

ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO EM ÁREAS CULTIVADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR EM BACIA HIDROGRÁFICA COSTEIRA DA PARAÍBA

Vanda Maria de Lira¹
Carlos Alberto Vieira de Azevedo²
Karla Luísa Feitosa de Lira³
Délio Araújo Lopes⁴
Thiago Pereira de Paiva Silva⁵

RESUMO

O balanço hídrico estimado em uma bacia hidrográfica é um importante indicador da demanda consuntiva de seus recursos hídricos, em especial de cultivos irrigados. O presente trabalho teve como objetivo estimar o balanço hídrico climatológico em áreas cultivadas com cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do Rio Miriri, situada nos tabuleiros costeiros da Paraíba, no período de julho de 2010 a junho de 2011. Os maiores índices de precipitação foram registrados no município de Sapé, com destaque para o mês de maio com uma ocorrência de 28,65% da média máxima anual. O balanço hídrico mensal estimado na bacia apresentou déficit hídrico entre os meses de setembro a dezembro com evapotranspiração potencial total de 1.563,62 mm e valor máximo mensal igual a 152, 11 mm, identificado no mês de março. Em virtude da má distribuição da água no Brasil, torna-se necessário que cada Estado passe a ter controle da utilização da água doce através de um eficiente gerenciamento de recursos hídricos com vistas a manter a quantidade e qualidade deste recurso e assegurar o seu uso por parte da população.

Palavras-chave: Precipitação, Demanda hídrica, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Dentre todos os recursos ambientais encontrados na natureza a água é sem dúvida o mais importante, é essencial para os seres vivos e principal insumo da produção agrícola, sobretudo a irrigada. O uso racional de tal recurso tem sido foco de constantes discussões

¹ Professora Doutora: Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, vandalira_ufrn@yahoo.com.br

² Professor Doutor: Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, cvieiradeazevedo@gmail.com;

³ Mestranda do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, karlaluisafl@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, delio22@hotmail.com.br;

⁵ Graduando do Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, thiago.pereira_14@hotmail.com

entre a comunidade científica em todo o globo terrestre em vista das recentes e severas mudanças climáticas, do crescimento acelerado da população e utilização nos sistemas agrícolas.

De modo geral as bacias hidrográficas são unidades importantes de análise em sua avaliação porque os divisores de água dentro destas conectam usuários e ecossistemas, de modo que o monitoramento da microbacia hidrográfica pode fornecer indicações a respeito de mudanças desejáveis ou indesejáveis que estejam ocorrendo com os recursos hídricos resultantes de práticas de manejo.

Segundo TUCCI (1998) existe um grande número de alternativas que podem ser utilizadas no planejamento dos recursos hídricos, tomando como base seus diversos usos, disponibilidades e principalmente a preservação. Para tanto se faz necessário a utilização de metodologias que melhor quantifiquem todos os processos e permitam analisar alternativas que auxiliem nas tomadas de decisão.

Do ponto de vista agrônômico, o balanço hídrico é fundamental porque define as condições hídricas sob as quais uma cultura se desenvolve ou está se desenvolvendo em cada um dos estádios fenológicos (REICHARDT & TIMM (2016)). O balanço hídrico climatológico proposto por THORNTHWAITE & MATHER (1995) é uma das diversas maneiras de se monitorar o armazenamento de água no solo. Considerando o suprimento natural de água incidente no solo através da precipitação (P), da demanda evapotranspirativa potencial (ETP) e com uma capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao tipo de planta cultivada, o balanço hídrico climatológico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência (DEF), do excedente (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), tanto na escala diária como mensal. Para que não houvesse nem excesso nem deficiência hídrica, a precipitação deveria ser igual a ETP e esta estimada como a chuva ideal. Situação que, de acordo com os autores, só acontece esporadicamente em alguns períodos. Em algumas regiões há excesso praticamente o ano todo, enquanto que em regiões áridas e semiáridas isso nunca acontece.

