



Campos dos Goytacazes/RJ

## MODELAGEM DAS VAZÕES MÉDIAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA O RESERVATÓRIO DE CHAPÉU D'UVAS COM O MODELO SWAT

*Celso Bandeira de Melo Ribeiro*<sup>1</sup>; *Thais Therezinha Rezende de Melo*<sup>2</sup>; *George de Cassia Mendes*<sup>3</sup>; *Marcel Pereira de Andrade*<sup>4</sup>

**RESUMO** – O reservatório de Chapéu d'Uvas vem despertando grande interesse pelo uso de seus recursos hídricos para diferentes finalidades, dentre as quais destacamos: manancial de abastecimento público, lazer, pesca, controle de inundações, entre outros. Entretanto, a sua bacia de contribuição não possui nenhuma estação fluviométrica, para o monitoramento de vazões. Assim, os modelos hidrológicos se apresentam como uma boa alternativa para estimadas das vazões nesse local. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é parametrizar e modelar a bacia de contribuição para o reservatório de Chapéu d'Uvas, para estimar as vazões médias de longo período, utilizando o modelo hidrológico semidistribuído SWAT (Soil and Water Assessment Tool). O banco de dados necessário para a alimentação do modelo foi preparado com os parâmetros físicos, como uso do solo, topografia e tipos de solo e informações de séries históricas de parâmetros meteorológicos, compreendidos entre os anos de 1983 e 2015, em escala diária. A abordagem metodológica permitiu uma melhor compreensão dos fluxos afluentes ao reservatório de Chapéu d'Uvas, fornecendo informações para planejamento e tomada de decisões no que concerne ao gerenciamento de recursos hídricos nesta importante bacia.

**ABSTRACT** – The Chapéu d'Uvas reservoir has aroused great interest in water resources for different purposes, among which we highlight: public supply, leisure, fishing, flood control, among others. However, its contribution basin does not have any fluviometric gage station for monitoring daily streamflows. Thus, hydrological models are a good alternative for estimating streamflows in this location. In this sense, the main objective of this work is to parameterize and model the contribution basin for the Chapéu d'Uvas reservoir, to estimate the average long-term streamflows, using the semi-distributed hydrological model SWAT (Soil and Water Assessment Tool). The database needed to feed the model was prepared with physical parameters, such as land use, topography and soil types, and information from historical series of meteorological parameters, between the 1983 and 2015 years, on a time daily scale. The methodological approach allowed a better understanding of the affluent flows to the Chapéu d'Uvas reservoir, providing information for planning and decision-making regarding the management of water resources in this important basin.

**Palavras-Chave** – modelagem hidrológica; SWAT; manancial de abastecimento.

1) Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – ESA/UFJF, celso.bandeira@ufjf.br

2 e 3) Alunos de Graduação do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). thais.melo@engenharia.ufjf.br; george.mendes@engenharia.ufjf.br

4) Alunos de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PEC/UFJF, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). marcel.pdandrade@gmail.com



Campos dos Goytacazes/RJ

## 1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica, como unidade territorial de planejamento, merece toda a atenção no estudo dos processos em que a água está presente. Um dos principais problemas que interferem a quantidade e a qualidade de água de uma bacia hidrográfica é o uso que se dá a sua superfície territorial. Este uso influencia na forma como a quantidade de água precipita, escoar, infiltra e evapora durante o seu ciclo nessa bacia e, especialmente, na qualidade de água dos seus mananciais, pois a água adquire características boas ou ruins de acordo com as propriedades dos meios por que passou.

O reservatório de Chapéu d'Uvas, um dos maiores e mais importantes da região da Zona da Mata mineira, possui uma importância estratégica para a região. Este reservatório é, atualmente o principal manancial de abastecimento público da cidade de Juiz de Fora (MG), possuindo uma bacia de contribuição relativamente bem preservada, embora não possua nenhuma estação de monitoramento fluviométrico, que possa servir de base para a estimativa das vazões mínimas, médias e máximas, que chegam até este reservatório.

Recentemente, a bacia de contribuição para o reservatório de Chapéu d'Uvas, vem sofrendo um processo de ocupação antrópica, que põe em evidência a necessidade de um planejamento integrado, visando a segurança hídrica da região.

