

INFILTRAÇÃO EM BACIAS DE RETENÇÃO NA BACIA DO AREAL EM TAUBATÉ - SP

Caio Felipe Cabetdel Carlo¹; Luiz Gustavo Próspero Nunes¹; Paula Blamberg Ribeiro da Silva¹; Pâmela TerumiHayashi Martins¹; Peterson Augusto Patrício Barbosa¹; Marcelo dos Santos Targa²; Ana Aparecida da Silva Almeida²; Vicente Rodolfo Santos Cezar³

¹Dicentes do Mestrado em Ciências Ambientais,
E-mail: caiodecarlo36@gmail.com, paula.blam89@gmail.com, t.erumii@hotmail.com,
peter.aviador@gmail.com, prosperonunes@gmail.com.

² Docentes do Programa de pos-graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté,
E-mail: targa.marcelo@gmail.com, anaparecida.almeida@gmail.com

³Docente do Instituto Federal de Educação de Alagoas
E-mail: vrscezar@gmail.com

Resumo

A sustentabilidade no meio rural em nível de bacia hidrográfica e propriedade rural passa necessariamente pela conservação da vegetação nativa, água e solo. Com relação a vegetação de floresta tropical, e possível recuperar áreas degradadas por cercamento e crescimento de vegetação espontânea, por plantio de vegetação nativa, que propiciam melhor infiltração de água no solo. Por outro lado, também é necessário a implantação de sistemas de coleta e armazenamento de água proveniente de escoamentos superficiais em estradas rurais e/ou em telhados das casas rurais, propiciando também a sua infiltração. A quantidade de água que penetra no solo ao longo do tempo em áreas de florestas, pastagens e estruturas de engenharia como as bacias de detenção e de suma importância para definir a capacidade de minimizar as perdas por escoamento superficial. Neste sentido este estudo objetivou determinar a capacidade de infiltração de água no solo com em áreas com florestas tropicais, pastagens, bem como em bacias de detenção em uma propriedade na Bacia do Areal, em Taubaté – SP. Os resultados demonstram que todas essas áreas possuem Velocidade de Infiltração Básica muito alta e que a construção de bacias de retenção de água com a finalidade de captar água proveniente dos telhados e estradas no meio rural, pode contribuir com a redução do escoamento superficial e ao mesmo tempo garantir o abastecimento de aquíferos.

Palavras-chave: ciências ambientais, conservação da água, floresta, pastagem.

INFILTRATION IN RETENTION BASINS IN THE AREAL BASIN IN TAUBATÉ – SP

ABSTRACT

Sustainability in rural areas at the hydrographic basin and rural property level necessarily involves the conservation of native vegetation, water and soil. Regarding tropical forest vegetation, it is possible to recover areas degraded by spontaneous fencing and growth, by planting native vegetation, which provide better water infiltration into the soil. On the other hand, it is also necessary to implement systems for collecting and storing water from surface runoff on rural roads and / or on the roofs of rural houses, also allowing for their

infiltration. The amount of water that penetrates the soil over time in areas of forests, pastures and engineering structures such as detention basins and of paramount importance to define the ability to minimize losses from runoff. In this sense, this study aimed to determine the water infiltration capacity in the soil, in areas with tropical forests, pastures, as well as in detention basins on a property in the Areal Basin, in Taubaté - SP. The results demonstrate that all these areas have a very high Basic Infiltration Speed and that the construction of water retention basins with the purpose of capturing water from roofs and roads in rural areas, can contribute to the reduction of runoff and at the same time ensure the supply of aquifers.

Keywords: environmental sciences, water conservation, forest, pasture.

1. Introdução

A taxa de infiltração da água no solo é influenciada por diversos fatores como o tipo de solo, manejo, cultivo e suas propriedades físicas (textura, estrutura, grau de compactação) e o teor de umidade do solo. É um processo de grande relevância, pois afeta diretamente o escoamento de água na superfície do solo, componente do ciclo hidrológico, responsável pelos processos de erosão e inundações nas cidades.