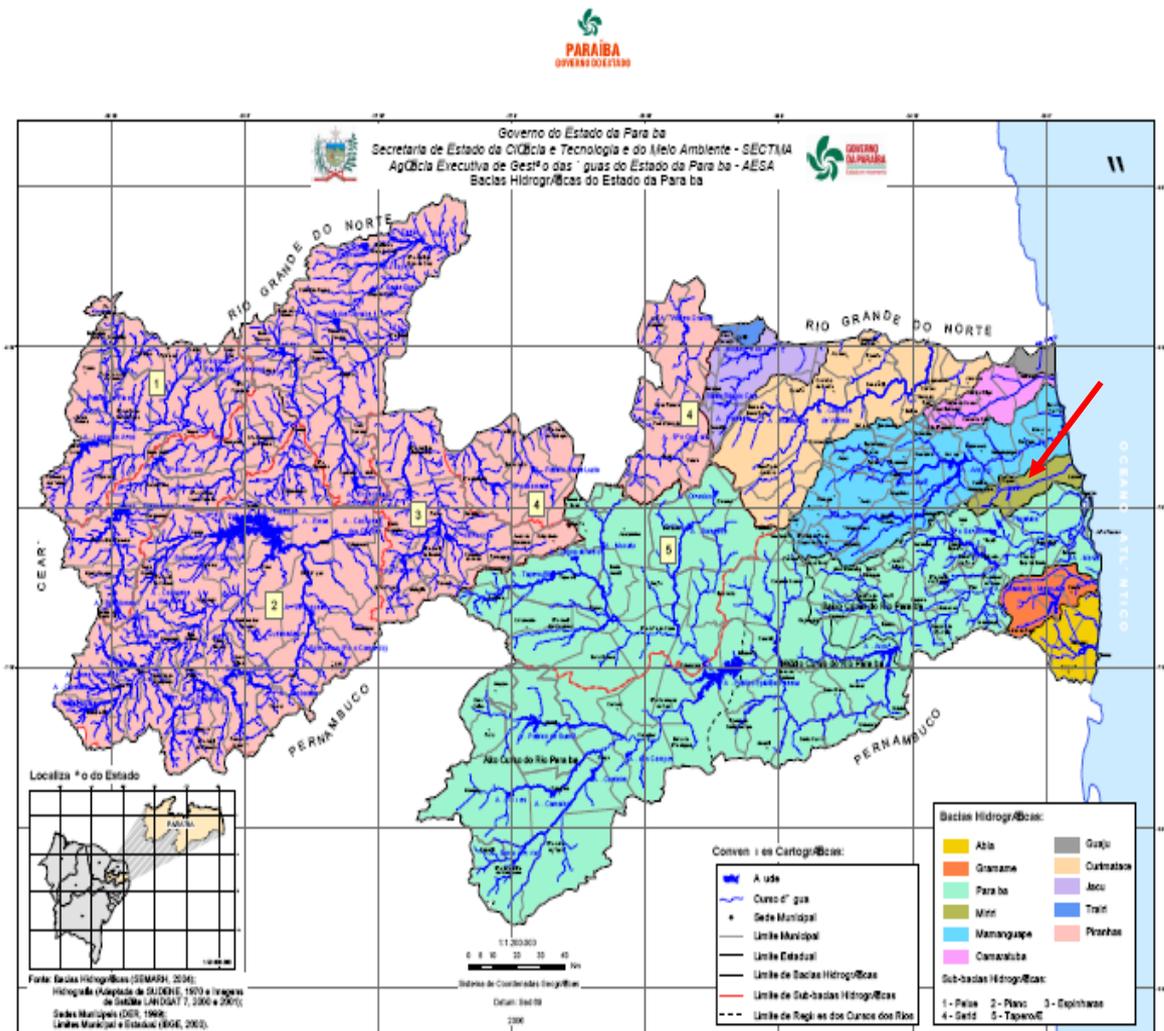
Por quantificar os parâmetros acima mencionados, o balanço hídrico climatológico é considerado uma excelente ferramenta para estudos de viabilidade de implantação e monitoramento de sistemas de irrigação ou drenagem numa região. Existem vários fatores que podem influenciar a futura demanda e suprimento hídrico dentro de uma bacia hidrográfica. Tomando-se como base o período de estudo verifica-se que o cenário hidrológico é conduzido pelas futuras alterações no clima, no aumento da degradação das

matas ciliares, no nível cultural dos usuários e na expansão e inclusão de mais áreas irrigadas para elevar ou até mesmo manter os níveis de produtividade do agronegócio da cana-de-açúcar. Este trabalho teve como objetivo estimar o balanço hídrico da bacia hidrográfica do Rio Miriri utilizando o método proposto por Thornthwaite & Mather.

METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio Miriri está situada no litoral norte do Estado da Paraíba (Figura 1), com área total de 436,19 Km², entre as latitudes 6°49'45" e 7°15'58" Sul e longitudes 34°51'13" e 35°18'54" Oeste e altitude média de 120m.

Figura 1 – Localização da bacia do Rio Miriri.



O Rio Miriri é o rio principal e se forma entre a depressão sublitorânea e os terrenos dos Baixos Planaltos Costeiros. Seu curso é de aproximadamente 58,7 Km e sua extensão, com área superficial em torno de 37.207 ha e um manguezal com 285 ha. Os municípios pertencentes a esta bacia que foram investigados neste estudo são, Mari, Sapé e Capim.

Os tabuleiros costeiros da porção norte apresentam declives variados e o relevo é marcado pela presença de topos nivelados. O relevo da bacia do Rio Miriri apresenta altitudes que não ultrapassam os 200 metros devido ao fato de estar situada na depressão sublitorânea. Trata-se de uma região baixa, com superfície colinosa de relevo classificado como suave ondulado e ondulado, drenada por rios intermitentes e perenes, de vales abertos e pouco profundos.

O clima predominante na área de estudo, de acordo com a classificação de Köppen, é o quente úmido, caracterizado por chuvas de outono a inverno com precipitação média anual de 1200 mm e temperatura média anual de 28°C. Normalmente a umidade relativa do ar na região litorânea do Estado da Paraíba é elevada, com média anual da ordem de 80%. O período seco na porção mais próxima ao oceano Atlântico tem duração de apenas dois meses alcançando quatro meses na medida em que a Bacia se interioriza. A vegetação natural dominante na área da bacia do rio Miriri é constituída de florestas Caducifólia, Subcaducifólia e Subperenifólia, ou seja, Floresta Atlântica e ecossistemas associados tais como restingas, cerrados, manguezais.

Os dados de precipitação, pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar global foram coletados na plataforma de coleta de dados agrometeorológica instalada em área de cultivo de cana-de-açúcar no município de Capim - PB. O período de coleta dos dados foi de julho de 2010 até junho de 2011.

Para estimar o escoamento superficial se utilizou o método do Número da Curva desenvolvido pelo Soil Conservation Service em 1972, vinculado ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Mark & Marek, 2009). O método permite estimar a lâmina de escoamento superficial a partir de dados de precipitação e outros parâmetros da bacia como umidade, a relação tipo de solo, uso e vegetação (expresso pelo parâmetro CN tabelado), resultando na seguinte equação:

$$R = \frac{(P - 0,25S)^2}{P + 0,85} ; S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (1)$$

onde:

R - escoamento direto acumulado (mm);

P - precipitação total (mm)

S - potencial máximo de retenção

CN - número da curva - adimensional

O balanço hídrico climatológico da área de estudo foi estimado a partir da metodologia desenvolvida por Thornthwaite e Matter (1955) em que se utilizam os dados de precipitação total mensal (mm), evapotranspiração potencial total mensal (mm) e em seguida se define a capacidade de água disponível do solo. Com os dados desses três parâmetros o balanço hídrico climatológico permite deduzir mensalmente a evapotranspiração real, a deficiência ou excedente hídrico e o total de água retida no solo (PEREIRA, 2005). Para o cálculo da evapotranspiração potencial utilizou-se as seguintes equações:

$$ETP_p = 16 \frac{10 T_i^a}{I} \quad T_i > 0^\circ C \quad (2)$$

$$a = 6,75 \times 10^7 I^3 - 7,71 \times 10^5 I^2 + 1,7912 \times 10^2 I + 0,49239 \quad (3)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} (0,2 T_i)^{1,514} \quad T_i > 0^\circ C \quad (4)$$

onde:

ETP_p - Evapotranspiração potencial média mensal padrão (mm mês⁻¹)

T_i - temperatura média mensal (° C)

I - índice de calor da região

i - representa o mês do ano

O cômputo da água armazenada (ARM) é dado pela seguinte expressão:

$$ARM_n = ARM_{n-1} \exp \frac{(P - ETP)_n}{CAD} \quad (5)$$

onde:

ARM_n – total armazenado no mês atual (mm);

ARM_{n-1} – total armazenado no mês anterior (mm);

P – precipitação mensal (mm);

CAD – capacidade de água disponível no solo.

