



PROJEÇÃO SWAT PARA ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA

Luís Roberto Cavalcanti da Silva¹, <http://orcid.org/0000-0001-9842-8264>
Clarissa Maria Pereira de Melo², <http://orcid.org/0000-0003-2515-8165>
Tauan de Almeida Penzo³, <http://orcid.org/0000-0003-4061-3250>
Vanessa Cristina Rodrigues Ferreira⁴, <http://orcid.org/0000-0002-9700-9807>

¹Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, Garanhuns, Pernambuco, Brasil*

²Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, Garanhuns, Pernambuco, Brasil**

³Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, Garanhuns, Pernambuco, Brasil***

⁴Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, Garanhuns, Pernambuco, Brasil****

Artigo recebido em 11/11/2022 e aceito em 15/03/2023

RESUMO

No intuito de observar o escoamento superficial e os índices de inundações ocorridos na bacia do Rio Ipojuca, foram elaboradas simulações através do modelo *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)*, na tentativa de levantar os parâmetros hidrológicos de modo que os cenários simulados se aproximem dos dados reais. O presente estudo visa gerar a calibração da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, com a finalidade de organizar um banco de dados que proporcione suporte a outras pesquisas, bem como, a ações para a gestão dos recursos hídricos. Nesse contexto, a pesquisa consiste em mostrar e comparar os possíveis aumentos de escoamento anual pela análise de quatro cenários obtidos através do modelo *SWAT* para a bacia do Rio Ipojuca, no estado de Pernambuco, a fim de subsidiar o Sistema de Unidades de Resposta Hidrológica para Pernambuco (SUPER). Com isso, verificaram-se grandes possibilidades de enchentes ao longo da bacia, agravada pelas atividades antrópicas.

Palavras-chave: simulação; modelagem hidrológica; pluviometria; inundação.

* Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, E-mail: luisrcsilva@gmail.com

** Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, E-mail: clarissa.melo@ufrpe.br

*** Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, E-mail: tauan.penzo@ufrpe.br

**** Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, E-mail: vanessa.rodriquesferreira@ufrpe.br

SWAT PROJECTION FOR PLUVIOMETRIC ANALYSIS OF THE IPOJUCA RIVER HYDROGRAPHIC BASIN

ABSTRACT

In order to observe the surface runoff and the indices of floods in the Ipojuca River basin, simulations were carried out using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model, in an attempt to raise the hydrological parameters so that the simulated scenarios are close to the real data. The present study aims to generate the calibration of the Ipojuca River watershed, in order to organize a database that provides support for other research, as well as actions for the management of water resources. In this context, the research consists of showing and comparing the possible increases in annual runoff through the analysis of four scenarios obtained through the SWAT model for the Ipojuca River basin, in the state of Pernambuco, in order to support the System of Hydrological Response Units for Pernambuco (SUPER). As a result, there were great possibilities of flooding along the basin, aggravated by human activities.

Keywords: Simulation; Hydrological Modeling; Pluviometry; Inundation.

PROYECCIÓN SWAT PARA ANÁLISIS PLUVIOMETRICO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO IPOJUCA

RESUMEN

Para observar la escorrentía superficial y los índices de crecidas en la cuenca del río Ipojuca, se realizaron simulaciones utilizando el modelo *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)*, en un intento de elevar los parámetros hidrológicos para que los escenarios simulados se acerquen a los datos reales. El presente estudio tiene como objetivo generar la calibración de la cuenca del río Ipojuca, con el fin de organizar una base de datos que sirva de apoyo a otras investigaciones, así como acciones para la gestión de los recursos hídricos. En este contexto, la investigación consiste en mostrar y comparar los posibles aumentos de la escorrentía anual a través del análisis de cuatro escenarios obtenidos a través del modelo *SWAT* para la cuenca del Río Ipojuca, en el estado de Pernambuco, con el fin de apoyar el Sistema de Unidades de Respuesta Hidrológica para Pernambuco (SUPER). Como resultado, había grandes posibilidades de inundaciones a lo largo de la cuenca, agravadas por las actividades humanas.

Palabras clave: Simulación; Modelado Hidrológico; Pluviometría; Inundación.

