

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO DO ANO DE 2017: ESTUDO DE CASO

Katiúscia Naiara Ariozi Lima¹; Mauro Parolin²; Victor da Assunção Borsato³

Resumo: O Balanço Hídrico é um modelo matemático para se obter o volume de água no solo disponível para as plantas. Como esse método foi desenvolvido para áreas de clima temperado, ele foi modificado e aplicado em áreas tropicais com resultados satisfatórios. Embora haja autores que questionam a precisão dos resultados. Assim, o objetivo principal da pesquisa é verificar as consequências de uma deficiência hídrica durante os meses correspondente ao período de plantio à colheita do trigo no município de Campo Mourão - PR. Para tal, utilizou-se o método de Thornthwaite & Mather (1955) de cálculo do balanço hídrico associados as tabelas produzidas no *software Excel*® por Rolim *et al* (1998), no qual foram inseridos dados obtidos a partir da Estação Climatológica Principal de Campo Mourão e plotados em gráficos para posterior análise.

Palavras-Chave: pluviosidade; água no solo; evapotranspiração;

INTRODUÇÃO

O Balanço Hídrico é a contabilização da água no solo disponível para as plantas, nele, é considerada a entrada de água no sistema pelas chuvas e a saída por meio da evapotranspiração. Como as chuvas se distribuem de forma irregular, é importante pesquisar e comparar os resultados dos balanços hídricos com a distribuição das chuvas na Estação Climatológica da UNESPAR Campo Mourão e as implicações na produtividade do trigo no município.

O objetivo principal deste artigo foi verificar as consequências da deficiência hídrica ocorrida nos meses de julho, agosto e setembro durante as fases de desenvolvimento do trigo na safra de 2017. Para se assegurar da relação entre o excedente ou a deficiência de água no solo e a produtividade do cereal, levantaram-se a produtividade de 2010 a 2017.

Para verificar a disponibilidade de água no solo disponível para as plantas e comparar, de maneira detalhada, foram considerados a altura e a regularidade da distribuição das chuvas na estação climatológica e também a variabilidade climática.

A região de estudo compreende o município de Campo Mourão – PR, mais especificamente entre a latitude 24°02'04" Sul e longitude 54°22'56" Oeste, na macrorregião centro-oeste do Paraná, a uma altitude de 630 metros sobre o nível do mar.

Campo Mourão situa-se no terceiro planalto paranaense, na sub-região denominada por (MAACK, 2002) de Planalto de Campo Mourão. O subsolo de grande parte do município é constituído por rochas basálticas, originado pela sequência de extensos derrames vulcânicos, ocorridos nos períodos do Jurássico Superior e no Cretáceo Inferior (SALAMUNI *et.al*, 1999 *apud* MIZOTE, 2008). Nas porções

¹ Mestranda em Geografia, UEM, kati_ariozi@hotmail.com

² Professor Doutor em Geografia, UNESPAR, mauroparolin@gmail.com

³ Professor Ph.D em Geografia, UNESPAR, victorborsato@yahoo.com.br

noroeste e oeste do município, aparece o recobrimento mais recente do Arenito Caiuá, do período Cretáceo (MAACK, 2002).

O relevo de Campo Mourão é, predominantemente, suave ondulado a ondulado, com colinas de topos arredondados e aplainados e vales em “U”, com declives suaves entre 2 a 8%, apresentando solos bastante desenvolvidos, atingindo profundidades superiores a 10m. Contrastando com as colinas suaves que recobrem quase todo o município, na porção leste do município o relevo é mais acidentado, nessa região os vales aparecem em “V”, e os solos mais rasos, pouco desenvolvidos e às vezes pedregosos, mais comuns em áreas mais inclinadas e de afloramentos de rochas (PAREDES et. al, 1998 *apud* MIZOTE, 2008).

Associado a uma paisagem marcada pela topografia suave, os solos da região constituem-se em um dos recursos naturais mais preciosos para o desenvolvimento da economia local, favorecendo o desenvolvimento da intensa atividade agrícola. A agricultura ocupa 83,58% da área do município. Dos 63.828ha de terra cultivada, 63,77% corresponde às culturas anuais (IBGE, 2006).

