

# **XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS**

## **AVALIAÇÃO DAS CARGAS DE NUTRIENTES DO RIBEIRÃO**

### **RODEADOR/DF POR MEIO DE MONITORAMENTO E**

### **MODELAGEM HIDROLÓGICA**

*Bárbara Moreto Fim<sup>1</sup> ; Ricardo Tezini Minoti<sup>2</sup> & Paulino Bambi<sup>3</sup>*

**Abstract:** Hydrological modeling is a tool to simulate physical processes and evaluate the impacts over water resources and the environment that comes from human activities. When associated with water quality monitoring, they become an instrument to improve the management of a water basin. Thus, the goal of this work was to evaluate water quantity and quality in the Ribeirão Rodeador Water Basin, in the Federal District, based on more frequent monitoring data, and on the simulations for water quantity and quality done with the SWAT software. To achieve this goal, the monitoring plan was executed weekly from July/2017 until February/2018. In addition, the SWAT software was set to perform a daily simulation of water flow, total nitrogen, nitrate, nitrite, ammoniacal nitrogen and total phosphorus, in the same period as the weekly sampling, allowing the comparison of data generated by both monitoring and modeling of hydrological and water quality. The comparison of the daily simulations with the parameters analyzed in the monitoring was unsatisfactory for most of the parameters but showed an acceptable correspondence for total nitrogen and total phosphorus.

**Resumo:** A modelagem hidrológica é uma ferramenta utilizada para a simulação dos processos físicos e avaliação dos impactos nos recursos hídricos e no meio ambiente, principalmente os advindos de ações antrópicas. Quando associada ao monitoramento da qualidade da água, se tornam instrumento de melhoria da gestão e do gerenciamento de uma bacia hidrográfica. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a quantidade e a qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador/DF baseada em dados de monitoramento mais frequente da qualidade da água e simulações hidrológica e de qualidade da água realizadas com o SWAT. Para isso, foi feito um plano de monitoramento da qualidade da água com coletas semanais de julho/2017 a fevereiro/2018. Ademais, foi realizada a simulação diária de vazão, nitrogênio total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e fósforo total, no mesmo período das coletas semanais, permitindo a comparação dos dados gerados pelo monitoramento e pela modelagem hidrológica e de qualidade de água. A comparação das simulações diárias com os parâmetros analisados no monitoramento foi insatisfatória para a maioria dos parâmetros, mas mostrou correspondência aceitável para nitrogênio total e fósforo total.

**Palavras-Chave:** Cargas de Nutrientes; Monitoramento da Qualidade da Água; Modelagem Hidrológica.

---

1) Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo – IEMA, Rodovia BR 262, km 0, Pátio Velho, Jardim América, Cariacica - Espírito Santo - 29140-130 - Brasil. Tel: +55 (27) 99816-9182. E-mail: barbara.fim@iema.es.gov.br.

2) Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – PTARH, Anexo SG 12, Térreo, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Brasília - Distrito Federal - 70910-900 - Brasil. Tel.: +55 (61) 3107-0940. E-mail: rtminoti@unb.br.

3) Rede de Pesquisa AquaRiparia, Instituto de Ciências Biológicas/Departamento de Ecologia/Laboratório de Limnologia, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Brasília - Distrito Federal - 70910-900 - Brasil. Tel.: +55 (65) 99224-7345. E-mail: pabambi@gmail.com.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida e seu uso sustentável demanda instrumentos de gestão eficazes que conciliem o crescimento econômico e populacional com a preservação ambiental. No passado, era tida como um bem infinito, com suposta capacidade ilimitada de depuração dos corpos hídricos. No entanto, o avanço populacional, industrial e agrícola nas últimas décadas gerou preocupações quanto à disponibilidade e à degradação dos mananciais (Marques et al., 2011).

Diante desse cenário, torna-se fundamental conservar os recursos hídricos, garantindo sua disponibilidade em quantidade e qualidade, o que contribui para a redução de conflitos pelo uso da água (Marques et al., 2011). O Distrito Federal, situado no Planalto Central, abriga nascentes de três importantes bacias hidrográficas: Paraná, São Francisco e Tocantins/Araguaia. Entre 2015 e 2017, enfrentou uma crise hídrica agravada pela dependência do Reservatório Descoberto, responsável por cerca de 60% do abastecimento de água tratada. A crise levou à adoção de racionamento (jan/2017 a jun/2018) e ao uso do Lago Paranoá como manancial complementar (CAESB, 2018).