Nesse contexto, o reconhecimento da importância do gerenciamento adequado da bacia de contribuição, para o reservatório de Chapéu d'Uvas, vem crescendo, como resultado de um grande esforço do Comitê de Bacias dos rios Preto e Paraibuna (CBH-Preto Paraibuna) e da opinião pública local, devido aos riscos ambientais e de saúde, associados aos aspectos qualitativos e quantitativos da água, desse reservatório, como reflexo das ações desenvolvidas no interior de sua bacia hidrográfica. Outra preocupação que se faz presente é devido à ocorrência de escassez, como o evento extremo de seca que atingiu a região nos anos de 2014 e 2015.

Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo parametrizar o modelo hidrológico SWAT - Soil & Water Assessment Tools (Arnold et al, 1997) para representar a bacia hidrográfica de contribuição para o reservatório de Chapéu d'Uvas e estimar as vazões médias de longo período dos principais rios e córregos que contribuem para este reservatório.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Bacia Hidrográfica de Chapéu d’Uvas

Para o presente trabalho, foi considerada a bacia hidrográfica de contribuição para a barragem de Chapéu d’Uvas (Figura 1). Esta bacia possui área de cerca de 7.199 km<sup>2</sup> e abrange 3 municípios mineiros: Antônio Carlos, Ewbank da Câmara e Santos Dumont, e faz divisa com os municípios de Juiz de Fora e Bias Fortes. Estima-se que o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas possui 12 km<sup>2</sup> de espelho d’água e um volume de 146 milhões de metros cúbicos. Este reservatório tem a capacidade de fornecer cinco mil litros de água por segundo.