Por outro lado, conhecer o valor da velocidade de infiltração em determinado solo e uso é importante para o desenvolvimento de projetos de sistemas de irrigação, drenagem, fossas sépticas, aterros sanitários, barragens, canais de distribuição de água, manejo de solo e água para controle de erosão e estimativa de escoamento, etc.

Dados de Velocidade de infiltração de água em diferentes tipos de solo associados a diferentes tipos de uso e cobertura são escassos no Brasil.

Resultados dos testes de infiltração de água no solo da região do Vale do Paraíba do Sul, no estado de São Paulo com ajustes feitos pela equação de Kostiakov, foram compilados por Sales e Targa (2017), utilizando-se a metodologia de anéis concêntricos anéis.

O tipo de uso e manejo do solo interfere na velocidade de infiltração, devido à melhoria das características físicas do solo. Estudos com sistema plantio direto indicaram valores da ordem de 571 mm h⁻¹ (Cunha et al., 2009). Valores médios da taxa de infiltração de água inicial e final realizada em campos nativos com pastejo (700 e 90 mm h⁻¹); Lavoura convencional (1940 e 280 mm h⁻¹) e semeadura direta (850 e 170 mm h⁻¹) em Lages, SC (Bertol et al., 2001). Cassol (2003) encontrou um aumento na infiltração de água diretamente proporcional ao aumento na altura dos resíduos da pastagem. Bertolani e Vieira (2001), por exemplo, encontraram taxas de infiltração de água em um Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico abrupto muito superiores as taxas de infiltração mínimas indicadas pelo SCS-USDA.

Para a determinação da capacidade de infiltração no campo, utiliza-se o infiltrômetro de duplo anel concêntrico, ambos com 30 cm de altura, e diâmetro de 25 cm no anel interno e 50 cm de diâmetro no anel externo.

Estudos que possam ampliar o conhecimento da infiltração de água na bacia do Areal e fixar os fundamentos de medidas de infiltração nos mestrados e comunidade local, podem proporcionar a reflexão conjunta sobre a sustentabilidade da bacia do areal.

Dessa forma o presente estudo teve como objetivo identificar a capacidade de infiltração do solo na bacia do Areal em função de usos e coberturas diferenciados do solo.

As bacias hidrográficas apresentam um sistema de drenagem natural composta por um rio principal e seus afluentes que compõem as sub-bacias, sendo delimitadas por divisores de água. O sistema de drenagem conduz a água para a saída da bacia que se dá em um único ponto denominado exutório.

2. Material e Método

O presente estudo foi realizado na bacia Hidrográfica Areal, é uma sub-bacia do Rio Una localizada na região Sudeste do município de Taubaté, Vale do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo (Figura 1). De acordo com o Plano Diretor do Município de Taubaté (Lei Complementar 412/2017) essa bacia está localizada em Zona Rural do município (PMT, 2017) e possui área de 1,899 km² e extensão de 3,112km. O solo da bacia é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo e aproximadamente 41% dessa área está coberta com floresta nativa.

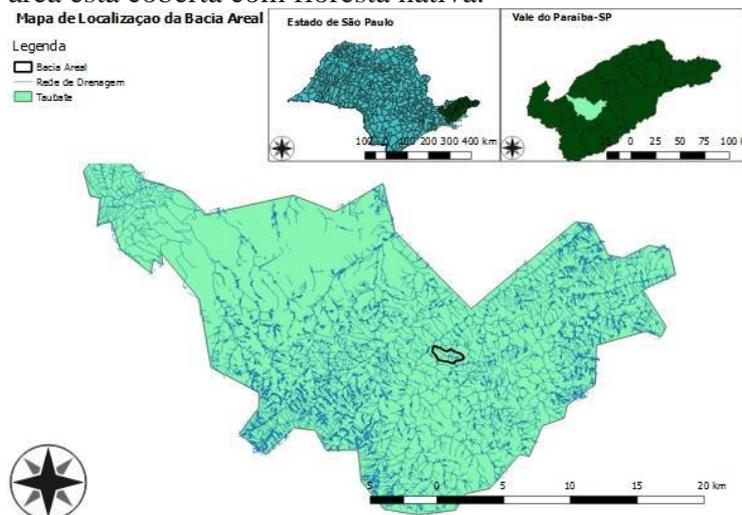


Figura 1. Localização da Bacia do Areal

Fonte: Lemos, et al. 2018

O clima da região é do tipo subtropical-úmido - Cwa (Köppen-Geiger), com precipitação média anual de 1350 mm, com verão quente e úmido, de novembro a fevereiro e inverno frio e seco nos meses de junho a agosto (Fisch, 1999).

