

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DA CULTURA DO MILHO
EM ANÁPOLIS, ESTADO DE GOIÁS**

Rafael Malta Neves de Oliveira

**ANÁPOLIS-GO
2018**

RAFAEL MALTA NEVES DE OLIVEIRA

**BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DA CULTURA DO MILHO
EM ANÁPOLIS, ESTADO DE GOIÁS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis- UniEvangélica, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Agrometeorologia

Orientador: Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza

**ANÁPOLIS-GO
2018**

Oliveira, Rafael Malta Neves de.

Balanço Hídrico Climatológico Aplicado a Cultura do Milho em Anápolis, estado de Goiás/ Rafael Malta Neves de Oliveira. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2017.

Número de páginas: 36.

Orientador: Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2017.

1. Balanço Hídrico. 2. Milho 3. Produção I. Rafael Malta Neves de Oliveira. II. Estabelecimento do Balanço Hídrico Climatológico e como o Suprimento de Água afeta sua Produtividade.

RAFAEL MALTA NEVES DE OLIVEIRA

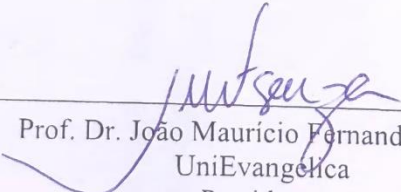
**BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DA CULTURA DO MILHO
EM ANÁPOLIS, ESTADO DE GOIÁS**

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis – UniEvangélica,
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

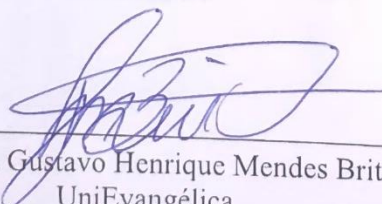
Área de concentração: Agrometeorologia

Aprovada em: 25 de junho de 2018 _____

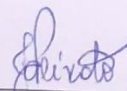
Banca examinadora



Prof. Dr. João Mauricio Fernandes Souza
UniEvangélica
Presidente



Prof. Dr. Gustavo Henrique Mendes Brito
UniEvangélica



Profª. DRª. Josana de Castro Peixoto
UniEvangélica

Dedico esse trabalho a minha mãe Zelma, minha irmã Renata e meu cunhado Ubirajara que me motivaram e me apoiaram ao longo do curso, dando sempre a atenção necessárias e os estímulos de coragem para a conclusão deste curso.

Dedico ainda aos amigos irmãos, Adriana, Ilton, Karla e Quezia, que sempre estiveram presentes, na vida pessoal e não somente como colega de faculdade.

Dedico de forma especial aos professores que sempre estiveram ao lado dedicando em transmitir o aprendizado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que foi onde sempre encontrei força para esta conquista, aos professores que sempre estiveram presentes quando solicitado, atendendo sempre as demandas.

“A vida é uma ciranda com muitos começos”.

Rubem Alves

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1. A IMPORTÂNCIA DO CLIMA PARA A AGRICULTURA.....	7
2.2. BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO	8
2.3. DEMANDA CLIMATOLÓGICA DO MILHO.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	11
3.2 CAPACIDADE MÁXIMA DE ÁGUA DISPONÍVEL	11
3.3 RESOLUÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO.....	11
4. RESULTADO E DISCUSSÕES.....	14
CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ANEXOS	21

RESUMO

A correta avaliação e o conhecimento da disponibilidade de água no espaço e no solo, fornece informações importantes, sobretudo para a disponibilidade de umidade para as raízes das plantas. O trabalho foi realizado com a coleta de dados da estação meteorológica da UniEvangélica, entre os meses de fevereiro a junho. Com o objetivo de estimar o balanço hídrico climatológico para cultura do milho (*Zea mays*) para Anápolis - GO segundo Thornthwaite & Mather. (1948). Tendo como os principais resultados um mapa de precipitação do período analisado, concluiu-se que houve o plantio tardio da cultura.

Palavras-chave: 1. Evapotranspiração. 2. *Zea Mays*. 3. Agrometeorologia. 4. Solo

1. INTRODUÇÃO

O clima é o principal fator que determina as oscilações na produtividade agrícola no Brasil. Várias análises de produção agrícola apontam grande relação entre variações de safras das principais culturas e as condições meteorológicas e climáticas. De forma geral as condições hídricas são as que mais afetam a produção da lavoura, conforme descreve Bergamaschi (2014).

A avaliação das condições de disponibilidade de água no espaço de solo ocupado pelas raízes das plantas nos fornece informações importantes para diversos fins como: classificação climática de uma região e projeto e manejo de sistemas de irrigação (COSTA, 1994).

O balanço hídrico climatológico, desenvolvido por Thornthwaite (1948) é o método de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através do levantamento de dados como o suprimento natural de água ao solo, pela precipitação (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), e com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao Balanço Hídrico Climatológico. O balanço hídrico permite estimativas da evapotranspiração real, da deficiência hídrica, do excedente hídrico e do armazenamento de água no solo, elaborando a escala diária (CAMARGO, 1971; PEREIRA et al., 1997).

O balanço hídrico climatológico tem sido utilizado para estimar parâmetros climáticos e estabelecer, a partir deles, comparações em locais diferentes entre as condições predominantes. Quando o mesmo procedimento de cálculo é adotado para todos os locais de uma mesma região é possível identificar sua aptidão para a exploração de uma determinada cultura, a partir da comparação dos resultados obtidos, servindo como base para classificação climática. O método proposto por Thornthwaite tem sido muito utilizado, por possibilitar uma previsão da variação temporal do armazenamento de água no solo. Inclui estimativas da evapotranspiração real, déficit hídrico e excedente hídrico, considerando que a taxa de perda de água por evapotranspiração varia linearmente com o armazenamento de água no solo em condições naturais (TOMASELLA & ROSSATO, 2005).

Conforme proposto por Thornthwaite (1948) o balanço hídrico avalia o solo como um reservatório fixo, no qual a água armazenada ao máximo da capacidade de campo, somente será removida pela evapotranspiração das plantas. Este é um conceito simples, porém que muito tem ajudado nos processos de zoneamento agroclimático, demanda de água para irrigação e até mesmo classificação climática. Um dos aspectos contraditórios no uso desta metodologia é a

confusão que muitos dos usuários fazem entre água armazenada no solo e água disponível. Tal fato com certeza aumenta as contradições sobre os resultados obtidos e a comparação com outras regiões, sob cultivo com diferentes culturas.