O clima predominante da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical mesotérmico úmido, sem estação seca definida, com temperatura média anual de 21,5°C, verões quentes e ocorrência de geadas pouco frequentes no inverno. A média das temperaturas dos meses mais quentes é de 24,46°C e a dos meses mais frios de 17,16°C, chegando a atingir temperaturas em torno de 0°C durante a ocorrência de geadas (IAPAR, 2018).

A umidade relativa do ar varia entre 70 e 80%, sendo que a precipitação média total anual é de 1.655,43mm, com tendência de concentração das chuvas, entre 175 a 200 mm, nos meses de verão e escassez nos meses de julho e agosto, com precipitações entre 75 a 100 mm (IAPAR, 2018).

Na climatologia dinâmica, o clima da região de Campo Mourão se caracteriza por apresentar verões quentes e úmidos e invernos amenos. Essas características são consequências da dinâmica atmosférica que comanda os tipos de tempo na região. Os verões são quentes e úmidos por causa da atuação da massa Equatorial continental que se amplia nessa estação e passa a dominar os tipos de tempo no Centro Sul do Brasil. Em pleno verão, eventualmente ocorrem períodos de estiagens, consequência da expansão da massa Tropical continental que é quente e menos úmida. Os invernos são amenos em função do ar frio de origem polar. A massa Polar atlântica se amplia nos meses de inverno e avança pelo interior do continente causando chuvas frontais e quedas na temperatura e às vezes geadas noturnas (BORSATO, 2006).

Na primavera e no outono, as características climáticas se alternam, assim como os sistemas atmosféricos. Ora a região está sob o domínio da massa Tropical continental com dias ensolarados e quentes, ora a massa Polar atlântica avança e domina os tipos de tempo, temos nesses dias céu aberto e temperaturas amenas. No final do outono e no início da primavera as temperaturas são mais baixas, já no início do outono e final da primavera são mais quentes. Também atuam nesse período os sistemas

frontais, zona de contato entre as massas tropicais e as polares que ao passar pela região causam as chuvas frontais (BORSATO, 2006).

O balanço hídrico climatológico é a contabilidade hídrica no solo para fins climatológicos, ou seja, para classificação climática (THORNTHWAITE & MATHER, 1955; OMETTO, 1981; TUCCI, 1997; PEREIRA *et. al.*, 1997). Com ele verifica-se o volume de água no solo ou a deficiência para a região em estudo e resulta da aplicação do princípio da conservação de massa para a água em um volume de solo (PEREIRA *et. al.*, 1997). Permite observar a dinâmica da água no solo a partir do armazenamento, deficiência e excedentes hídricos (THORNTHWAITE, 1946; THORNTHWAITE, 1948; CAMARGO & CAMARGO, 2000).

De acordo com Amorin Neto (1989) é o método mais eficiente para quantificar o potencial hídrico de uma região, pois considera a interação entre os fatores edáfico e climático. A textura dos solos influencia no armazenamento de água no solo e o climático, por sua vez, é representado pela precipitação pluvial e evapotranspiração.

Quanto à escala, os balanços hídricos podem ser classificados em sequencial (contínuo) e cíclicos (PEREIRA *et. al.*, 1997). Ambos os balanços apresentam particularidades matemáticas para a sua determinação, no entanto, de forma geral, são bastante semelhantes.

O balanço cíclico utiliza normalmente dados médios da região, ou seja, dados climatológicos normais (OMETTO, 1981). Ele reflete a condição normal do local e despreza as eventualidades do tempo atmosférico. Sua utilização é mais intensa em estudos climatológicos onde, evidentemente, a finalidade é a descrição do clima e não do tempo meteorológico.

Por sua vez, o balanço sequencial ou contínuo normalmente é realizado para períodos pequenos de tempo e demonstra a variação da condição hídrica do local. Quanto menor for o período de estudo, maior será a interferência das variações do tempo meteorológico. Esta contabilidade permite verificar a flutuação hídrica em solo agrícola e, conseqüentemente, possibilita o manejo da irrigação. (GOMES, 2005).