Se houver um ou mais meses com P – ETP_p > 0, mas com valores insuficientes para que ARM = CAD, segue-se a rotina de cálculo através da seguinte equação:

$$ARM_n = ARM_{n-1} + (P - ETP)_n \quad (6)$$

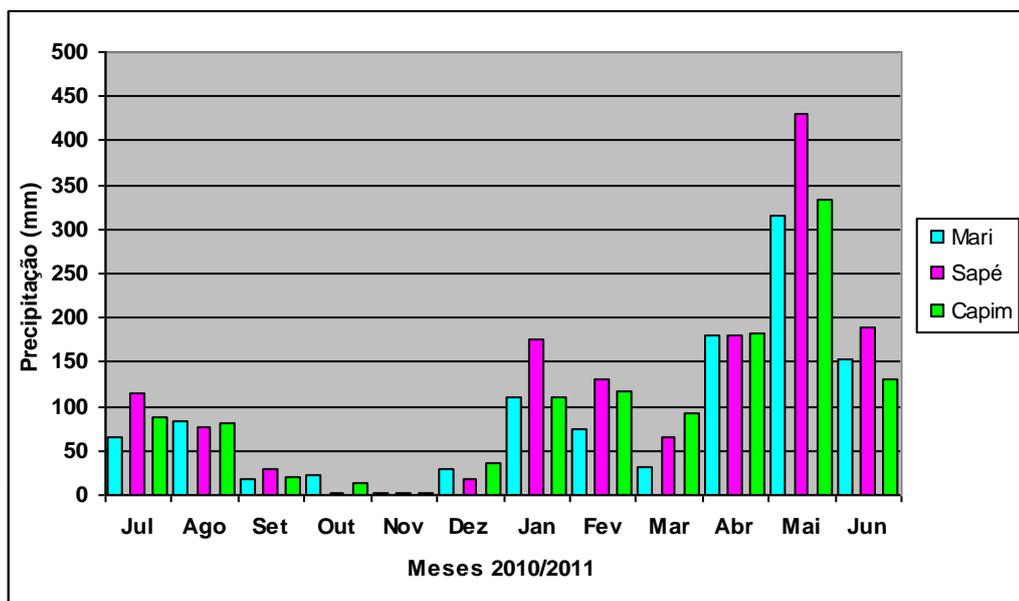
Se houver outro mês com $P - ETP < 0$, retorna a equação 5, sem necessidade de se calcular o valor do Neg Acum no mês anterior.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Rio Miriri não é perene durante todo o seu curso, ele se forma entre os municípios de Mari e Sapé, a partir da contribuição de outros cursos d'água que deságuam em seu leito, de modo que passa a ser perene durante todo o ano somente a jusante do Açude Curralinho, construído pela Miriri Alimentos e Bioenergia S.A.

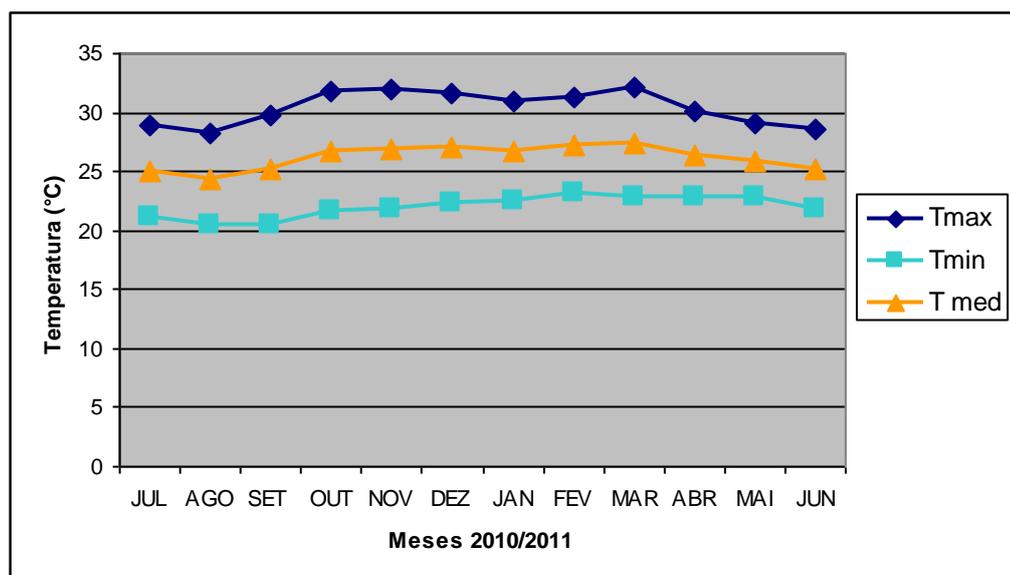
As Figuras 2 e 3 apresentam os valores de precipitação e de temperatura mensais registradas nos municípios de Mari, Sapé e Capim, no período 2010/2011. A distribuição das chuvas não é uniforme, sendo bastante variáveis de uma região para outra durante o ano, com maiores índices de precipitação ocorridos no município de Sapé. Analisando todo o período, os meses que registraram menor ocorrência de precipitação foram outubro, novembro e dezembro de 2010. De janeiro a junho de 2011 foram registrados constantes e elevados índices de precipitação, com destaque para o mês de maio com maior ocorrência de precipitação; o que corresponde a 28,65% da média máxima anual. A umidade relativa registrada neste mês foi de 82,99%.