Os movimentos de entradas e saídas de água no solo são determinados pelos fenômenos que acontecem entre a atmosfera, a vegetação e a atmosfera. Estes fenômenos alcançam grande influência no balanço hídrico. A maior dificuldade em representar os processos hidrológicos, é a grande heterogeneidade dos sistemas envolvidos, o que quer dizer, a grande variabilidade do solo e a cobertura vegetal, Tucci, (2004)

Freitas (2005) diz que o balanço hídrico apresenta componentes que colaboram positivamente, aumentando a umidade do solo no volume de controle, ou negativamente, onde reduz a disponibilidade de água no solo, sobretudo na profundidade do sistema radicular efetivo. Este trabalho tem como objetivo estimar o balanço hídrico climatológico para cultura do milho (*Zea mays*) para Anapolis - GO segundo Thornthwaite & Mather (1948). No período de fevereiro a junho de 2018, época de desenvolvimento da cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A IMPORTÂNCIA DO CLIMA PARA A AGRICULTURA

No que se refere ao clima e a agricultura Ayoade (2010), afirma que apesar dos recentes avanços tecnológicos e científicos, o clima é ainda a variável mais importante na produção agrícola. O fator climático afeta a agricultura e determina a adequação dos suprimentos alimentícios de dois modos principais. Seja devido a imprevistos climáticos para as lavouras e o outro é através do controle exercido pelo clima sobre o tipo de agricultura praticável ou viável numa determinada área.

Ross 2000, afirma que a escolha das áreas para a prática agrícola é, basicamente, definida pelas condições climáticas, pois nenhuma outra atividade econômica é tão subordinada às oscilações do tempo e do clima. De um modo geral, o êxito ou insucesso das colheitas dependem cerca de 30 a 40% do comportamento do tempo.

Silva (2010), afirma que o clima pode ser entendido como a sucessão habitual dos tipos de climáticos num determinado local da superfície terrestre. Destacando-se os estados da atmosfera, os tipos de tempo mais controversos, e a sucessão dos tipos de tempo, ou seja, seu ritmo e duração, que são fatores fundamentais no quadro da atmosfera e no planejamento socioambiental. Os elementos que compõem o clima são: a temperatura, umidade e pressão atmosférica, os quais variam no tempo e no espaço conforme os fatores geográficos: a latitude, a altitude, a maritimidade, a continentalidade, a vegetação e as atividades humanas. Junto a eles somam-se os aspectos da dinâmica do meio oceânico e atmosférico, como as correntes oceânicas, massas de ar e frentes, os quais atuando de forma conjunta qualificam os diferentes tipos de clima.

Ayoade (2001), ainda explica que os elementos climáticos de maior importância que influenciam na produção agrícola, são os mesmos que afetam a vegetação natural. Sendo os parâmetros fundamentais a radiação solar, a temperatura, a umidade e o vento. Os parâmetros climáticos exercem influência sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenagem, transporte e comercialização.

Dentre os métodos benéficos para se estudar a relação do clima com a agricultura, conforme descreve Reichardt e Timm (2004), utiliza-se o balanço hídrico que é o somatório das quantidades de água que entram e saem de um volume de solo, em determinado intervalo de

tempo, durante o ciclo de uma cultura. É fundamental analisar a umidade pelo menos na profundidade, ocupada por 95% do sistema radicular ativo.

Ferreira (2014), ressalta que o balanço hídrico trata-se de uma relevante ferramenta, uma vez que permite estimar as condições hídricas do solo, bem como a oferta de água para a vegetação nativa ou lavoura. A partir de estudos como este que são indicados a necessidade ou não de projetos de irrigação ou definir a aptidão de determinada área para certo cultivo. Identificando assim a quantidade de água disponível no solo, e detectando períodos de deficiência e excesso hídrico.

2.2. BALANÇO HIDRICO CLIMATOLÓGICO

Segundo Souza et. al (2010), o balanço hídrico climatológico é uma das maneiras de se monitorar o armazenamento de água no solo. Por meio da entrada de água no solo, via precipitação ou irrigação, a necessidade atmosférica e a capacidade de água disponível, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real, da deficiência, do excedente hídrico e do armazenamento de água no solo. O balanço hídrico calculado torna-se um indicador climatológico da disponibilidade hídrica em uma região.

Souza et al. 2010, destacam o modelo que foi proposto por Thornthwaite, em 1948, que foi modificado por Mather, em 1955, que ficou conhecido como “Balanço Hídrico de Thornthwaite-Mather, 1955”.

Schafer (2009), afirma que quanto mais seco estiver o solo, menor será a evapotranspiração. Este balanço hídrico foi desenvolvido para determinar o regime hídrico de um local, sem a necessidade de medidas diretas das condições do solo. Para sua elaboração, há necessidade de se definir, para uma determinada região, a capacidade de água disponível (CAD) no solo, os valores de precipitação (P) e evapotranspiração de referência (ETP), para um período considerado. Com essas informações básicas, a metodologia permite estimar, para o mesmo período, o armazenamento da água no solo (ARM), a evapotranspiração real (ETR), deficiência (DEF) e excedente hídrico (EXC) em uma determinada região.

Ferreira (2014), diz que a realização do balanço hídrico climatológico parte do pressuposto de que toda a precipitação se infiltra e que só haverá escoamento depois que a capacidade máxima de armazenamento de água do solo for suprida. Com isto, serão gerados excedentes de água, ou pode não ter o suprimento hídrico necessário para completar o

armazenamento máximo, poderão ocorrer às deficiências hídricas. O suprimento de água do solo pode variar do ponto de murcha, quando falta água e os cultivos podem sofrer, à capacidade de campo, quando o armazenamento máximo é atingido.

Freitas (2005), defende que a água do solo, da planta e da atmosfera, assim como qualquer corpo na natureza, pode ser caracterizada por um estado de energia. Diferentes formas e quantidades de energia determinam este estado. Em física clássica, identificamos duas formas principais de energia. A energia potencial e a energia cinética. Como o movimento da água nas diferentes partes do sistema solo-planta-atmosfera é muito lento, sua energia cinética, que é proporcional ao quadrado da velocidade, é muito baixa. Por outro lado, a energia potencial, que é uma função da posição e condição interna da água no ponto em consideração, é de primordial importância na caracterização do seu estado de energia.

2.3. DEMANDA CLIMATOLÓGICA DO MILHO

Conforme descreve Fancelli (2015) o milho é uma cultivar de ciclo vegetativo variado, evidenciando desde genótipos extremamente precoces, cuja polinização pode ocorrer 30 dias após a emergência, até aqueles cujos ciclos vitais podem alcançar 300 dias. Porém em território nacional, a cultura apresenta ciclo variável entre 110 e 160 dias, em consequência da caracterização dos genótipos, podendo ser definidos em superprecoce, precoce e tardio, período esse compreendido entre a sementeira e o ponto de maturidade fisiológica.