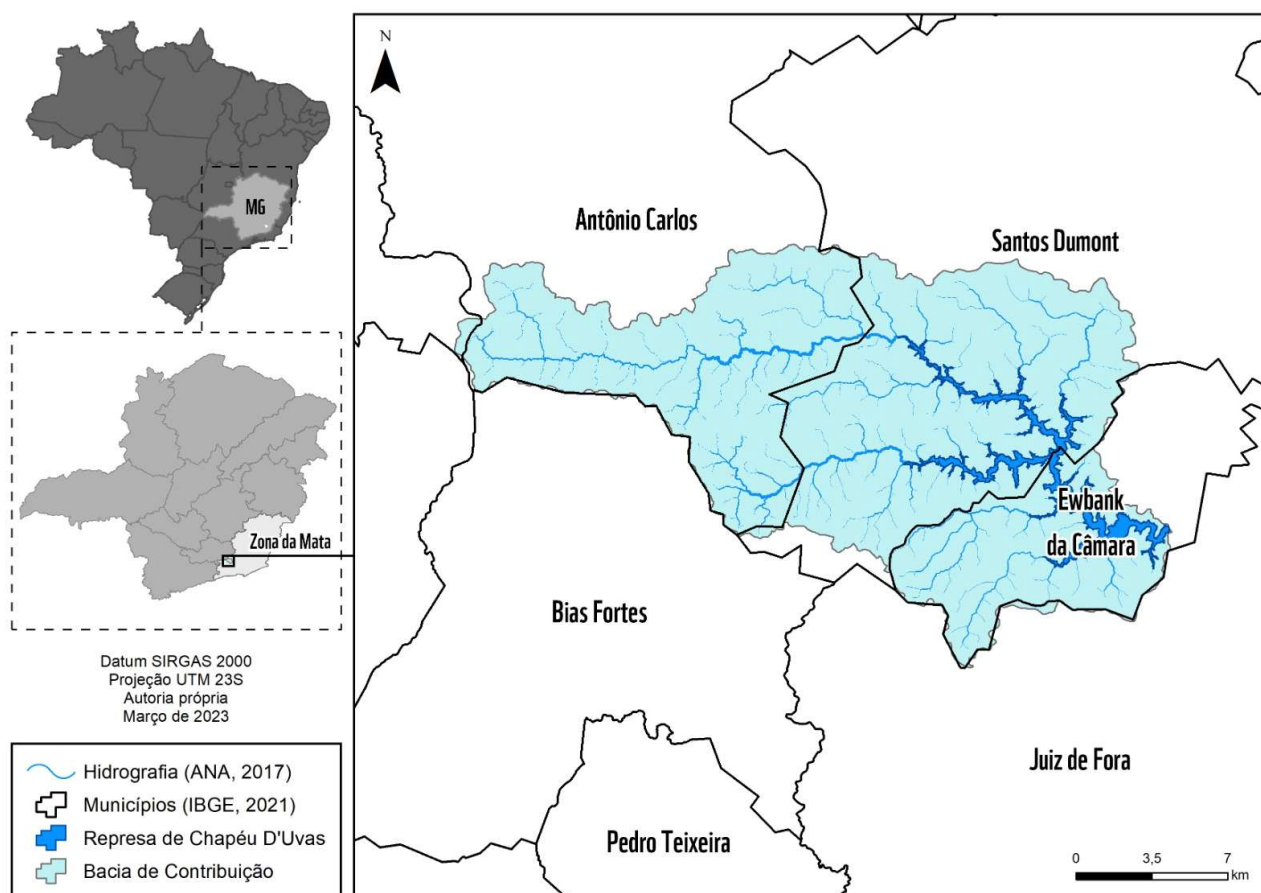


Figura 1 – Bacia Hidrográfica de contribuição para a barragem de Chapéu d’Uvas: mapa de localização na Bacia Hidrográfica em relação ao estado de MG, à região da Zona da Mata Mineira e aos municípios. Destaca-se em azul escuro o reservatório de Chapéu d’Uvas.

## 2.2. Modelo Hidrológico SWAT

O SWAT foi desenvolvido no início da década de 90, e é um modelo de base física, semi-distribuído (variação espaço-temporal), contínuo no tempo e capaz de simular longos períodos. Dentro do modelo, a bacia hidrográfica é dividida em múltiplas sub-bacias, que são então subdivididas em unidades de resposta hidrológica (HRUs), as quais são áreas homogêneas que possuem os mesmos tipos de solo, uso e cobertura do solo e declividade (ARNOLD et al.; 1997). Categorizar sub-bacias em HRUs aumenta a precisão e fornece uma descrição física mais refinada.

A Figura 2 apresenta o processo de parametrização e modelagem com o SWAT.

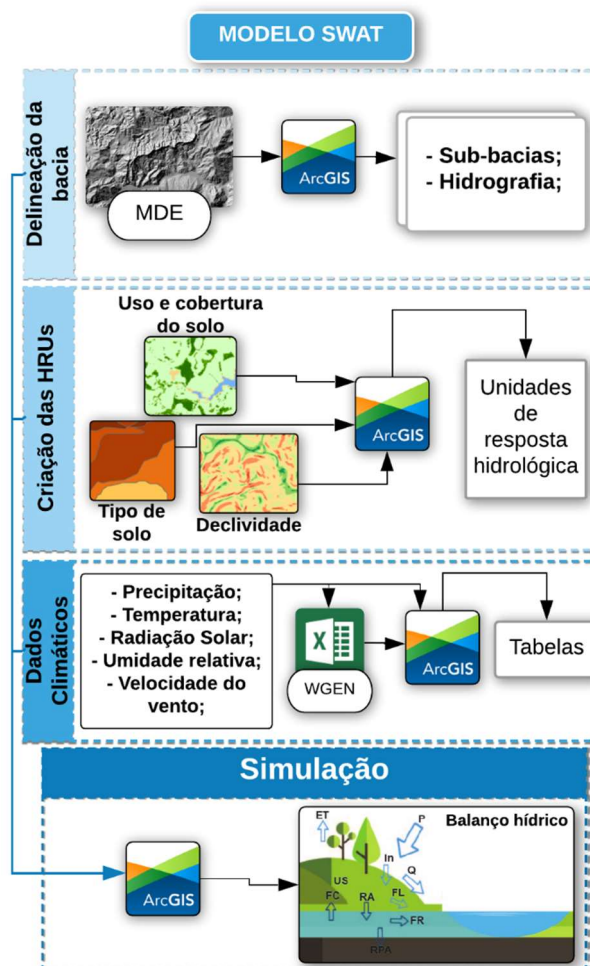


Figura 2 – Fluxograma do procedimento utilizado na simulação hidrológica pelo ArcSWAT. Figura adaptada de ANDRADE e RIBEIRO (2020).