INTRODUÇÃO

Entende-se que uma bacia hidrográfica constitui toda a área que ocorre o escoamento das águas pluviais em direção ao rio principal e a seus afluentes, seguindo um percurso em razão de seu relevo e geomorfologia (SANTOS; DESQUIVEL, 2022). Dessa forma, o escoamento superficial é entendido como o deslocamento das águas na superfície terrestre dentro do ciclo hidrológico, se iniciando nas regiões mais elevadas dos divisores de águas e segue em direção aos rios secundários e o principal, que se localizam em menores altitudes na região (ALMEIDA, 2016; SOUZA; CUNHA, 2022).

Em todas as regiões do Brasil, a chuva é tida como o principal fator para o escoamento superficial (FREITAS; NETTO, 2022). Contudo, o processo de impermeabilização do solo ocasionado pela urbanização das regiões inseridas na bacia hidrográfica, dificulta a infiltração das águas das chuvas e aumenta o escoamento, sendo uma das fases mais afetadas do ciclo hidrológico (FRANÇA; SANTOS; COSTA, 2022). Essa intensificação do escoamento superficial pode causar degradação do solo, transporte sedimentar para rios, lagos e canais, inundações e destruição de habitats aquáticos, além da redução da capacidade de armazenamento de reservatórios e lençóis freáticos (MENEZES, 2010; COLARES *et al.*, 2022). Como consequências, impactos negativos na qualidade da água passam a surgir, principalmente em relação à poluição dos rios (BADRZADEH *et al.*, 2022).

Com isso, os sistemas de drenagem urbanos são sobrecarregados devido ao aumento das vazões máximas nos canais, ocasionando inundações nessas regiões pela ampliação do escoamento superficial em função das impermeabilizações (TUCCI, 1997; ACORDES; FONSECA; FERENTZ, 2022). Tais cenários contribuem de forma acentuada para as mudanças climática e, para estimar o conhecimento relacionado a essa questão, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), determinado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) em 1988, tendo como objetivo prover relatórios periódicos referentes à mudança climática, bem como apresentar estratégias de adaptação e mitigação aos líderes políticos, podendo ser utilizados para desenvolver políticas climáticas e contribuir para as negociações internacionais no embate desse fenômeno (IPCC, 2021).

Segundo o relatório do IPCC (2021), muitas das mudanças observadas no clima já se iniciaram, como por exemplo, o aumento contínuo do nível do mar. Assim, a não ser que haja uma solução imediata, rápida e em grande escala, o aquecimento em cerca de 1,5 °C será inevitável. Esse quadro mostra a irrefutabilidade que as atividades antrópicas provocam mudanças no clima, acarretando eventos extremos, como frequentes ondas de calor e excessos ou escassez de chuvas.

Os métodos hidrológicos de análise de escoamento superficial são pioneiros no apoio a avaliação dos impactos sobre a drenagem urbana, decorrentes do uso e ocupação do solo sem planejamento (DECINA, 2012). Com isso, a calibragem de um modelo *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)* na plataforma Sistema de Unidades de Resposta Hidrológica para Pernambuco (SUPer), significa que os parâmetros do modelo serão ajustados de forma que os dados simulados sejam

correlatos ou similares aos dados analisados (ARNOLD *et al.*, 1998; 2012). Esse sistema foi desenvolvido pela parceria entre a Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, a Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, a Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, o Instituto de Tecnologia de Pernambuco - ITEP e a Texas A&M University, com o propósito de fornecer suporte às tomadas de decisões nos setores econômicos e políticos a partir de simulações em tempo real, bem como em cenários a curto, médio e longo prazo, através do modelo *SWAT* (FARIAS *et al.*, 2020). Entre suas funções, ele disponibiliza dados de entrada para a modelagem hidrológica, fornecendo, assim, resultados em simulações de bacias hidrográficas de Pernambuco e apresenta projetos de modelagem em desenvolvimento, sendo possível simular os efeitos das práticas de manejo sob diferentes tipos de solos, coberturas vegetais e cenários de mudança climática na hidrologia em bacias hidrográficas do estado (SILVA *et al.*, 2015; FARIAS *et al.*, 2020).