A Figura 2 descreve a precipitação mensal (mínima, máxima e média) no município de Taubaté, SP, ao longo de um período de 49 anos (1963 a 2012). As linhas retas horizontais representam os valores da precipitação média do mínimo, máximo e geral média.

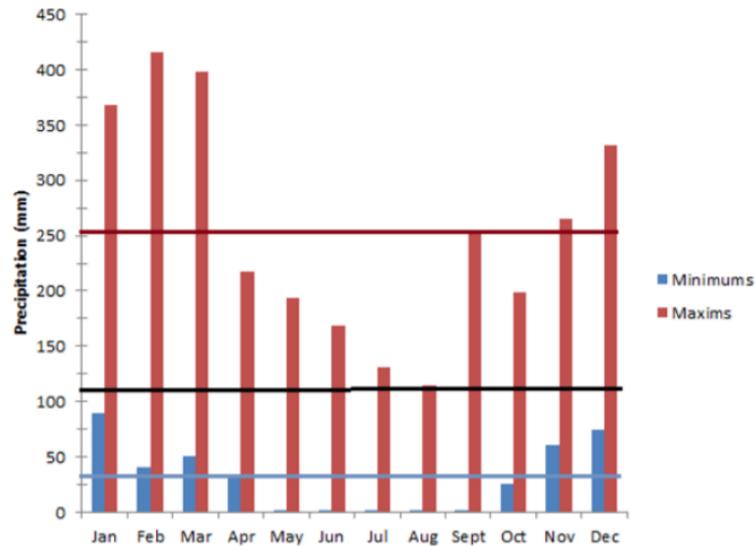


Figura 2. Precipitação mensal mínima e máxima (mm) para Taubaté, SP, compilado para o período de 1963 a 2012.

Fonte: Adaptado do DAEE, (2019)

Para avaliar as diferenças de infiltrações em solos com usos diferentes, foram escolhidas em uma propriedade na saída da bacia do Areal em Taubaté, SP, quatro áreas distintas, nas quais realizou-se testes de infiltração. Dentre as áreas, duas eram a porção interna de bacias de retenção, uma próxima a residência para captar água do telhado e outra as margens do córrego areal, uma área em local de pastagem e outra em área de remanescente florestal nativo.

Para os testes foram utilizados anéis concêntricos, duplos, para evitar que houvesse transferência de água lateral. Os anéis possuem 30 cm de altura, um com 25 cm e outro com 50 cm de diâmetro e foram fixados no solo até a profundidade de 10 cm e posteriormente nivelados, como é mostrado na Figura 3. As medidas foram obtidas por meio de um sistema de boia com escala em mm. Foram então anotados o rebaixamento da água no cilindro interno e as recargas necessárias a cada rebaixamento de no máximo 20 mm.



Figura 3. Realização do teste de infiltração com infiltrômetro de anéis concêntricos

Com um cronômetro anotou-se os minutos e a quantidade em milímetros de rebaixamento da coluna de água. As medições foram feitas inicialmente de minuto em minuto na área da Retenção - Casa, aos vinte minutos de teste as medições começaram a ser feitas de três em três minutos. Na área da Retenção - Rio a medição inicial marcada aos dois minutos, a segunda e terceira medição foram feitas com quatro minutos de diferença e as demais com oito minutos de diferença até finalizar o teste com 28 minutos.

Os testes do pasto 1, mata 1 e mata 2 foram feitas leituras de rebaixamento da coluna de água no cilindro interno, a cada minuto. O teste do pasto 2 teve a primeira leitura de rebaixamento da coluna de água com dois minutos, e foi marcado valores com três e quatro minutos de cronômetro, em seguida foram marcadas as medições com oito, dezesseis, vinte e seis e trinta e seis minutos.