### 2.3. Unidades de Resposta Hidrológica (HRU)

As unidades de resposta hidrológica (HRUs) são formadas pelas combinações entre os mapas de uso e ocupação do solo, declividades e tipo de solo (Figura 3).

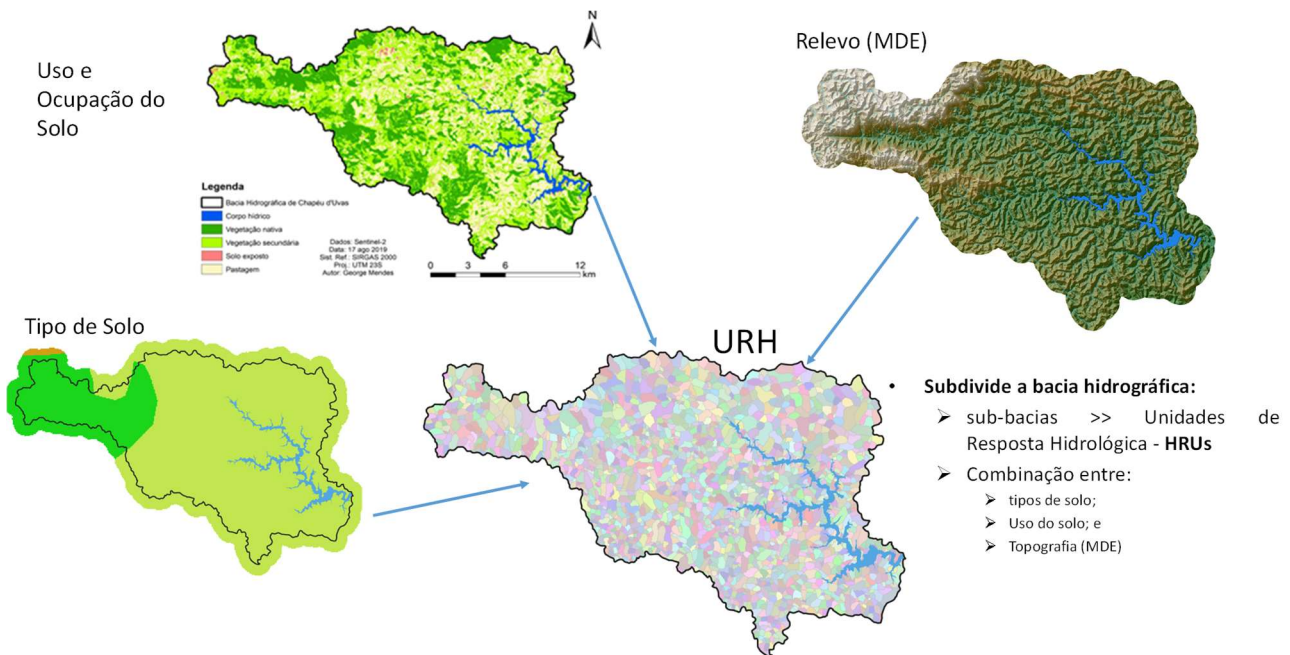


Figura 3 – Geração das Unidades de Resposta Hidrológica (HRU), a partir da combinação dos mapas de uso e ocupação do solo, tipo de solo e declividades (topografia), para a bacia de contribuição para a barragem de Chapéu d'Uvas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Vazões Médias de Longo Período

Uma vez parametrizado o modelo SWAT, para a bacia de contribuição para o reservatório de Chapéu d'Uvas, foram preparadas as forçantes meteorológicas (precipitação, radiação solar, umidade relativa, e temperatura), para alimentar o modelo, a partir de séries de dados obtidas na estação meteorológica do INMET, da cidade de Juiz de Fora, no período de 1983 a 2015.