De acordo com Fancelli (2015), o milho sendo uma planta de origem tropical, exige, durante seu ciclo vegetativo, calor e água para se desenvolver e produzir satisfatoriamente, proporcionando rendimentos compensadores. Os processos de fotossíntese, respiração, transpiração e evaporação se dão em função direta da energia disponível no ambiente, comumente designada por calor, de modo que o crescimento, desenvolvimento e translocação de fotoassimilados se encontram ligados à disponibilidade hídrica do solo, sendo seus efeitos mais pronunciados em condições de altas temperaturas, na quais a taxa de evapotranspiração é elevada.

Para Fancelli (2015), diversas evidências experimentais apontam que a temperatura constitui um dos fatores de produção mais importantes e decisivos ao desenvolvimento do milho, embora água e demais componentes climáticos exerçam diretamente sua influência no processo. Regiões cujos verões apresentam temperaturas médias diárias inferiores a 19° C e noites com temperaturas médias abaixo de 12,8°C não são recomendadas para a espécie.

Temperaturas do solo inferiores a 10°C e superiores a 42°C prejudicam sensivelmente germinação das sementes, ao passo que aquelas situadas entre 25°C e 30° C propiciam as melhores condições para o desencadeamento do referido processo.

Fancelli (2000), informa que o milho consome em média, de 450 a 600 mm de água durante todo o seu ciclo, onde exige-se um mínimo de 350 mm, para que a produção não seja significativamente afetada. Em condição de clima quente e seco, o consumo não excede a 3mm dia⁻¹, quando a planta estiver com menos de 30 cm de altura e, ente o período de florescimento até maturação, pode atingir valores de 5 a 7 mm. O consumo de água pode ser até 10 mm dia - 1 em climas de intenso calor e baixíssima umidade. O estresse hídrico de dois dias no período de florescimento diminui o rendimento em 20% e de 4 a 8 dias em 50%.

Para Bermagaschi (2009), completa ainda que a produção do milho também pode ser afetada drasticamente por estiagens curtas, quando coincidentes com o período crítico da cultura, como a fase V3, o florescimento e o enchimento de grão. Contrariamente, os rendimentos de grãos podem ser elevados substancialmente pela melhoria do manejo das lavouras, sobretudo pela redução das limitações climáticas, como o déficit de água no solo, significando dizer que o impacto das adversidades climáticas, em especial das estiagens, é intenso.

Bergamaschi (2005), diz que a temperatura do ar é dos principais fatores determinantes da fenologia das plantas, exercendo papel fundamental na distribuição espaço tempo das espécies.

No milho as maiores exigências de água se concentram na fase de emergência, florescimento e formação do grão. Porém, no período entre 15 dias antes do emborrachamento e 15 dias após o aparecimento da inflorescência masculina com grãos leitosos o requerimento de suprimento hídrico satisfatório, aliado a temperaturas adequadas, tornam tal período extremamente crítico. Esta etapa deve ser criteriosamente planejada, com o intuito de assegurar sua coincidência com condições estacionais que apresentem temperaturas favoráveis compreendida entre 25 a 30°C e chuvas frequentes, de curta duração.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O município de Anápolis, está localizado no centro goiano a 1.017 metros de altitude, sob as coordenadas -16.2953004 de Latitude Sul e -48.9380756 de Longitude Oeste, área Experimental da UniEvangélica. A pluviosidade média anual da região é de aproximadamente 1.500 mm, as temperaturas médias anuais variam de 14,5 °C a 30,7°C de acordo com dados do INMET (Instituto de Meteorologia), tendo temperatura média em torno de 22° C.

Foram utilizados dados de temperatura média do ar e precipitação diária durante 05 meses, sendo de fevereiro a junho de 2018, período da implantação e cultivo da cultura do milho

3.2 CAPACIDADE MÁXIMA DE ÁGUA DISPONÍVEL

Uma vez que o objetivo é determinar o armazenamento de água no solo (ARM), é imprescindível saber qual a máxima quantidade de água que o solo em questão pode reter, na forma líquida. A essa grandeza determina-se Capacidade Máxima de Água Disponível (CAD), que para este trabalho, de acordo com as características físicas do solo da área é franco argilosa foi adotado o valor de 75mm.

3.3 RESOLUÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO

Preencheu-se a planilha (Quadro 2), elaborado para mediar a resolução do balanço hídrico.

Quadro 2. Planilha para o cálculo do balanço hídrico.

1 Data	2 t (°C)	3 EP (mm)	4 Corr (q)	5 ETP (mm)	6 P (mm)	7 P-ETP (mm)	8 NegAc (mm)	9 ARM (mm)	10 ALT (mm)	11 ETR (mm)	12 DEF (mm)	13 EXC (mm)
17/02/2018												
18/02/2018												
19/02/2018												
20/02/2018												

Para o cálculo do balanço hídrico da cultura foi obtida a evapotranspiração potencial a partir do método de Thornthwaite e Matherreencher (1955), preenchendo-se as colunas 1 (datas), 2 (Temp - temperatura) e 6 (P – precipitação) do Quadro 2, com os valores obtidos com a coleta dos dados.

Calculou-se o valor do índice térmico anual I, utilizando a seguinte equação:

$$I = \sum(0,2.T_m)^{1,514} \quad 1$$

Em que,

\bar{I} = índice térmico anual (-);

T_m = temperatura média anual.

Calculou-se o valor da constante “a”, utilizando a seguinte equação:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,792 \cdot 10^{-2} I + 0,49239 \quad 2$$

Calculou-se a EP – evapotranspiração potencial (coluna 3), utilizando a seguinte equação:

$$EP = 16 \left(\frac{t_j}{I} \right)^a \quad 3$$

Em que,

EP = evapotranspiração potencial (mm); t_j = temperatura média mensal, °C;

I = índice térmico anual (-);

a = constante que depende do local (-).

Ajustou-se a Corr – correção (coluna 4), conforme os valores do Quadro 3.

Calculou-se a ETP – evapotranspiração potencial corrigida (Coluna 5), utilizando a seguinte equação:

$$ETP = EP \text{ Corr} \quad 4$$

Em que,

ETP = evapotranspiração potencial corrigida (mm).

Calculou-se a P – ETP (Coluna 7).

Quadro 3. Valores de correção (Corr) de acordo com a Latitude e os meses do ano.

Latit.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
16° S	1,12	1,00	1,08	1,01	1,00	0,94	0,95	0,96	0,95	1,02	1,03	1,10

A capacidade de água disponível (CAD), foi adotado o valor de 75 mm conforme características físicas do solo da região de estudo.