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador (BHRR), com 113,46 km<sup>2</sup>, representa cerca de 25% da área da Bacia do Descoberto e é a principal contribuinte do reservatório. Monitorada mensalmente pela CAESB, essa bacia sofre com poluição difusa, principalmente de origem agropecuária, fator que pode intensificar a eutrofização do reservatório Descoberto (Ferrigo, 2014).

Nesse contexto, o monitoramento aliado à modelagem hidrológica de bacias permite prever impactos das alterações antrópicas, otimizando tempo e recursos na gestão hídrica (Moriasi et al., 2007). O acompanhamento contínuo da qualidade da água gera dados estratégicos fundamentais para simulações preditivas, que auxiliam no enfrentamento da escassez, do estresse hídrico e da degradação dos corpos d'água (Tundisi, 2008).

Entre os modelos disponíveis, o SWAT (Soil and Water Assessment Tool) destaca-se por sua ampla aplicação em bacias agrícolas, permitindo simulações de vazão, sedimentos, nutrientes e impactos do uso do solo (Gassman et al., 2007). Contudo, ainda há lacunas no Brasil quanto à adequação do modelo frente à diversidade de biomas e condições climáticas. A ampliação do uso do SWAT pode aprimorar simulações em bacias brasileiras e fornecer suporte técnico às políticas públicas (Bressiani et al., 2015).

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a quantidade e a qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador/DF baseada em dados de monitoramento mais frequente da qualidade da água e simulações hidrológica e de qualidade da água na bacia realizadas com o *software Soil and Water Assessment Tool* (SWAT).

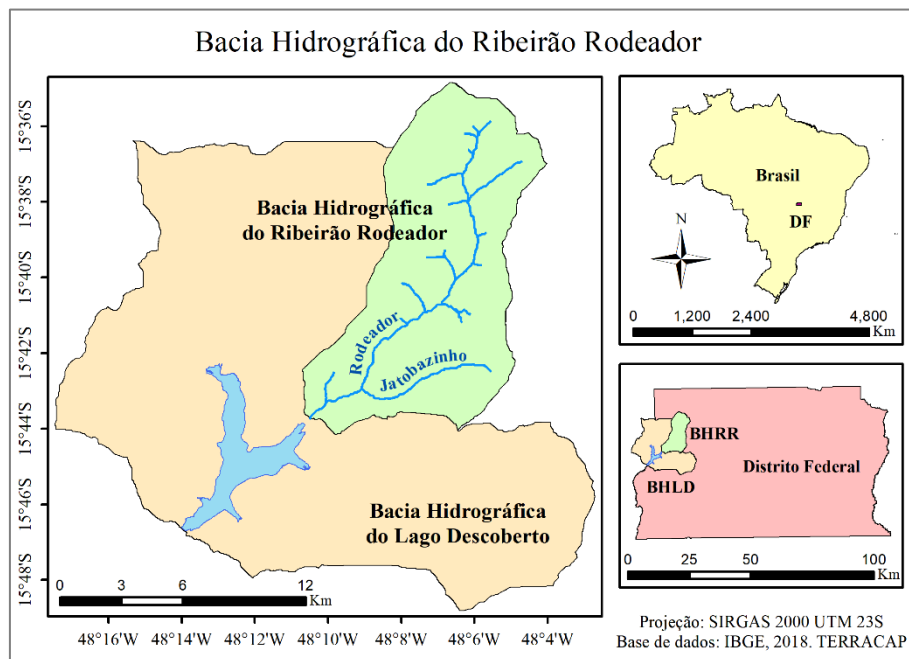
## 3. METODOLOGIA

### 3.1. Caracterização da Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Reservatório Descoberto (BHRD) integra a extensa região hidrográfica do Paraná, situada no Planalto Central do Brasil. Com uma área total de 452 km<sup>2</sup>, seu território se distribui entre o estado de Goiás, que abrange aproximadamente 30% da bacia, e o Distrito Federal, responsável pelos 70% restantes (Lima et al., 2014). Entre as sub-bacias que

compõem a BHRD, destaca-se a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador (BHRR), ilustrada na Figura 1. Localizada na margem nordeste do reservatório, essa sub-bacia possui uma área de 113,46 km<sup>2</sup>, o que corresponde a cerca de 25% da área total da BHRD.

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador (BHRR).



Fonte: Fim (2018).

A escolha da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador (BHRR) como área de estudo deve-se à suspeita de lançamentos pontuais de nutrientes associados às atividades agropecuárias desenvolvidas em seu território. Essa situação reforça a necessidade de aprofundamento nos estudos e de intensificação do monitoramento já realizado mensalmente pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB).