No processo supracitado, em decorrência da abundância de parâmetros não mensuráveis que necessitam ser estimados, se faz necessário um amplo conhecimento sobre hidrologia (VEITH *et al.*, 2010). Nesse sentido, em Pernambuco estão sendo realizadas calibrações para treze bacias hidrográficas como parte do SUPer, que vem se destacando como um projeto que visa a composição de um banco de dados para dar suporte a outras pesquisas e ações à gestão de recursos hídricos no estado (VIANA *et al.*, 2020).

Diante da importância do escoamento superficial no ciclo hidrológico em uma bacia e os diversos meios de uso e ocupação do solo, torna-se imprescindível a realização de estudos dinâmicos sobre o escoamento superficial para auxiliar no planejamento e na gestão das áreas urbanas das bacias hidrográficas. Nesse contexto, a presente pesquisa objetiva apontar e comparar os possíveis aumentos no escoamento anual em quatro cenários simulados através do modelo *SWAT* para a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, a fim de subsidiar o SUPer.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido sobre bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, localizada no estado de Pernambuco, Brasil (Figura 1). Essa bacia situa-se totalmente no território pernambucano, entre os paralelos 8° 09' 50" e 8° 40' 20" de latitude sul, e os meridianos 34° 57' 52" e 37° 02' 48" de longitude a oeste, ocupando uma área de 3.433,58 km² e perímetro de 749,6 km de extensão. Ela faz divisa ao norte com a bacia hidrográfica do rio Capibaribe, ao sul com as bacias dos rios Una e Sirinhaém, a

leste com o segundo e o terceiro grupo de bacias hidrográficas de pequenos rios litorâneos e o oceano atlântico e a oeste com as bacias dos rios Ipanema e Moxotó e o estado da Paraíba (SILVA; NÓBREGA; GALVINCIO, 2009).

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca.



Fonte: Adaptado do Mapa do Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (2010) e SUPer (2022).

O principal rio que compõe a bacia estudada é o Rio Ipojuca, seu percurso possui aproximadamente 320 km, orientado na direção oeste-leste. Sua nascente se localiza na cidade de Arcoverde e possui regime fluvial intermitente, tornando-se perene a partir do seu médio curso, nas proximidades da cidade de Caruaru (CONDEPE, 2005).

Segundo a APAC (2021), os principais afluentes do Rio Ipojuca são: Riacho Liberal (principal afluente), Riacho Taquara, Riacho do Mel, Riacho do Coutinho, Riacho dos Mocós, Riacho do Muxoxo e Riacho Pata Choca. Esses rios perpassam por diversos municípios, conforme evidencia a tabela 1.

Tabela 1: Municípios que integram a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca.

Municípios	Área na bacia (%)	Municípios	Área na bacia (%)
Agrestina	0,04	Pesqueira	17,42
Alagoinha	1,77	Poção*	5,34
Altinho	0,08	Pombos	1,95
Amaraji	1,76	Primavera*	2,60
Arcoverde	2,80	Riacho das Almas	0,24
Belo Jardim*	6,83	Sairé	2,25
Bezerros*	6,02	Sanharó*	7,12
Cachoeirinha	0,05	São Bento do Una	2,06
Caruaru*	11,31	São Caetano*	7,49
Chã Grande*	1,79	Tacaimbó*	4,10
Escada*	5,68	Venturosa	0,05
Gravatá*	5,55	Vitória de Santo Antão	1,14
Ipojuca*	4,45		

*Municípios com sede inserida na bacia

Fonte: Adaptado de Resumo Executivo do Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (2010).

Conforme o Diagnóstico do Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca, apresentado em 2010 pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca se encontra em uma região de clima tropical chuvoso de monção com o verão seco. Nessa bacia, no que diz respeito a temperatura média anual da região que ela abrange, os valores mínimos variam entre 16,9 °C e 23,27 °C, já os valores médios, se encontram entre 20,46 °C e 26,14 °C, enquanto a temperatura máxima oscila entre 25,5 °C e 29,92 °C.

