

## AGROMETEOROLOGIA APLICADA NA ANÁLISE DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS; BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DE DIAMANTINO, MATO GROSSO, PARA AS CAD(S) DE 70 E 120

AGROMETEOROLOGY APPLIED TO CLIMATE CHANGE ANALYSIS; CLIMATOLOGICAL WATER BALANCE OF DIAMANTINO, MATO GROSSO STATE, FOR CAD(S) 70 AND 120

Guilherme Luiz dos Santos Silva<sup>1</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste presente trabalho foi esclarecer os debates polemizados acerca do suposto acréscimo de temperatura e redução da pluviosidade em função do desmatamento e urbanização do Cerrado situado no Centro Oeste brasileiro. Para nível de comparação, foram utilizadas as normais climatológicas de 1961-1990 e 1981-2010, obtidas no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), vinculado ao Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA). A localidade escolhida foi o município de Diamantino-MT, sendo que os resultados obtidos não foram significativos a nível de classificação, permanecendo imutáveis, para ambas as classificações (Köppen e Thornthwaite). Para culturas florestais, pertencentes ao Cerradão, exigentes de CAD média igual ou superior a 120, Segundo Köppen a classificação foi equivalente àquela CAD voltada a exploração extensiva agrícola de culturas anuais, ou seja, AW Megatérmico ou Tropical com seca no Inverno, para ambos os períodos. Já para a classificação de Thornthwaite, levando-se em consideração a CAD para espécies florestais de 120, para as normais climatológicas de 1961-1990 e de 1981-2010, o clima encontrado foi distinto daquele aplicado às culturas anuais, agora dado como BirA'a' (Clima úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica, Megatérmico ou com Evapotranspiração de Verão inferior a 48% da Evapotranspiração Potencial Anual).

884

**Palavras-chave:** Desmatamento, Köppen, Temperatura, Thornthwaite, Umidade.

**ABSTRACT:** The objective of this present work was to clarify the polemic debates about the supposed increase in temperature and reduction in rainfall due to deforestation and urbanization of the Cerrado located in the Brazilian Midwest. For comparison, we used the climatological normals from 1961-1990 and 1981-2010, obtained from the database of the National Institute of Meteorology (INMET), linked to the Ministry of Agriculture and Supply (MAPA). The chosen location was the municipality of Diamantino-MT, and the results obtained were not significant at the classification level, remaining unchanged, for both classifications (Köppen and Thornthwaite). For forest crops, belonging to the Cerradão, requiring an average DWC equal to or greater than 120, according to Köppen, the classification was equivalent to that DWC aimed at extensive farming of annual crops, that is, Megathermal AW or Tropical with drought in winter, for both periods. For the Thornthwaite classification, taking into account a CAD for forest species of 120, for the climatological normals of 1961-1990 and 1981-2010, the climate found was different from that applied to annual crops, now given as BirA'a' (Humid climate, without or with little water deficiency, Megathermal or with Summer Evapotranspiration less than 48% of the Annual Potential Evapotranspiration).

**Keywords:** Deforestation, Köppen, Temperature, Thornthwaite, Humidity.

<sup>1</sup> Curso de Agronomia (Engenharia Agrônômica), Tangará da Serra/MT. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). E-mail: E-mail para contato: guilherme.luiz@unemat.br.

## I INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas vem sendo a algum tempo, objeto de preocupação da Academia e da maioria das sociedades globais atuais. Nisto, algumas conferencias e cúpulas vem sendo realizadas desde o começo da última década do século XX, tais como a Eco 92 (Rio de Janeiro, 1992), a assinatura do protocolo de Kyoto, a Rio +10 (Johanesburgo, 2002) e a Rio +20 (Rio de Janeiro, 2012), sendo que todas estas visavam comprometer, diplomaticamente, as autoridades nacionais do globo a reduzirem a emissão de poluentes, combaterem as atividades de desmatamento e queimadas, bem como seguir metas rígidas no combate as contaminações de toda e qualquer natureza (GULARTE e OLIVEIRA, 2007; RIBEIRO, 2002; GUIMARÃES e FONTOURA, 2002). Não é sensato culpar um único grupo ou fonte generalista de contaminação, ou setor laboral como sendo o único responsável por alterações nas variáveis climáticas terrestres, ficando explícito que para cada atitude ou atividade antrópica, são acrescidas algumas alterações, de algum modo, irrisórias, porém severas na dinâmica da troposfera Terrestre (GULARTE e OLIVEIRA, 2007). Fica evidente que a variável que possui o potencial de provocar as maiores alterações na atmosfera, litosfera, hidrosfera e principalmente, biosfera, é a temperatura (“CORREA, 2011”). Segundo dados paleoclimatológicos o planeta já passou por inúmeras alterações térmicas nos 3 bilhões de anos, desde o resfriamento da crosta (“MORAES et al. 2018”). Neste decorrer de tempo, a terra foi submetida a intensos aquecimentos, sucedidos por duradouros resfriamentos, conhecidos como eras do gelo (“MORAES et al. 2018”). No passado remoto e até cerca de 150-200 anos atrás, os fatores mais influentes no aquecimento e resfriamento da terra foram os elementos endógenos, tais como vulcanismo e bombardeios meteoroides, provindos do espaço sideral (OLIVEIRA, et al. 2017). Entretanto, após as transformadoras revoluções industriais, com a introdução do consumo de combustíveis fósseis, tais como o carvão mineral, gasolina, diesel, gás natural, o aquecimento cíclico do planeta foi severamente, acelerado (OLIVEIRA, et al. 2017). Isto se deve ao fenômeno, popularmente, conhecido como efeito estufa, que por sua vez, limita a reflexão de boa parte das radiações ondas curtas, provindas do sol, para o espaço, o que eleva a média de temperatura diária, mensal, anual e climatológica, exercendo uma série de efeitos nocivos para os ecossistemas terrestres e para os próprios seres humanos, dos quais fazem parte (OLIVEIRA, et al. 2017). Alguns destes efeitos são a exemplo, o derretimento das calotas polares, a esterilização de alguns vegetais, que necessitam de horas de frio para a quebra da dormência, o recuo de animais frágeis a certos intervalos de temperatura, para áreas mais propícias a sua sobrevivência, alterações na frequência, volume e distribuição da precipitação, para mais ou para menos, desertificação, elevação das incidências de fenômenos catastróficos como tornados, furacões e tufões, mesmo em locais incomuns, sendo que todos estes levam a extinção diária, de dezenas de espécies da flora e fauna dos mais diversos biomas terrestres, até mesmo de animais e plantas ainda desconhecido, além de ameaçar a própria existência humana no planeta (OLIVEIRA, et al. 2017; COSTA, 2008). A temperatura influi diretamente sobre os fatores e elementos do clima, tais como, umidade do ar e do solo, precipitação, ventos, variação de pressão, correntes marítimas, fluxo de ventos e massas de ar (CORREA, 2011). Cabe a academia investigar se as alterações são na íntegra, negativas ou parcialmente, positivas, expondo que verdadeiramente, nenhuma alteração climática é positiva, de fato. O que se ouve constantemente, é que as atividades antrópicas relacionadas ao desmatamento, com enfoque

no estabelecimento de pastagens, lavouras ou urbanização são motivos o bastante para provocar uma elevação da temperatura e redução significativa da precipitação, ou seja, modificando o clima regional para de todo o pior. Porém, isto pode significar uma verdade não absoluta, tendo em vista que o senso comum exhibe, em todo o caso, pouca credibilidade.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Metodologia de Köppen