O clima predominante na região da BHRR é o tropical típico de savana, com estação seca bem definida durante o inverno. As temperaturas médias anuais variam entre 19 °C e 23 °C. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.400 mm, concentrando-se majoritariamente entre os meses de outubro e abril, com 80% das chuvas ocorrendo no verão, entre dezembro e março (Lima *et al.*, 2014). O relevo da BHRR é, em sua maior parte, plano a suavemente ondulado, com 76% de sua área apresentando declividades inferiores a 8% (Reatto *et al.*, 2003).

A bacia é majoritariamente ocupada por pequenas propriedades rurais voltadas à agricultura e à pecuária, formando núcleos de urbanização esparsa. As áreas preservadas representam cerca de 30% da bacia, horticultura e silvicultura somam mais de 35% e apenas 3,5% da bacia foi urbanizada principalmente em núcleos de baixa densidade populacional (Silva, 2016).

### 3.2. Modelagem Hidrológica e da Qualidade da Água

A modelagem hidrológica e da qualidade da água foi realizada com o software Soil and Water Assessment Tool (SWAT), que é um modelo matemático capaz de realizar simulações de um variado conjunto de processos que acontecem em uma bacia hidrográfica. Foi desenvolvido com o objetivo de diagnosticar e prever os impactos de mudanças no uso do solo de uma bacia sobre o escoamento

superficial e subterrâneo, além de simular as condições de qualidade da água e da dinâmica de sedimentos em bacias hidrográficas complexas (Arnold *et al.*, 2012; Neitsch *et al.*, 2011).

A simulação diária, que é o principal foco dos resultados apresentados no presente trabalho, foi executada de 1º de julho de 2017 a 28 de fevereiro de 2018, fazendo uma comparação com os dados do monitoramento semanal, contemplando vazão (m³/s), nitrato (kg/dia), nitrito (kg/dia), nitrogênio amoniacal (kg/dia) e fósforo total (kg/dia).

A base de dados do SWAT foi adaptada com informações locais, como tipos de solo, uso e cobertura da terra, práticas de manejo e fertilização. Utilizou-se a base elaborada por Ferrigo (2014), previamente adaptada à BHRD e aplicável à BHRR por se tratar de bacias vizinhas. Foram incluídas operações específicas, como irrigação automática e autofertilização, conforme práticas agrícolas voltadas à produção de hortaliças e pomares descritas por Silva (2016).

A calibração e verificação do modelo foram realizadas com base nos parâmetros mais sensíveis à bacia, identificados na literatura (Arnold *et al.*, 2012) e por meio de análise de sensibilidade no software SWAT-CUP. Para a calibração automática, foi adotado o algoritmo SUFI-2, amplamente utilizado em estudos hidrológicos no Distrito Federal. A descrição dos processos de análise de sensibilidade, calibração e verificação do modelo podem ser verificadas no trabalho de Fim (2018).

A avaliação do desempenho das simulações de vazão, carga de nitrogênio e carga de fósforo foram realizadas com as variáveis estatísticas sugeridas por Moriasi *et al.* (2007): o coeficiente de Nash-Sutcliffe (NSE), o desvio padrão das observações (RSR), e o percentual de tendência (PBIAS), e o R², com os intervalos mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Critérios de desempenho do modelo.

| Performance    | RSR                       | NSE                    | PBIAS                           |                                 |
|----------------|---------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                |                           |                        | Vazão                           | N e P                           |
| Muito boa      | $0,00 \leq RSR \leq 0,50$ | $0,75 < NSE \leq 1,00$ | $PBIAS < \pm 10$                | $PBIAS < \pm 25$                |
| Boa            | $0,50 < RSR \leq 0,60$    | $0,65 < NSE \leq 0,75$ | $\pm 10 \leq PBIAS \leq \pm 15$ | $\pm 25 \leq PBIAS \leq \pm 40$ |
| Satisfatória   | $0,60 < RSR \leq 0,70$    | $0,50 < NSE \leq 0,65$ | $\pm 15 \leq PBIAS \leq \pm 25$ | $\pm 40 \leq PBIAS \leq \pm 70$ |
| Insatisfatória | $RSR > 0,70$              | $NSE \leq 0,50$        | $PBIAS \geq \pm 25$             | $PBIAS \geq \pm 70$             |

Fonte: Moriasi *et al.* (2007).