Os resultados das vazões diárias, geradas pelo modelo, são apresentadas nos hidrogramas das principais sub-bacias que contribuem para o reservatório da barragem de Chapéu d'Uvas, conforme as figuras a seguir.

Campos dos Goytacazes/RJ

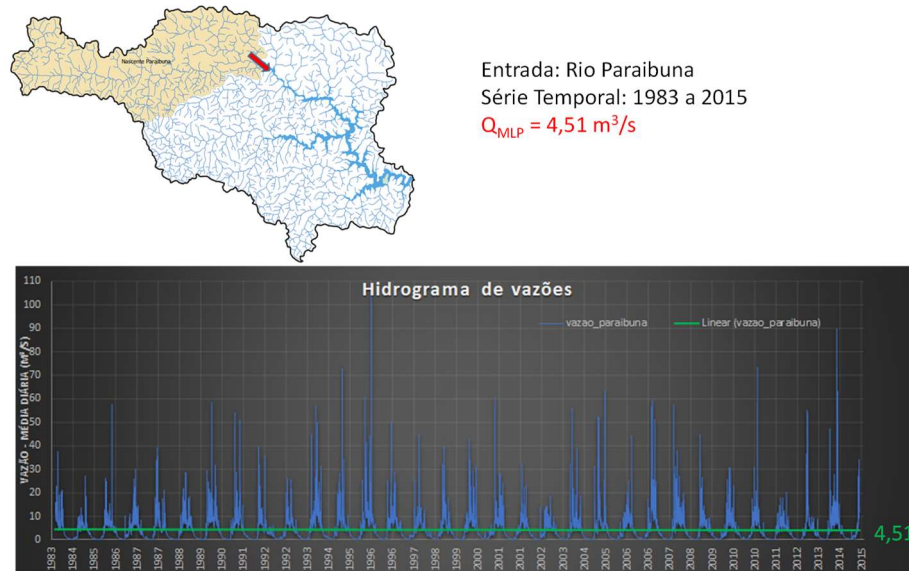


Figura 4 – Geração da vazão média de longo período ( $4,51 \text{ m}^3/\text{s}$ ), proveniente da bacia de contribuição do Rio Paraibuna, para o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas, utilizando o modelo SWAT.

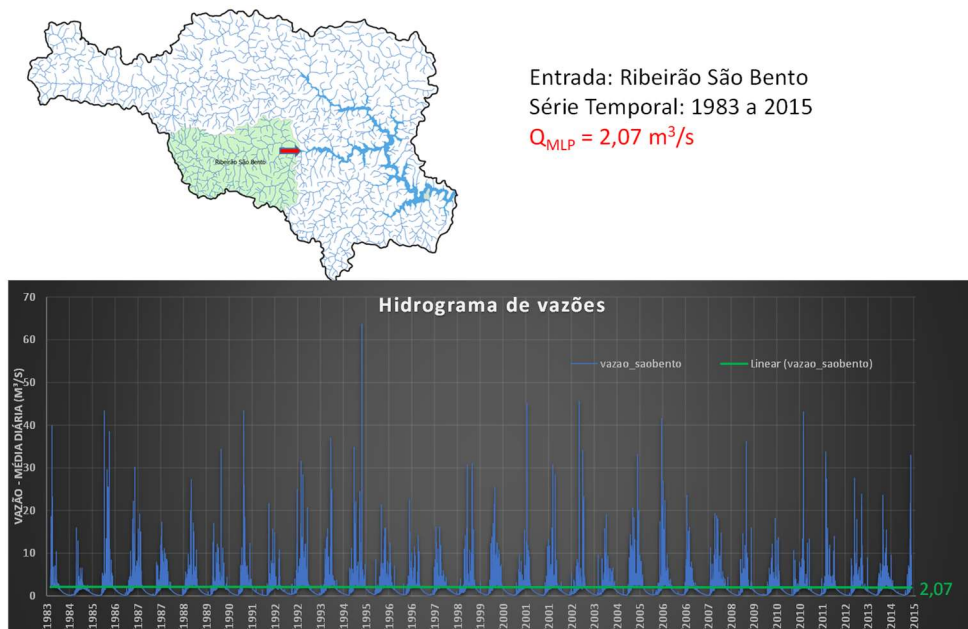


Figura 5 – Geração da vazão média de longo período ( $2,07 \text{ m}^3/\text{s}$ ), proveniente da bacia de contribuição do Ribeirão São Bento, para o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas, utilizando o modelo SWAT.