A metodologia desenvolvida por Wladimir Koöpen (1900) é uma das mais utilizadas nas ciências agrárias em razão de ser um método simplório e de fácil entendimento e compreensão por todos na esfera profissional. Para esta classificação climática basta filtrar dados referentes a 2 variáveis climáticas, dentre elas a Temperatura média mensal compensada ou de bulbo seco e a Pluviosidade média acumulada, sendo ambas retiradas de uma mesma normal climatológica, para efeito de análise e constatação. Neste pequeno estudo, ambos os dados, para cada uma das duas normais climatológicas, de 1961-1990 e 1991 e 2010, foram obtidos por download da página oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), de jurisdição do Ministério da Agricultura (MAPA). Cada um dos 4 dados, foram obtidos individualmente, por filtragem, sendo realocados, em colunas, em uma tabela individual, do tipo planilha, contendo o nome de cada mês e os dados de Temperatura e precipitação para sua respectiva normal climatológica, conforme a operação do software Microsoft Excel, do pacote Office 2016. O procedimento recomendado por Koöpen sugeriu a filtragem da Temperatura do mês mais frio, encontrada na função “MÍNIMO”, dentre todos os meses do ano, a Temperatura média anual, encontrada pela função “MÉDIA” de todas as médias mensais para cada normal, a Precipitação acumulada anual, dada pela função “SOMA”, de todas as precipitações médias mensais de cada normal, a Precipitação do mês mais seco, dado pela função “MÍNIMO” de todas as precipitações médias mensais de cada normal, a Precipitação do mês mais seco de verão, dada pela função “MÍNIMO”, selecionando-se os meses de Janeiro, Fevereiro e Março, excluindo Dezembro, e a Precipitação do mês mais seco de Inverno, através da função “MÍNIMO”, selecionando-se os meses de Julho, Agosto e Setembro, excluído o mês de Junho, com resultados compatíveis com o de o Mês mais seco (do ano). O mesmo procedimento foi realizado para as duas normais climatológicas, de 1961-1990 e 1991-2010. Para encontrar o clima segundo Koöpen, fora utilizada uma tabela, baseada em uma simplificação proposta por Alvares et al. 2014.

886

### 2.1. Metodologia de Thornthwaite

A classificação proposta por Thornthwaite, apesar de mais complexa, tende a ser mais completa e descritiva, portanto, é peça chave para a contribuição técnica teórica e divulgação científica. De modo semelhante como foi executada a classificação de Koöpen, para as duas

normais, realizou-se a execução com o auxílio do Software Excel. Valendo-se dos mesmos dados utilizados para classificação de Kööpen (Temperatura e Precipitação) mais Evapotranspiração tabular, fator de correção, encontrados em duas tabelas, desenvolvidas por Thornthwaite ,1948 e adaptada por Camargo (em 1962 e 1964) obteve-se os dados necessários para a classificação. Além destes, categoriza-se que para cada normal, foram adicionadas duas Capacidades de Armazenamento de Água distintas, de 70 e 120, uma para culturas agrícolas anuais e outra para floresta nativa, respectivamente. Para o preenchimento destas planilhas, identificadas pela alcunha de Balanços hídricos climatológicos, foram empregadas várias equações, lineares, exponenciais e logarítmicas, além empregar dados geodésicos, como a latitude e algumas variáveis, em função da Temperatura, efetuando um mecanismo de equações para a aferição dos cálculos. Para a classificação final de cada clima em função dos grupos de plantas ou cobertura de relevo, utilizou-se quatro equações, sendo uma para calcular o índice hídrico, uma para o índice de aridez, índice de umidade e outra para a identificação do subtipo climático térmico. Para a aplicação e distinção dos dados obtidos, utilizou-se de uma tabela desenvolvida por Thornthwaite em 1948, desvendando climas separados e identificados por uma sigla contendo 4 termos, cujo primeiro poder-se-ia ser indicado por uma letra maiúscula ou uma letra e um número, o segundo, por uma letra minúscula ou uma letra e um número, o terceiro, por uma letra maiúscula e apóstrofo ou uma destas letras (Ex: A'), acompanhada por um número, sendo que o mesmo se aplica ao último termo, com exceção de a letra ser maiúscula. Esta classificação fora dada também por extenso, quando se tornara bem autoidata. 887

Para a elaboração dos gráficos, foram extraídos os dados de Déficit e Excedente, além dos dados referentes a alteração do armazenamento, para a contabilidade da retirada e reposição. Para a organização destes dados extraídos organizou-se uma nova tabela dotada de 4 colunas, cuja primeira dada como Déficit e a quarta e última, pelo excedente, sendo que a 2º e a 3º coluna foram organizadas a partir dos valores negativos e positivos contidos na coluna do Balanço hídrico climatológico, referentes a alteração do armazenamento, respectivamente. Sabendo que para a segunda coluna (retirada/RET) foram atribuídos os valores negativos e para a terceira coluna (reposição/REP), os valores positivos, as demais células foram preenchidas com elementos nulos (o). Vale ressaltar, que para o

