

BALANÇO HÍDRICO NA CIDADE DE APODI-RN EM CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Fernanda Fernandes Pinheiro (1); Michelly Fernandes dos Santos (1); Valéria Peixoto Borges (2); Robson de Sousa Nascimento - Orientador (3)

¹ *Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias – CCA/UFPB. E-mail: fernandafpinheiro15@gmail.com*

¹ *Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias – CCA/UFPB. E-mail: mfsagronegocios@gmail.com*

² *Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias – CCA/UFPB Professora Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural. E-mail: valpborges@gmail.com*

³ *Universidade Federal da Paraíba Centro de Ciências Agrárias – CCA/UFPB – Orientador, Professor Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural. E-mail: nascimento.professor@gmail.com*

Resumo:

Os efeitos das variabilidades climáticas e possivelmente das mudanças climáticas vêm afetando todo o planeta com desastres em grande escala, com alterações nos recursos hídricos e na agricultura no decorrer dos anos. As mudanças do clima têm intensificado cada vez mais a problemática da escassez hídrica, sobretudo em áreas áridas e semiáridas do planeta, destacando o semiárido do Nordeste do Brasil. O balanço hídrico climatológico possibilita o monitoramento da variação do armazenamento de água no solo, tanto na escala diária como em escalas mensal, usando medidas de temperatura do ar e precipitação. Nesse contexto o objetivo do trabalho foi calcular o balanço hídrico na cidade de Apodi-RN em futuros cenários de mudanças climáticas comparando com valores normais. Os cenários de mudanças climáticas envolvem aumento e redução de temperatura em 1,4°C, juntamente com acréscimo de 15% na precipitação e temperatura de 4,0°C, juntamente com 20% de acréscimo na precipitação para o cenário otimista e pessimista respectivamente. Diante das projeções realizadas, com o aumento da temperatura observa-se uma alta evapotranspiração em todos os cenários, sendo mais alta no cenário pessimista, além disso, foi possível observar que houve baixo ARM do solo no cenário normal e nenhum ARM nos demais cenários, grande déficit hídrico em todos os cenários, tendo uma grande diferença entre o normal e o pessimista e um excedente apenas no cenário normal. Isso nos direciona que deve ser feito um planejamento integrado de recursos hídricos para implantação do sistema agrícola, para obter uma maior produtividade na cadeia agrícola do estado.

Palavras chaves: Balanço Hídrico, Mudanças climáticas, SemiÁrido.

INTRODUÇÃO

As Mudanças Climáticas (MCs) são uma – ou, segundo muitos, são mesmo “a” – questão socioambiental central do nosso tempo (Union of Concerned Scientists, 2017), não apenas por ser um fenômeno de alcance global e com impactos de enorme gravidade, mas por estarem relacionadas com uma série de outros desafios das sociedades contemporâneas, como conservação da biodiversidade, segurança alimentar, produção e consumo de energia, refugiados ambientais, demandas hídricas, entre outros.

Os efeitos das variabilidades climáticas e possivelmente das mudanças climáticas vêm afetando todo o planeta com desastres em grande escala, com alterações nos recursos hídricos e na agricultura no decorrer dos anos. Assis; Souza; Sobral. 2015, afirmam que as mudanças do clima têm intensificado cada vez mais a problemática da escassez hídrica, sobretudo em áreas áridas e semiáridas do planeta, destacando o semiárido do Nordeste do Brasil, uma vez que apresenta uma grande tendência à aridização, acompanhada de diminuição da oferta hídrica em função da alteração nos padrões pluviométricos, com diminuição da frequência e intensidade das chuvas.

O planeta Terra, possui uma superfície completa de 510 milhões de Km², onde dois terços são formados por água, aproximadamente 360 milhões de Km², entretanto, 98% dessa água está localizada em oceanos, ou seja, água salgada. As preocupações com as questões da água são muitas, pois atualmente se vive em tempos de possíveis mudanças climáticas, podendo detectar desde oscilações drásticas de temperatura até à mudanças nas épocas do início da estação chuvosa. E segundo Marengo et al. (2008), o atraso no início das chuvas ocasiona grandes prejuízos ao setor agrícola, diminuindo a produtividade e até mesmo perdendo grande parte da produção. Com isso, cada vez mais é necessário estudo climatológico nas diversas regiões do mundo, principalmente no armazenamento de água nas regiões produtoras agrícolas.

O recurso natural água é constantemente renovado pela ocorrência do ciclo hidrológico, contudo sua distribuição temporal e espacial é muito variável. E quando se trata de disponibilidade hídrica refere-se à qualidade e quantidade adequadas para o uso, sendo que estas duas características são de fundamental importância para o desenvolvimento agrícola, conseqüentemente econômico e social (Santos et al.,2012)

A demanda crescente de água, em conjunto com a limitação dos recursos hídricos,

conflitos entre alguns usos e os prejuízos causados pelo excesso e pela escassez, exigem cada vez mais, planejamento racional e otimizado para aumento da eficiência do uso da água. O conhecimento da distribuição espacial e temporal da disponibilidade hídrica permite estabelecer diretrizes para a implementação de políticas de gestão deste recurso (HORIKOSHI; FISCH, 2007; SANTOS et al., 2010).

Segundo Pereira et al. (2002), a disponibilidade hídrica de uma região pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico (BHC), que evidencia as variações sazonais dos excedentes e deficiências hídricas através de relações entre as entradas e saídas de água de uma condição de controle, principalmente precipitação pluvial (P) e evapotranspiração potencial (ETP).

Para Dantas et al. (2007) os estudos de balanços hídricos devem ser desenvolvidos visando a relação cultura/clima, permitindo um ajuste do cultivo às condições climáticas, além de apresentar aplicações para definição de zoneamentos agroclimáticos, irrigações suplementares, hidrologia, dimensionamento de reservatórios, drenagem, dentre outras.

O balanço hídrico climatológico desenvolvido por (Thornthwaite; Mather, 1955), possibilita o monitoramento da variação do armazenamento de água no solo, tanto na escala diária como em escalas maiores como a mensal, usando medidas de temperatura do ar e precipitação (VAREJÃO-SILVA, 2006).

O semiárido nordestino apresenta grande variabilidade espacial e temporal das chuvas, com precipitações irregulares concentradas em poucos meses. Essa região também é caracterizada com alto potencial para evaporação da água, em função da grande disponibilidade de energia solar, das temperaturas elevadas e da baixa umidade do ar (Assis; Souza; Sobral, 2015).

Em 2007, o relatório do IPCC reforçou esses fatos, associando o aumento da temperatura do ar em consequência das ações antrópicas, onde segundo Nobre e Assad (2005), o aumento de temperatura induz a uma maior evapotranspiração, reduzindo a quantidade de água no solo, mesmo que as chuvas não diminuam significativamente, podendo levar à substituição dos biomas existentes, enfatizando a importância das estimativas futuras do ciclo hidrológico.

Assim, Araújo; Moraes Neto; Sousa, 2009, afirmam que, devido à irregularidade da precipitação, é necessário realizar um monitoramento através de índices climáticos, uma vez que, através deles, pode-se desenvolver um sistema de acompanhamento das características dos períodos de seca ou chuvosos, com informações anuais ou mensais, com as quais se pode

conhecer a climatologia de uma determinada região e verificar os impactos que o clima causa sobre a distribuição da precipitação pluviométrica.

O presente trabalho teve como objetivo principal calcular o balanço hídrico na cidade de Apodi-RN em futuros cenários de mudanças climáticas comparando com valores normais.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O Rio Grande do Norte ocupa uma área total de 52 811,126 km², o que equivale a 3,42% da área do Nordeste e a 0,62% da superfície do Brasil. Com quase 3,5 milhões de habitantes. Devido ao seu clima semiárido em parte do litoral norte, o Rio Grande do Norte é responsável pela produção de mais 95% do sal brasileiro (IBGE 2010). O Município de Apodi-RN ocupa uma área territorial de 1.602,477 km² (IBGE 2016), com uma população de 34,763 de habitantes. (IBGE 2010).

O Rio Grande do Norte, entre outros estados da região nordeste, possui grande histórico de secas. O último período de seca dura cinco anos, apresentando índices pluviométricos abaixo da média (EMPARN, 2017). Decorrente deste cenário, as principais bacias hidrográficas do RN apresentam situação crítica, com 69% dos reservatórios em volume morto ou completamente secos (IGARN, 2017).

Como o aumento da temperatura associado à mudança do clima é capaz de aumentar a Evapotranspiração, aumentando a perda de água do solo, dificultando o armazenamento (ARM), isto significa dizer que com baixas precipitações, a água se tornará escassa, aumentando o déficit hídrico, dificultando assim o desenvolvimento regional no qual enfrentará sérias consequências. Para avaliar o impacto de cenários de mudanças climáticas no comportamento do armazenamento de água no solo (ARM), Evapotranspiração, Déficit Hídrico e Excedente foi selecionado o município de Apodi. A localização da cidade é mostrada por meio da Figura 1.

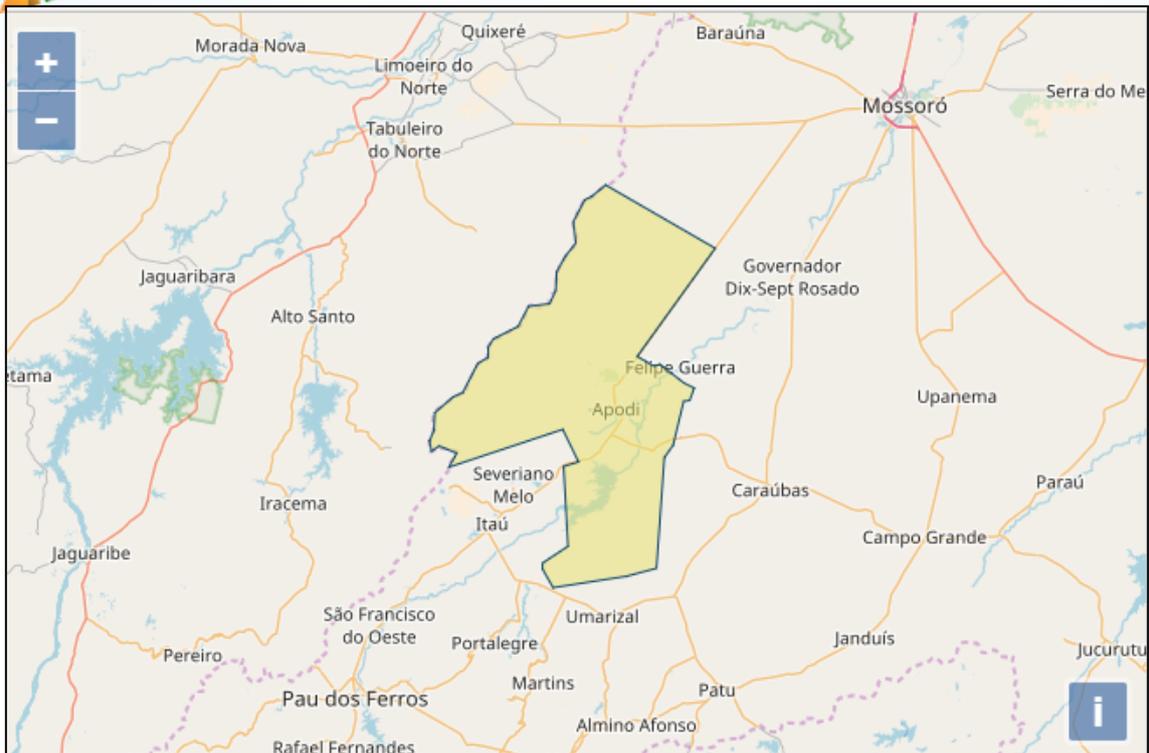


Figura 1. Localização da cidade utilizada no presente estudo. Fonte: IBGE

Dados

Os dados meteorológicos de precipitação e temperatura utilizados neste trabalho foram provenientes das Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (Ramos et al., 2009) para o período de 1961-2010. Foram elaborados três cenários (Normal, Pessimista e Otimista) para cálculo do Armazenamento de água no solo (ARM), Evapotranspiração potencial (ETP), Déficit Hídrico (DEF) e Excedente (EXC): (a) utilizando os dados médios mensais de temperatura do ar e precipitação para o período de 1961-2010, denominado de cenário observado. Os cenários futuros foram feitos para o ano de 2100. (b) cenário 1 (Otimista), em que temperatura média mensal do ar é aumentada em $1,4^{\circ}\text{C}$ e a precipitação mensal aumentada em 15% ($T + 1,4^{\circ}\text{C}$ e $P + 15\% P$); (c) cenário 2 (Pessimista), em que a temperatura média mensal do ar é acrescentada em $4,0^{\circ}\text{C}$ e precipitação mensal somada de 20% ($T + 0,4^{\circ}\text{C}$ e $P + 20\% P$).

O BH foi calculado utilizando a planilha elaborada por Rolim et al. (1998), utilizando a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955) para uma Capacidade de Água Disponível (CAD) no solo de 50 mm, pois os solos semiáridos não apresentam CAD superior a esse.

As características climáticas afetam todas as etapas das atividades agrícolas, com isto, o seu conhecimento se torna imprescindível para o

planejamento agrícola, tendo como exemplo a utilização de sistemas de irrigação, épocas de plantio, períodos de colheita, dentre outros (Souza et al., 2014).

O excesso ou falta de água atuam no sistema solo-planta-atmosfera, reduzindo a produtividade da cultura. Através do conhecimento do comportamento do balanço hídrico, pode-se realizar um planejamento para implantação de culturas de ciclo curto, aproveitando a época das chuvas e a manutenção de culturas anuais irrigadas nos meses de déficit hídrico. Tal conhecimento é de grande importância, pois permitem também adequar as épocas de cultivo com os estádios de desenvolvimento em que as culturas mais necessitam de água (Fenner et al., 2014)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Figura 2** mostra a evapotranspiração para os cenários normal, pessimista e otimista, sendo possível observar que houve uma variação entre os cenários, onde obteve-se a evapotranspiração no cenário normal com 183 mm, o cenário otimista com 226mm e o pessimista com 363 mm. Vale ressaltar que não houve uma grande diferença entre o cenário normal e o otimista, a maior diferença encontrada foi entre o normal e o pessimista, no qual teve uma evapotranspiração de 180 mm a mais que o cenário normal. Considerando-se o cenário normal como base, pode-se concluir que ocorreram mudanças na série mais recente onde as evapotranspirações médias mensais aumentaram para todos os cenários, onde essa concentração é maior durante o verão, onde o maior pico de perda de água é durante o mês de dezembro.

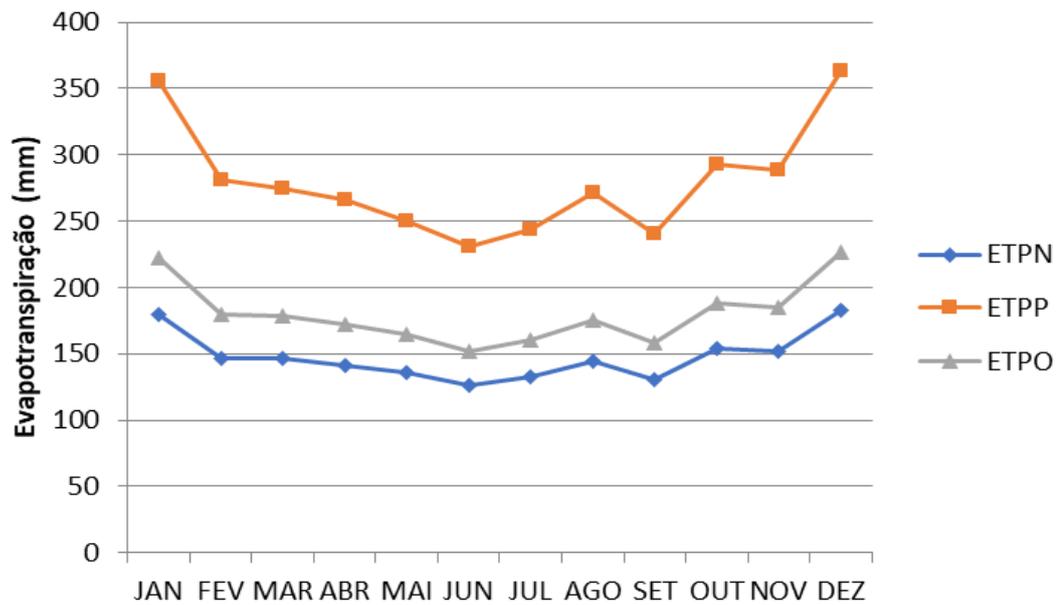


Figura 2. Evapotranspiração em mm

Na **Figura 3** mostra o armazenamento médio climatológico, onde evidencia as variações de armazenamento de água no solo entre 1 a 50 mm no cenário normal, apenas entre os meses de março a julho, sendo o maior pico de armazenamento no mês de abril com o valor de 50mm, o cenário pessimista e o otimista não apresentaram nenhum quantitativo de ARM em nenhum dos meses. Isto devido a elevadas temperaturas, baixa precipitação, muita perda de água, fatores endafoclimáticos entre outros.

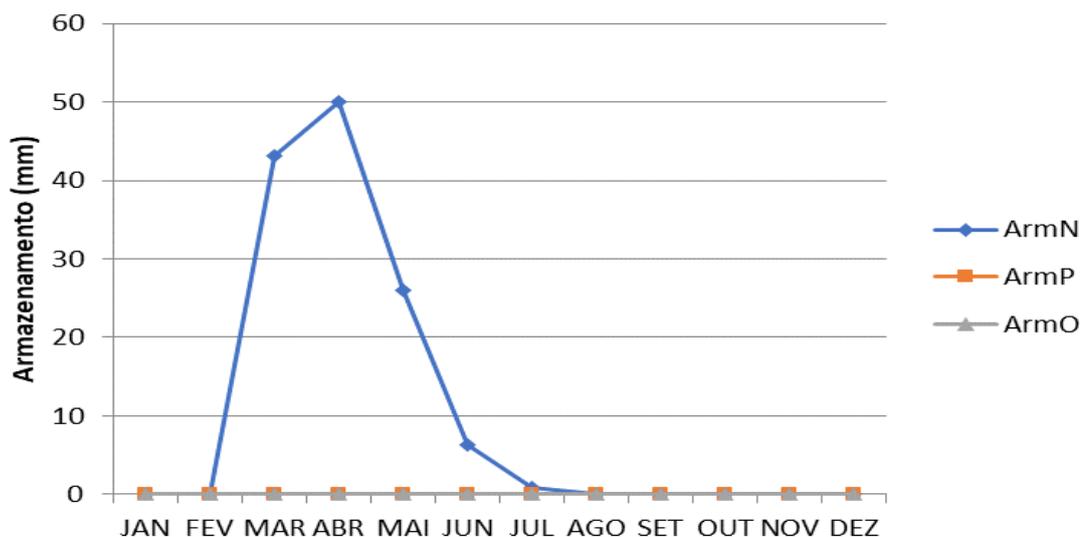


Figura 3. Armazenamento de água no solo (ARM) em mm

Durante os meses de Agosto a Janeiro, verifica-se por meio da **Figura 4** que ocorre uma deficiência hídrica mensal muito elevada, sendo o mês de Dezembro onde o índice do déficit hídrico é o mais alto com 164mm para o cenário normal e durante os meses de Fevereiro, Maio, Junho e Julho foi onde ocorreu os menores índices de déficit hídrico e nos meses de Março e Abril o déficit hídrico foi zero. Essa situação também é evidenciada no cenário otimista e pessimista, onde os valores do déficit hídrico continuaram aumentando durante todos os meses, no cenário otimista os meses onde obteve os maiores valores de déficit foi de Agosto a Janeiro, sendo o maior valor de 210 mm no mês de dezembro e os menores valores foram nos meses de Fevereiro a Maio. A maior diferença foi entre o cenário normal e o pessimista, onde ocorreu alto valores de déficit hídrico, chegando a obter um valor dobrado a mais que o cenário normal no mês de Dezembro com 348 mm e durante os meses de Fevereiro a Maio foi onde ocorreu os menores valores. Esse comportamento pode estar associado aos baixos índices pluviométricos nos meses de Agosto a Janeiro, evidenciando assim que a precipitação ocorrida no período não é suficiente para realizar a reposição hídrica.

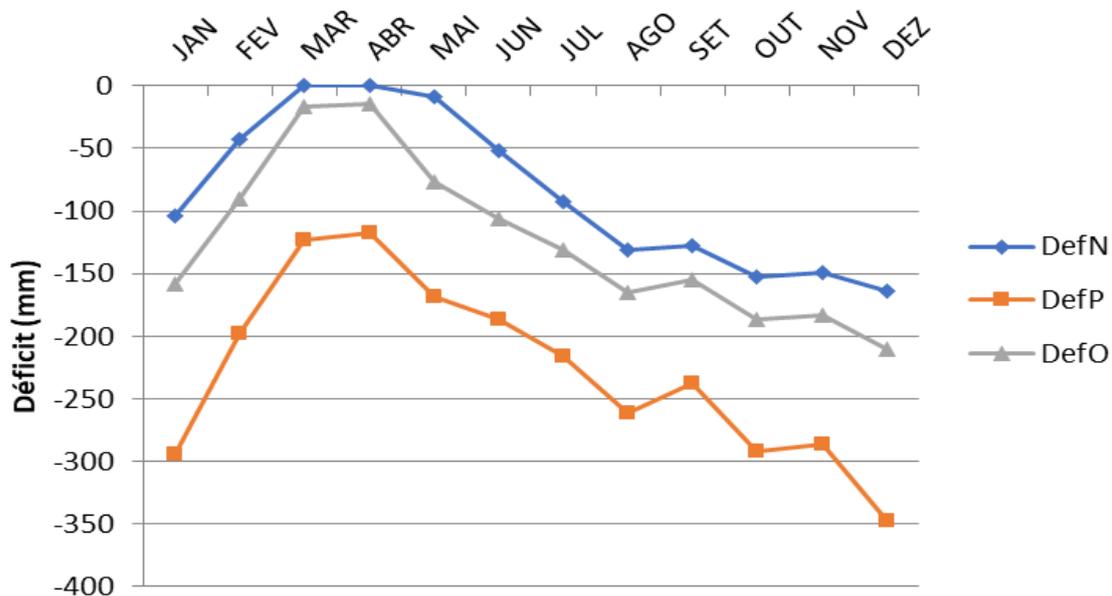


Figura 4. Déficit hídrico em mm

Na **Figura 5** nota-se que o excedente hídrico no cenário normal ocorreu apenas no mês de abril com um valor de 37 mm, isso significa que obteve um baixo acúmulo de água no solo, e nos demais meses não ocorreu excedente, e nos cenários otimista e pessimista também não ocorreu excedente.

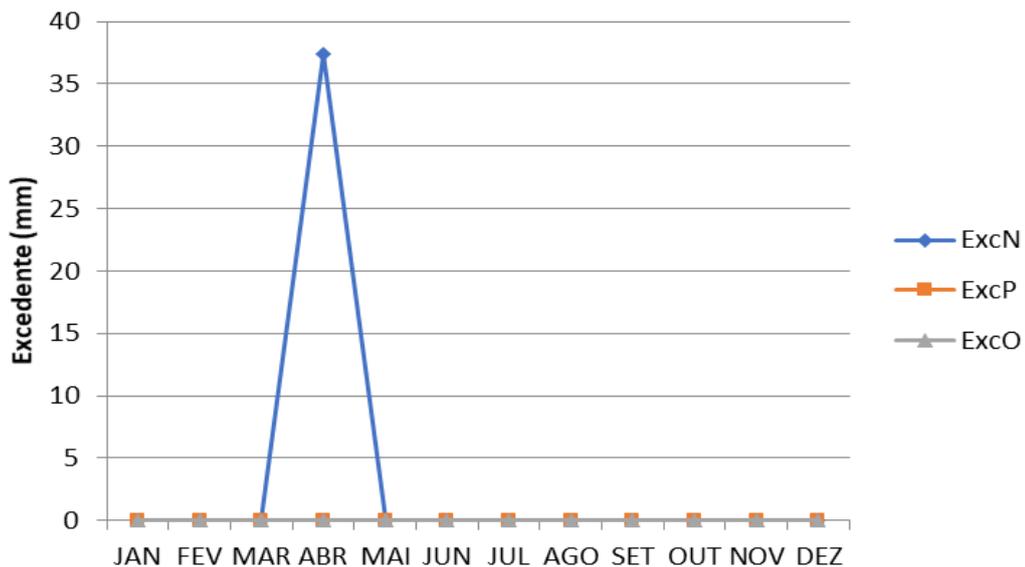


Figura 5. Excedente Hídrico (mm)

CONCLUSÃO

Nota-se que na cidade de Apodi-RN houve um pico maior de perda de água no mês de dezembro para todos os cenários, no entanto, entre os meses de março a julho, ocorreram maior pico de armazenamento, já no mês de abril, os cenários pessimista e otimista não apresentaram nenhum quantitativo de armazenamento de água, o que remete a elevação das temperaturas, baixa precipitação, fatores edafoclimáticos e outros. Isso nos direciona que deve ser feito um planejamento integrado de recursos hídricos para implantação do sistema agrícola, com isso fica economicamente viável saber o tempo correto para plantio, épocas de aplicação de defensivos e dias de colheita, garantindo assim, a manutenção ou maior produtividade para cadeia agrícola do estado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. 2009. Análise Climática da Bacia do rio Paraíba – índice de Anomalia de Chuva (IAC). Revista de Engenharia Ambiental, v. 6, n. 3, p. 508-523.

ASSIS, J. M. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. M. 2015. Climate analysis of the rainfall in the lower-middle stretch of the São Francisco river basin based on the rain anomaly index. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 2, p. 188- 202.

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.

EMPARN, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, disponível em: < <http://187.61.173.26/estacaomet.php>>. Acesso em: 10 mai. 2017

FENNER, W.; MOREIRA, P. S. P.; FERREIRA, F. S.; DALLACORT, R.; QUEIROZ, T. M.; BENTO, T. S. Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado-Floresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. Acta Iguazu, v. 3, n. 1, p. 72-85, 2014.

HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. Ambi-Agua, Taubaté, v. 2, n. 2, p. 33-46, 2007.

IGARN - Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte. Situação Volumétrica dos reservatórios do RN disponível em < <http://www.igarn.rn.gov.br/> >. Acesso em: 10 mai. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Área territorial oficial. 2010. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=24&search=rio-grande-do-norte> >. Acesso em: 29 Set. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Área territorial oficial. 2016. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=240100> >. Acesso em: 29 Set. 2017.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate change 2007: the physical science basis. Summary for policymakers. IPCC: Genebra, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch>. Acesso em: 17 de maio de 2016.

MARENGO J. A. et al. Água e mudanças climáticas. São Paulo, SP. Julho, 2008.

NOBRE, C. A.; ASSAD, E. D. O aquecimento global e o impacto na Amazônia e na agricultura brasileira. INPE ePrint, São José dos Campos, v. 1, 2005

NÓBREGA, N. E. F.; SILVA, J. G. F. Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite e Köppen para o município De Marilândia – ES. Linhares, ES. Incaper, 2007.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia (Fundamentos e Aplicações Práticas). Guaíba: Agropecuária, 478p. 2002

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES, L. T. G (Org.). Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Edição revista e ampliada, Brasília: INMET. 2009.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SANTOS, M. M.; CAETANO-CHANG, M. R.; CHANG, H. K. Análise do balanço hídrico climatológico do sistema Aquífero Guarani, em sua área de afloramentos no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Climatologia, v. 10, p. 153-170, 2012.

SOUZA, S. O.; CORREIA, W. S. C.; FILETI, R. B.; VALE, C. C. Balanço hídrico da bacia hidrográfica do Rio Caravelas (BA) como subsídio ao planejamento agrícola. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 1, p. 83-92, 2014.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Centerton, NJ: Drexel



Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

Union of Concerned Scientists. Global warming impacts: the consequences of climate change are already here. Disponível em: . Acesso em: fev. 2017.

VAREJÃO SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Recife: Versão Digital, 2006. 463 p.