Os modelos climatológicos da elaboração do balanço hídrico consideram a precipitação e a evapotranspiração da cultura agrícola para determinar potenciais deficiências hídricas e realizar a suplementação de forma racional, ou seja, a irrigação. A escolha do modelo de balanço hídrico mais adequado é determinada principalmente pelo grau de conhecimento do sistema solo/planta/atmosfera (SOUZA, 2001). Modelos mais complexos são mais exigentes em dados do solo, cultura e atmosfera, o que pode inviabilizar a sua utilização.

De acordo com Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002), os principais componentes do balanço hídrico para definir a demanda e disponibilidade hídrica é a precipitação (P), evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC).

A evapotranspiração real e potencial e a deficiência hídrica são os parâmetros indispensáveis para se determinar a produtividade da água em uma determinada região. A evapotranspiração consiste no processo inverso da precipitação, pois é a contabilização da perda de água que foi evaporada do solo somada a transpiração das plantas (MENDONÇA et al., 2003). A relação entre a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real das plantas representa a deficiência hídrica que ocorre no solo, ou seja, a umidade do solo está abaixo do desejável fazendo com que a planta reduza suas atividades metabólicas, conseqüentemente diminuindo o crescimento e desenvolvimento da mesma. Essa indisponibilidade hídrica é que deve ser repostada pelas chuvas e/ou irrigação para que se tenha a expressão de toda a potencialidade produtiva de uma espécie.

No cálculo do balanço hídrico considera-se geralmente que as taxas de evapotranspiração real podem ser calculadas como sendo função das taxas de evapotranspiração potencial, se a umidade disponível no solo for conhecida. Há, entretanto, desacordo entre vários especialistas ao se considerar se as taxas de evapotranspiração diminuem à medida que diminui a umidade do solo. (AYOADE, 1998).

Ayoade, (1998) explica que há três pontos de vista gerais. O primeiro é que a evapotranspiração ocorre na taxa potencial até que toda a umidade do solo seja evaporada ou transpirada. O segundo é que a evapotranspiração ocorre na taxa potencial somente quando o solo atingiu sua capacidade de campo. Uma vez que ocorra o déficit de umidade no solo, as taxas de evaporação diminuem em proporção direta a quantidade de déficit hídrico no solo. O terceiro ponto de vista é que a evapotranspiração ocorre na razão potencial até que certa proporção (variando de 30 a 70%) da umidade do solo tenha sido evaporada ou transpirada. Conseqüentemente, as taxas de evapotranspiração diminuem com o aumento do déficit hídrico do solo.

O cálculo do balanço hídrico é de fundamental importância para se considerar o início e o término das estações chuvosas em um determinado local, bem como a probabilidade de se prever eventos de deficiência hídrica que irão influenciar significativamente no desenvolvimento da agricultura da região estudada.

Como unidade de gerenciamento, o balanço hídrico permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos (LIMA e SANTOS, 2009).

O balanço hídrico é uma primeira avaliação de uma região, que se determina a contabilização de água de uma determinada camada do solo onde se defini os períodos secos (deficiência hídrica) e úmidos (excedente hídrico) de um determinado local (REICHARDT, 1990), assim, identificando as áreas onde as culturas podem ser exploradas com maior eficácia (BARRETO *et al.*, 2009).

Um dos índices amplamente utilizados para caracterização da disponibilidade hídrica climática e, também, para estudos de relação clima-planta como, por exemplo, nos modelos agrometeorológicos de estimativas de rendimento de culturas, é o que relaciona a evapotranspiração real (ETR) com a

evapotranspiração potencial (ETP) ou evapotranspiração de referência (ET_o) ou, ainda, evapotranspiração máxima (ET_m). (LEIVAS, BERLATO & FONTANA. 2006).

Para o planejamento agrícola, o conhecimento dos riscos é mais importante do que os valores normais dos elementos meteorológicos; neste sentido, o estudo das frequências ou probabilidades pode fornecer informações úteis sobre a chance de ocorrência de determinados valores das variáveis meteorológicas. (LEIVAS, BERLATO & FONTANA. 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

Com o propósito de estudar o Balanço hídrico em Campo Mourão escolheram-se os dados da Estação Climatológica Principal de Campo Mourão – PR para o ano de 2017, semeadura e todas as fases do desenvolvimento do trigo (*Triticum aestivum* L.).