preenchimento das colunas de retirada e reposição, as células que receberam números menores ou maiores que zero, foram aquelas cuja orientação mensal era compatível com aquela presente no BCH. Posteriormente, utilizando os dados numéricos desta tabela, fora produzido um gráfico de área, representando os valores em milímetros de Déficit, Retirada, Reposição e Excedente, em função das médias mensais anuais contidos em cada normal climatológica, combinadas com cada CAD, em questão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para esta localidade não foram significativos a nível de classificação, permanecendo imutável, para ambas as classificações (Köppen e Thornthwaite). Correlacionado as variáveis do BCH, para ambas as normais climatológicas (30 anos) com a CAD exigida para cada planta em uma hipotética textura de solo, pode-se observar os impactos (positivos ou negativos) na vegetação nativa e nas culturas agrícolas e/ou animais. Qualitativamente, para culturas agrícolas anuais, com CAD média de 70, a classificação de Köppen para os períodos de 1961-1990, 1981-2010 manteve-se com AW, Tropical ou Megatérmico, com seca no Inverno. Já segundo o método de Thornthwaite, para estes mesmos períodos (normais climatológicas) e para esta mesma categoria de profundidade radicular de plantas, o clima foi definido Clima B<sub>1</sub>W A'a', ou seja, Clima úmido com deficiência moderada no Inverno, Megatérmico, com Evapotranspiração potencial no Verão menor que 48% da Evapotranspiração potencial anual. Para culturas florestais, pertencentes ao subecossistema Cerradão, exigentes de CAD média igual ou superior a 120, segundo Köppen a classificação foi equivalente a daquela CAD voltada para a exploração extensiva agrícola de culturas anuais, ou seja, AW Megatérmico ou Tropical com seca no Inverno, para os dois períodos, compreendendo o intervalo de duas normais climatológicas, isto é de 1961 a 2010, ou seja, a classificação de Köppen não leva em consideração a necessidade hídrica e o tipo de vegetação. O clima encontrado, seguindo os passos de Charles W. Thornthwaite, considerando uma CAD de 70, para o município de Diamantino, foi B<sub>1</sub>W A'a', ou seja, Clima úmido, com deficiência hídrica moderada no Inverno, Megatérmico, com evapotranspiração no Verão menor que 48% da ETP anual. Já para a classificação de Thornthwaite, levando-se em consideração a CAD para espécies florestais de 120, para as normais climatológicas de 1961-1990 e de 1981-2010, o clima encontrado foi distinto daquele aplicado às culturas anuais, dado como Clima B<sub>1</sub>r A'a', por extenso, Clima úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica, Megatérmico ou com Evapotranspiração de Verão inferior a 48% da Evapotranspiração Potencial Anual. Em termos numéricos, a Precipitação média acumulada anual subiu e apresentou tendência semelhante ao que ocorreu com outros municípios como Cáceres e Cuiabá, apesar de neste caso, não alterar, positivamente, o clima. Baseando nos dados de Köppen, com o desmatamento, implantação de lavouras e urbanização, houve correlação linear positiva e direta, elevando a temperatura e a pluviosidade. Segundo o método de Thornthwaite, para as espécies florestais, os valores absolutos do índice de aridez, hídrico e de umidade, subiram, apesar que se subentende que o índice de aridez foi alterado para um menor percentual relativo, em comparação com a normal climatológica de 1961-1990. Enquanto isto, para as culturas anuais, estes índices

também subiram, no entanto, o coeficiente de Subtipo climático térmico também recuou, apesar de não houver alteração na classificação, indicando que a evapotranspiração potencial de Verão tende a permanecer menor que 48% da ETP anual. Nisto, percebe-se que o clima regional para Diamantino-MT, segue uma tendência de tornar cada vez mais úmido, elevando o poder regenerativo das sucessões ecológicas, ampliando as janelas de plantio, na agricultura e em contrapartida, tornando o ambiente inapto para algumas espécies da fauna e flora locais, devido ao acréscimo de temperatura e amplitude térmica, além de contribuir negativamente na agricultura, para a propagação de moléstias fitossanitárias fúngicas e otimização da reprodução de insetos praga, principalmente, de holometábolos, das ordens dos lepidópteros, coleópteros e hemimetábolos, principalmente, hemípteros.

Fazer a descrição dos resultados obtidos e principais resultados, fazer relação entre os dados obtidos e as hipóteses de pesquisa, apresentar dados inesperados que apareceram e que acha interessante destacar. Interpretar os resultados e discutir, tendo como base a fundamentação teórica.

### 3.1. Figuras e tabelas

Tabela 1 - Capacidade de armazenamento de água em função das culturas e/ou cultivares

Cultura	CAD
hortaliças	0-50
anuais	50-75
perenes	75-120
florestais	120-170

Fonte: Apostila de Meteorologia Agrícola (LCE306), ESALQ-USP, Piracicaba-SP.

Tabela 2.1 - Dados empregados na classificação climática para Diamantino segundo Köppen

Mês	T°	P
	C°	mm
Jan.	25,6	273,8
Fev.	25,5	244,1
Mar.	25,5	245,3
Abr.	25,3	138,7
Mai.	23,9	62,7
Jun.	22,5	11,1
Jul.	22,3	7,5
Ago.	24,5	23,2
Set.	25,9	78,7
Out.	26,2	165,7
Nov.	26,0	213,8
Dez.	25,6	271,0
Ano	24,9	1735,7

Legenda : (T°) : Temperatura, (P): Precipitação. Dados considerados para a normal climatológica de 1961-1990 . Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Tabela 2.2 – Dados empregados na classificação climática para Diamantino segundo Köppen

Mês	T°	P
	C°	mm
Jan.	25,9	299,5
Fev.	25,8	302,1
Mar.	25,8	271,1
Abr.	25,6	130,8
Mai.	23,9	49,1
Jun.	22,9	14,1
Jul.	22,6	10,4
Ago.	24,7	24,4
Set.	26,1	73,6
Out.	26,7	170,2
Nov.	26,4	222,1
Dez.	26,1	263,7
Ano	25,2	1831,1

Legenda : (T°) : Temperatura, (P): Precipitação. Dados considerados para a normal climatológica de 1981-2010. Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Tabela 3.1 Balanço Hídrico Climatológico para Diamantino, segundo Thornthwaite

BCH de uma Normal climatológica para Diamantino -MT(1961-1990)													
Mês	T°	ETt	Cor	ETP	P	P-ETP	Neg. acu.	ARM.	ALT.	ETR	DEF	EXC	Cad
	C°	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Jan.	25,6	4	1,1	133	273,8	141	0	70	0	133	0	141	70
Fev.	25,5	4	1,0	118	244,1	127	0	70	0	118	0	127	70
Mar.	25,5	4	1,1	126	245,3	119	0	70	0	126	0	119	70
Abr.	25,3	3,8	0,985	112	138,7	26	0	70	0	112	0	26	70
Mai.	23,9	3,3	0,99	98	62,7	-35	-35	42	-28	90	8	0	70
Jun.	22,5	2,9	0,94	82	11,1	-71	-106	15	-27	38	44	0	70
Jul.	22,3	2,5	0,98	74	7,5	-66	-172	6	-9	17	57	0	70
Ago.	24,5	3,8	1	114	23,2	-91	-262	2	-4	28	86	0	70
Set.	25,9	4,0	1	120	78,7	-41	-304	1	-1	79	41	0	70
Out.	26,2	4,3	1,07	138	165,7	28	-62,6983	29	28	138	0	0	70
Nov.	26,0	4,0	1,07	128	213,8	85	0	70	41	128	0	44	70
Dez.	25,6	4,0	1,12	134	271,0	137	0	70	0	134	0	137	70
Ano	24,9	3,7		1377	1735,7	358	---	---	---	1142	235	593	70