Calculou-se o Negativo Acumulado (Coluna 8), observando o seguinte critério:

$$\text{NegAc} = \text{CAD} \ln(\text{ARM}/\text{CAD}) \quad 5$$

Calculou-se o ARM –armazenamento de água no solo (Coluna 9), de acordo com o seguinte critério:

Início da estação chuvosa:

$$\text{ARM}_i = \text{ARM}_{i-1} + (\text{P}-\text{ETP})_i \quad 6$$

A alteração da umidade do solo foi calculada (Coluna 10), utilizando a seguinte equação:

$$\text{ALT} = \text{ARM}_i - \text{ARM}_{i-1} \quad 7$$

Calculou-se a ETR – Evapotranspiração real (coluna 11), observando Os seguintes critérios:

$$\text{- Se } (\text{P} - \text{ETP}) \geq 0 \quad \text{ETR} = \text{ETP} \quad 8$$

$$\text{- Se } (\text{P} - \text{ETP}) < 0 \quad \text{ETR} = \text{P} - \text{ALT} \quad 9$$

Calculou-se a DEF – deficiência hídrica (Coluna 12), utilizando a seguinte equação:

$$\text{DEF} = \text{ETP} - \text{ETR} \quad 10$$

O EXC – excedente hídrico foi calculado (Coluna 13), de acordo com os seguintes critérios:

$$\text{- Apenas quando } (\text{P} - \text{ETP}) > 0 \text{ e } \text{ARM} = \text{CAD}$$

$$\text{EXC} = (\text{P} - \text{ETP}) - \text{ALT} \quad 11$$

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

Para a área de estudo verificou-se uma temperatura média durante o ciclo de 22°C, apresentando temperatura máxima de 24,88°C no mês de março, e temperatura mínima de 14,54°C no mês de maio. Os dados de precipitação pluviométrica somaram um total de 542,20 mm. O mês de fevereiro mostrou-se ser o mais chuvoso, com um total mensal de 232,8 mm, tendo o mês de março 132,2 mm, o mês de abril 162,6, no mês de abril houve precipitação de 162,6 mm, no mês de maio houve apenas uma chuva de 14,6mm. A partir do mês de abril inicia o período seco com nenhuma precipitação, demonstrando que estes índices são insignificantes para a produção de milho de sequeiro e com pouca contribuição para o armazenamento de água no solo.

Observa-se que a evapotranspiração potencial (ETp) apresentou uma soma de 397,92 mm, sendo que nos meses de fevereiro e março observa-se grande índice de evapotranspiração da água quando comparada a precipitação pluviométrica registrada. A evapotranspiração real (ETr) somou um valor de 184,06 mm abaixo da evapotranspiração potencial. Esse déficit hídrico reflete diretamente na produtividade final do milho, pois a ausência de água necessária ao desenvolvimento do fisiológico do milho afeta a produção.

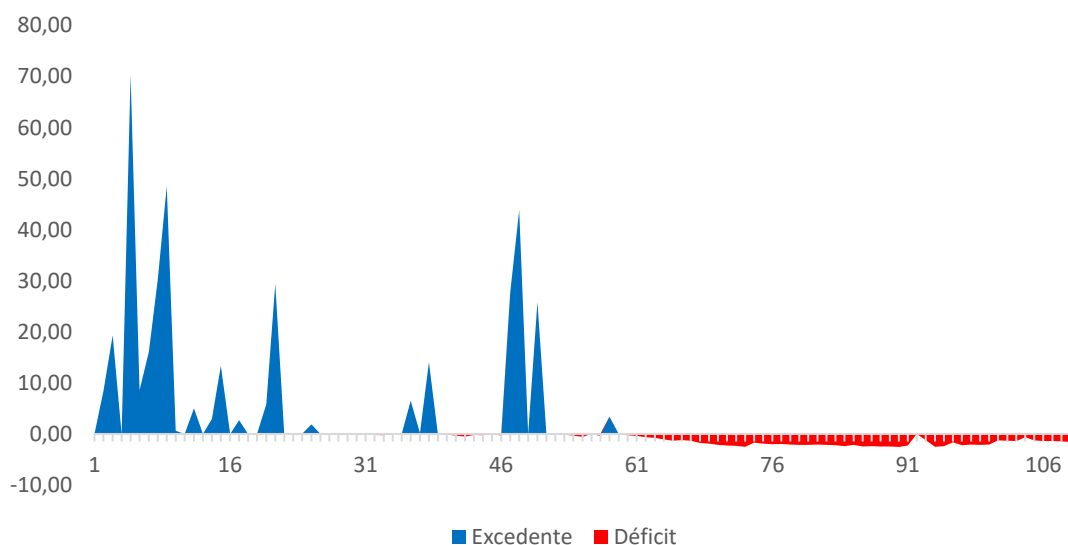
O balanço hídrico da cultura durante o no ciclo mostrou déficit hídrico em fases fenológicas, sobretudo nas fases finais da cultura. As fases vegetativas iniciais mostraram apenas um curto tempo de déficit hídrico antes do estágio fenológico V4, evidenciando que houve disponibilidade hídrica para favorecer a ocorrência de excelente germinação das sementes até o desenvolvimento da 4ª folha. Nos períodos de 39 a 44 dias e 52 a 110 dias DAP que compreende a partir da fase V8 e até a fase R6, verificou-se que houve déficit hídrico, natural do período de início da estação seca, devendo ter realizado ao plantio 55 dias antes a fim de ser e que este afetou fases fenológicas críticas, indo desde o estágio vegetativo de pendoamento (VT) até o estágio reprodutivo de formação de bolhas d'água (R2). Posteriormente, o déficit voltou a afetar o ciclo da cultura durante o estágio reprodutivo de grão pastoso até o fim do ciclo e conseqüentemente a produtividade dos grãos.

A semeadura se deu tardiamente, devendo ter ocorrido 15 dias antes por volta do dia em 03 de fevereiro para que não houvesse forte interferência do déficit hídrico no desenvolvimento da planta florescimento e enchimento dos grãos, o déficit hídrico não tem influência nas fases finais do período reprodutivo, pois não há demanda hídrica para essas fases.

Outra alternativa é o uso de irrigação para a reposição de umidade no solo, para suprir a demanda da cultura, o que necessita de investimento.