Ainda segundo o Plano Hidroambiental, a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca apresenta precipitação com valores que vão de 600 a 2.100 mm ao ano. Em suas nascentes, a precipitação ocorre em torno de 640 mm, passando para uma média de 794,73 mm em seu curso médio e chega a 2.267,05 mm próximo ao litoral. Possui grande irregularidade das precipitações pluviométricas e apresenta como principal período chuvoso os meses de janeiro a abril.

Para elaborar um modelo de projeto, visando identificar o nível de escoamento superficial ocorridos na bacia do Rio Ipojuca, foi utilizada a plataforma SUPeR, considerado um sistema de modelagem hidrológica e de qualidade de água, utilizando a ferramenta *SWAT*, de avaliação do solo e da água, como um mecanismo de modelagem (MELO NETO *et al.*, 2014). Esse sistema oferece uma interface interativa via web, com mapas, dados de entrada pré-carregados, resultados que

incluem tabelas, gráficos e dados de saída, um guia do usuário e projetos de modelagem com desenvolvimento, execução e armazenamento online para os usuários (BLAINSKI; ACOSTA; NOGUEIRA, 2017).

A hidrologia realista é a base de qualquer modelo, em especial, se atenta às taxas de evapotranspiração, fluxo de base e escoamento superficial (VIANA *et al.*, 2018). Com isso, realizou-se a análise hidrológica da bacia do Rio Ipojuca com o intuito de simular o acréscimo na pluviosidade, com estimativas em quatro cenários, sendo estes: 0%, 5%, 10% e 15%. As comparações foram feitas com base em dados históricos entre 1961 a 2016.

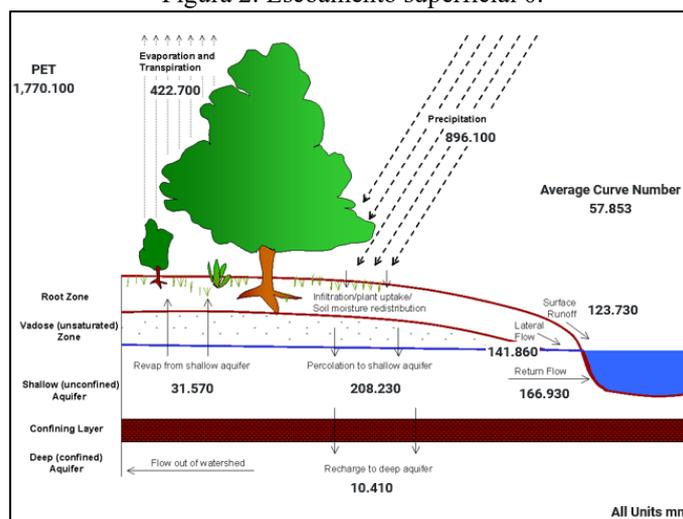
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo SWAT dividiu a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca em 14 sub-bacias e, nele, foram elaboradas quatro simulações com o intuito realizar uma análise comparativa do escoamento superficial, que geraram os seguintes resultados:

- Escoamento superficial 0: 123,730 – Modelo referencial histórico (Figura 2);
- Escoamento superficial 1: 136,160 – Acréscimo de 5% de chuvas (Figura 3);
- Escoamento superficial 2: 148,990 – Acréscimo de 10% de chuvas (Figura 4);
- Escoamento superficial 3: 163,320 – Acréscimo de 15% de chuvas (Figura 5).

Conforme a figura 2, que mostra o escoamento superficial 0, foi observado o escoamento de 123,73 mm anual, representando a média histórica, que inclui os períodos de secas e os chuvosos. Esse foi o dado comparativo para verificar o aumento do escoamento superficial em relação aos acréscimos de pluviosidade.

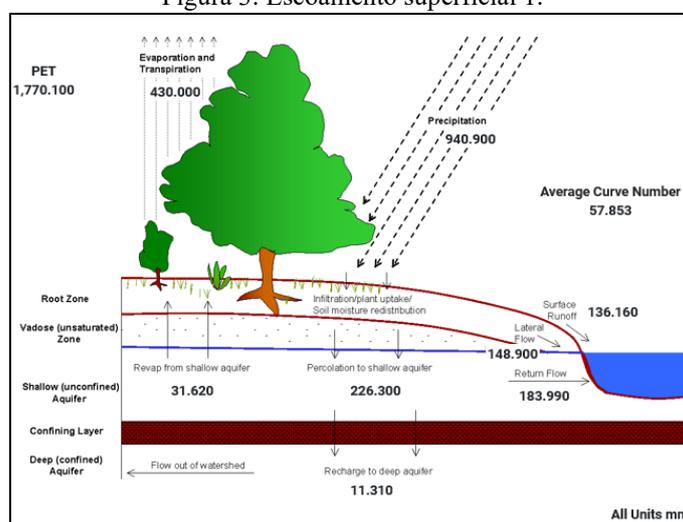
Figura 2: Escoamento superficial 0.



Fonte: dos autores (2022).

A figura 3 apresenta o escoamento superficial 1, simulando a hidrologia com o acréscimo de 5% na pluviosidade, totalizando o escoamento anual de 136,16. Em relação ao escoamento histórico, é observado o aumento de 12,43 mm de diferença e, como consequência, ocorre a elevação nos níveis das águas dos reservatórios e possíveis alagamentos em regiões litorâneas muito próximo ao nível no mar.

Figura 3: Escoamento superficial 1.

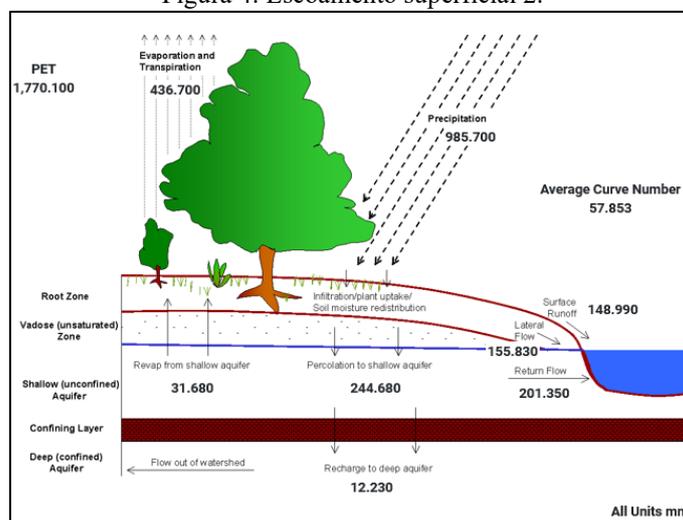


Fonte: dos autores (2022).

A figura 4 refere-se ao escoamento superficial 2, com um acréscimo de 10% na pluviosidade, resultando no valor de 148,99 mm de escoamento anual. Com isso foi observado um aumento de 25,26 mm em relação ao referencial histórico. Nesse cenário, é perceptível o maior incremento no

escoamento, de forma que o valor encontrado supera o dobro do resultado anterior e, nesse sentido, pode afirmar que os níveis de alagamentos serão bem maiores conseqüentemente.

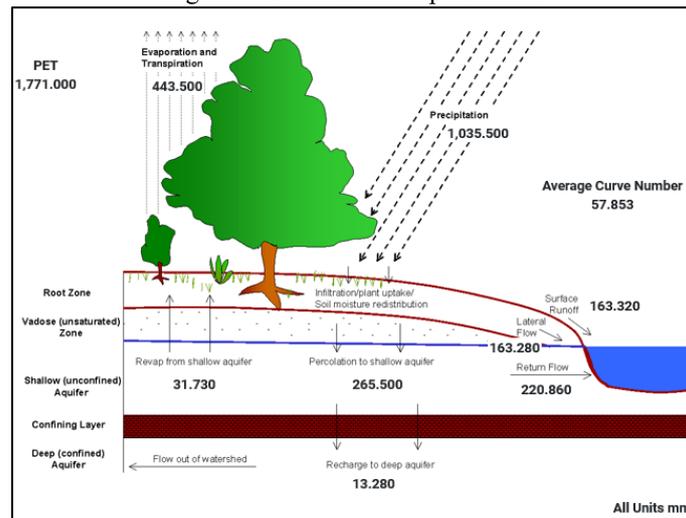
Figura 4: Escoamento superficial 2.



Fonte: dos autores (2022).

Por fim, a Figura 5 demonstra o escoamento superficial 3, com acréscimo de 15% na pluviosidade, representando o valor anual de 163,32 mm no escoamento, significando um aumento de 39,59 mm por ano em relação ao valor de referência. Já que, segundo o Plano de Investimentos do Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (2010), existem registros de inundações históricas que atingiram municípios como: São Caetano, Caruaru e Gravatá, esse significativo aumento nas precipitações resulta em enchentes generalizadas nas regiões de planícies ao longo da bacia.

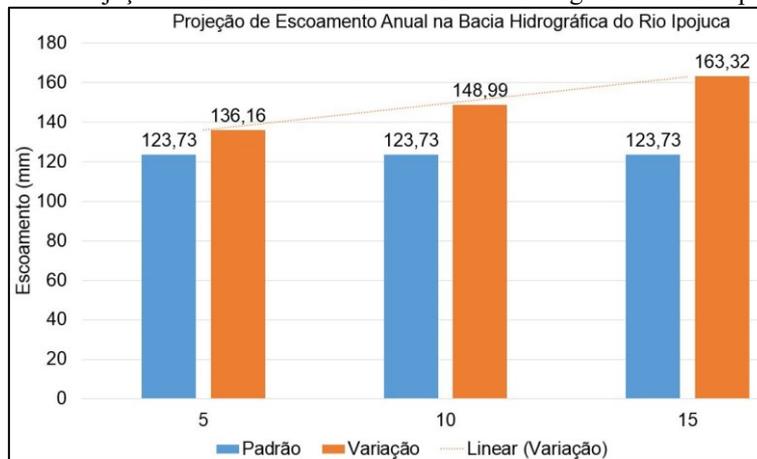
Figura 5: Escoamento superficial 3.



Fonte: dos autores (2022).

A Figura 6 apresenta o gráfico com a projeção do escoamento anual da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, comparando os cenários citados com o escoamento histórico. Percebe-se uma constância, na tendência linear, em relação ao aumento do escoamento.

Figura 6: Projeção de Escoamento Anual na Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca.



Fonte: dos autores (2022).

Observa-se que as interferências humanas, tais como: a ocupação irregular das margens dos rios, a retirada das matas ciliares – decorrentes da expansão das áreas agrícolas e urbanas – e/ou o despejo de resíduos, acentuam a situação à dimensão de desastre.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das hidrografias geradas, conclui-se que o comportamento do escoamento superficial tem forte relação com o processo de expansão das áreas urbanas e rurais, no qual devem ser analisadas para compreensão do verdadeiro impacto apresentados nos cenários simulados. Com isso, percebe-se a influência direta da ação humana nas questões pertinentes aos alagamentos, pois de acordo com este estudo, um aumento de apenas 5% na pluviosidade histórica da Bacia do Rio Ipojuca já afetaria consideravelmente as populações litorâneas devido ao incremento na amplitude do escoamento superficial e a consequente elevação dos níveis fluviais, gerando enchentes nessa parte da bacia. Contudo, em caso de acréscimo de 15% nas chuvas, haveria enchentes em todo o seu curso baixo, apontando assim, para a necessidade de uma melhor adequação no planejamento urbano dos municípios localizados ao longo dessa bacia hidrográfica.

No tocante à comparação com os índices do IPCC, este estudo demonstra uma conexão direta com os levantamentos já existentes, o que bem indica que os cenários simulados possuem uma correlação com a realidade e cenários observados, oferecendo, assim, subsídios para as autoridades agirem em defesa das populações locais, evitando que os alagamentos as prejudiquem.

É evidente que a elaboração de planos hidroambientais para os municípios inseridos na bacia do Rio Ipojuca, com a participação popular, é condição primordial para a sustentabilidade hídrica e ambiental dessa bacia. Dessa forma, a importância da implantação de unidades de conservação nas nascentes do rio se deve aos riscos naturais, como erosões e inundações, que alguns municípios apresentam, tendo em vista a proteção legal de áreas vegetadas, além do agravamento ocasionado pelas atividades antrópicas. Com isso, constata-se que as consequências geradas pelo aumento do escoamento superficial da referida bacia hidrográfica poderiam ser mitigadas se o planejamento da ocupação territorial no local, apresentasse considerações técnicas de ocupações sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ACORDES, F. A.; FONSECA, M. N.; FERENTZ, L. M. S. Equipamentos urbanos comunitários em áreas suscetíveis às inundações em Curitiba (Paraná): conflitos sociais e políticos. **Territorium**, n. 29, p. 101-110, 2022. http://doi.org/10.14195/1647-7723_29-2_8

ALMEIDA, T. A. **Impactos decorrentes das mudanças ocasionadas pelo uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica urbana da UFJF–CAMPUS JF sobre o escoamento superficial**, 2011. 91

fls. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em <https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC-TAMIRIS1.pdf>. Acesso em: 12/08/2021.

APAC. **Agência Pernambucana de Águas e Clima**. Disponível em: www.apac.pe.gov.br. Acesso em: 12/08/2022.

ARNOLD, J. G.; SRINIVASAN, R.; MUTTIAH, R. S.; WILLIAMS, J. R. Large area hydrologic modeling and assessment part I: model development. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 34, n. 1, p. 73-89, 1998. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1998.tb05961.x>

ARNOLD, J. G.; MORIASI, D. N.; GASSMAN, P. W.; ABBASPOUR, K. C.; WHITE, M. J.; SRINIVASAN, R.; SANTHI, C.; HARMEL, R. D.; VAN GRIENSVEN, A.; VAN LIEW, M. W. SWAT: model use, calibration, and validation. **Transactions of the Asabe**, v. 55, n. 4, p. 1491-1508, 2012. <http://doi.org/10.13031/2013.42256>

BADRZADEH, N.; SAMANI, J. M. V.; MAZAHERI, M.; KURIQI, A. Evaluation of management practices on agricultural nonpoint source pollution discharges into the rivers under climate change effects. **Science of the Total Environment**, v. 838, p. 156643-156653, 2022. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156643>

BLAINSKI, E.; ACOSTA, E.; NOGUEIRA, P. C. P. Calibração e validação do modelo SWAT para simulação hidrológica em uma bacia hidrográfica do litoral norte catarinense. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 2, p. 226-237, 2017. <http://doi.org/10.4136/ambi-agua.1951>

COLARES, I. S.; FERREIRA JUNIOR, J. C.; RODRIGUES, L. S.; MAIA, S. A.; WACHHOLZ, F. Suscetibilidade do solo à erosão na bacia hidrográfica do Rio Tarumã-Açu (Amazonas - Brasil). **Caminhos de Geografia**, v. 23, n. 89, p. 367-389, 2022. <http://doi.org/10.14393/rcg238960655>

DECINA, T. G. T. **Análise de medidas de controle de inundações a partir da avaliação de cenários de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Córrego do Gregório**, 2012. 176 fls. Dissertação (Engenharia Hidráulica e Saneamento) – EESC/USP. São Carlos, 2012. <http://doi.org/10.11606/D.18.2012.tde-30082012-111216>

FARIAS, C. W. L. A.; MIRANDA, R. Q.; VIANA, J. F. S.; LINS, F. A. C.; GALVÍNCIO, J. D. Calibrações parciais do modelo SWAT como suporte ao Sistema de Unidades de Resposta Hidrológica para Pernambuco (SUPer): Bacias do Rio Mundaú e do Rio Goiana. In: **XV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 2020, Caruaru, Anais... Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=6985>. Acesso em: 12/08/2022.