### 3.3. Monitoramento da Qualidade da Água Superficial

O monitoramento da qualidade da água do Ribeirão Rodeador foi realizado próximo ao exutório da bacia, utilizando o ponto de coleta da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Foi realizado contato institucional com a CAESB para autorização do uso do ponto de monitoramento, além da solicitação dos dados históricos disponíveis. A companhia dispõe de um linígrafo acoplado a um *data logger*, para registro contínuo do nível do curso d'água.

A campanha de amostragem foi conduzida semanalmente entre 18 de julho de 2017 e 12 de fevereiro de 2018, totalizando 31 semanas consecutivas de coleta em campo. Durante cada campanha de campo, foi coletada uma amostra de água superficial do Ribeirão Rodeador em frasco de polietileno com capacidade de um litro, sendo esta acondicionada em caixa térmica contendo gelo reutilizável (Gelox) para preservar a integridade da amostra por meio do controle da temperatura. Adicionalmente, foram realizadas medições *in situ* com o auxílio de uma sonda multiparamétrica YSI, modelo 6920 V2, para a determinação de parâmetros físico-químicos como temperatura da água, pH, turbidez, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido.

As análises laboratoriais contemplaram os seguintes compostos: nitrogênio nas formas de nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{N-NO}_2^-$ ) e amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ), fósforo total e fósforo reativo (na forma de ortofosfato,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), além da determinação da Demanda Química de Oxigênio (DQO). Os procedimentos analíticos adotados seguiram as metodologias descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados do presente estudo focam na simulação diária da vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), e das cargas diárias de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e fósforo total (todos em  $\text{kg}/\text{dia}$ ). Essa simulação foi executada de 1º de julho de 2017 a 28 de fevereiro de 2018. Os dados do monitoramento semanal realizado para o escopo desse estudo foram comparados com essa simulação diária.

A simulação diária foi executada com uma base de dados com parâmetros calibrados para a simulação mensal. Dessa maneira, o desempenho insatisfatório da simulação diária da vazão não é incomum. Como pode ser visto na Tabela 2, a simulação diária da vazão teve desempenho insatisfatório para todas as variáveis estatísticas.

Tabela 2 - Desempenho da simulação diária da vazão de jul-2017 a fev-2018 para o modelo SWAT aplicado à bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador/DF.

| Variável estatística | Valor  | Classificação<br>(Moriasi et al, 2007) |
|----------------------|--------|----------------------------------------|
| NSE                  | -2,60  | Insatisfatória                         |
| RSR                  | 1,90   | Insatisfatória                         |
| PBIAS                | -69,61 | Insatisfatória                         |
| R <sup>2</sup>       | 0,28   | Insatisfatória                         |

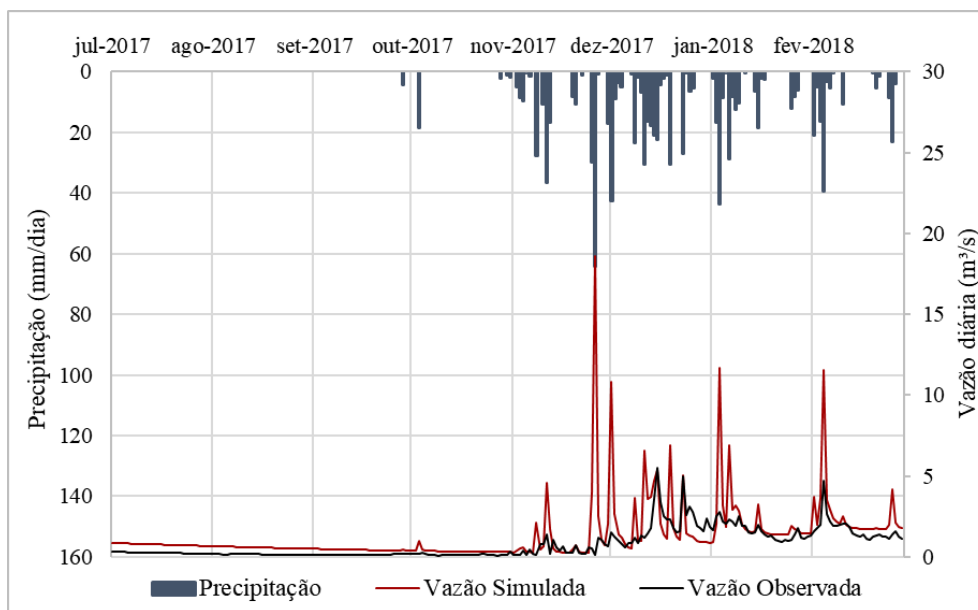
Fonte: Fim (2018).

Ferrigo (2014) realizou a simulação diária da vazão na bacia do Rio Descoberto, no período de outubro de 2005 a setembro de 2010. Com a calibração dos parâmetros, foram obtidos valores de NSE igual a 0,40 e R<sup>2</sup> de 0,44, considerados pela autora como um avanço estatístico em relação à simulação inicial, que apresentou NSE de -0,57 e R<sup>2</sup> de 0,24. Em outra bacia do Distrito Federal, no Alto Rio Jardim, Castro (2013) obteve resultados satisfatórios na fase de calibração do modelo, entre julho de 2006 e junho de 2007, com NSE de 0,60. No entanto, os resultados da verificação, no período de julho de 2007 a junho de 2008, foram insatisfatórios, com NSE de -0,84.

A Figura 2 mostra que a vazão simulada tende a seguir o comportamento da precipitação observada — o que é esperado, considerando que a chuva é um dos principais dados de entrada do modelo. No entanto, observa-se uma superestimação acentuada das vazões, evidenciada pelo valor negativo de PBIAS, significativamente distante de zero. Essa superestimação é particularmente notável nos meses de novembro/2017, janeiro e fevereiro/2018, sendo que a única exceção ocorre no final de dezembro de 2017, quando o modelo subestima a vazão.

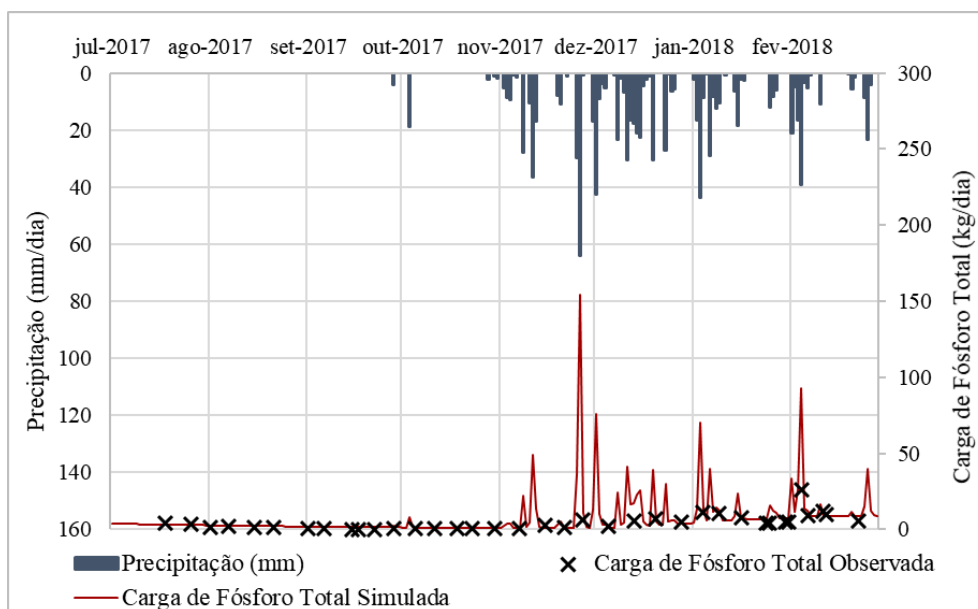
De maneira semelhante ao comportamento da vazão, a simulação das cargas diárias de fósforo total também segue o padrão das chuvas. Na Figura 3, observa-se que o modelo tende a superestimar as cargas de fósforo total, o que é compatível com padrões comumente encontrados na modelagem de qualidade da água.

Figura 2 - Simulação diária da vazão de jul-2017 a fev-2018 para o modelo SWAT aplicado à bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador/DF.



Fonte: Fim (2018).

Figura 3 - Simulação diária da carga de fósforo total de jul-2017 a fev-2018 para o modelo SWAT aplicado à bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador/DF.