Os dados de leituras de rebaixamento e recarregamento da coluna de água no cilindro interno obtidos nos testes de infiltração foram então tratados em planilha Excel e plotados em gráficos de Velocidade de Infiltração e Infiltração Acumulada por tempo ($VI \times t$ e $IAC \times t$) em escala decimal, as quais foram transformadas em logarítmica. Posteriormente foram ajustadas equações para a função do tipo potência que e a que melhor se ajusta a dados de velocidade de infiltração e infiltração acumulada.

Na Figura 4 e demonstrado a área denominada Retenção Casa onde foi feito um dos testes de infiltração.



Figura 4. Área de bacia de Retenção (4a) em que se fez um dos testes de infiltração (4b).

3. Resultados e Discussão

Na Figura 5 estão demonstrados os pontos lidos e ajustados, bem como as equações e o coeficiente de determinação para a velocidade de infiltração de água e na Figura 5 estão demonstrados os pontos lidos e ajustados, bem como as equações e o coeficiente de determinação para a infiltração acumulada.

Os gráficos apresentados nas Figuras 5 e 6 mostraram os resultados de Velocidade de Infiltração (VI) e Infiltração Acumulada (IAC) em função do tempo. Em solos mais encharcados, como ao lado do rio temos um valor de infiltração acumulada mais alto e velocidade de infiltração mais baixa.

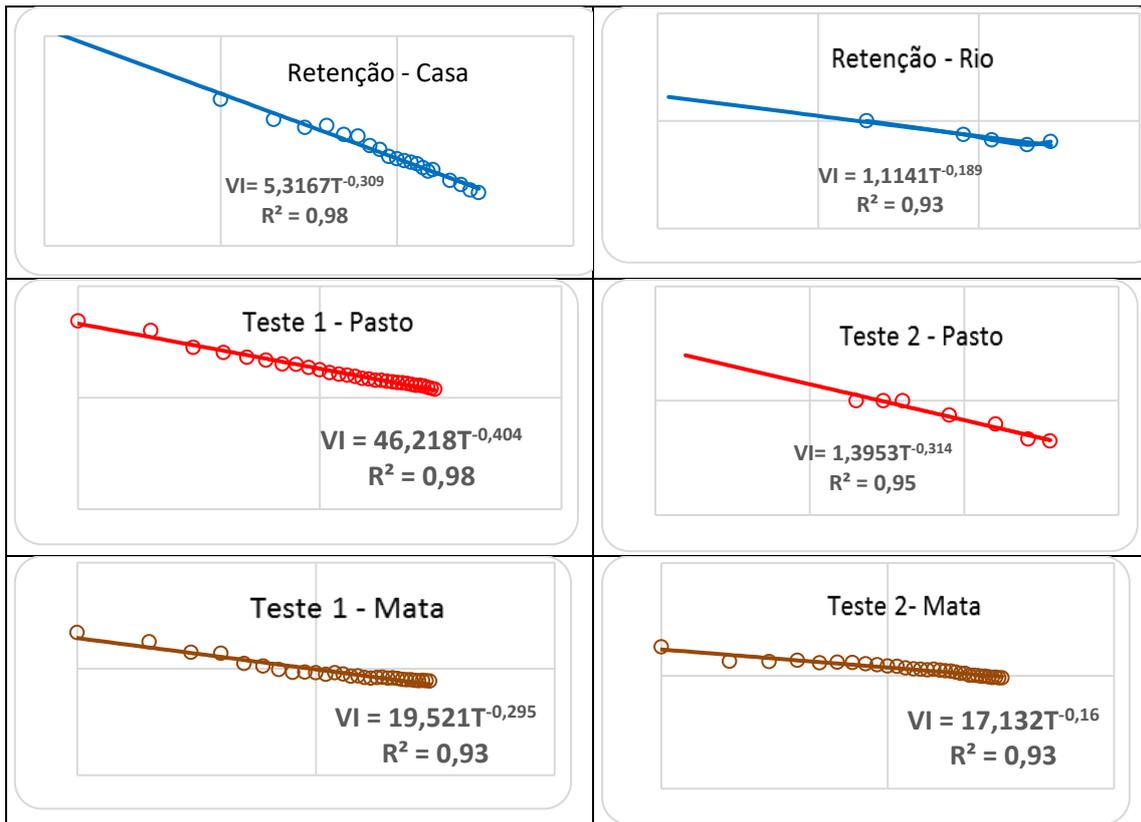


Figura 5: Velocidade de infiltração (VI) em mm min⁻¹

Conforme se observa na Figura 4 os ajustes de equações de Velocidade de Infiltração pelo método de kostiakov para todos os locais de teste os coeficientes de determinação r^2 atingiram valores acima de 0,92 o que é considerado excelente ajuste.