Figura 2. Valores mensais da precipitação, período 2010/2011, nos municípios de Mari, Sapé e Capim.



Na Figura 3, observa-se que as temperaturas mais baixas ocorrem principalmente nos meses de maio, junho, julho e agosto, que é considerado o período de inverno na região, com temperaturas máximas em torno de 28,31 °C. A temperatura média registrada durante o período foi de 26,17 °C, com o maior e menor valor médio registrado nos meses de fevereiro e agosto e valores iguais a 27,47 °C e 24,35 °C respectivamente.

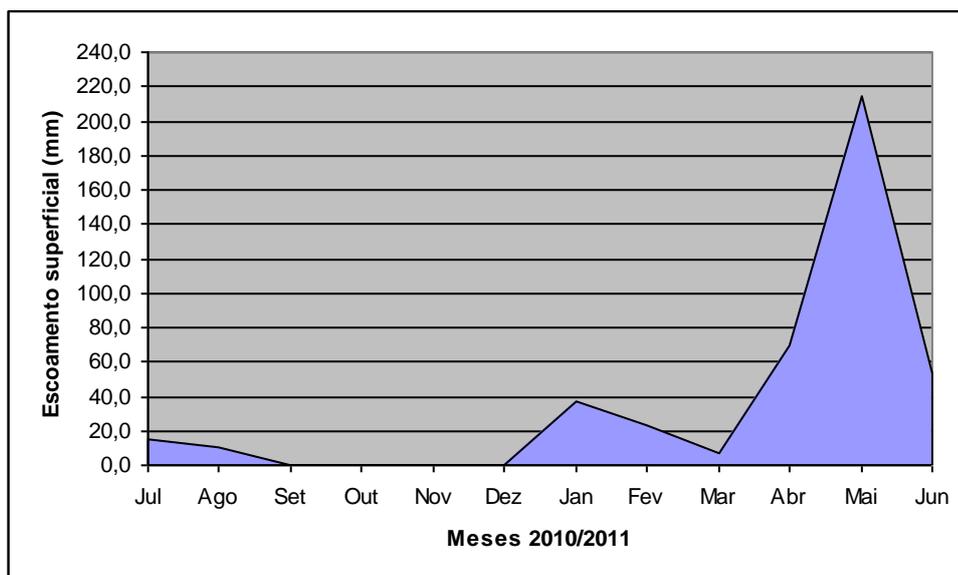
Figura 3. Valores mensais da temperatura máxima, média e mínima, período 2010/2011.



O volume médio escoado apresentado em altura equivalente de água sobre a área foi de 429,4 mm; valor que corresponde a 34,73% da precipitação média registrada no período. De acordo com a Figura 4, os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro apresentaram os menores índices de precipitação, sem incidência de escoamento. O mês de maio apresentou cerca de 50% do escoamento médio no período. Fato realmente comprovado na área pelo transbordamento de reservatórios, áreas de cultivos inundados, comunidades isoladas, estradas e pontes destruídas.

O escoamento superficial está diretamente relacionado com a precipitação, mas fatores como tipo e umidade do solo, temperatura, topografia, cobertura vegetal e forma da bacia causam influência nas variações do escoamento superficial (LLAMAS, 1993).

Figura 4. Escoamento médio mensal da área estudada período 2010/2011.



