores valores de excedente hídrico, Cassilândia e Iguatemi foram classificadas como B1-úmido.

**Tabela 3.** Índice de umidade para as localidades do Mato Grosso do Sul.

Micro Region	Cities	Im	Symbol Climate	Climate Descripton	Micro Region	Cities	Im	Symbol Climate	Climate Descripto
AQUIDAUANA	ANÁSTACIO	-1,81	C1	SUBHUMID FRY	DOURADOS	DOURADOS	18,11	C2	SUBHUMID
	AQUIDAUANA	-1,81	C1	SUBHUMID FRY		FÁTIMA DO SUL	18,20	C2	SUBHUMID
	DOIS DO BURITI	5,71	C2	SUBHUMID		ITAPORÃ	18,03	C2	SUBHUMID
	MIRANDA	-3,15	C1	SUBHUMID FRY		JUTI	25,07	B1	HUMID
ALTO TAQUARI	ALCINÓPOLIS	21,28	B1	HUMID	LAGUNA CARAPÁ	34,12	B1	HUMID	
	CAMAPUÃ	15,65	C2	SUBHUMID	MARACAIU	16,36	C2	SUBHUMID	
	COXIM	2,45	C2	SUBHUMID	NOVA ALVORADA DO SUL	9,67	C2	SUBHUMID	
	FIGUEIRÃO	16,87	C2	SUBHUMID	PONTA POBÃ	35,07	B1	HUMID	
	PEDRO GOMES	4,38	C2	SUBHUMID	RIO BRILHANTE	11,52	C2	SUBHUMID	
	RIO VERDE DO MATO GROSSO	2,58	C2	SUBHUMID	VICENTINA	11,45	C2	SUBHUMID	
	SÃO GABRIEL DO OESTE	23,06	B1	HUMID	ANGÉLICA	9,43	C2	SUBHUMID	
	SONORA	14,73	C2	SUBHUMID	CORONEL SAPUCAIA	35,64	B1	HUMID	
BAIXO PANTANAL	CORUMBÁ	-15,76	C1	SUBHUMID FRY	DEODÁPOLIS	10,76	C2	SUBHUMID	
	LADÁRIO	-15,76	C1	SUBHUMID FRY	ELDORADO	25,59	B1	HUMID	
	PORTO MURTINHO	-2,15	C1	SUBHUMID FRY	GLÓRIA DE DOURADOS	11,56	C2	SUBHUMID	
	BELA VISTA	10,02	C2	SUBHUMID	IGUATEMI	33,38	B1	HUMID	
BODOQUENA	BODOQUENA	-1,05	C1	SUBHUMID FRY	ITAQUIRAÍ	21,98	B1	HUMID	
	BONITO	5,49	C2	SUBHUMID	IVINHEMA	9,51	C2	SUBHUMID	
	CARACOL	5,93	C2	SUBHUMID	JAPOBÃ	25,76	B1	HUMID	
	GUJA LOPES DA LAGUNA	8,64	C2	SUBHUMID	JATEÍ	11,55	C2	SUBHUMID	
	JARDIM	5,65	C2	SUBHUMID	MUNDO NOVO	25,14	B1	HUMID	
	NIOAQUE	7,88	C2	SUBHUMID	NAVIRAÍ	21,71	B1	HUMID	
CAMPO GRANDE	BANDEIRANTES	15,29	C2	SUBHUMID	NOVO HORIZONTE DO SUL	11,35	C2	SUBHUMID	
	CAMPO GRANDE	11,63	C2	SUBHUMID	PARANHOS	37,19	B1	HUMID	
	CORGUINHO	6,80	C2	SUBHUMID	SETE QUEEDAS	37,93	B1	HUMID	
	JARAQUARI	17,98	C2	SUBHUMID	TACURU	37,68	B1	HUMID	
	RIO NEGRO	7,09	C2	SUBHUMID	NOVA ANDRADINA	35,80	B1	HUMID	
	ROCHEDO	6,66	C2	SUBHUMID	BATAGUASSU	10,33	C2	SUBHUMID	
	SIDROLÂNDIA	12,43	C2	SUBHUMID	BATAYPORÃ	13,13	C2	SUBHUMID	
	TERRENS	11,63	C2	SUBHUMID	NOVA ANDRADINA	13,10	C2	SUBHUMID	
CASSILÂNDIA	CASSILÂNDIA	27,25	B1	HUMID	TAQUARUSSU	12,22	C2	SUBHUMID	
	CHAPADÃO DO SUL	37,37	B1	HUMID	PARANAÍBA	19,39	C2	SUBHUMID	
	COSTA RICA	32,38	B1	HUMID	APARECIDA DO TABOADO	12,47	C2	SUBHUMID	
	PARAÍSO DAS ÁGUAS	28,04	B1	HUMID	INOCÊNCIA	21,78	B1	HUMID	
DOURADOS	AMAMBÁI	37,59	B1	HUMID	SELVIRIA	12,58	C2	SUBHUMID	
	ANTONIO JOÃO	31,74	B1	HUMID	ÁGUAS CLARAS	15,20	C2	SUBHUMID	
	ARAL MOREIRA	35,28	B1	HUMID	BRASILÂNDIA	8,44	C2	SUBHUMID	
	CAARAPÓ	25,21	B1	HUMID	RIBAS DO RIO PARDO	15,59	C2	SUBHUMID	
	DOURADINA	18,01	C2	SUBHUMID	SANTA RITA DO PARDO	10,89	C2	SUBHUMID	
					TRÊS LAGOAS	6,83	C2	SUBHUMID	

A correlação da deficiência hídrica do Baixo Pantanal foi mais positiva e forte com as deficiências hídricas de Alto Taquari, Aquidauana, Bodoquena e Campo Grande (Tabela 4), sendo essas microrregiões localizadas próximas ao Baixo Pantanal.