Campos dos Goytacazes/RJ



Entrada: Córrego Criminoso  
Série Temporal: 1983 a 2015  
 $Q_{MLP} = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$

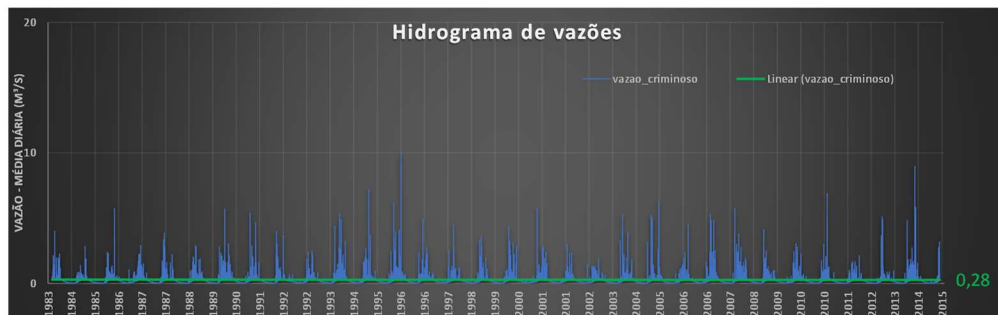
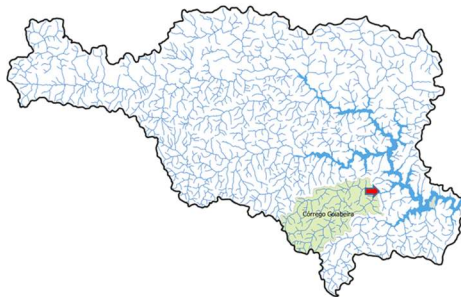


Figura 6 – Geração da vazão média de longo período ( $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$ ), proveniente da bacia de contribuição do Córrego Criminoso, para o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas, utilizando o modelo SWAT.



Entrada: Córrego Goiabeira  
Série Temporal: 1983 a 2015  
 $Q_{MLP} = 0,97 \text{ m}^3/\text{s}$

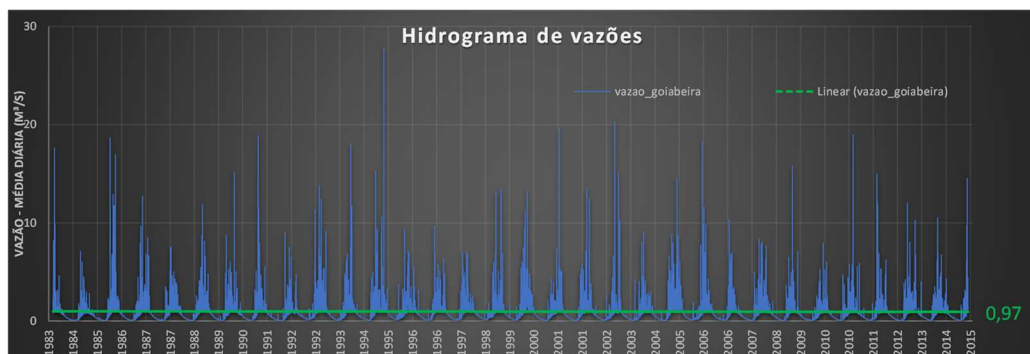


Figura 7 – Geração da vazão média de longo período ( $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$ ), proveniente da bacia de contribuição do Córrego Goiabeira, para o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas, utilizando o modelo SWAT.