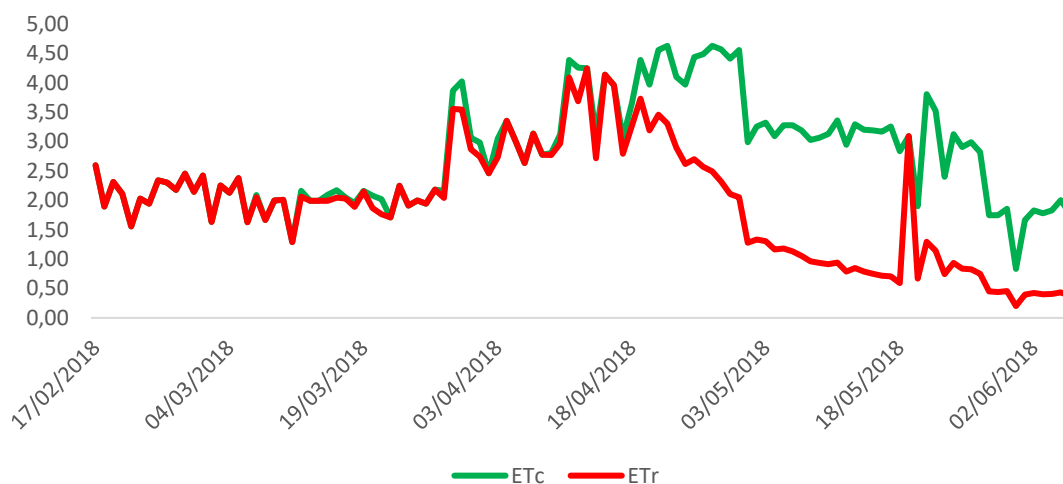
A figura 1 demonstra a série histórica de excedente hídrico e déficit hídrico, o excedente hídrico ocorreu do início do período 17/02 até o início de abril, a partir disso há o início do período seco que se estenderá até o mês de outubro.

Figura 1: Extrato do Balanço Hídrico



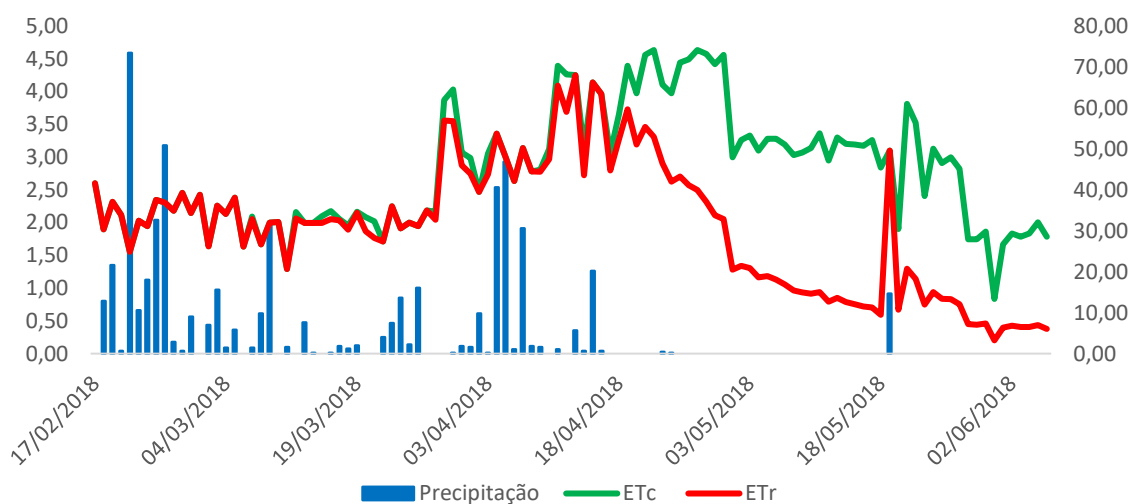
Na figura 2 observa-se a relação de Evapotranspiração da Cultura e a Evapotranspiração Real, quando há o déficit a partir do dia 20/04 a planta não faz a evapotranspiração necessária para atingir o potencial produtivo, o déficit impede que a planta desenvolva as atividades fisiológicas e fique em pousio, o déficit ocorre quando as saídas de água é superior as entradas..

Figura 2: Evapotranspiração da Cultura e Evapotranspiração Real



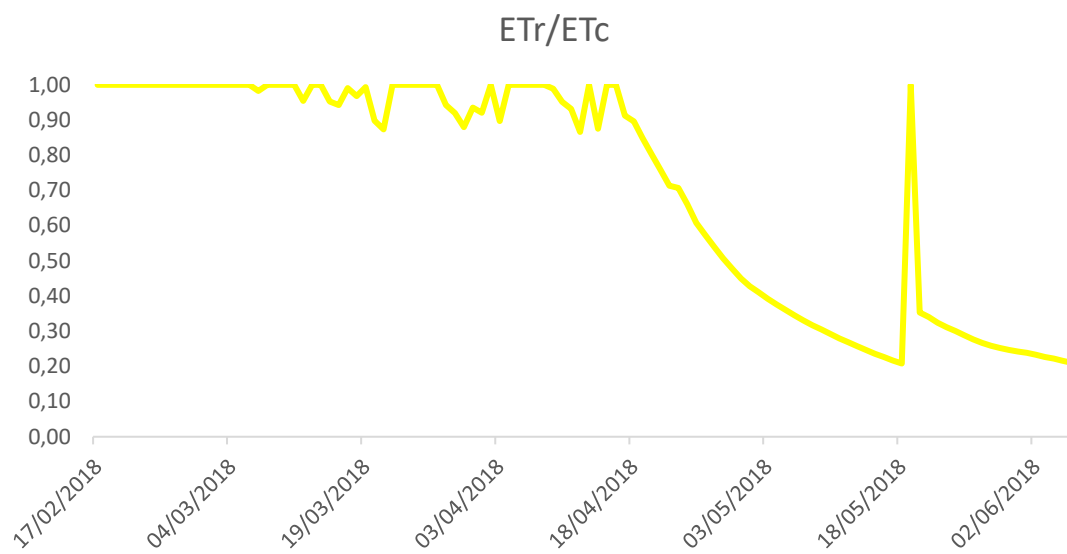
Na figura 3, observa-se a Precipitação, a Evapotranspiração da Cultura a Evapotranspiração Real, é possível verificar que com o fim do período chuvoso a evapotranspiração diminui consideravelmente, pois a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração real é menor que 1 (um), o ideal é que se relação se mantenha 1.

Figura 3: Precipitação x Evapotranspiração da Cultura e Evapotranspiração Real



Na figura 4 a relação Evapotranspiração Real e Evapotranspiração Real é ideal que se mantenha em torno de 1, com o final do período chuvoso há um grande decréscimo da atividade.

Figura 4: ETc/ETr



CONCLUSÃO

O Balanço Hídrico da cultura foi possível por haver a disponibilidade dos dados para o cálculo da demanda hídrica da cultura.