Calcularam-se o Balanço Hídrico Mensal de Campo Mourão, utilizando-se os dados da Estação Climatológica Principal da UNESPAR campus de Campo Mourão e do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Para os cálculos serão utilizados dados da temperatura média diária (compensada) e da precipitação mensal, considerando que o balanço hídrico contabiliza a entrada e a saída de água dos sistemas através da evapotranspiração potencial e real.

A metodologia considera a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real, que ocorre quando a água começa a ser um fator limitado. A evaporação real ocorre à custa da precipitação e da diminuição do armazenamento de água no solo. Enquanto não ocorre deficiência de água no solo, a evapotranspiração real é igual à evapotranspiração potencial.

Sempre existirá excedente de água no solo quando a precipitação for maior que a quantidade necessária para suprir a evapotranspiração potencial e completar o armazenamento de água no solo. A partir do momento em que o solo não conseguir suplementar a precipitação no atendimento da evapotranspiração, ocorrerá o déficit hídrico, ou seja, a deficiência de água no mesmo.

Para os cálculos do Balanço Hídrico foi utilizado o método desenvolvido por Thornthwaite. Este método é uma das maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo, tanto na escala diária como em escalas maiores como mensal, utilizando-se de valores médios.

O cálculo do balanço hídrico segundo este modelo consiste em um quadro com colunas, onde são dispostos valores de precipitação (P) e evapotranspiração (ET), podendo variar da escala diária até mensal. A partir destas duas colunas e com o valor da capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao tipo de planta cultivada e solo, o balanço hídrico climatológico fornece as estimativas, em milímetros, da evapotranspiração real (ER), deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC) e armazenamento de água no solo (ARM). (THORNTHWAITE & MATHER, 1955).

Para a realização do Balanço Hídrico foram utilizadas as planilhas de cálculos desenvolvidas por ROLIM *et al* (1998), que utiliza planilhas de *Excel*®.

Os resultados do excedente ou deficiência hídrica foi comparado à produtividade do trigo no município de Campo Mourão de 2010 a 2017 e verificaram-se como o excesso ou a deficiência de água no solo influenciou na produtividade desse cereal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço hídrico climatológico é utilizado em inúmeros trabalhos científicos, sendo adaptadas as necessidades de cada área do conhecimento. (THORNTHWAITE, 1948) classifica o balanço hídrico climatológico como uma ferramenta para obtenção de dados indispensáveis em trabalhos e pesquisas agrometeorológicas. (CAMARGO & CAMARGO, 2000).

Em geral, o balanço hídrico climatológico é realizado com os dados climáticos normais da região, as normais climatológicas que estabelecem a condição do clima local. No entanto, nada impede que o mesmo seja determinado a partir de dados instantâneos. O método mais frequente de balanço hídrico e utilizado na pesquisa (Tab.01) é o de Thornthwaite & Mather (1955), no qual primeiramente entra-se com os dados de Precipitação e Temperatura e fazem-se as correções necessárias de acordo com a latitude do local.

Os dados tabulados foram calculados automaticamente por meio de fórmulas matemáticas inseridas no *Excel*®, a partir da tabulação dos resultados (Quadro 01) podem-se analisar os dados e plotar gráficos do Balanço Hídrico mensal.

Quadro 5: Entrada de dados da pesquisa baseado no método de Thornthwaite & Mather (1955).

Meses	N	T	P	N	I	a	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Abr	30	16,9	155,0	13,5	6,3	2,1	60,16	58,22	96,8		0,0	100,00	0,00	58,2
Mai	31	18,5	248,0	13,1	7,2	2,1	64,08	71,04	177,0	Início	0,0	100,00	0,00	71,0
Jun	30	15,7	101,0	12,5	5,7	2,1	47,73	46,28	54,7		0,0	100,00	0,00	46,3
Jul	31	14,9	2,0	11,8	5,2	2,1	38,87	40,25	-38,3		-38,3	68,21	-31,79	33,8
Ago	31	17,9	96,0	11,1	6,9	2,1	56,06	56,17	39,8		0,0	100,00	31,79	56,2
Set	30	22,5	41,0	10,6	9,7	2,1	84,64	84,72	-43,7		-43,7	64,59	-35,41	76,4
Out	31	20,6	397,0	10,5	8,5	2,1	71,91	71,88	325,1		0,0	100,00	35,41	71,9
Nov	30	20,6	191,0	10,9	8,5	2,1	74,35	71,84	119,2		0,0	100,00	0,00	71,8
Dez	31	22,9	269,0	11,5	10,0	2,1	95,55	98,53	170,5		0,0	100,00	0,00	98,5
Jan	31	22,2	270,0	12,2	9,6	2,1	98,11	97,92	172,1		0,0	100,00	0,00	97,9
Fev	28	21,7	161,0	12,9	9,2	2,1	89,14	89,01	72,0		0,0	100,00	0,00	89,0
Mar	31	23,6	223,0	13,4	10,5	2,1	122,04	122,14	100,9		0,0	100,00	0,00	122,1
TOTAIS		238,0	2154,0	144,0	97,4	25,6	902,64	907,99	1246,0			1133	0,00	893,2
MÉDIAS		19,8	179,5	12,0	8,1	2,1	75,22	75,67	103,8			94,4		74,4