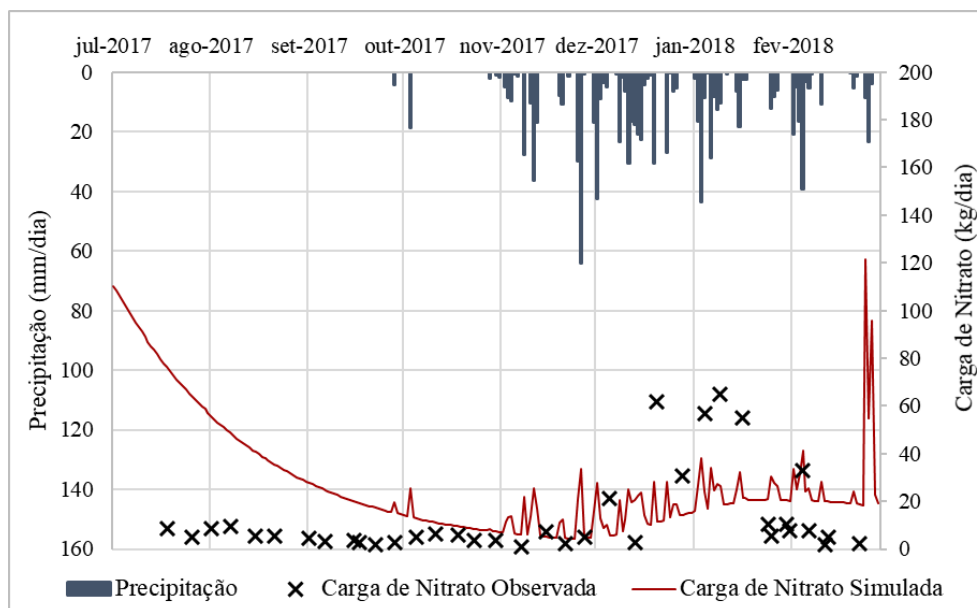


Fonte: Fim (2018).

Apesar dessa tendência, durante o período de estiagem, o modelo apresenta boa correspondência entre os valores observados e simulados, indicando maior acurácia na simulação das cargas de fósforo nessas condições. É possível verificar ainda que, após eventos de chuva, ocorrem picos de carga mais elevados, e em diversas semanas dos meses de dezembro/2017, janeiro e fevereiro/2018, há boa concordância entre os dados observados e simulados.

A simulação diária da carga de nitrato (Figura 4) apresenta um comportamento particular. O modelo estima cargas elevadas em julho, que vão diminuindo progressivamente até outubro/2017. Com o início do período chuvoso — que se deu no final de outubro e se intensificou em novembro —, observa-se uma tentativa do modelo de reproduzir a variação da carga de nitrato conforme a precipitação, embora haja subestimação dos valores nos meses de dezembro/2017 e janeiro/2018.

Figura 4 - Simulação diária da carga de nitrato de jul-2017 a fev-2018 para o modelo SWAT aplicado à bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador/DF.



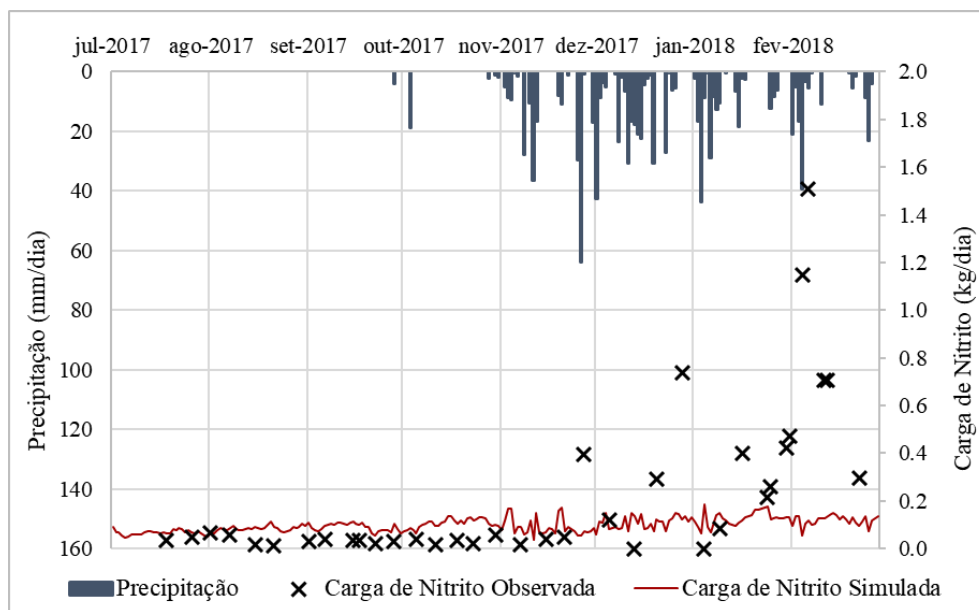
Fonte: Fim (2018).

Resultados semelhantes foram encontrados por Sullivan e Gao (2016), que, ao simularem a carga mensal de nitrato na bacia do riacho Dry Comal, no Texas, obtiveram desempenho satisfatório, apesar de tendências de superestimação, tanto na calibração (1996 a 1998) quanto na verificação (1999 a 2001). Já Lubitz et al. (2013), ao modelarem as cargas diárias de nitrato e nitrito na bacia do ribeirão Concórdia, em Santa Catarina, compararam os resultados com dados mensais de monitoramento (2006 a 2009) e verificaram que o modelo subestimou significativamente as cargas de nitrito, resultando em desempenho insatisfatório.