Legenda: (T°) : Temperatura; (P): Precipitação; ETt: Evapotranspiração tabular; Cor: Correção; ETP: Evapotranspiração Potencial Padrão; Neg. acu.: Negativo acumulado; ARM.: Armazenamento de água no solo; ALT.: Alteração; ETR: Evapotranspiração Real; DEF: Déficit; EXC: Excedente; Cad: Capacidade de Armazenamento de água no solo. Dados para a normal climatológica de 1961-1990 e uma CAD de 70. Fonte:



Apostila de Meteorologia Agrícola (LCE306), ESALQ-USP, Piracicaba-SP. **Vide tópico 3.3; figuras (imagens) 1 e 2.**

Tabela 3.2 Balanço Hídrico Climatológico para Diamantino, segundo Thornthwaite

BCH de uma normal climatológica para Diamantino-MT (1981-2010)													
Mês	T°	ETt	Cor	ETP	P	P-ETP	Neg. acu.	ARM.	ALT	ETR	DEF	EXC	Cad
	C°	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	70
Jan.	25,90	4,0	1,11	133	299,5	166	0	70	0	133	0	166	70
Fev.	25,80	4,0	0,98	118	302,1	185	0	70	0	118	0	185	70
Mar.	25,80	4,0	1,05	126	271,1	145	0	70	0	126	0	145	70
Abr.	25,60	4,0	0,985	118	130,8	13	0	70	0	118	0	13	70
Mai.	23,90	3,3	0,99	98	49,1	-49	-49	35	-35	84	14	0	70
Jun.	22,90	2,9	0,94	82	14,1	-68	-117	13	-22	36	46	0	70
Jul.	22,60	2,9	0,98	85	10,4	-75	-191	5	-9	19	66	0	70
Ago.	24,70	3,8	1	114	24,4	-90	-281	1	-4	28	86	0	70
Set.	26,10	4,3	1	129	73,6	-55	-336	1	0	74	55	0	70
Out.	26,70	4,5	1,07	144	170,2	26	-68,47	26	26	144	0	0	70
Nov.	26,40	4,3	1,07	138	222,1	84	0	70	44	138	0	40	70
Dez.	26,10	4,3	1,12	144	263,7	119	0	70	0	144	0	119	70
Ano	25,20	3,9		1430	1831,1	401	---	---	---	1163	267	668	70

Legenda: (T°) : Temperatura; (P): Precipitação; ETt: Evapotranspiração tabular; Cor: Correção; ETP: Evapotranspiração Potencial Padrão; Neg. acu.: Negativo acumulado; ARM.: Armazenamento de água no solo; ALT.: Alteração; ETR: Evapotranspiração Real; DEF: Déficit; EXC: Excedente; Cad: Capacidade de Armazenamento de água no solo. Dados para a normal climatológica de 1981-2010 e uma CAD de 70. Fonte: Apostila de Meteorologia Agrícola (LCE306), ESALQ-USP, Piracicaba-SP. **Vide tópico 3.3; figuras (imagens) 1 e 2.**

891

Tabela 3.3 Balanço Hídrico Climatológico para Diamantino, segundo Thornthwaite

BCH de uma Normal climatológica para Diamantino-MT(1961-1990)													
Mês	T°	ETt	Cor	ETP	P	P-ETP	Neg. acu.	ARM.	ALT.	ETR	DEF	EXC	Cad
	C°	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Jan.	25,6	4	1,1	133	273,8	141	0	120	0	133	0	141	120
Fev.	25,5	4	1,0	118	244,1	127	0	120	0	118	0	127	120
Mar.	25,5	4	1,1	126	245,3	119	0	120	0	126	0	119	120
Abr.	25,3	3,8	0,985	112	138,7	26	0	120	0	112	0	26	120
Mai.	23,9	3,3	0,99	98	62,7	-35	-35	90	-30	93	5	0	120
Jun.	22,5	2,9	0,94	82	11,1	-71	-106	50	-40	51	31	0	120
Jul.	22,3	2,5	0,98	74	7,5	-66	-172	29	-21	29	45	0	120
Ago.	24,5	3,8	1	114	23,2	-91	-262	13	-15	38	76	0	120
Set.	25,9	4,0	1	120	78,7	-41	-304	10	-4	83	37	0	120
Out.	26,2	4,3	1,07	138	165,7	28	-140,494	37	28	138	0	0	120
Nov.	26,0	4,0	1,07	128	213,8	85	0	120	83	128	0	3	120
Dez.	25,6	4,0	1,12	134	271,0	137	0	120	0	134	0	137	120



<b>Ano</b>	24,9	3,7		1377	1735,7	358	---	---	---	1184	194	552	120
------------	------	-----	--	------	--------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----

Legenda: (T°) : Temperatura; (P): Precipitação; ETt: Evapotranspiração tabular; Cor: Correção; ETP: Evapotranspiração Potencial Padrão; Neg. acu.: Negativo acumulado; ARM.: Armazenamento de água no solo; ALT.: Alteração; ETR: Evapotranspiração Real; DEF: Déficit; EXC: Excedente; Cad: Capacidade de Armazenamento de água no solo. Dados para a normal climatológica de 1961-1990 e uma CAD de 120. Fonte: Apostila de Meteorologia Agrícola (LCE306), ESALQ-USP, Piracicaba-SP. **Vide tópico 3.3; figuras (imagens) 1 e 2.**