Org. Por: Autores, 2018

Foram analisados os meses de julho, agosto e setembro de 2017. Porém, para se obter os cálculos foram feitos 12 meses de abril a março, e analisado somente os que correspondem aos meses de semeadura e colheita do trigo (Quadro 02).

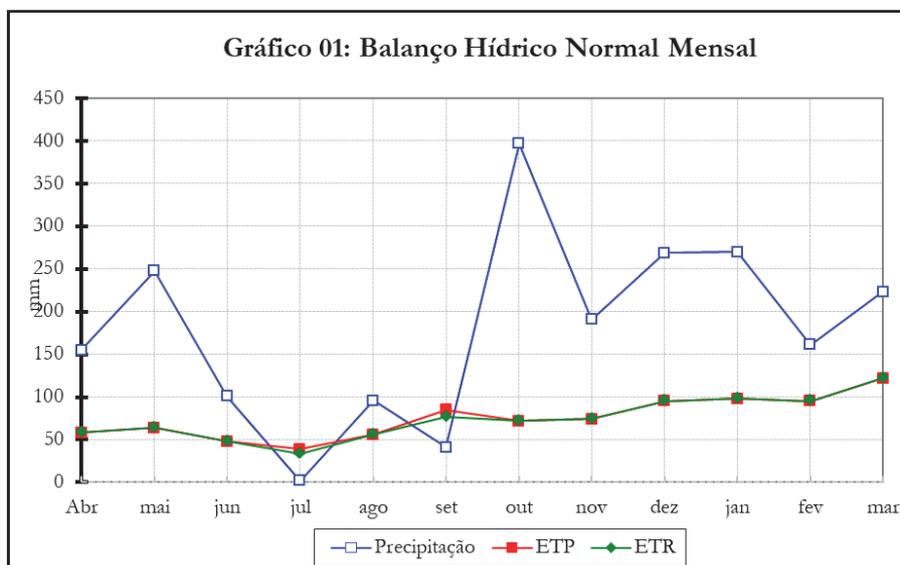
Quadro 6: Dados correspondentes aos meses da produção de trigo em 2017.

	Mês	Prec.	ETP	ETR
2017	Jul	2,0	38,87	68,21
	Ago	96,0	56,06	100,0
	Set	41,0	84,64	64,59

Org. Por: Autores, 2018.

A partir dos objetivos traçados observou-se na Figura 01 que no mês de setembro de 2017 ocorreu uma queda da curva P (Precipitação) em relação ao ETP (Evapotranspiração Potencial), no qual indica utilização da água do solo até esgotar a Retenção Hídrica de 100 mm disponível.

Figura 01 – O gráfico mostra a relação da precipitação com a evapotranspiração real e potencial para o ano de 2017 em Campo Mourão.



Org. Por: Autores, 2018.