Indica-se que faça a semeadura das sementes no mês de janeiro para que haja um menor dano ocasionado pelo déficit hídrico. Sabendo-se que a partir da segunda quinzena de janeiro haverá déficit hídrico em alguma das fases sob as condições realizadas nesta pesquisa..

O milho teve demanda hídrica 306,70 mm, no ciclo da cultura, e apresentou déficit 384,44 mm, havendo uma diferença de 77,74mm de déficit. Esse saldo prejudica a produção de grãos.

Sugere-se o uso da irrigação para reposição de umidade no solo para o suprimento da demanda da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 10^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332p.

BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; RADIN, B.; FRANÇA, S.; SILVA, M.I.G. **Estimativa do índice de área foliar do milho a partir da soma de graus-dia**. Santa Maria: Revista Brasileira Agrometeorologia, v.13, n.1, p. 65-71, 2005.

BERGAMASCHI, H.; Bergonci, J. i.; Kruger, c. a. m. B.; Comiran, F.; Heckler, B. m. **Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, campina grande, PB, v. 13, p. 855-864, 2009.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. **Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP**. Irriga, Botucatu, v.14, n.1, p.1-11, jan./mar. 2009.

DANTAS, A. A. A. et al. **Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.31, n.6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007. Facco, 2004

FACCO, Alexandro Gomes. **Modelagem do Balanço Hídrico em Microbacia Hidrográfica com Plantio de Eucalipto**. Viçosa. 2008

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Ecofisiologia e fenologia**. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 360 p, 2000.

FANCELLI, Antônio Luiz. **Cultivo Racional e Sustentável requer maior conhecimento sobre a planta do milho**. p. 20. Revista Visão agrícola. ESALQ, São Paulo, 2015

FERREIRA, Aline Gomes. **Balanço Hídrico para a Cultura do Café Arábica no Município de São Domingos das Dores – MG**. UFMG. Belo Horizonte, 2014.

FREITAS, Edmilson Dias de. **Notas de aula da Disciplina ACA-0429 Agrometeorologia**. Departamento de Ciências Atmosféricas. USP, 2005.

MACHADO, F. L. V. et al. **Modelos de classificações climáticas: estudo de caso no município de Cuiabá (MT)**. Revista Geonorte, 2. ed., v.2, n.5, p.1455 – 1467, 2012.

MARTINS, D. **Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP**. Revista Irriga, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, janeiro-março, 2009.

ROSS, Jurandyr (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Ed USP, 2000. 3ªed.

SANS, Luiz Marcelo Aguiar. **Riscos climáticos para a cultura do milho: irrigação em perspectiva**. Cultura do milho irrigado. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. cap. 10, p. 245-264.

SCHÄFER, R. F. **Precipitação e evapotranspiração de referência estimadas com metodologia alternativa, voltadas à realização do balanço hídrico diário**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SILVA, Wilson Jesus da. **Exigências climáticas do milho em Sistema Plantio Direto**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.27, n.233, p.14-25, jul.lago. 2006.

SILVA, N. R. **Caracterização do regime climático regional: uma análise dos parâmetros de temperatura, precipitação e balanço hídrico do Triângulo Mineiro – MG**. Monografia (Bacharel em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

SOUSA, E. S. de. **Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite para acidade de Palmas – TO**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16., 2010, Belém, PA. Anais. Belém. UFT, 2010.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Porto Alegre: ABRH, 2004.

WAGNER, M. V. **Características hidroclimáticas para a cultura do milho em Guarapuava-PR**. 2009. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2009.

ANEXOS

DAS	DAS	ET0	Kc	ETc	P	P-Etc	NAc	ARM	ALT	ETr	ETr/ETc	DEF	EXC
17/02/2018	1	5,20	0,50	2,60	0,00	-2,60	-2,60	72,40	2,60	2,60	1,00	0,00	0,00
18/02/2018	2	3,79	0,50	1,90	12,80	10,91	0,00	75,00	2,60	1,90	1,00	0,00	8,31
19/02/2018	3	4,63	0,50	2,32	21,60	19,29	0,00	75,00	0,00	2,32	1,00	0,00	19,29
20/02/2018	4	4,23	0,50	2,12	0,60	-1,52	-1,52	73,49	-1,52	2,12	1,00	0,00	0,00
21/02/2018	5	3,11	0,50	1,56	73,40	71,85	0,00	75,00	1,52	1,56	1,00	0,00	70,33
22/02/2018	6	4,06	0,50	2,03	10,60	8,57	0,00	75,00	0,00	2,03	1,00	0,00	8,57
23/02/2018	7	3,89	0,50	1,95	18,00	16,06	0,00	75,00	0,00	1,95	1,00	0,00	16,06
24/02/2018	8	4,69	0,50	2,35	32,60	30,26	0,00	75,00	0,00	2,35	1,00	0,00	30,26
25/02/2018	9	4,61	0,50	2,31	50,80	48,50	0,00	75,00	0,00	2,31	1,00	0,00	48,50
26/02/2018	10	4,36	0,50	2,18	2,80	0,62	0,00	75,00	0,00	2,18	1,00	0,00	0,62
27/02/2018	11	4,91	0,50	2,46	0,60	-1,86	-1,86	73,15	-1,86	2,46	1,00	0,00	0,00
28/02/2018	12	4,29	0,50	2,15	9,00	6,86	0,00	75,00	1,86	2,15	1,00	0,00	5,00
01/03/2018	13	4,85	0,50	2,43	0,00	-2,43	-2,43	72,58	-2,43	2,43	1,00	0,00	0,00
02/03/2018	14	3,27	0,50	1,64	7,00	5,37	0,00	75,00	2,43	1,64	1,00	0,00	2,94
03/03/2018	15	4,51	0,50	2,26	15,60	13,35	0,00	75,00	0,00	2,26	1,00	0,00	13,35
04/03/2018	16	4,26	0,50	2,13	1,40	-0,73	-0,73	74,27	-0,73	2,13	1,00	0,00	0,00
05/03/2018	17	4,76	0,50	2,38	5,80	3,42	0,00	75,00	0,73	2,38	1,00	0,00	2,69
06/03/2018	18	3,26	0,50	1,63	0,00	-1,63	-1,63	73,37	-1,63	1,63	1,00	0,00	0,00
07/03/2018	19	4,18	0,50	2,09	1,40	-0,69	-2,32	72,72	-0,65	2,05	0,98	-0,04	0,00
08/03/2018	20	3,33	0,50	1,67	9,80	8,14	0,00	75,00	2,28	1,67	1,00	0,00	5,85
09/03/2018	21	4,00	0,50	2,00	31,40	29,40	0,00	75,00	0,00	2,00	1,00	0,00	29,40
10/03/2018	22	4,02	0,50	2,01	0,00	-2,01	-2,01	72,99	-2,01	2,01	1,00	0,00	0,00
11/03/2018	23	2,58	0,50	1,29	1,60	0,31	-1,70	73,30	0,31	1,29	1,00	0,00	0,00
12/03/2018	24	4,32	0,50	2,16	0,00	-2,16	-3,86	71,24	-2,06	2,06	0,95	-0,10	0,00
13/03/2018	25	3,99	0,50	2,00	7,60	5,61	0,00	75,00	3,76	2,00	1,00	0,00	1,84
14/03/2018	26	3,99	0,50	2,00	0,20	-1,80	-1,80	73,21	-1,80	2,00	1,00	0,00	0,00
15/03/2018	27	4,19	0,50	2,10	0,00	-2,10	-3,89	71,21	-2,00	2,00	0,95	-0,10	0,00
16/03/2018	28	4,35	0,50	2,18	0,20	-1,98	-5,87	69,36	-1,85	2,05	0,94	-0,12	0,00
17/03/2018	29	4,10	0,50	2,05	1,80	-0,25	-6,12	69,13	-0,23	2,03	0,99	-0,02	0,00
18/03/2018	30	3,91	0,50	1,96	1,20	-0,76	-6,87	68,44	-0,69	1,89	0,97	-0,06	0,00
19/03/2018	31	4,33	0,50	2,17	2,00	-0,17	-7,04	68,28	-0,15	2,15	0,99	-0,01	0,00
20/03/2018	32	4,16	0,50	2,08	0,00	-2,08	-9,12	66,42	-1,87	1,87	0,90	-0,21	0,00
21/03/2018	33	4,04	0,50	2,02	0,00	-2,02	-11,14	64,65	-1,76	1,76	0,87	-0,26	0,00
22/03/2018	34	3,42	0,50	1,71	4,00	2,29	0,00	64,65	0,00	1,71	1,00	0,00	0,00
23/03/2018	35	4,50	0,50	2,25	7,40	5,15	0,00	69,80	5,15	2,25	1,00	0,00	0,00
24/03/2018	36	3,82	0,50	1,91	13,60	11,69	0,00	75,00	5,20	1,91	1,00	0,00	6,49
25/03/2018	37	4,00	0,50	2,00	2,20	0,20	0,00	75,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,20
26/03/2018	38	3,89	0,50	1,95	16,00	14,06	0,00	75,00	0,00	1,95	1,00	0,00	14,06
27/03/2018	39	4,37	0,50	2,19	0,00	-2,19	-2,19	72,82	-2,19	2,19	1,00	0,00	0,00
28/03/2018	40	4,33	0,50	2,17	0,00	-2,17	-4,35	70,77	-2,04	2,04	0,94	-0,12	0,00
29/03/2018	41	4,55	0,85	3,87	0,00	-3,87	-8,22	67,22	-3,56	3,56	0,92	-0,31	0,00