Tabela 3.3 Balanço Hídrico Climatológico para Diamantino, segundo Thornthwaite

BCH de uma normal climatológica para Diamantino-MT (1981-2010)													
Mês	T°	ETt	Cor	ETP	P	P-ETP	Neg. acu.	ARM.	ALT.	ETR	DEF	EXC	Cad
	C°	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Jan.	25,90	4,0	1,11	133	299,5	166	0	120	0	133	0	166	120
Fev.	25,80	4,0	0,98	118	302,1	185	0	120	0	118	0	185	120
Mar.	25,80	4,0	1,05	126	271,1	145	0	120	0	126	0	145	120
Abr.	25,60	4,0	0,985	118	130,8	13	0	120	0	118	0	13	120
Mai.	23,90	3,3	0,99	98	49,1	-49	-49	80	-40	89	9	0	120
Jun.	22,90	2,9	0,94	82	14,1	-68	-117	45	-34	49	33	0	120
Jul.	22,60	2,9	0,98	85	10,4	-75	-191	24	-21	31	54	0	120
Ago.	24,70	3,8	1	114	24,4	-90	-281	12	-13	37	77	0	120
Set.	26,10	4,3	1	129	73,6	-55	-336	7	-4	78	51	0	120
Out.	26,70	4,5	1,07	144	170,2	26	-154,85	33	26	144	0	0	120
Nov.	26,40	4,3	1,07	138	222,1	84	-3	117	84	138	0	0	120
Dez.	26,10	4,3	1,12	144	263,7	119	0	120	3	144	0	116	120
<b>Ano</b>	<b>25,20</b>	<b>3,9</b>		<b>1430</b>	<b>1831,1</b>	<b>401</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>1206</b>	<b>224</b>	<b>625</b>	<b>120</b>

892

Legenda: (T°) : Temperatura; (P): Precipitação; ETt: Evapotranspiração tabular; Cor: Correção; ETP: Evapotranspiração Potencial Padrão; Neg. acu.: Negativo acumulado; ARM.: Armazenamento de água no solo; ALT.: Alteração; ETR: Evapotranspiração Real; DEF: Déficit; EXC: Excedente; Cad: Capacidade de Armazenamento de água no solo. Dados para a normal climatológica de 1981-2010 e uma CAD de 120. Apostila de Meteorologia Agrícola (LCE306), ESALQ-USP, Piracicaba-SP. Fonte: Apostila de Meteorologia Agrícola (LCE306), ESALQ-USP, Piracicaba-SP. **Vide tópico 3.3; figuras (imagens) 1 e 2.**

Tabela 4. Aferição dos cálculos discorridos no balanço hídrico climatológico

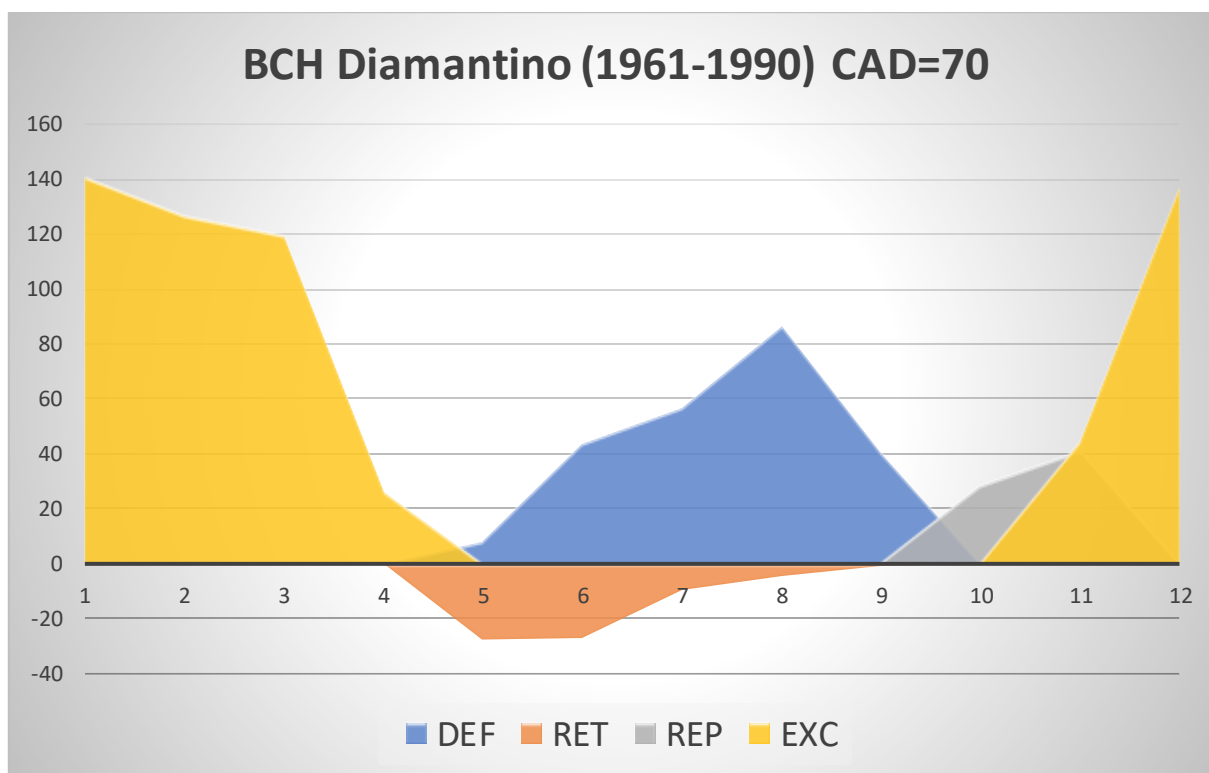
Aferição dos cálculos
$P = \sum ETP + \sum (P - ETP)$
$P = \sum ETR + \sum EXC$
$ETP = \sum ETR + \sum DEF$
ALT

Legenda: conceitos e valores de siglas análogos aos presentes nas tabelas de BCH (Balanço Hídrico Climatológico). Fonte: Apostila de Meteorologia Agrícola (LCE306), ESALQ-USP, Piracicaba-SP.

Tabela 5. Relação analisada entre déficit e excedente hídrico em Diamantino para CAD 70

Déficit (DEF)	Retirada (RET)	Reposição (REP)	Excedente (EXC)
mm	mm	mm	mm
0	0	0	141
0	0	0	127
0	0	0	119
0	0	0	26
8	-28	0	0
44	-27	0	0
57	-9	0	0
86	-4	0	0
41	-1	0	0
0	0	28	0
0	0	41	44
0	0	0	137

Legenda: Dados referentes a normal climatológica de 1961-1990.



893

Figura 1. Gráfico de área ilustrando a relação entre Déficit e Excedente, através dos negativos e positivos da variável alteração (retirada e reposição), dada uma CAD 70, para a normal de 1961-1990. Fonte: Microsoft Excel, Silva, G. L. S. <http://lattes.cnpq.br/6714798235088068>.

Tabela 6. Relação analisada entre déficit e excedente hídrico em Diamantino para CAD 70

DEF	RET	REP	EXC
mm	mm	mm	mm
0	0	0	166
0	0	0	185
0	0	0	145
0	0	0	13
14	-35	0	0
46	-22	0	0
66	-9	0	0
86	-4	0	0
55	0	0	0
0	0	26	0
0	0	44	40
0	0	0	119

Legenda: Dados referentes a normal climatológica de 1981-2010.