O balanço hídrico climatológico estimado na área encontra-se representado nas Figuras 5 e 6. A evapotranspiração potencial total foi de 1.563,62 mm, apresentando valor médio mensal de 128,63 mm e valor máximo igual 152,11 mm no mês de março. O valor total médio da evapotranspiração real foi de 976,4 mm; com média mensal igual a 81,4 mm. Jesus (2015) utilizou o método de Thornthwaite e Matter para estimar o balanço hídrico no município de Aracaju-SE e verificou que entre os meses de março e agosto a evapotranspiração potencial e real se coincidem, indicando que a evaporação máxima para o período, nas condições climatológicas observadas, foi atingida e caracterizada pela grande quantidade de água disponibilizada no solo pelos elevados volumes de chuvas.

De acordo com a Figura 5, verifica-se maior déficit hídrico entre os meses de setembro e dezembro, sendo recomendável, para as áreas de cultivo com cana-de-açúcar a prática da irrigação para suprir a necessidade hídrica da cultura com vistas a garantir os níveis de produtividade nas áreas cultivadas. O balanço hídrico apresentou apenas três meses com excedente hídrico, o mês de maio foi o de maior excedente hídrico, como também de maior ocorrência de precipitação. BISPO et al., (2017) estimou o balanço hídrico e o consumo relativo de água da cultura da cana-de-açúcar no município paulista de Sud Mennucci e identificou que os meses de julho a outubro foram os períodos mais críticos para a cultura.

Figura 5. Extrato do balanço hídrico mensal período 2010/2011.

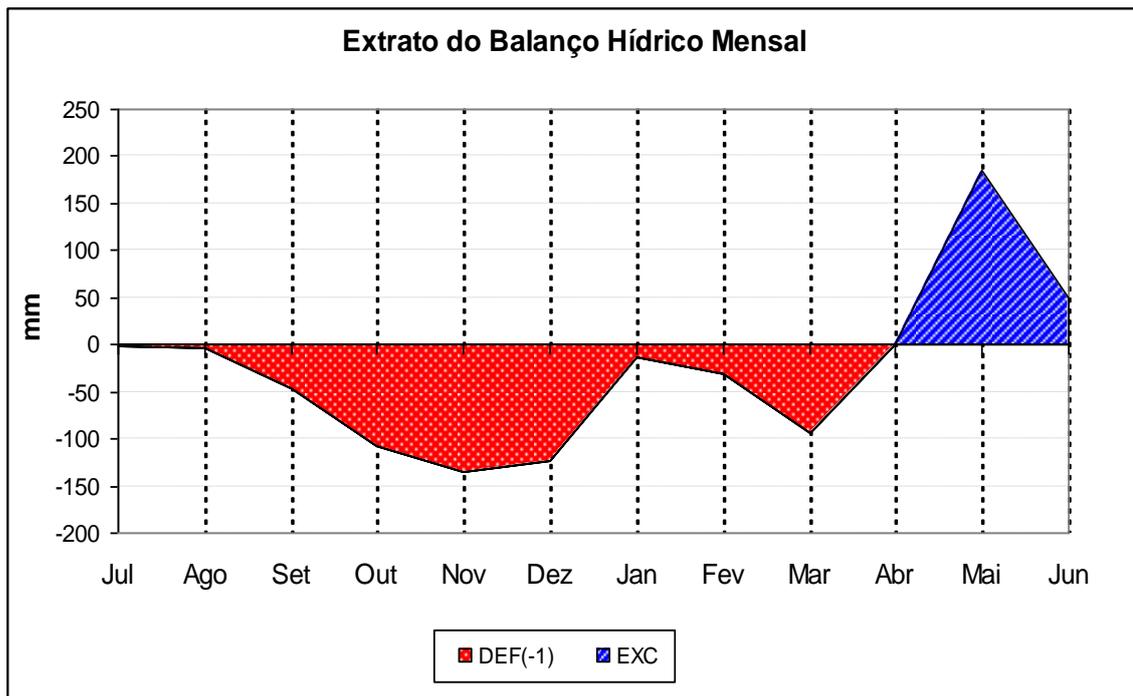
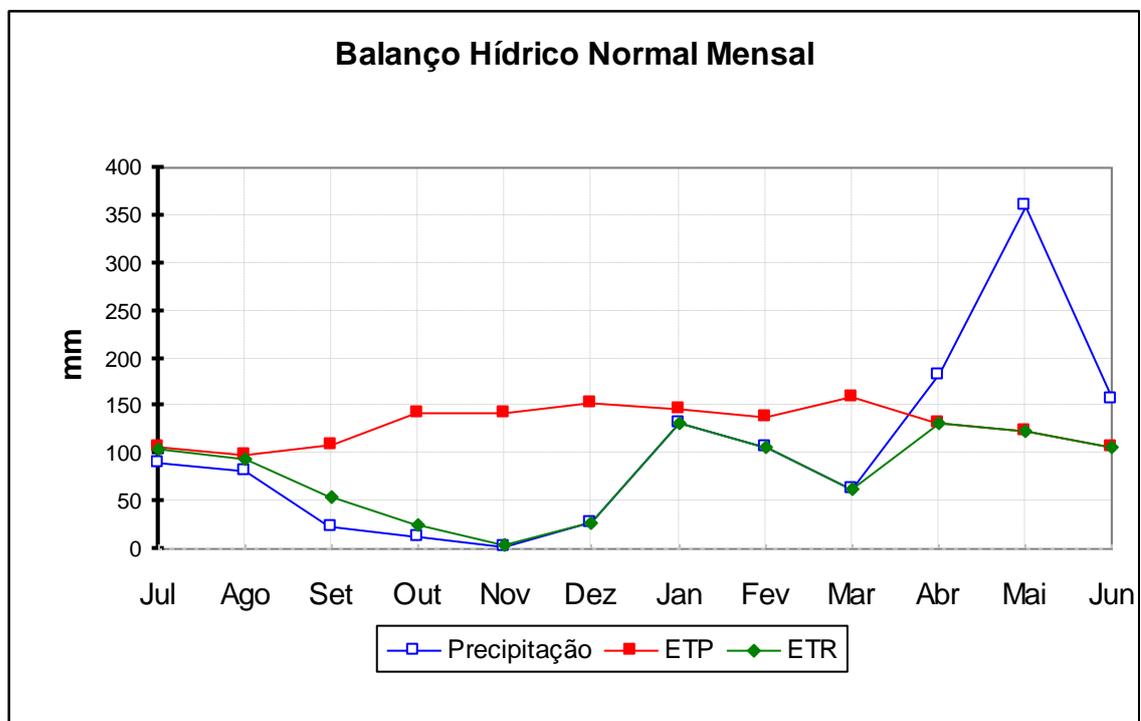