FRANÇA, D. A. F.; SANTOS, V. C.; COSTA, C. E. A. S. Análise do escoamento superficial em pequenas bacias hidrográficas no Leste da Amazônia. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, v. 16, p. e022016, 2022. <https://doi.org/10.21439/conexoes.v16i0.2227>

FREITAS, L. E.; NETTO, A. L. C. Efeitos do fogo na vegetação florestal e implicações na interceptação das chuvas: Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro (RJ). **Conjecturas**, v. 22, n. 5, p. 793-814, 2022. <http://doi.org/10.53660/conj-868-p59>

IPCC. **PRESS RELEASE**: Climate change widespread, rapid, and intensifying. Genova, 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC_WGI-AR6-Press-Release_en.pdf. Acesso em 16/08/2021.

MELO NETO, J. O.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; MELLO JÚNIOR, A. V. Simulação hidrológica escalar com o modelo SWAT. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 177-188, 2014. <http://doi.org/10.21168/rbrh.v19n1.p177-188>

MENEZES, P. H. B. J. **Processo de escoamento superficial e assoreamento na Bacia do Lago Paranoá**, 2010. 133 fls. Dissertação (Mestrado em geociências) – Universidade de Brasília - UnB, Instituto de Geociências, Brasília, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/8629?mode=full>. Acesso em 16/08/2022.

PERNAMBUCO. **Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco – Condepe/Fidem**. Bacia hidrográfica do Rio Ipojuca: série bacias hidrográficas de Pernambuco n. 1., Recife, 2005.

PERNAMBUCO. **Secretaria de Recursos Hídricos**. Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca: Tomo I – Diagnóstico Hidroambiental / Recursos Hídricos. Recife, 2010.

PERNAMBUCO. **Secretaria de Recursos Hídricos**. Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca: Tomo III – Planos de Investimentos / Projetos Técnicos. Recife, 2010.

PERNAMBUCO. **Secretaria de Recursos Hídricos**. Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca: Tomo IV – Resumo Executivo / Projetos Técnicos. Recife, 2010.

PERNAMBUCO. **Secretaria de Recursos Hídricos**. Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca: Tomo V – Mapa / Projetos Técnicos. Recife, 2010.

SANTOS, J. J.; D'ESQUIVEL, K. S. Avaliação de características morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Peruípe (BA). **Iniciação Científica Cesumar**, v. 24, n. 1, p. 1-10, 2022. <http://doi.org/10.17765/2176-9192.2022v24n1e10873>

SILVA, I. F.; NÓBREGA, R. S.; GALVINCIO, J. D. Impacto das mudanças climáticas nas respostas hidrológicas do Rio Ipojuca (PE) – parte 2: cenários de aumento de temperatura. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 2, n. 2, p. 19-30, 2009. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v2i2.232637>

SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; SOUZA, E. P.; ARAÚJO, A. L. Aplicação do modelo SWAT na estimativa da vazão na bacia hidrográfica do submédio Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 6, p. 1615-1627, 2015. <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20150091>

SOUZA, C. C.; CUNHA, M. C. Análise dos parâmetros morfométricos da rede de drenagem e rede viária da bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso, Jataí-GO. **Sociedade & Natureza**, v. 34, n. 1, p. e65404, 2022. <http://doi.org/10.14393/sn-v34-2022-65404>

TUCCI, C. E. M. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepções. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 2, n. 2, p 5-12, 1997. <http://doi.org/10.21168/rbrh.v2n2.p5-12>

VEITH, T. L.; VAN LIEW, M. W.; BOSCH, D. D.; ARNOLD, J. G. Parameter sensitivity and uncertainty in SWAT: a comparison across five USDA-ARS watersheds. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 53, n. 5, p. 1477-1486, 2010. <https://doi.org/10.13031/2013.34906>

VIANA, J. F. S.; MIRANDA, R. Q.; FARIAS, C. W. L. A.; LINS, F. A. C.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Calibrações parciais do modelo SWAT como suporte ao sistema de unidades de resposta hidrológica para Pernambuco (SUPER): bacias do Rio Pajeú. In: **XV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 2020, Caruaru, Anais... Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=6842>. Acesso em: 12/08/2022.

VIANA, J. F. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, B. B.; SILVA, R. M.; SOUSA, W. S. Modelagem hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Pirapama – PE utilizando o modelo SWAT. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 1, p. 155-172, 2018. <http://doi.org/10.24221/jeap.3.1.2018.1709.155-172>