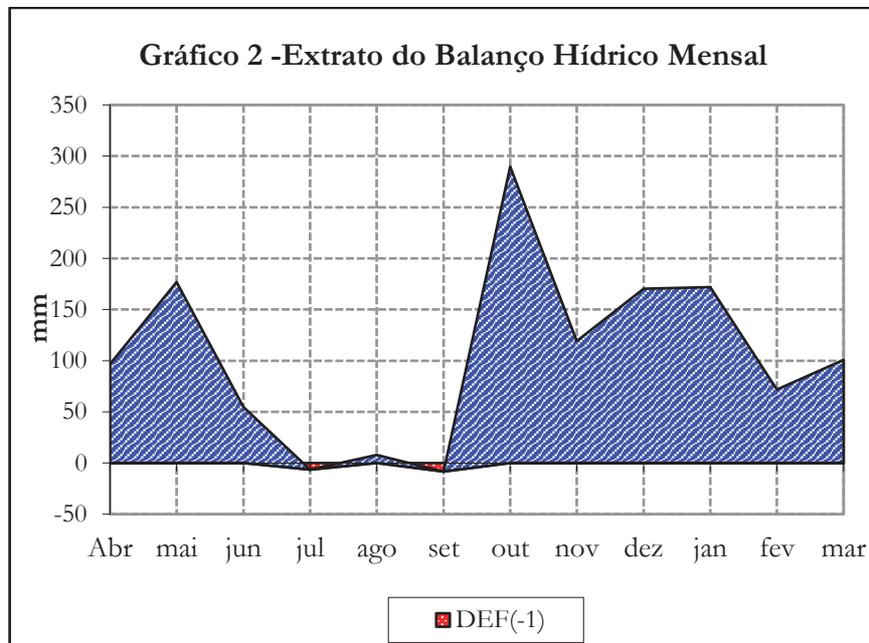
Quando a água disponível se esgota, começa o período de deficiência, qual se prolonga até o momento em que a curva de P ultrapasse a de ETP. Uma vez ultrapassado, inicia-se a reposição de água no solo até que se completem a capacidade de armazenamento que para o caso foi adotado 100 mm.

Na primeira semana de setembro observa-se um aumento na água do solo até o mês de outubro, quando a precipitação atinge a máxima do ano com a altura de 400 mm, a partir desse mês a Evapotranspiração potencial e real encontra-se em equilíbrio, como as chuvas foram abundantes, o extrato mostra excedente para todos os meses do período de estudo.

A Figura 02 mostra, com ênfase o excedente e a deficiência de água no solo nos meses de setembro e o excedente correspondente aos meses seguintes. O excedente estende-se até o mês final dos cálculos, março de 2018. O excedente é verificado a partir do momento em que a curva P ultrapassa a de ETP, a

partir desse balizador começa a reposição de água até que se completem os 100 mm, quando completados, a sobra é considerada como água excedente, ou que percola além da zona das raízes.

Figura 02 – Extrato do Balanço Hídrico agrológico do ano de 2017 para Campo Mourão. **Org. Por:** Autores, 2018



O extrato do Balanço hídrico foi comparado com a produtividade do trigo para o Município de Campo Mourão. Ele mostra que para os meses de julho, agosto e setembro houve uma leve deficiência de água no solo. Por meio da comparação da produtividade desse ano com a dos anos anteriores foi possível verificar como esse comportamento hídrico influenciou na produtividade desse cereal.

O Quadro 03 demonstra a área plantada em hectares, a produção em toneladas e o rendimento da colheita expressa em quilos por hectares para os anos de 2010 a 2017. Comparados com o gráfico de extrato do balanço hídrico de 2017, observa-se que o período de estiagem ocorrido entre os meses de julho e setembro foi significativo para a produção do trigo no município, contando que produção de trigo aumentou 140.081 toneladas com rendimento de 832 Kg/ha em relação ao ano anterior. Dessa forma, a deficiência hídrica do período foi positiva para os trigais do município.

Segundo Cunha *et al* (2001), o rendimento físico do trigo é influenciado pelo ambiente e principalmente pelo clima, nos quais também interferem nas características da qualidade industrial do produto. O solo também é um dos critérios de análise para o cultivo, sendo classificados em tipos 1, 2 e 3, no qual mostram a que o tipo 1 são solos arenosos com teor mínimo de argila em 15%; o tipo 2 são solos de textura média com teor mínimo de 15% de areia; o tipo 3 são solos argilosos em que contenham

teor de argila maior ou igual a 35%. O Zoneamento Climático considera o critério de solos para ajudar indicando o cultivo e o período favorável de semeadura da planta (EMBRAPA, 2018).

Quadro 03: Dados da produção de trigo do município de Campo Mourão.