Figura 6. Variação mensal dos parâmetros de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETPp), evapotranspiração real (ETr) período 2010/2011.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O maior déficit hídrico identificado na bacia hidrográfica do Rio Miriri foi entre os meses de setembro e dezembro, sendo recomendável, para as áreas de cultivo com cana-de-açúcar a prática da irrigação para suprir a necessidade hídrica da cultura com vistas a garantir os níveis de produtividade nas áreas cultivadas, uma vez que os usuários em potencial dos recursos hídricos superficiais da bacia são as agroindústrias instaladas na região.

Para melhorar o nível cultural dos usuários e assegurar o uso sustentável dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Miriri há necessidade da criação e implantação de projetos voltados às questões ambientais e a introdução de suas práticas dentro da comunidade, em especial sobre a preservação e manutenção das matas ciliares.

Um fator importante verificado dentro da bacia é que as águas subterrâneas ainda não são exploradas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por financiar esta pesquisa;

A MIRIRI Alimentos e Bioenergia S.A.

REFERÊNCIAS

- BISPO, R. C.; HERNANDES, F. B. T.; TEIXEIRA, A. H. C. **Balço hídrico e estimativa do consumo relativo de água da cultura da cana-de-açúcar na região noroeste paulista**. Irriga, Botucatu, Edição Especial, IRRIGA & INOVAGRI, p. 94-101, 2017.
- JESUS, J. B. **Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather para o município de Aracaju-SE**. Scientia Plena. Vol. 11, Num. 05. 2015. www.sciwntiaplena.org.br
- LLAMAS, J. **Hidrologia general: principios e y aplicaciones**. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. 1993. 634p.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. 1997. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ. 1997. 183p.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Água e sustentabilidade no Sistema solo-plantatmosfera**. Barueri, SP: Manole, 2016. Série sustentabilidade / Arlindo Philippi Jr., coordenador.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology).