



BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO APLICADO NAS ANOMALIAS POSITIVAS DE PRECIPITAÇÃO EM DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ¹

Rei Kuboyama²
Maurício Moreira dos Santos³

RESUMO

Anomalias de precipitação são desvios em relação à média histórica e sua ocorrência causam preocupações, visto que a frequência deles pode se alterar com as mudanças climáticas. Tais episódios atingiram a região norte do estado do Paraná entre 2015 e 2016, causando efeitos devastadores no meio ambiente como um todo. Para avaliar o impacto da precipitação durante esses anos na região do município de Londrina (PR), foi adotado a metodologia de balanço hídrico climatológico para estimar a quantidade de água que entrou e saiu do solo em duas bacias hidrográficas próximas ao município: a bacia do ribeirão Jacutinga e do rio Taquara. Destaca-se os meses de julho e novembro de 2015 e janeiro de 2016 como aqueles que o excedente hídrico teve um desvio positivo e durante o segundo semestre de 2016 houve um desvio negativo da média da série histórica dos dados, que vai de 1980 a 2020.

Palavras-chave: Eventos extremos, Precipitação, Balanço hídrico climatológico.

RESUMEN

Las anomalías de precipitación son desviaciones del promedio histórico y su ocurrencia genera preocupaciones ya que su frecuencia puede cambiar con el cambio climático. Dichos episodios afectaron a la región norte del estado de Paraná entre 2015 y 2016, provocando efectos devastadores en el medio ambiente en su conjunto. Para evaluar el impacto de las precipitaciones durante estos años en la región del municipio de Londrina (PR), se adoptó la metodología de balance hídrico climatológico para estimar la cantidad de agua que ingresó y salió del suelo en dos cuencas hidrográficas cercanas al municipio: la cuenca del arroyo Jacutinga y el río Taquara. Se destacan los meses de julio y noviembre de 2015 y enero de 2016 como aquellos en los que el excedente de agua tuvo una desviación positiva y durante el segundo semestre de 2016 hubo una desviación negativa del promedio de la serie histórica de datos, que va de 1980 a 2020.

Palabras clave: Artículo completo, Normas científicas, Congreso, Darse cuenta, Buena suerte.

¹ Este trabalho é parte de pesquisa em desenvolvimento financiado pela CAPES por uma bolsa de mestrado.

² Bolsista de mestrado em Geografia na Universidade Estadual de Londrina. E-mail: reikbym@gmail.com

³ Professor doutor da UTFPR e do Programa de pós-graduação em Geografia da UEL. E-mail: mmsantos@utfpr.edu.br



INTRODUÇÃO

No estado do Paraná foram registrados altos índices pluviométricos entre junho de 2015 a janeiro de 2016 na região norte do estado que causaram alagamentos, inundações e movimentos gravitacionais de massa. Esses acontecimentos se refletiram em danos para o ecossistema de modo geral, mas principalmente em prejuízos sociais e econômicos para muitas pessoas, que tiveram suas residências e estabelecimentos danificados pelas tempestades. A água invadiu casas, que também ficaram sem energia elétrica, árvores foram derrubadas pela ação do vento, ruas foram alagadas e até a estrutura de pontes de acesso cederam pela grande movimentação de massa.

Eventos desse tipo podem ser considerados como anomalias, pois são desvios grandes em relação à média, podem apresentar diversos graus de magnitude e são mais raros. Esses eventos podem se manifestar por meio de secas, inundações anormais, ondas de calor, tufões, entre outros exemplos. Alguns desses eventos podem ser explicados em decorrência de fenômenos que ocorrem nos oceanos, como o El Niño e afeta a atmosfera (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002, p. 318).

Com base em dados de precipitação e temperatura, é possível estimar a quantidade de água que entra e sai no solo de determinada área e em um determinado período de tempo, através da metodologia do balanço hídrico climatológico de Thornthwaite e Mather. Sendo assim, neste trabalho, o objetivo foi analisar o balanço hídrico climatológico de duas bacias hidrográficas da região norte do estado do Paraná: a do ribeirão Jacutinga (BHRJ) e a do rio Taquara (BHRT), frente aos eventos extremos de precipitação ocorridos em 2015 e 2016.

METODOLOGIA

Para estimar alguns parâmetros e calcular o balanço hídrico climatológico para cada bacia hidrográfica, foram utilizados dados de precipitação do portal HidroWeb (ferramenta do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos) e dados de temperatura do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Essas entidades reúnem dados de estações nacionais e disponibilizam para acessar gratuitamente de maneira virtual, porém foi necessário extrair dados apenas de duas estações: Londrina e Califórnia (tabela 1).



O período dos dados vai de 1980 a 2020, sendo mensais para estabelecer o balanço hídrico médio das duas bacias e diários para estabelecer o balanço hídrico decendial, ou seja, do período de dez em dez dias. Não foram encontrados dados de temperatura em estações inseridas dentro da área da BHRT, então foi feita uma estimativa através da diferença de altitude entre a estação Londrina e a estação Califórnia com base na mesma metodologia de Galiani⁴ (2012).

Tabela 1 – Informações das estações selecionadas para a pesquisa

Nome da estação	Município	Responsável	Tipo de dados	Período dos dados	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Londrina	Londrina	Instituto Nacional de Meteorologia	Temperatura e pluviometria	1980-2020	-23.32	-51.14	566
Califórnia	Califórnia	Instituto Água e Terra	Pluviometria	1980-2020	-23.65	-51.35	790

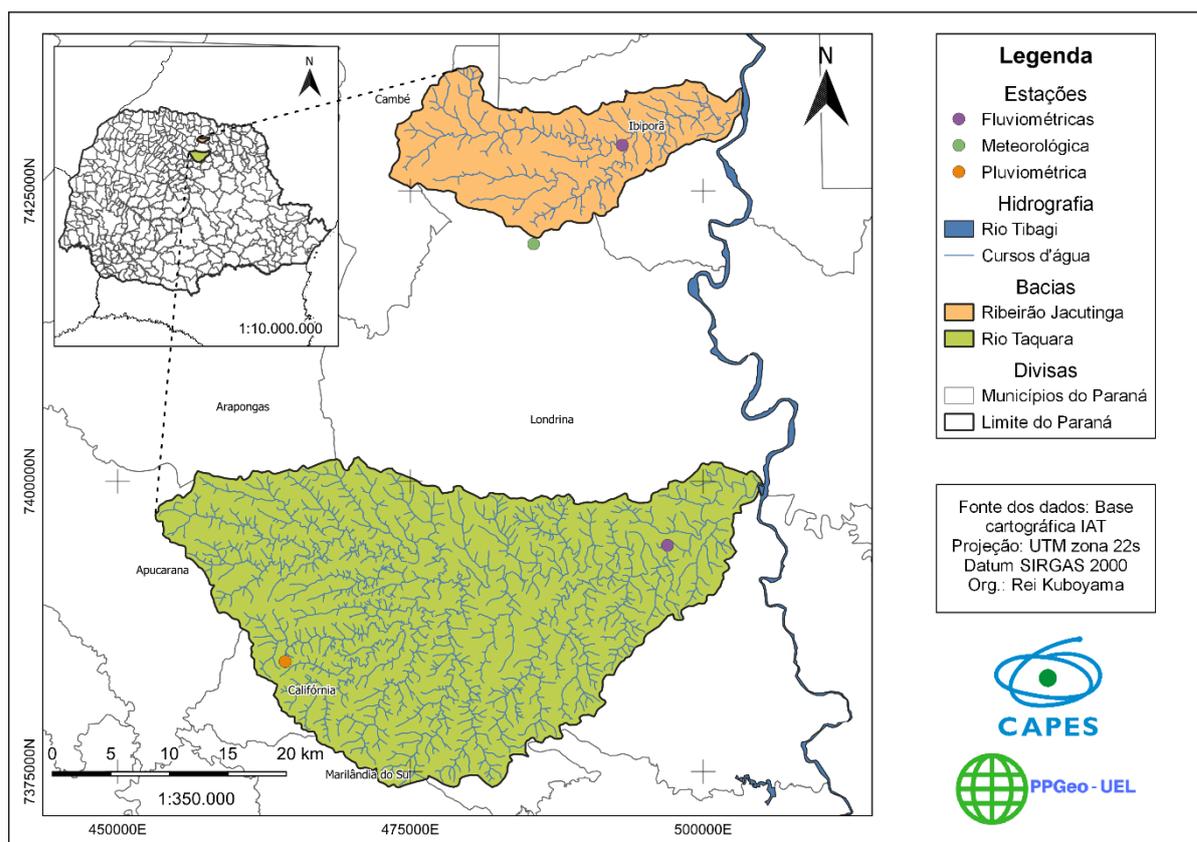
Fonte: o próprio autor

O cálculo do balanço hídrico foi feito pelo software BHnorm (baseado no método Thornthwaite e Mather), onde é necessário inserir a latitude, valor da precipitação mensal de janeiro a dezembro e a temperatura média compensada de todos os meses do local que se deseja avaliar.

A figura 1 exibe tanto a localização das bacias hidrográficas estudadas, quanto a localização das estações selecionadas para determinar o balanço hídrico climatológico.

Figura 1 – Localização das bacias e das estações selecionadas para a pesquisa

⁴ Considerando que a cada 100 metros de altitude acima de um terreno a temperatura diminui 0,65 °C, em média. A diferença entre as altitudes da estação Califórnia (790 m) e a Londrina (566 m) é de 224 m. Então o cálculo foi feito da seguinte maneira: $224 * 0,65 / 100 = 1,45$ °C. Ou seja, suponha-se que a média de temperatura em dezembro para a BHRJ seja 24,4 °C, para a BHRT estima-se que seja de 23 °C para o mesmo período.



Fonte: o próprio autor

REFERENCIAL TEÓRICO

Uma das ferramentas para estudo de uma determinada bacia hidrográfica é a do balanço hídrico onde é possível determinar as quantidades de água que entram (água da precipitação) e saem (evapotranspiração real e percolação) de certa porção do solo em um determinado intervalo de tempo. Ou seja, é uma das formas de monitoramento do armazenamento de água no solo, sem ser necessário tirar medidas diretas das condições do solo, do qual podem ser determinados períodos de deficiência e excedente hídrico. Segundo Galiani (2012, p. 14),

o conhecimento da distribuição da pluviosidade, do excedente e da deficiência hídrica de uma bacia hidrográfica, fornece subsídios para determinar períodos críticos predominantes, fornece informações que visam reduzir as consequências causadas pelas flutuações do regime pluviométrico e do armazenamento de água no solo, consequentemente auxilia no planejamento para utilização racional dos recursos hídricos dentro de uma unidade territorial.

Ainda segundo Galiani, (2012, p. 9) utilizando o balanço hídrico como metodologia para estudo de uma bacia hidrográfica permite retratar as “peculiaridades e



o funcionamento da entrada e saída de água, as épocas de deficiência e excedente hídrico [...]”, podendo ser utilizado como indicativo dos principais conflitos pelo uso das águas e sistematizar projeções futuras. Também é possível auxiliar para identificar fragilidades climáticas e ambientais de uma bacia, como a previsão de eventos associados a enchentes, secas extremas e erosão do solo, assim como a avaliação de seus impactos.

Um dos métodos mais consolidados para realizar o cálculo do balanço hídrico é de Thornthwaite e Mather, que pode ser usado para a previsão da variação temporal do armazenamento de água no solo. Para chegar em um resultado com base nas equações definidas por esse método, é preciso definir os seguintes parâmetros: capacidade de água disponível (CAD), precipitação total (P), evapotranspiração total (ETP), evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC) e o total de água retida no solo (ARM) (TOMASELLA; ROSSATO, 2005).

Neste trabalho, o balanço hídrico climatológico foi utilizado para aferir o volume de água que infiltrou no solo pela precipitação pluvial, destacando aqueles momentos mais específicos quando ocorreram eventos extremos⁵ ou precipitações intensas. Conforme apresentado na introdução deste trabalho, a região norte do Paraná foi um dos palcos dos acontecimentos. No município de Londrina ocorreu um evento extremo no dia 11 de janeiro de 2016, totalizando 275,2 mm em um intervalo de 24 horas com registro de precipitação em todas as horas daquele dia.

Foram escolhidas como área de estudo duas bacias hidrográficas que abrangem o limite do município de Londrina: a bacia do ribeirão Jacutinga (BHRJ) e a bacia do rio Taquara (BHRT).

A BHRJ, localizada no norte do estado do Paraná abrange os municípios de Cambé, Londrina e Ibiporã, com área de aproximadamente 238 Km². Somando o total da população estimada em 2021 desses três municípios, segundo o IBGE Cidades, são 744.684 habitantes. Arabori et al (2021) afirma que essa bacia é responsável por boa parte do sistema de abastecimento de água, pois a exploração de água subterrânea é insuficiente para o consumo local.

Já a BHRT possui área aproximada de 897 Km², se localiza a 20 Km de distância da BHRJ, no sentido sul. Abrange os municípios de Londrina, Araçongas,

⁵ Caracteriza-se um evento extremo diário como pelo menos a metade do acumulado médio mensal ocorrida no intervalo de 24 horas (DOURTE *et al.*, 2015).



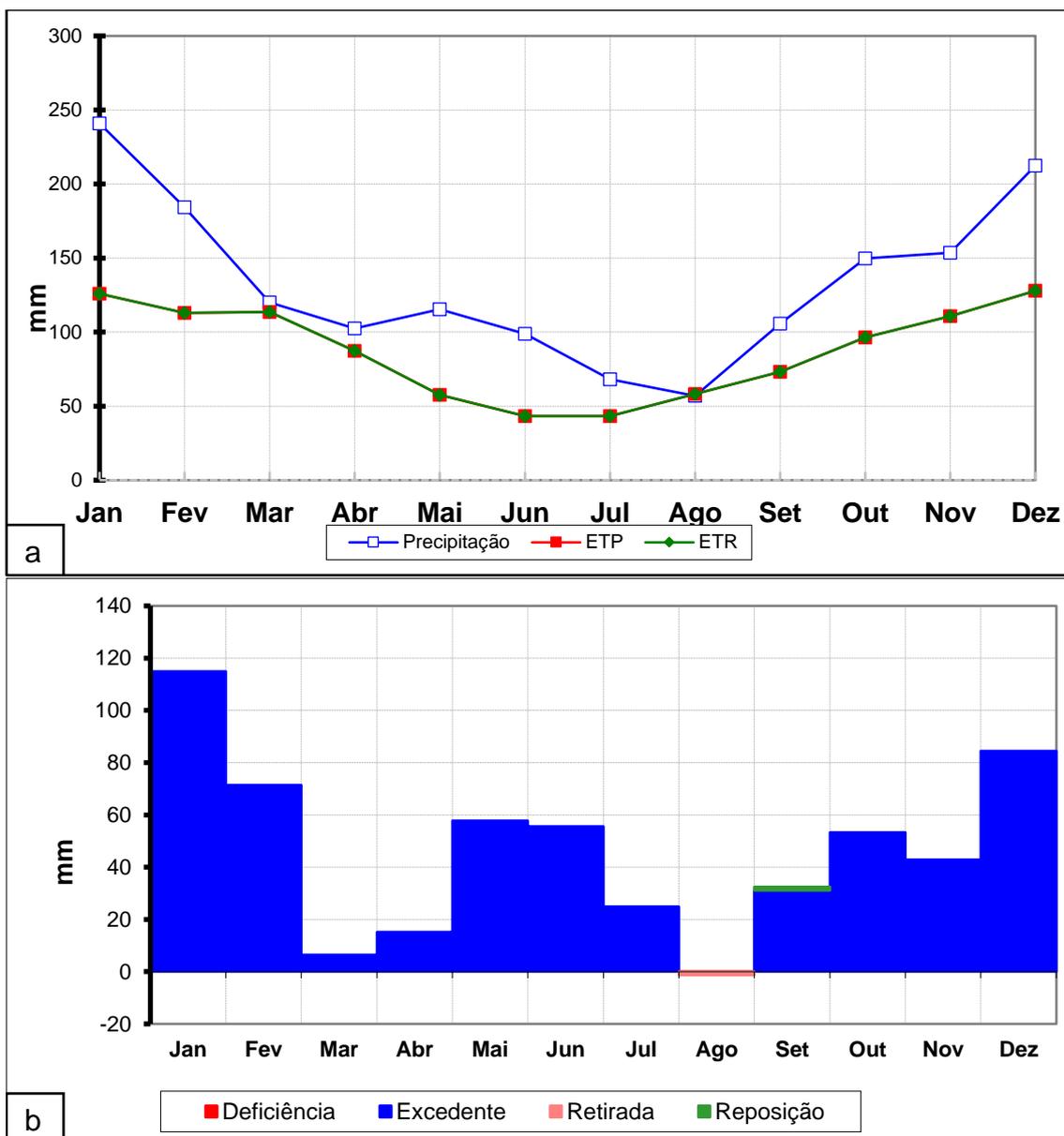
Apucarana, Califórnia e Marilândia do Sul, bem como os distritos de São Luiz, Paiquerê, Guaravera e Lerrovile, pertencentes a administração da prefeitura de Londrina. Estima-se que a população somada desses municípios em 2021 é de 862.287 habitantes, de acordo com o IBGE, 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados de precipitação e temperatura da série histórica de 1980 a 2020, foram calculados as médias mensais para cada bacia hidrográfica e a partir dessa média, foram elaborados extratos do balanço hídrico.

As figuras 2a e 2b demonstram que janeiro é o mês com maior índice de pluviosidade e excedente hídrico para a BHRJ (240,9 mm e 115 mm respectivamente) e esses índices decrescem até abril, aumenta em maio e depois abaixa em junho até ocorrer retirada apenas em agosto (-1,35 mm), com a menor precipitação média do ano (64,3 mm). As reposições hídricas sempre ocorrem após um período de retirada, o que nesse caso se dá logo em setembro e ainda gera 31,1 mm de excedente com o retorno da precipitação acima de 100 mm. O excedente hídrico tende a permanecer nos meses seguintes até o final do ano.

Figura 2 – a) Extrato do balanço hídrico da BHRJ (1980-2020) b) Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica da BHRJ (1980-2020)



Fonte: o próprio autor

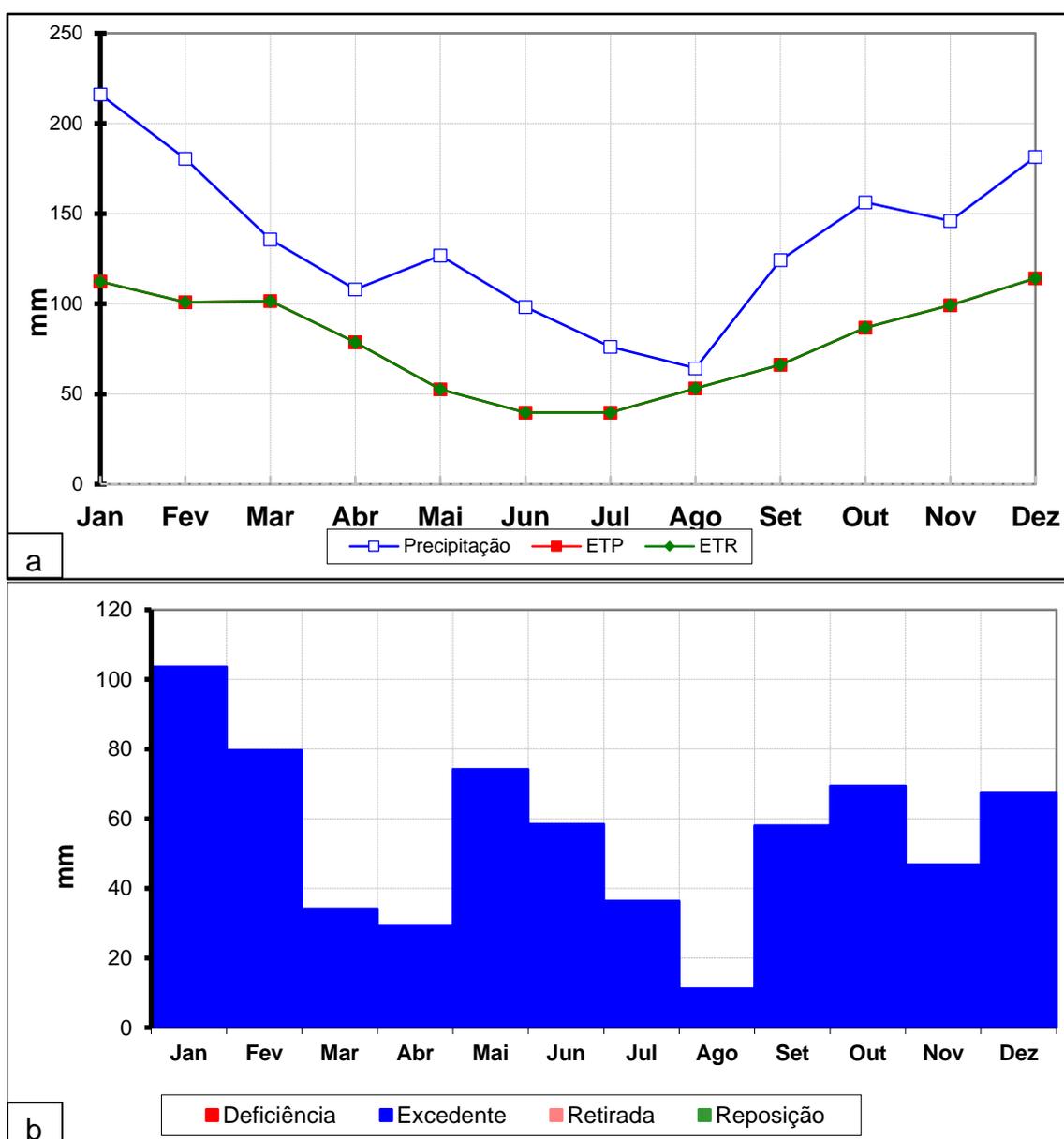
A evapotranspiração real e potencial se equivalem na figura 9a. Essa equivalência de valores só ocorre quando não há perda de água que entra na bacia hidrográfica pela evapotranspiração. Em nenhum mês a precipitação foi menor que a evapotranspiração, ou seja, a capacidade de armazenamento de água do solo se manteve abastecido com as águas das chuvas durante quase o ano inteiro, exceto em agosto. Dos 1608,3 mm que precipitam em média em um ano, 1050,4 mm são perdidos pela evapotranspiração.

As figuras 3a e 3b representam o balanço hídrico para a BHRT. Os índices demonstram as semelhanças com o balanço hídrico da BHRJ, principalmente quanto



aos meses que concentram os maiores excedente (dezembro, janeiro e fevereiro) e os menores (março, abril, agosto). Porém é notável que todos os demais meses apresentam valores em média de 55,7 mm e não há nenhum momento em que ocorra retirada ou deficiência hídrica. O mês de agosto, que costuma ser o com menor pluviosidade de um ano, ainda registrou um índice positivo de 11,2 mm de excedente e logo em setembro já aumenta para 58 mm.

Figura 3 - a) Extrato da média histórica do balanço hídrico da BHRT (1980-2020) b) Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica da BHRT (1980-2020)



Fonte: o próprio autor



Por conta da estação Califórnia estar em uma altitude mais elevada em comparação com a estação de Londrina, a temperatura média é considerada mais fria nesse caso, o que diminui um pouco da evapotranspiração (a BHRJ tem valor de evapotranspiração real de 1050,4 mm, na BHRT o valor é 944,8 mm) e ao mesmo tempo que aumenta o excedente hídrico, principalmente na estação mais seca.

O excedente hídrico da BHRT supera todos os valores de excedente da BHRJ, além disso não apresenta período de retirada ou deficiência hídrica. Apesar das duas bacias possuírem uma estação seca (junho a agosto), os meses de março e abril também apresentam excedente hídrico abaixo da média, principalmente por causa da diminuição gradual da pluviosidade desde janeiro e a evapotranspiração em março se manter acima de 100 mm.

Conhecendo como é dado o balanço hídrico médio para a BHRJ e BHRT, será discutido daqui em diante os desdobramentos das anomalias de precipitação ocorridas em 2015 e 2016. Para tentar ilustrar ao leitor algumas das consequências do evento extremo de precipitação em janeiro de 2016, a figura 4 traz imagens de uma reportagem do jornal Folha de Londrina sobre os prejuízos das chuvas excessivas.

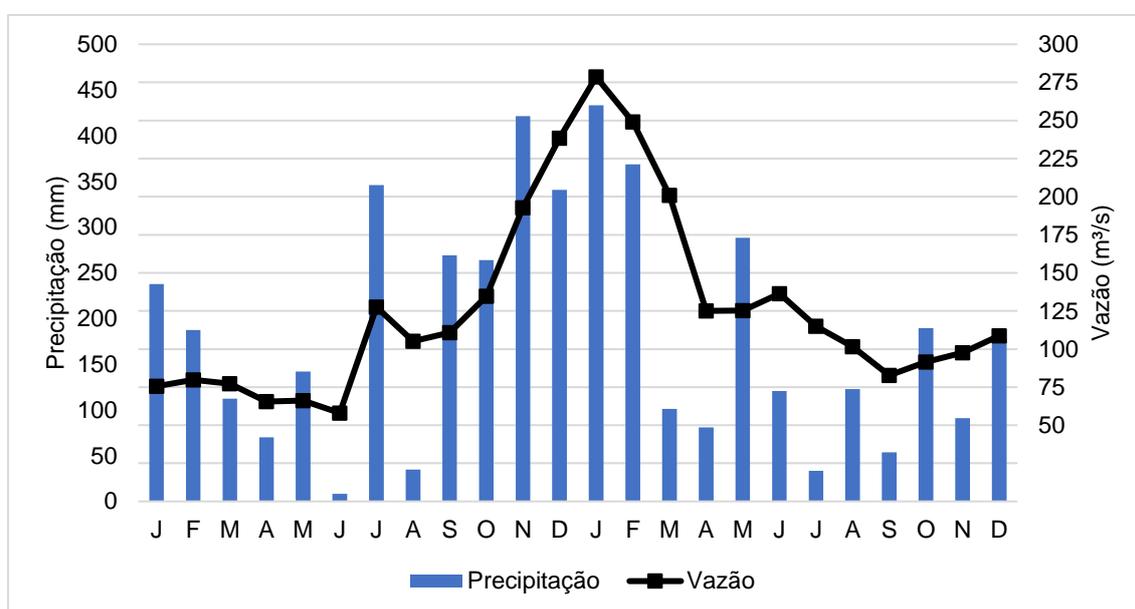
Figura 4 - a) Imagem de sobrevoo na área rural de Londrina após as chuvas em janeiro de 2016 b) Queda da ponte sobre o ribeirão Cafezal em Londrina c) Rompimento da barragem do Parque Ecológico Daisaku Ikeda em Londrina



Fonte: Folha de Londrina (2016)

A figura 5 traz os dados mensais de precipitação pluvial e vazão fluvial da BHRJ de 2015 e 2016. O mês de junho de 2015 precipitou 90,5 mm abaixo da média, mas em julho foram precipitados 346 mm, cinco vezes a média histórica de 68,1 mm. Em agosto a precipitação voltou a baixar e ficar 21,9 mm abaixo da média. Em novembro de 2015 houve outra precipitação intensa. Nesse mês a média histórica de chuva é de 153,6 mm e o total registrado na estação pluviométrica Londrina foi de 421,4 mm.