A correlação da deficiência hídrica do Baixo Pantanal foi mais positiva e forte com as deficiências hídricas de Alto Taquari, Aquidauana, Bodoquena e Campo Grande (Tabela 3), sendo essas microrregiões localizadas próximas ao Baixo Pantanal.

**Tabela 4.** Correlação de Pearson da deficiência hídrica para as microrregiões de Mato Grosso do Sul.

	AQ	AT	BP	BO	CG	CA	DO	IG	NA	PA	TL
AQUIDAUANA	1,00										
ALTO TAQUARI	0,80	1,00									
BAXO PANTANAL	0,84	0,77	1,00								
BODOQUENA	0,90	0,76	0,81	1,00							
CAMPO GRANDE	0,89	0,90	0,77	0,83	1,00						
CASSILÂNDIA	0,71	0,96	0,69	0,68	0,83	1,00					
DOURADOS	0,77	0,72	0,65	0,86	0,82	0,67	1,00				
IGUATEMI	0,67	0,61	0,55	0,75	0,73	0,58	0,93	1,00			
NOVA ANDRADINA	0,71	0,64	0,59	0,74	0,75	0,61	0,85	0,86	1,00		
PARANAÍBA	0,71	0,87	0,73	0,66	0,78	0,89	0,64	0,55	0,61	1,00	
TRÊS LAGOAS	0,79	0,87	0,74	0,77	0,89	0,85	0,77	0,70	0,78	0,90	1,00

O excedente hídrico de Cassilândia apresentou correlação positiva mais forte com as microrregiões de Três Lagoas, Paranaíba, Alto Taquari e Campo Grande, destacando a relação com Alto Taquari ( $r = 92$ ,  $p < 0,05$ ) (Tabela 5). Entretanto o excedente hídrico de Cassilândia obteve correlação positiva mais fraca com a microrregião de Iguatemi, localizada no Sul de MS. Portanto, quanto mais próximas as microrregiões mais fortes as correlações.

**Tabela 5.** Correlação de Pearson do excedente hídrico para as microrregiões de Mato Grosso do Sul.

	AQ	AT	BP	BO	CG	CA	DO	IG	NA	PA	TL
AQUIDAUANA	1,00										
ALTO TAQUARI	0,58	1,00									
BAIXO PANTANAL	0,44	0,23	1,00								
BODOQUENA	0,59	0,26	0,69	1,00							
CAMPO GRANDE	0,77	0,85	0,35	0,43	1,00						
CASSILÂNDIA	0,45	0,92	0,16	0,17	0,72	1,00					
DOURADOS	0,33	0,27	0,42	0,64	0,36	0,24	1,00				
IGUATEMI	0,13	-0,01	0,32	0,44	0,09	-0,05	0,79	1,00			
NOVA ANDRADINA	0,47	0,50	0,49	0,58	0,58	0,44	0,77	0,59	1,00		
PARANAÍBA	0,46	0,86	0,18	0,19	0,74	0,86	0,22	-0,04	0,51	1,00	
TRÊS LAGOAS	0,61	0,85	0,29	0,30	0,86	0,76	0,30	0,03	0,66	0,88	1,00

## CONCLUSÕES

O Clima tipo C2 é o mais predominante em Mato Grosso do Sul (MS); MS apresenta dois períodos bem definidos durante o ano, um seco e outro chuvoso; Os três tipos climáticos que predominantes em MS foram sub-úmido, B1-úmido, C2-sub-úmido e C1 sub-úmido árido; O DEF e ETP diminuem com o aumento da latitude; O Baixo Pantanal é a microrregião mais seca de MS; As microrregiões mais úmidas de MS são Cassilândia e Iguatemi; A temperatura e a precipitação média anual são 24°C com 1.379 mm, respectivamente; MS tem

um excedente hídrico de 234,8 mm ano<sup>-1</sup>, uma deficiência hídrica de 80,8 mm ano<sup>-1</sup> e ETP de 1.144,8 mm ano<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVEZ, A. C. A.; SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**, Fisiologia da Mandioca. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. cap.7 p. 138-169

APARECIDO, L.E. de O.; ROLIM, G de S. **Forecasting of the annual yield of Arabic coffee using water deficiency**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.53, n12, p1299-1310, Dec

AYOADE, J.O. **Introdução à Clima para os Trópicos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.831-839, 2004.

CASONATO, L. **O papel do Agronegócio no Crescimento**. Economia Agrícola, 31-39,2013.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440p

SEMAGRO/MS, Secretaria de Estado de Meio ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar; Superintendência de Indústria, Comércio e Turismo. **Produto Interno Bruto Estadual: 2010 – 2016**. Campo Grande, 2018. Disponível em:<<http://www.semagro.ms.gov.br/contas-regionais-relatorios-do-pib/>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

SILVEIRA, H.R. de O.; SANTOS, M. de O.; ALVES, J.D.; SOUZA, K.R.D. de; ANDRADE, C.A.; ALVES, R.G.M. **Growth effects of water excess on coffee seedlings (Coffea arabica L.)**. Acta Scientiarum. Agronomy, v.36, p.211-218, 2014. DOI: 10.4025/actasciagron.v36i2.17557