A carga diária simulada de nitrito, apresentada na Figura 5, exibe um comportamento bastante atípico. Enquanto os dados observados indicam aumento da carga em períodos de maior vazão, os valores simulados permanecem praticamente constantes, variando entre 0,04 e 0,2 kg/dia. Isso demonstra uma clara subestimação por parte do modelo em relação às cargas de nitrito no ribeirão Rodeador.

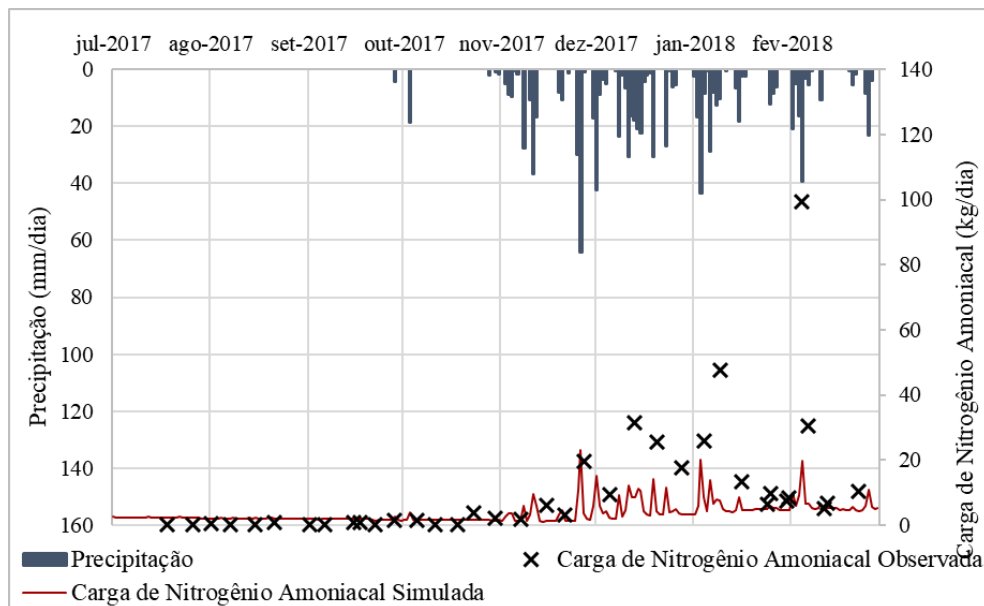
No caso do nitrogênio amoniacal, cuja simulação é ilustrada na Figura 6, o modelo tenta acompanhar as variações da vazão do ribeirão Rodeador, a exemplo do que ocorre com o nitrogênio total. No entanto, os valores simulados para o nitrogênio amoniacal são consideravelmente inferiores aos observados, indicando subestimação significativa. Em contraposição, Shen et al. (2013) realizaram a calibração (2000–2004) e verificação (2005–2009) da simulação da carga de nitrogênio amoniacal em três estações da região do reservatório de Três Gargantas, na China, com resultados satisfatórios em todas as etapas da modelagem.

Figura 5 - Simulação diária da carga de nitrato de jul-2017 a fev-2018 para o modelo SWAT aplicado à bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador/DF.



Fonte: Fim (2018).

Figura 6 - Simulação diária da carga de nitrogênio amoniacal de jul-2017 a fev-2018 para o modelo SWAT aplicado à bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador/DF.



Fonte: Fim (2018).

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade e a qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador/DF baseada em dados de monitoramento mais frequente da qualidade da água e simulações hidrológica e de qualidade da água na bacia realizadas com o

*software Soil and Water Assessment Tool (SWAT)*. De maneira geral, os resultados apontam para simulações diárias consideradas insatisfatórias segundo os critérios da literatura.

A comparação das simulações diárias com os parâmetros analisados no monitoramento semanal foi insatisfatória para nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal. No entanto, as simulações diárias de nitrogênio total e fósforo total mostram um certo nível de correspondência com o observado no monitoramento semanal.

Conclui-se que, apesar de alguns resultados insatisfatórios, o monitoramento da qualidade da água e a modelagem quantitativa e qualitativa foram bem-sucedidos no aprimoramento dos dados disponibilizados e das simulações realizadas, e melhoram a compreensão dos processos que ocorrem na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador.