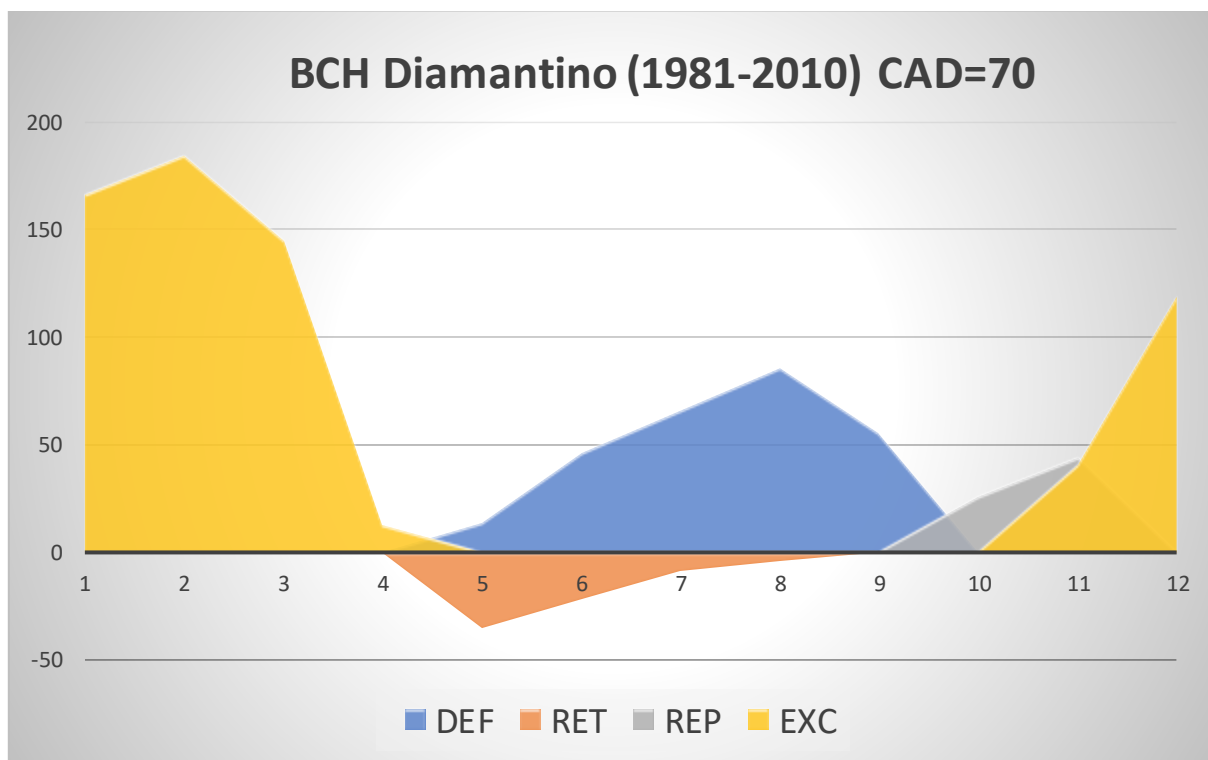


Figura 2. Gráfico de área ilustrando a relação entre Déficit e Excedente, através dos negativos e positivos da variável alteração (retirada e reposição), dada uma CAD de 70, para a normal de 1981-2010. Fonte: Microsoft Excel, Silva, G. L. S. <http://lattes.cnpq.br/6714798235088068>.

Tabela 7. Relação analisada entre déficit e excedente hídrico em Diamantino para CAD 120

DEF	RET	REP	EXC
mm	mm	mm	mm
0	0	0	141
0	0	0	127
0	0	0	119
0	0	0	26
5	-30	0	0
31	-40	0	0
45	-21	0	0
76	-15	0	0
37	-4	0	0
0	0	28	0
0	0	83	3
0	0	0	137

Legenda: Dados referentes a normal climatológica de 1961-1990.

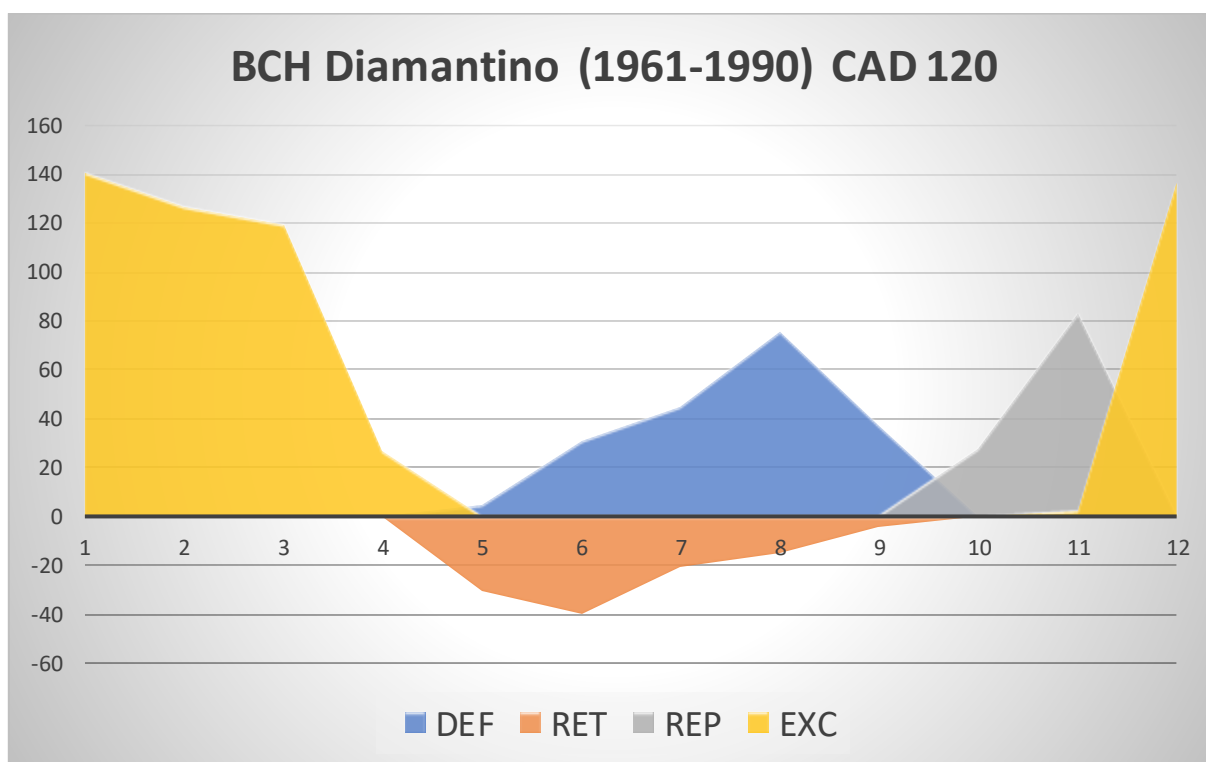


Figura 3. Gráfico de área ilustrando a relação entre Déficit e Excedente, através dos negativos e positivos da variável alteração (retirada e reposição), dada uma CAD de 120, para a normal de 1961-1990. Fonte: Microsoft Excel, Silva, G. L. S. <http://lattes.cnpq.br/6714798235088068>.