30/03/2018	42	4,74	0,85	4,03	0,20	-3,83	-12,05	63,87	-3,35	3,55	0,88	-0,48	0,00
31/03/2018	43	3,61	0,85	3,07	1,80	-1,27	-13,32	62,80	-1,07	2,87	0,94	-0,20	0,00
01/04/2018	44	3,51	0,85	2,98	1,60	-1,38	-14,70	61,65	-1,15	2,75	0,92	-0,24	0,00
02/04/2018	45	2,90	0,85	2,47	9,80	7,34	-7,36	67,99	6,33	2,47	1,00	0,00	0,00
03/04/2018	46	3,59	0,85	3,05	0,20	-2,85	-10,22	65,45	-2,54	2,74	0,90	-0,32	0,00
04/04/2018	47	3,95	0,85	3,36	40,60	37,24	0,00	75,00	9,55	3,36	1,00	0,00	27,69
05/04/2018	48	3,54	0,85	3,01	46,80	43,79	0,00	75,00	0,00	3,01	1,00	0,00	43,79
06/04/2018	49	3,10	0,85	2,64	1,00	-1,64	-1,64	73,37	-1,64	2,64	1,00	0,00	0,00
07/04/2018	50	3,69	0,85	3,14	30,60	27,46	0,00	75,00	1,64	3,14	1,00	0,00	25,83
08/04/2018	51	3,27	0,85	2,78	1,80	-0,98	-0,98	74,02	-0,98	2,78	1,00	0,00	0,00
09/04/2018	52	3,30	0,85	2,81	1,60	-1,21	-2,18	72,85	-1,17	2,77	0,99	-0,03	0,00
10/04/2018	53	3,67	0,85	3,12	0,00	-3,12	-5,30	69,88	-2,97	2,97	0,95	-0,15	0,00
11/04/2018	54	3,66	1,20	4,39	1,00	-3,39	-8,70	66,79	-3,09	4,09	0,93	-0,30	0,00
12/04/2018	55	3,55	1,20	4,26	0,00	-4,26	-12,96	63,10	-3,69	3,69	0,87	-0,57	0,00
13/04/2018	56	3,54	1,20	4,25	5,60	1,35	-11,37	64,45	1,35	4,25	1,00	0,00	0,00
14/04/2018	57	2,59	1,20	3,11	0,60	-2,51	-13,87	62,33	-2,12	2,72	0,88	-0,39	0,00
15/04/2018	58	3,45	1,20	4,14	20,20	16,06	0,00	75,00	12,67	4,14	1,00	0,00	3,39
16/04/2018	59	3,30	1,20	3,96	0,60	-3,36	-3,36	71,64	-3,36	3,96	1,00	0,00	0,00
17/04/2018	60	2,55	1,20	3,06	0,00	-3,06	-6,42	68,85	-2,79	2,79	0,91	-0,27	0,00
18/04/2018	61	3,04	1,20	3,65	0,00	-3,65	-10,07	65,58	-3,27	3,27	0,90	-0,38	0,00
19/04/2018	62	3,66	1,20	4,39	0,00	-4,39	-14,46	61,85	-3,73	3,73	0,85	-0,66	0,00
20/04/2018	63	3,31	1,20	3,97	0,00	-3,97	-18,43	58,66	-3,19	3,19	0,80	-0,78	0,00
21/04/2018	64	3,80	1,20	4,56	0,00	-4,56	-22,99	55,20	-3,46	3,46	0,76	-1,10	0,00
22/04/2018	65	3,86	1,20	4,63	0,00	-4,63	-27,62	51,89	-3,31	3,31	0,71	-1,33	0,00
23/04/2018	66	3,42	1,20	4,10	0,40	-3,70	-31,33	49,39	-2,50	2,90	0,71	-1,20	0,00
24/04/2018	67	3,31	1,20	3,97	0,20	-3,77	-35,10	46,97	-2,42	2,62	0,66	-1,35	0,00
25/04/2018	68	3,70	1,20	4,44	0,00	-4,44	-39,54	44,27	-2,70	2,70	0,61	-1,74	0,00
26/04/2018	69	3,74	1,20	4,49	0,00	-4,49	-44,03	41,70	-2,57	2,57	0,57	-1,92	0,00
27/04/2018	70	3,86	1,20	4,63	0,00	-4,63	-48,66	39,20	-2,50	2,50	0,54	-2,13	0,00
28/04/2018	71	3,81	1,20	4,57	0,00	-4,57	-53,23	36,88	-2,32	2,32	0,51	-2,25	0,00
29/04/2018	72	3,68	1,20	4,42	0,00	-4,42	-57,65	34,77	-2,11	2,11	0,48	-2,31	0,00
30/04/2018	73	3,80	1,20	4,56	0,00	-4,56	-62,21	32,72	-2,05	2,05	0,45	-2,51	0,00
01/05/2018	74	3,15	0,95	2,99	0,00	-2,99	-65,20	31,44	-1,28	1,28	0,43	-1,71	0,00
02/05/2018	75	3,43	0,95	3,26	0,00	-3,26	-68,46	30,11	-1,34	1,34	0,41	-1,92	0,00
03/05/2018	76	3,50	0,95	3,33	0,00	-3,33	-71,78	28,80	-1,31	1,31	0,39	-2,02	0,00
04/05/2018	77	3,26	0,95	3,10	0,00	-3,10	-74,88	27,63	-1,17	1,17	0,38	-1,93	0,00
05/05/2018	78	3,45	0,95	3,28	0,00	-3,28	-78,16	26,45	-1,18	1,18	0,36	-2,10	0,00
06/05/2018	79	3,45	0,95	3,28	0,00	-3,28	-81,44	25,32	-1,13	1,13	0,35	-2,15	0,00
07/05/2018	80	3,36	0,95	3,19	0,00	-3,19	-84,63	24,27	-1,06	1,06	0,33	-2,14	0,00
08/05/2018	81	3,19	0,95	3,03	0,00	-3,03	-87,66	23,31	-0,96	0,96	0,32	-2,07	0,00
09/05/2018	82	3,23	0,95	3,07	0,00	-3,07	-90,73	22,37	-0,93	0,93	0,30	-2,13	0,00
10/05/2018	83	3,30	0,95	3,14	0,00	-3,14	-93,86	21,46	-0,92	0,92	0,29	-2,22	0,00