Com base nos valores de velocidade de infiltração básica (VIB) ou taxa de infiltração básica, pode-se afirmar com base na classificação de Reichardt (1990):

VIB muito alta: $> 30 \text{ mm h}^{-1}$; VIB alta: $15 - 30 \text{ mm h}^{-1}$; VIB média: $5 - 15 \text{ mm h}^{-1}$; VIB baixa: $< 5 \text{ mm h}^{-1}$, e possível concluir que todos os locais em que foi realizado o teste de infiltração na bacia do Areal apresentam muito alta capacidade de infiltração.

Segundo Targa et al (2019) em estudo de caracterização sobre a Bacia do Areal, a região tem um único tipo solo, sendo o Latossolo Vermelho Amarelo, de textura argilosa ou média. Devido a estas características a velocidade de infiltração é mais lenta em relação a outros solos, como por exemplo, arenosos, pois é constituído por partículas menores que retém a água. Contudo, pontualmente aparecem áreas que já foram movimentadas e apresentam alterações nessas características.

Conforme se observa na Figura 5 os ajustes de equações de Infiltração Acumulada pelo método de kostiakov para todos os locais de teste os coeficientes de determinação r^2 atingiram valores de 0,99 o que é considerado excelente ajuste.

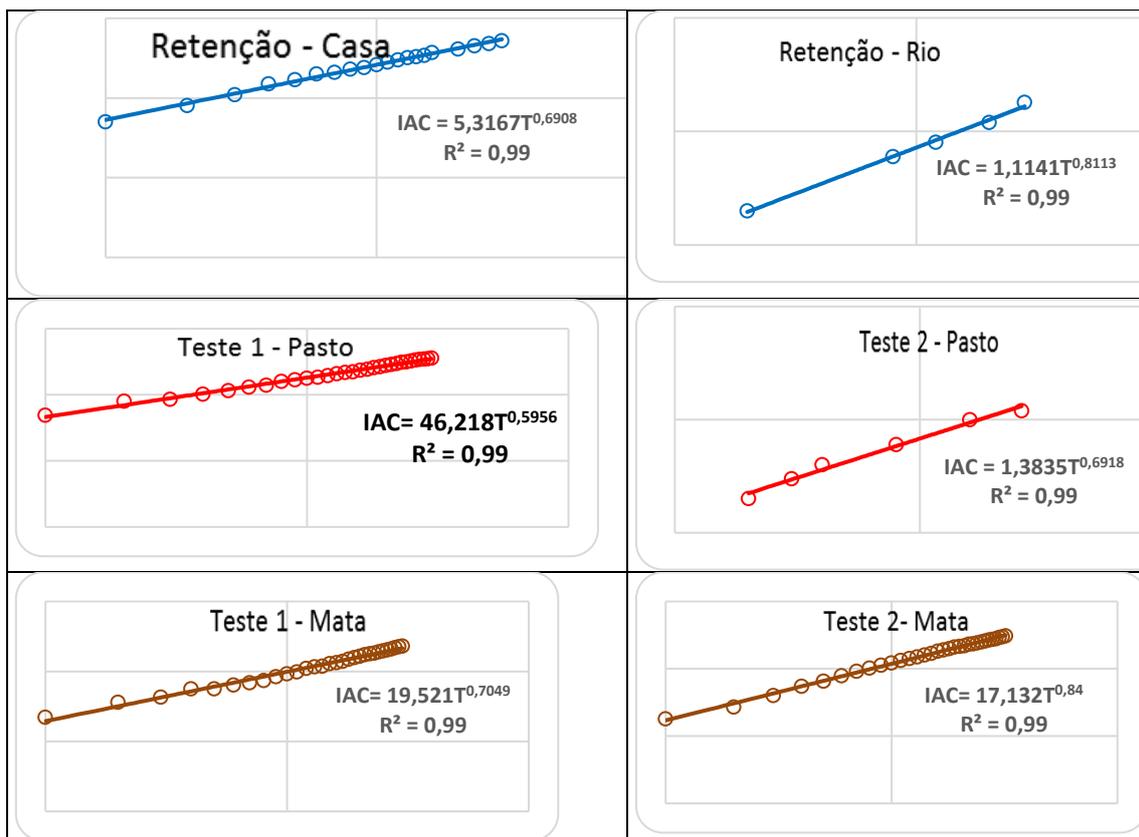


Figura 6: Infiltração Acumulada (IAC) em mm

Tabela 1. Velocidade de Infiltração Básica (mm h^{-1}) e Infiltração Acumulada (mm) atingidas no final do teste.

	Retenção Casa	Retenção Rio	Pasto 1	Pasto 2	Mata 1	Mata 2
Tempo (min)	29	28	30	26	30	32
VIB (mm h^{-1})	112,70	35,60	701,78	30,09	429,44	590,38
IAC (mm)	41,44	16,63	350,42	13,29	214,65	314,87

Conforme se observa na Tabela 1 todas as áreas testadas possuem VIB em mm h^{-1} muito alta. As áreas quem mais acumularam água no final do teste foram pela ordem Pasto 1, Mata 2, Mata 1, Retenção Casa, Retenção Rio.

Nesse sentido a capacidade excelente de infiltrar água e, portanto, de acumular lâmina infiltrada no solo, com elevada possibilidade de abastecer os aquíferos faz com que essas áreas testadas sejam possíveis pontos de construção de bacias de retenção, pois conforme já observaram Targa, et al. (2019) em áreas de floresta tropical na bacia do Itaim, satisfeitos as demandas de evaporação, evapotranspiração, escoamento superficial e armazenamento no solo, a água pode infiltrar além da profundidade de 1,20 metros.