## REFERÊNCIAS

Aguiar, L. M. (2016). *Integração entre curvas de permanência de qualidade de água e modelagem hidrológica como suporte à gestão de recursos hídricos - Estudo de caso da bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador/DF*. Monografia de Projeto Final em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. 69p.

APHA. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22<sup>a</sup> ed. American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, Washington, DC.

Arnold, J. G.; Kiniry, J. R.; Srinivasan, R.; Williams, J. R.; Haney, E. B. Neitsch, S. L. (2012). *Input/Output Documentation: version 2012*. Texas Water Resources Institute, Temple, TX.

Bressiani, D. A.; Gassman, P. W.; Fernandes, J. G. Garbossa, L. H. P.; Srinivasan, R.; Bonumá, N. B.; Mendiondo, E. M. (2015). "Review of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) applications in Brazil: Challenges and prospects." *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8(3), 9-35.

CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. (2018). *Relatório da Administração - 2017*. Disponível em: <[https://www.caesb.df.gov.br/images/arquivos\\_pdf/Relatorio-da-Administracao\\_2017.pdf](https://www.caesb.df.gov.br/images/arquivos_pdf/Relatorio-da-Administracao_2017.pdf)>. Último acesso: 17 ago. 2018.

Castro, K. B. (2013). *Avaliação do modelo SWAT na simulação da vazão em bacia agrícola do cerrado intensamente monitorada*. Dissertação de Mestrado em Geoprocessamento e Análise Ambiental, Instituto de Geociências Aplicadas, Universidade de Brasília. 2013. 141p.

Ferrigo, S. (2014). *Análise de consistência dos parâmetros do modelo SWAT obtidos por calibração automática - Estudo de caso da bacia do lago Descoberto - DF*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. 2014. 164p.

Fim, B.M. (2018). *Análises quantitativa e qualitativa das águas superficiais da bacia hidrográfica do ribeirão Rodeador/DF para avaliação das cargas de poluição*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. 2018. 125p.

Gassman, P. W.; Reyes, M. R.; Green, C. H.; Arnold, J. G. (2007). "The Soil and Water Assessment Tool: Historical development, applications and future research directions." *Transactions of the ASABE*, v. 50, n. 4, 1211-1250.

Lima, J. E. F. W.; Montenegro, S. M. G. L.; Montenegro, A. A. A.; Koide, S. (2014). "Comparative hydrology: relationship among physical characteristics, hydrological behaviour, and results of SWAT model in different regions of Brazil." *Revista Brasileira de Geografia Física*, 7(6), 1187-1195.

Lubitz, E.; Pinheiro, A.; Kaufmann, V. Simulação do transporte de sedimentos, nitrogênio e fósforo na bacia do ribeirão Concórdia, SC. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 39-54, 2013.

Moriasi, D. N.; Arnold, J. G.; Van Liew, M. W.; Bingner, R. L.; Harmel, R. D.; Veith, T. L. (2007). "Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations." *Transactions of the ASABE*, 50(3), 885-900.

Neitsch, S. L.; Arnold, J. G.; Kiniry, J. R.; Williams, J. R. (2011). *Soil and Water Assessment Tool theoretical documentation: version 2009*. Agricultural Research Service; Texas Agricultural Experiments Station; Texas Water Resources Institute, Temple, TX.

Reatto, A.; Martins, E. S.; Cardoso, E. A.; Spera, S. T.; Carvalho Jr., O. A. C.; Silva, A. V.; Farias, M. F. R. (2003). Levantamento de reconhecimento de solos de alta intensidade do alto curso do rio Descoberto, DF/GO, escala 1:100000. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Nº 92. EMBRAPA Cerrados, Distrito Federal, 2003.

Shen, Z.; Chen, L.; Hong, Q.; Qiu, J.; Xie, H.; Liu, R. (2013). "Assessment of nitrogen and phosphorus loads and causal factors from different land use and soil types in the Three Gorges reservoir area." *Science of the Total Environment*, v. 454-455, 383-392.

Silva, I. R. O. *Aplicação do método de cargas máximas totais diárias de nutrientes na bacia do córrego Rodeador – DF*. (2016). Monografia de Projeto Final em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. 79p.

Sullivan, T. P.; Gao, Y. (2016). "Assessment of nitrogen inputs and yields in the Cibolo and Dry Comal creek watersheds using the SWAT model, Texas, USA, 1996-2010." *Environmental Earth Sciences*, v. 75, n. 725.

Tundisi, J. G. (2008). "Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções." *Estudos Avançados*, 22, 7-16.