11/05/2018	84	3,54	0,95	3,36	0,00	-3,36	-97,23	20,51	-0,94	0,94	0,28	-2,42	0,00
12/05/2018	85	3,10	0,95	2,95	0,00	-2,95	-	19,73	-0,79	0,79	0,27	-2,16	0,00
13/05/2018	86	3,47	0,95	3,30	0,00	-3,30	100,17	18,88	-0,85	0,85	0,26	-2,45	0,00
14/05/2018	87	3,37	0,95	3,20	0,00	-3,20	-	18,09	-0,79	0,79	0,25	-2,41	0,00
15/05/2018	88	3,36	0,95	3,19	0,00	-3,19	103,47	17,33	-0,75	0,75	0,24	-2,44	0,00
16/05/2018	89	3,34	0,95	3,17	0,00	-3,17	-	16,62	-0,72	0,72	0,23	-2,45	0,00
17/05/2018	90	3,43	0,95	3,26	0,00	-3,26	106,67	15,91	-0,71	0,71	0,22	-2,55	0,00
18/05/2018	91	2,99	0,95	2,84	0,00	-2,84	-	15,32	-0,59	0,59	0,21	-2,25	0,00
19/05/2018	92	3,26	0,95	3,10	14,60	11,50	119,13	26,82	11,50	3,10	1,00	0,00	0,00
20/05/2018	93	2,00	0,95	1,90	0,00	-1,90	-77,12	26,15	-0,67	0,67	0,35	-1,23	0,00
21/05/2018	94	4,01	0,95	3,81	0,00	-3,81	-79,02	24,86	-1,30	1,30	0,34	-2,51	0,00
22/05/2018	95	3,71	0,95	3,52	0,00	-3,52	-82,83	23,71	-1,14	1,14	0,32	-2,38	0,00
23/05/2018	96	2,53	0,95	2,40	0,00	-2,40	-86,36	22,97	-0,75	0,75	0,31	-1,66	0,00
24/05/2018	97	3,29	0,95	3,13	0,00	-3,13	-88,76	22,03	-0,94	0,94	0,30	-2,19	0,00
25/05/2018	98	3,06	0,95	2,91	0,00	-2,91	-91,88	21,19	-0,84	0,84	0,29	-2,07	0,00
26/05/2018	99	3,15	0,95	2,99	0,00	-2,99	-94,79	20,36	-0,83	0,83	0,28	-2,16	0,00
27/05/2018	100	2,97	0,95	2,82	0,00	-2,82	-97,78	19,61	-0,75	0,75	0,27	-2,07	0,00
28/05/2018	101	2,91	0,60	1,75	0,00	-1,75	-	19,16	-0,45	0,45	0,26	-1,29	0,00
29/05/2018	102	2,91	0,60	1,75	0,00	-1,75	100,61	18,72	-0,44	0,44	0,25	-1,31	0,00
30/05/2018	103	3,10	0,60	1,86	0,00	-1,86	-	18,26	-0,46	0,46	0,25	-1,40	0,00
31/05/2018	104	1,39	0,60	0,83	0,00	-0,83	102,35	18,06	-0,20	0,20	0,24	-0,63	0,00
01/06/2018	105	2,78	0,60	1,668	0,00	-1,67	-	17,66	-0,40	0,40	0,24	-1,27	0,00
02/06/2018	106	3,05	0,60	1,83	0,00	-1,83	104,10	17,24	-0,43	0,43	0,23	-1,40	0,00
03/06/2018	107	2,97	0,60	1,782	0,00	-1,78	-	16,83	-0,40	0,40	0,23	-1,38	0,00
04/06/2018	108	3,05	0,60	1,83	0,00	-1,83	105,96	16,42	-0,41	0,41	0,22	-1,42	0,00
05/06/2018	109	3,34	0,60	2,004	0,00	-2,00	-	15,99	-0,43	0,43	0,22	-1,57	0,00
06/06/2018	110	2,97	0,60	1,782	0,00	-1,78	106,79	15,62	-0,38	0,38	0,21	-1,41	0,00
							108,46						
							110,29						
							112,07						
							113,90						
							115,91						
							117,69						