4. Conclusão

A construção de bacias de retenção de água com a finalidade de captar água proveniente dos telhados e estradas no meio rural, pode contribuir com a redução do escoamento superficial e ao mesmo tempo garantir o abastecimento de aquíferos.

Referências:

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.58, n.3, p.555-560, 2001.

CASSOL, L.C. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. 2003. 143f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CUNHA, J. L. X. L.; Albuquerque, A. W.; Silva, C. A.; Araújo, E.; Santos Junior, R. B. Velocidade de infiltração em um Latossolo Amarelo submetido ao sistema de manejo plantio direto. *Revista Caatinga*, v.22, p.199-205, 2009.

DAEE, Dados pluviométricos de Taubaté. Banco de Dados Hidrometeorológicos do Estado de São Paulo. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, 2019. Disponível em: < <http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>>. Acesso em: 21 dez. 2019.

FISCH, G. F. Distribuição da precipitação em Taubaté (SP). Universidade de Taubaté, *Revista Biociências*, vol.5, n° 2, 1999.

LEMONS, H. et al. **MAPEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO AREAL NO MUNICÍPIO DE TAUBATÉ, SP**. Repositório de ciências ambientais, 2018.

Disponível em: < <http://www.agro.unitau.br/repositorio/index.php/rca/article/view/27>>. Acesso em: 27 de agosto de 2020.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo, Manole, 1987. 188 p

SALES, P. A.; TARGA, M. S. Infiltração de água em diferentes usos e ocupação dos solos na bacia do rio Una em Taubaté, SP. *Revista Técnica de Ciências Ambientais*, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1-13, dec. 2017. Disponível em: <<http://www.agro.unitau.br/repositorio/index.php/rca/article/view/5>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

TARGA, M. S.; POHL, E.; ALMEIDA, A. A. S. Water balance in soil covered by regenerating rainforest in the Paraíba Valley region, São Paulo, Brazil. *Revista Ambiente & Água*, v. 14, n. 6, p. 1-11, nov. 2019. ISSN 1980-993X. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2482>).