Figura 5 – Vazão fluvial e precipitação pluvial na BHRJ (2015-2016)



Fonte: o próprio autor

Por fim ocorre mais um evento de precipitação intensa em janeiro de 2016, quando a maioria dos prejuízos citados anteriormente foram causados. Alguns municípios da região de Londrina decretaram estado de calamidade pública em função de “prejuízos socioeconômicos e impactos ambientais provocados por movimentos de massa, enxurradas, processos erosivos inundações e alagamentos que atingiram a região e suas bacias hidrográficas” (SANTOS; SARTOR; MELO, 2020, p. 801-802). Nesse mês precipitou 433,2 mm, sendo que 375,8 mm desse total ocorreram em apenas cinco dias. A média de janeiro não ultrapassa de 241 mm.

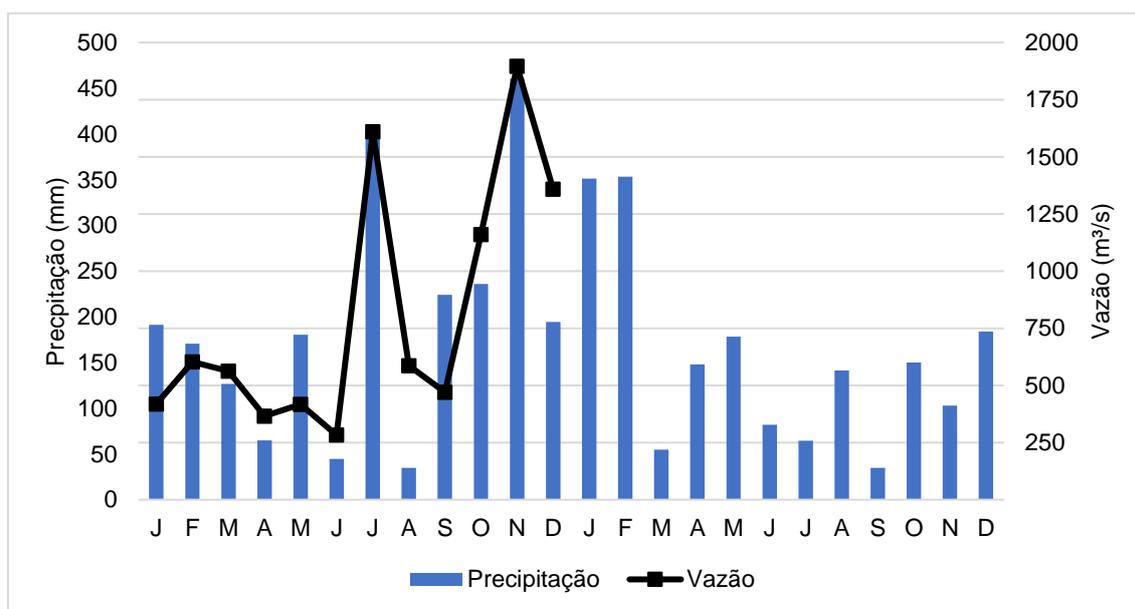
A vazão da bacia apresentou relação direta com o valor da precipitação principalmente após as chuvas em julho, dobrando o volume de água registrado na estação fluviométrica em comparação com o mês anterior. Depois de agosto a vazão



seguiu aumentando gradativamente até chegar no ponto máximo em dezembro (238,3 mm). Isso se deve ao outro episódio de precipitação intensa em novembro, ainda mais forte do que foi registrado em julho.

Segundo a média histórica, na BHRT a precipitação total anual é maior comparado com a BHRJ. Mas em 2015, na estação Califórnia (figura 6), referente a BHRT, foi registrado 105,7 mm a menos do que na BHRJ, exceto nos meses de julho e novembro, quando as chuvas superaram os mesmos meses para a BHRJ em 54 mm e 39 mm, respectivamente. A vazão fluvial da BHRT teve um grande salto de junho para julho de 2015, aumentando em quase seis vezes, diminuindo brevemente em agosto e setembro, até acompanhar o aumento de precipitação de setembro até novembro, atingindo nesse mês o ápice da vazão e precipitação ao mesmo tempo.

Figura 6 – Vazão fluvial e precipitação pluvial na BHRT (2015-2016)



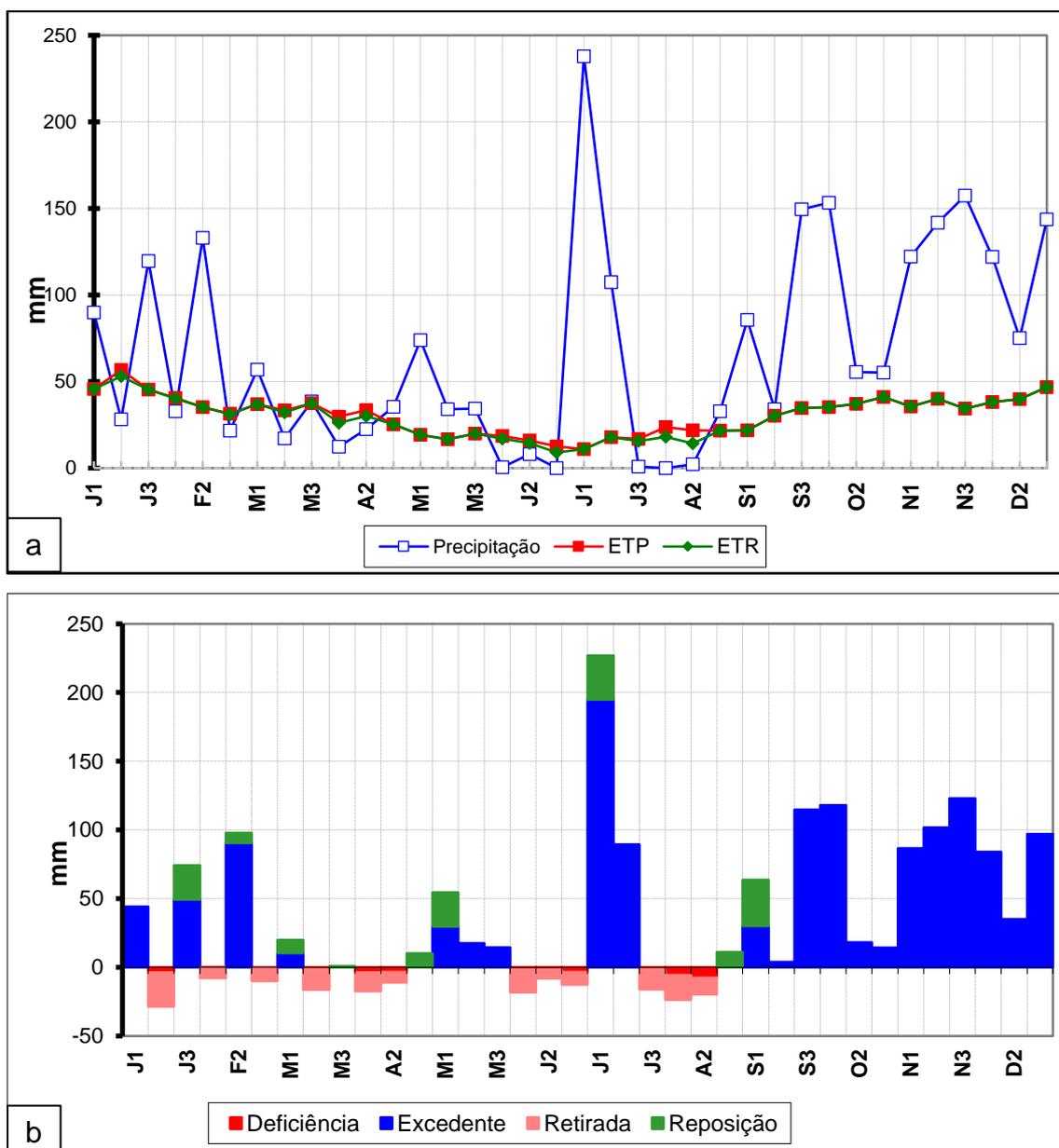
Fonte: o próprio autor

De acordo com o extrato do balanço hídrico da figura 2a, em média a BHRJ apresenta retirada hídrica apenas no mês de agosto. Em 2015 a retirada hídrica totalizou -154,3 mm e a deficiência hídrica, -33,9 mm (figura 7), apenas em decêndios de janeiro a agosto. Os primeiros dez dias de julho foram suficientes para repor a retirada hídrica de todo o mês anterior de 32 mm e ainda ficar com um excedente de quase 195 mm. Dos 346 mm precipitados em julho, aproximadamente 70% ocorreu no primeiro decêndio. Após uma queda da precipitação em agosto, de setembro em diante a



precipitação volta a subir, mantendo o excedente hídrico positivo em todos os decêndios até o final do ano. Importante destacar que no mês de novembro embora tenha precipitado mais do que em julho (441,9 mm e 426,7 mm respectivamente), não é representado no gráfico um excedente superior por conta da evapotranspiração mais elevada do que em julho.

Figura 7 – a) Extrato do balanço hídrico decendial da BHRJ em 2015 b) Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica da BHRJ em 2015

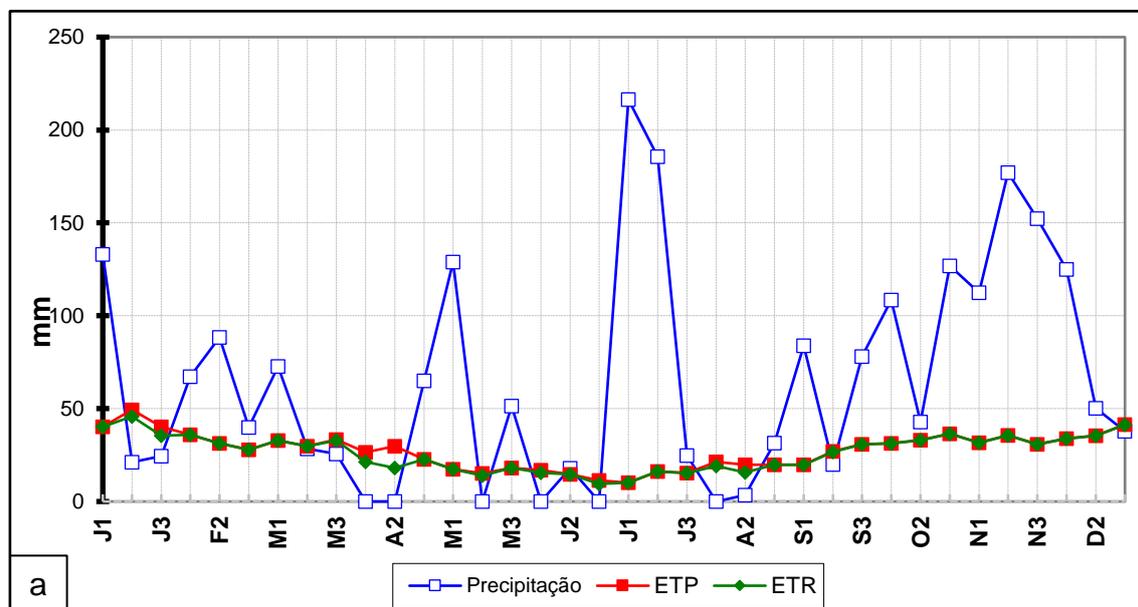


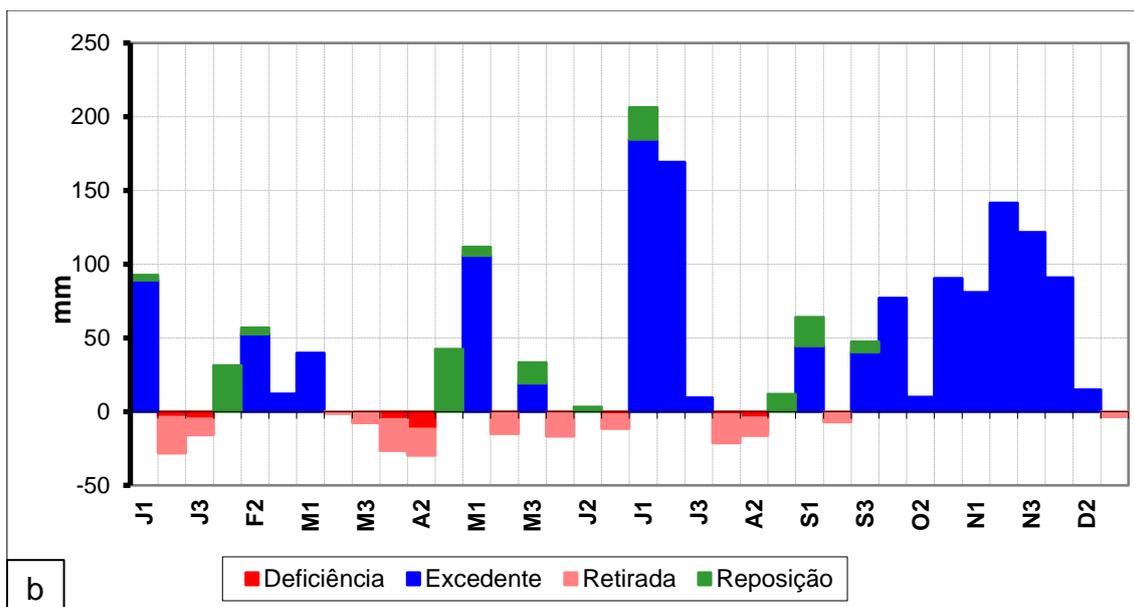
Fonte: o próprio autor



Na BHRT (figura 8) as principais diferenças em relação ao gráfico anterior é que em julho o excedente foi menor, porém mais distribuído entre os três decêndios. Ademais, existem semelhanças como os períodos de retirada e deficiência hídrica de janeiro a agosto, porém com chuvas suficientes para repor as perdas e ainda exceder; e o acúmulo de excedente de setembro até dezembro. Novamente o alto volume de precipitação em novembro não refletiu tanto no extrato do balanço hídrico, ficando com excedente hídrico menor que em julho (441,9 mm e 426,7 mm respectivamente), por causa da evapotranspiração que diminui a entrada de água no solo.

Figura 8 – a) Extrato do balanço hídrico decendial da BHRT em 2015 b) Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica da BHRT em 2015

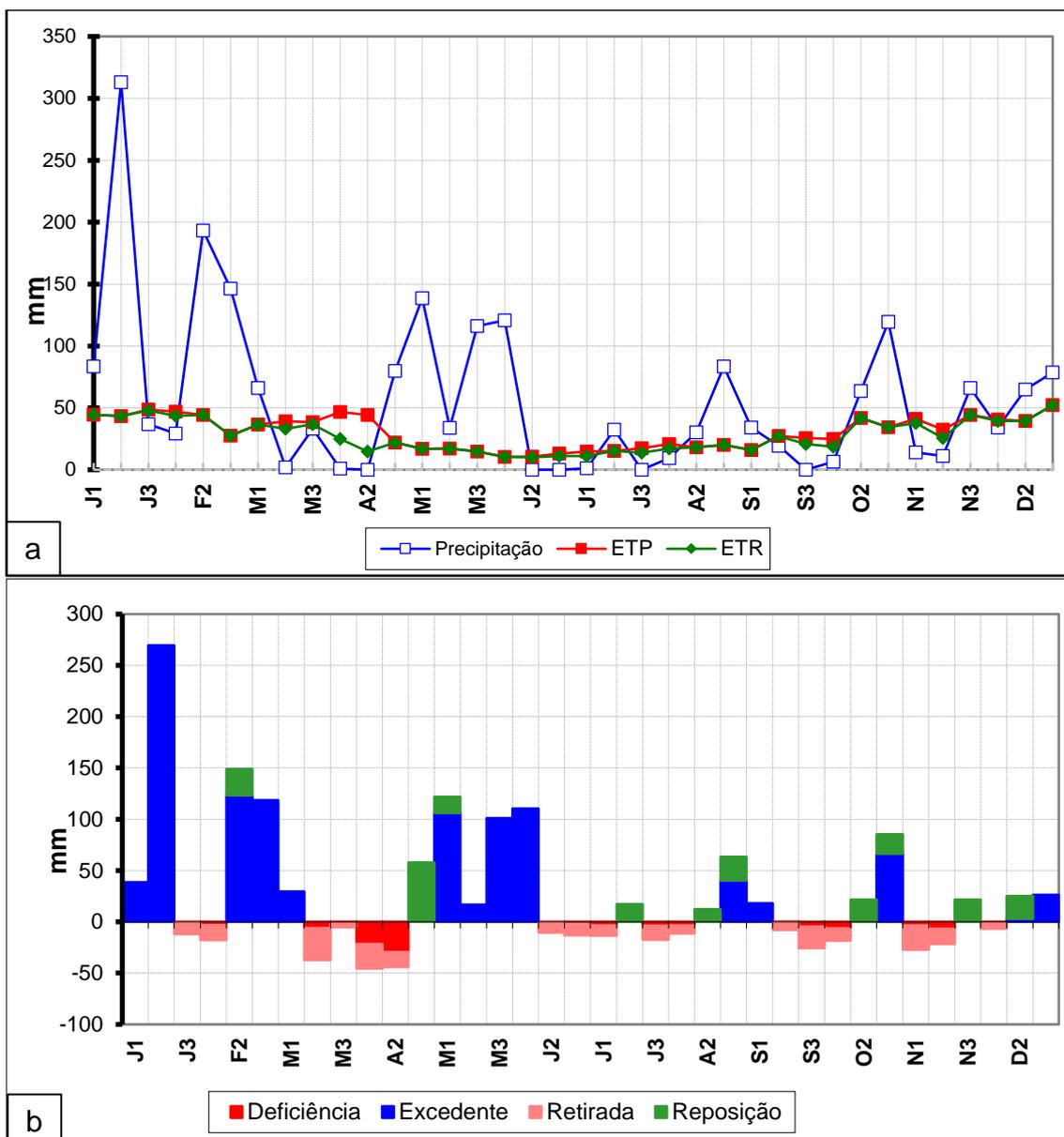




Fonte: o próprio autor

Na figura 9 destaca-se o mês de janeiro de 2016, quando ocorreu um evento extremo de precipitação no segundo decêndio que causou danos na área urbana e na área rural, como foram exemplificadas nas imagens exibidas anteriormente. A média histórica de precipitação em janeiro é 240,9 mm, mas nesse mês em particular foi quase o dobro, 433,2 mm, sendo que 313 mm desse total foi precipitado no segundo decêndio. Segundo a média, é também comum que o período de retirada ou deficiência hídrica seja em agosto, mas em 2016 isso ocorreu principalmente em março e abril, meses pouco chuvosos, porém com excedente hídrico positivo. O segundo semestre também foi incomum pelo volume de precipitação pouco expressivo e abaixo da média de setembro até o fim do ano.

Figura 9 – a) Extrato do balanço hídrico decencial da BHRJ em 2016 b) Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica da BHRJ em 2016

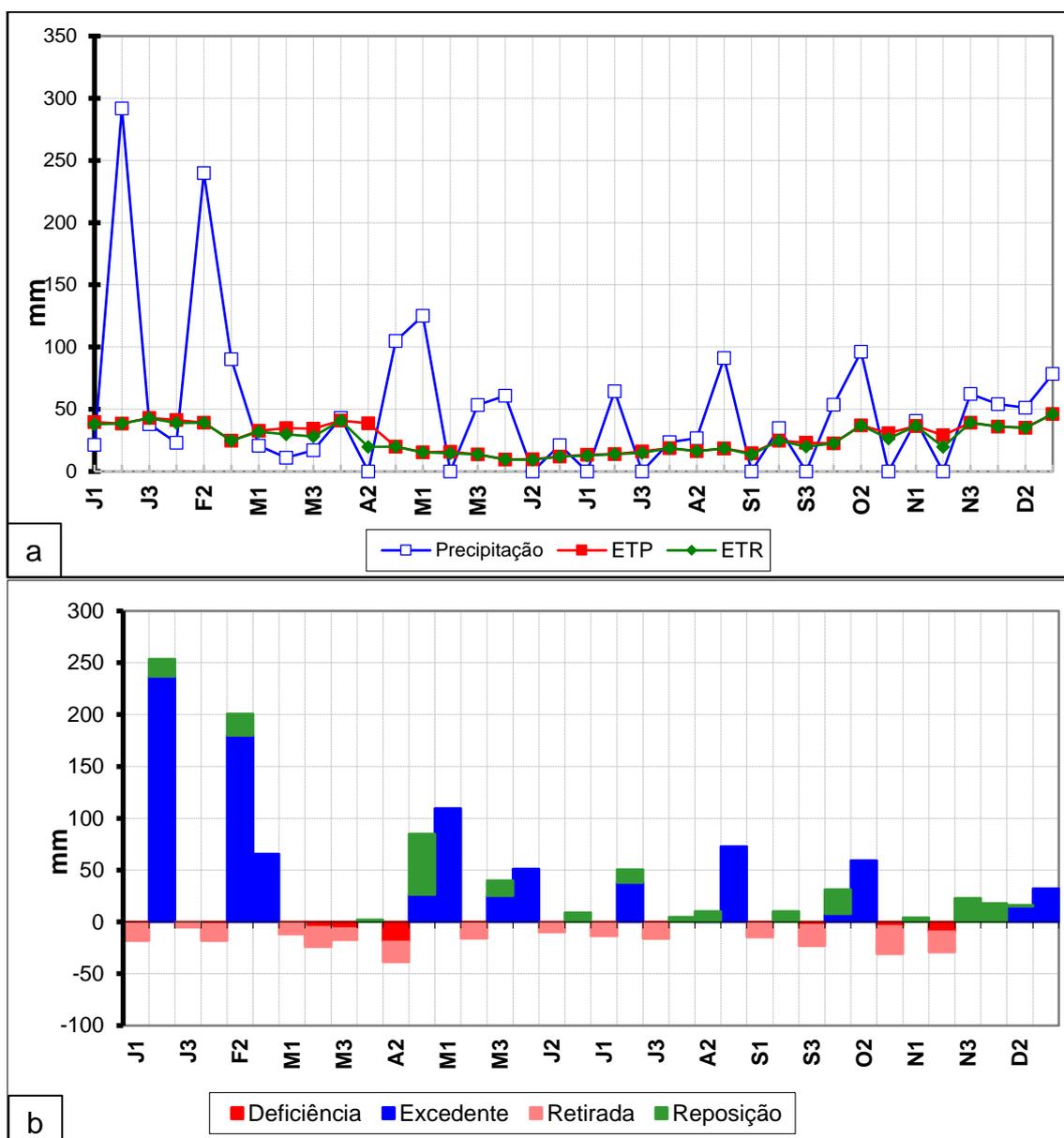


Fonte: o próprio autor

O mesmo impacto aconteceu na BHRT (figura 10), precipitando 291,9 mm somente no segundo decêndio de janeiro de 2016. Aquele mês inteiro totalizou 351,2 mm, considerando que a média histórica para janeiro é 216 mm. No mês de fevereiro o volume de chuva também foi bastante expressivo, até acima de janeiro de 2016 (353,3 mm), mas pouco menos pontual. O segundo semestre, diferente em 2015, foi mais seco, porém comparando com o balanço hídrico do BHRJ no mesmo período, os momentos de retirada hídrica foram mais curtos, não por mais tempo de um decêndio.



Figura 10 – a) Extrato do balanço hídrico decendial da BHRT em 2016 b) Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica da BHRT em 2016



Fonte: o próprio autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível estabelecer, com base nos dados apresentados por meio do método do balanço hídrico climatológico de Thornthwaite e Mather, a variação temporal do armazenamento de água no solo para a BHRJ e BHRT, o que é importante para uma melhor eficácia de irrigação para a agricultura, entre um dos usos possíveis para essa informação.



A BHRT costuma ser mais chuvosa e com temperaturas mais baixas do que a BHRJ, que se reflete no extrato do balanço hídrico climatológico, demonstrando excedente hídrico em média no ano inteiro e em maior volume entre dezembro a fevereiro. Ocorre retirada hídrica, em média, apenas na BHRJ durante o mês de agosto, pois é o mês mais seco e a evapotranspiração supera o volume precipitado, porém a reposição ocorre rapidamente no mês seguinte.

Os desvios em relação à média do balanço hídrico entre 2015 e 2016 demonstram os impactos das chuvas intensas que afetou muitas pessoas e causou prejuízos, o que se sugere um planejamento urbano que visem diminuir os impactos causados por precipitações intensas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao INMET e IAT por disponibilizar de maneira aberta os dados utilizados neste trabalho; e a CAPES pela bolsa de mestrado concedida ao estudante Rei Kuboyama.

REFERÊNCIAS

ARABORI, Meire Kiko Nozaki *et al.* Análises das características hidrogeológicas da microbacia do Ribeirão Jacutinga em Ibiporã-PR. *Ciência Geográfica* (Bauru), ano XXV, vol. XXV, n. 1, jan./dez. 2021. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/revista_xxv_1.html. Acesso em 10 de setembro de 2021.

DOURTE, D. R. *et al.* Exploring changes in rainfall intensity and seasonal variability in the Southeastern US: Stakeholder engagement, observations, and adaptation. *Climate Risk Management*, v. 7, p. 11-19, 2015.

GALIANI, Diego Leonardo Arruda. **Análise espacial das variáveis hidrológicas, precipitação e balanço hídrico, como subsídio para o planejamento ambiental da bacia do Rio Pirapó-PR.** Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

MRTVI, PAULO ROBERTO. **Impactos ambientais gerados pela nova conformação das atividades na microbacia do Ribeirão Jacutinga, região Norte do município de Londrina 1989 a 2002.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo Cesar. Climatologia. *In: Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.* Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 289-320.

SANTOS, Mauricio Moreira dos; SARTOR, Maria José; MELO, Ângela Cristina Alves de. Evolução temporal da atuação ENOS sobre elementos climáticos no norte do estado



do Paraná e a influência sobre evento extremo na bacia do Ribeirão Cafezal em janeiro de 2016. In: JÚNIOR, Lourenço Magnoli *et al.* (Org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2 ed. São Paulo: CPS, 2020, v. 2, p. 795-811. Disponível em: <<https://www.agbbauru.org.br/Reducao2020.html>>. Acesso em 11 de junho de 2021.

SOUZA, Adilson Pacheco *et al.* Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado do Mato Grosso. **Revista Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p.34-43, out./dez., 2013. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1334>> Acesso em 11 de junho de 2021.

STIPP, Nilza Aparecida Freres; CAMPOS, Ricardo Aparecido; CAVIGLIONE, João Henrique. Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Taquara – Uma contribuição para o estudo das ciências ambientais. **Portal da cartografia**, v.3, n.1, p.105-124, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/view/8929/7451>>. Acesso em 12 de junho de 2021.

TOMASELLA, Javier; Rossato, Luciana. **Balanço hídrico**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: São José dos Campos, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Javier-Tomasella/publication/41560239_Balanco_hidrico/links/00b49519caef96e7e1000000/Balanco-hidrico.pdf> Acesso em 11 de junho de 2021.