Ano	Área (ha) trigo	Produção (t)	Rendimento (Kg/ha)
2010	109.546	221.283	2.020
2011	75.931	200.499	2.641
2012	99.534	61.534	1.035
2013	141.978	345.858	2.436
2014	158.133	141.978	2.386
2015	123.320	158.133	2.971
2016	87.058	184.419	2.118
2017	110.000	324.500	2.950
Média	129.357,1	234.029,1	2.651

Fonte: SEAB/DERAL, 2018.

Org.Por: Autores, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em consideração os dados apresentados, o município de Campo Mourão apresentou alta produtividade de trigo no ano de 2017 comparando-se com a série comparada, contudo pode-se levar em conta que a pequena deficiência hídrica foi benéfica. Os trigaís receberam água durante as fases de germinação e perfilhamento, para as fases de enchimento dos grãos e maturação, os trigaís são pouco exigentes. Dessa forma, confere-se que a baixa pluviosidade nos meses do inverso favorece o desempenho dessa atividade agrícola.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J.O. Introdução a climatologia para os trópicos. São Paulo: Difel, 1986.

BARRETO, P. N.; SILVA R. B. C.; SOUZA, W. S.; COSTA, G. B.; NUNES, H. G. G. C.; SOUSA, B. S. B. Análise do balanço hídrico durante eventos extremos para áreas de floresta tropical de terra firme da Amazônia Oriental. In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, , 2009, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte. CD.

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul, aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003. 110p.

BORSATO, V. A e SOUSA E. E, A dinâmica Climática em Porto Rico PR. IN: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2006, Rondonópolis/MT, Anais do VII SBCG. Rondonópolis. Agosto de 2006 CD-ROM.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia CPTEC/INPE. Boletim de Informações Climáticas; 2000. Consultado em: 07/08/2011 Disponível em: <<http://infoclima1.cptec.inpe.br/>>.

CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. de. Uma revisão analítica sobre evapotranspiração potencial. Revista Bragantia. V. 2, n. 59, p 125-137, 2000.

- CUNHA, G. R. et al. Zoneamento agrícola e época de semeadura para o trigo no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.9. n 3, p. 400-414. Passo Fundo, 2001.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção Embrapa: Cultivo de Trigo. 2018. Disponível em: < <https://www.spo.cnptia.embrapa.br> >
- GALVANI, E. Estudo comparativo dos elementos do balanço hídrico climatológico para duas cidades do estado de São Paulo e para Paris. *Revista Franco-Brasileira de Geografia*. 4 | 2008: Número 4.
- GOMES, S. Ajuste e avaliação de um modelo de balanço hídrico decendial e estudo dos limites de sua utilização em algumas localidades no Estado do Paraná. / Sigui Frid Gomes. – Curitiba, 2005.
- LEIVAS, J. F.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V. 10. n. 2, p. 397-407, 2006. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.
- LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.
- MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 3ªed. Curitiba:Imprensa Oficial do Paraná, 2002. 440p.
- MENDONÇA, J. C. SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; DIAS, G. P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (E_{T0}) na região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n. 2, p. 275-279, 2003.
- MIZOTE, L. T. M. Agenda 21 Local de Campo Mourão: do projeto ao processo. Lidia Tomoco Miyagui Mizote (org.) Campo Mourão/PR: Município de Campo Mourão, 2008, 238p.
- OMETTO, J. C. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Comparativo de área, produção e rendimento para a cultura: Trigo, 2018.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas - Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
- PEREIRA, A. R.; VILA NOVA, N. A; SEDYAMA, G. C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: ESALQ, 1997. 183 p.
- REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. Barueri (SP): Manole, 1990.
- ROLIM, G. S., SENTELHAS, P. C., BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n.1, p133-137, 1998.
- ROSEGHINI, Wilson F. F; NERY, Jonas T. Variabilidade da precipitação pluvial e disponibilidade hídrica na Região Noroeste do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 289-297, 2004.
- SOUZA, J. L. M de. Modelo de análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro. Piracicaba, 2001. 253 p.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, v.38, p.55-94, 1948.

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: Ciência e aplicação*. 2. ed, Porto Alegre: UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul. – Editora da Universidade. 1997