Tabela 8. Relação analisada entre déficit e excedente hídrico em Diamantino para CAD 120

DEF	RET	REP	EXC
mm	mm	mm	mm
0	0	0	166
0	0	0	185
0	0	0	145
0	0	0	13
9	-40	0	0
33	-34	0	0
54	-21	0	0
77	-13	0	0
51	-4	0	0
0	0	26	0
0	0	84	0
0	0	3	116

Legenda: Dados referentes a normal climatológica de 1981-2010.

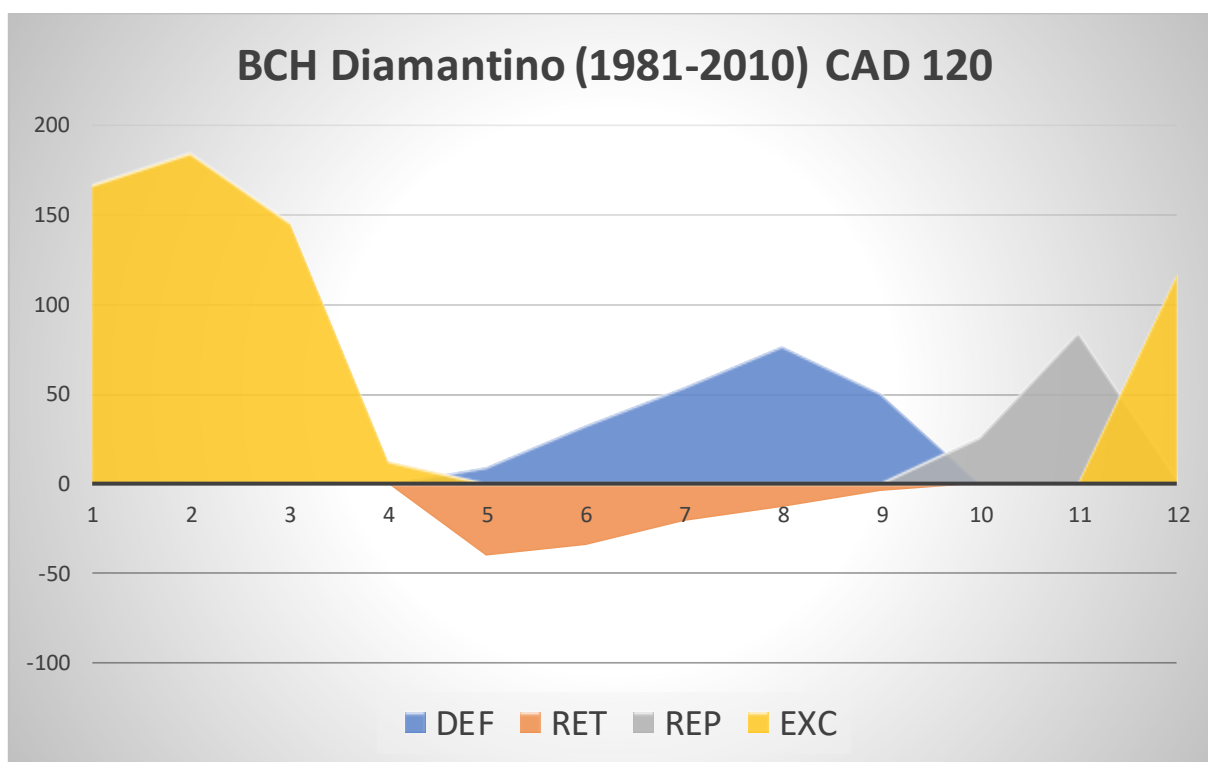


Figura 4. Gráfico de área ilustrando a relação entre Déficit e Excedente, através dos negativos e positivos da variável alteração (retirada e reposição), dada uma CAD de 120, para a normal de 1981-2010. Fonte: Microsoft Excel, Silva, G. L. S. <http://lattes.cnpq.br/6714798235088068>.

### 3.3. Equações

Tabela 12.1. Fator de Correção (Cor) da evapotranspiração em função do fotoperíodo e do número de dias do mês. Fonte: Thornthwaite (1948) e Camargo (1964).

Lat S	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
5	1,06	0,95	1,04	1,00	1,02	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06
10	1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10
15	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,94	0,97	1,00	1,00	1,07	1,07	1,12
20	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15
22	1,14	1,00	1,05	0,97	0,95	0,90	0,94	0,99	1,00	1,09	1,10	1,16
23	1,15	1,00	1,05	0,97	0,95	0,89	0,94	0,98	1,00	1,09	1,10	1,17
24	1,16	1,01	1,05	0,96	0,94	0,89	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,17
25	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,88	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18
26	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,87	0,92	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18
27	1,18	1,02	1,05	0,96	0,93	0,87	0,92	0,97	1,00	1,11	1,12	1,19
28	1,19	1,02	1,06	0,95	0,93	0,86	0,91	0,97	1,00	1,11	1,13	1,20
29	1,19	1,03	1,06	0,95	0,92	0,86	0,90	0,96	1,00	1,12	1,13	1,20
30	1,20	1,03	1,06	0,95	0,92	0,85	0,90	0,96	1,00	1,12	1,14	1,21
31	1,20	1,03	1,06	0,95	0,91	0,84	0,89	0,96	1,00	1,12	1,14	1,22
32	1,21	1,03	1,06	0,95	0,91	0,84	0,89	0,95	1,00	1,12	1,15	1,23

Curso de Agronomia / 4º Semestre – Prof. D.Sc. Tadeu Miranda de Queiroz

Figura 1. Tabela equacional indicando o fator de correção em função da Latitude e fotoperíodo médio mensal. Fonte: Thornthwaite, 1948 e adaptação por Camargo, 1964.

Tabela 12.2. Evapotranspiração potencial diária ( $ET_T$ , mm/dia), em função das temperaturas médias anual ( $T_a$ ) e mensal ( $T_m$ ) ou diária ( $T_d$ ). Fonte: Camargo (1962).

$T_m$ , °C ( $T_d$ )	Temperatura média anual ( $T_a$ , °C)												
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
14	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4
15	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6
16	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8
17	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9
18	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3	1,1
19	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,1	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4
20	3,0	3,0	2,8	2,8	2,8	2,6	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,7
21	3,3	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1
22	3,5	3,4	3,3	3,3	3,2	3,1	3,1	3,0	2,9	2,7	2,6	2,5	2,4
23	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8
24	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,3	3,2
25	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,7
26	4,4	4,4	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0

Para $T_m$ ou $T_d \geq 26,0^\circ\text{C}$ , a $ET_T$ (mm/dia) é:											
$T_m$ ou $T_d$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,0	6,1	
,5	4,5	4,8	5,1	5,3	5,5	5,7	5,8	6,0	6,1	6,1	

Figura 2. Tabela utilizada para a obtenção da Evapotranspiração Potencial Diária Tabular ( $ET_t$ ). Fonte: Camargo, 1962.

### 3.3.1. Equações formuladas

$$ETP = Corr. \times E_{tt} \times 30$$

$$NEG. ACUM. = CAD \times \ln(ARMAZ/CAD)$$

$$ARM = CAD \times e^{(NEG. ACUMULADO \div CAD)}$$

$$ALT = ARM_i - (ARM_i - 1)$$

$$Se (P - EPT) \geq 0 \quad ETR = ETP$$

$$SE Alt \leq 0 \text{ então } ETR = P + |ALT|$$

$$DEF = ETP - ETR$$

$$SE ARM < CAD \quad EXC = 0$$

$$SE ARM = CAD \quad EXC = (P - ETP) - ALT$$

$$Ih = (EXC \div ETP) \times 100$$

$$Ia = (DEF \div ETP) \times 100$$

$$Iu = Ih - (0,6 \times Ia)$$



$$SCT = (ETP \text{ Ver\~{a}o} \div ETP \text{ Anual}) \times 100$$

#### 4. CONCLUSÃO ( CONSIDERAÇÕES FINAIS)

Baseando-se em ambas classificações climáticas, percebe-se que o desmatamento, independente da finalidade, vem provocando mudanças climáticas um tanto quanto peculiares no cerrado brasileiro.

Com o aumento da taxa percentual de gases como CO<sub>2</sub>, aliado à destruição da vegetação nativa, ou seja, contribuição microclimática, a temperatura média tem se elevado, consideravelmente.

Como consequência da elevação da temperatura e reflexo de boas políticas de conservação dos mananciais e matas ciliares, ocorre uma maior Evaporação, elevando a pluviosidade no Centro-Oeste brasileiro. Do ponto de vista ecológico isto é ruim, pois a destruição de habitats de terra firme, reduz a biodiversidade, já bem agravada pelo desconforto térmico e não atenção das temperaturas ótimas da fisiologia animal e florestal.

O desmatamento, necessariamente, não reduz a pluviosidade. O acréscimo de Temperatura é real e preocupante.

Do ponto de vista agrícola as vantagens são maiores que as desvantagens, pois com maior área livre, maior a produção, sendo maiores as precipitações, mais amplas são as janelas de plantio. Quanto os surtos de pragas e doenças, estes podem ser combatidos com um MIP e um MID eficientes, envolvendo redução de controle químico e diversificação dos biológicos.

A óptica agrônoma e biológica não coincidem muito bem diante destas transformações climáticas. Os efeitos nem sempre são negativos, dependendo do ponto de vista de cada pesquisador.

#### 5. REFERÊNCIAS

CAMARGO, A.P. **Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo**. Bragantia, 21:163-213, 1962.

CORREA, W. S. C. **Comportamento dos elementos climáticos, temperatura e precipitação, no município de Vitória (es) no período de 1978 a 2007**. 2011. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Geografia, Vitória, 2011.

COSTA , DANIELLA, T. M. A. **Meio Ambiente e Qualidade de Vida: Capítulo 4, Desastres naturais**. 1º ed. Rio de Janeiro, Federação de Escolas Simonsen, 2015. Disponível em [http://www.simonsen.br/semipresencial/pdf\\_meio/capi\\_4.pdf](http://www.simonsen.br/semipresencial/pdf_meio/capi_4.pdf) Acesso em: 24 abr. 2021. p. 01-06

GUIMARÃES, R.; FONTOURA, Y. **Desenvolvimento sustentável na Rio +20: discursos,**

**avanços, retrocessos e novas perspectivas.** Cadernos EBAPE BR., Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 04-08 (512-516), 2012. Doi: 10.1590/S1679-39512012000300004

GULARTE, T. S.; OLIVEIRA, R. S. **A Convenção-quadro sobre mudanças climáticas e as responsabilizações dos Estados pela redução da emissão dos gases de efeito estufa.** Revista eletrônica do curso de Direito, periódicos UFSM, Santa Maria, v. 2, n. 3, p. 02-03, p. 02-11, 2007. Doi: 10.5902/198136946823

MORAES, F. P.; SILVA, J. F. V.; LUCAS, J. F.; DESTRO, P. G.; PINTO, S. L. C. **Conceitos e Contribuições da Paleoclimatologia com Base Nos Estudos de Diferentes Fatores.** Portal UNISEPE, UNIFIA, 2018. Disponível em: [https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/023\\_conceitos\\_contribuicoes\\_paleoclimatologia.pdf](https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/023_conceitos_contribuicoes_paleoclimatologia.pdf). Acesso em: 24 abr. 2021.

OLIVEIRA, M. J.; CARNEIRO, C. D. R.; VECCHIA, F. A. S.; BAPTISTA, G. M. M. **Ciclos Climáticos e Causas Naturais das Mudanças do Clima.** PPGE: Terrae didática, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 02-36, 2017. Doi: 10.20396/td.v13i3.8650958

PEREIRA, R. A.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola.** Piracicaba, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ-USP, edição revisada e ampliada, n. 306, 2007. p. 01-III

QUEIROZ, T. M. **Ciclo da água,** 2021. 23 slides. Material de apoio aos acadêmicos do curso de Agronomia, para a disciplina de Agrometeorologia Agrícola, Campus Nova Mutum, UNEMAT, .pdf. Não encontrado na nuvem (restrito). Acesso em: 17/04/21. 900

RIBEIRO, WAGNER, C. O Brasil e a Rio +10. **Revista do Departamento de Geografia da USP,** São Paulo, ano 20, n. 15, p. 37-44, 2002.