Campos dos Goytacazes/RJ

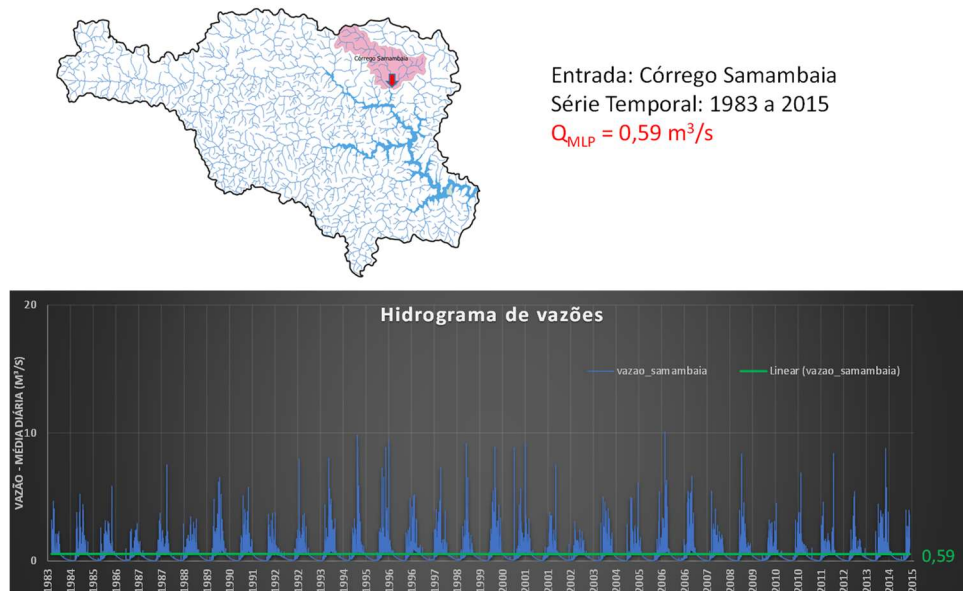


Figura 8 – Geração da vazão média de longo período ( $0,59 \text{ m}^3/\text{s}$ ), proveniente da bacia de contribuição do Córrego Samambaia, para o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas, utilizando o modelo SWAT.

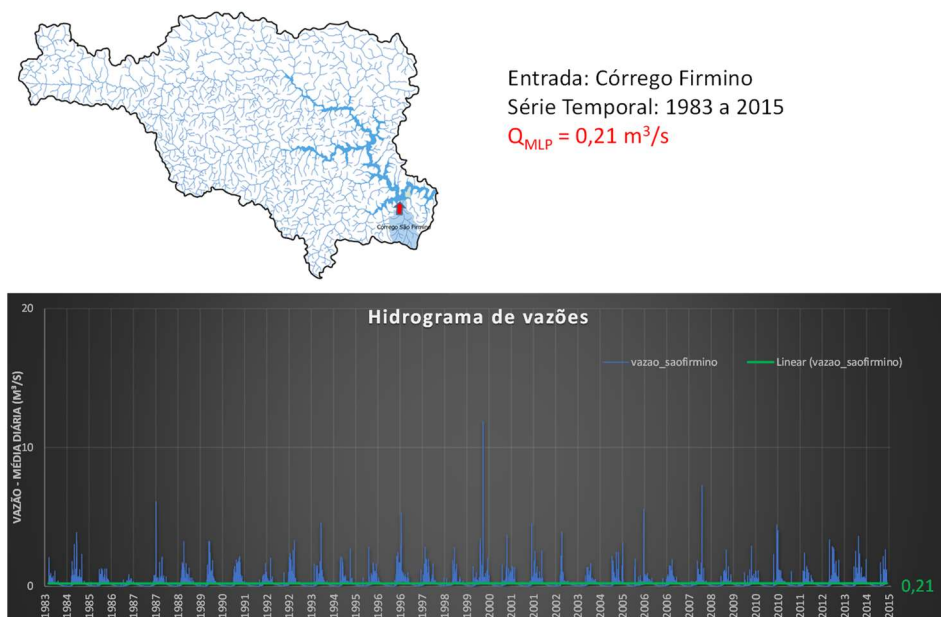


Figura 9 – Geração da vazão média de longo período ( $0,21 \text{ m}^3/\text{s}$ ), proveniente da bacia de contribuição do Córrego Firmino, para o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas, utilizando o modelo SWAT.

Campos dos Goytacazes/RJ

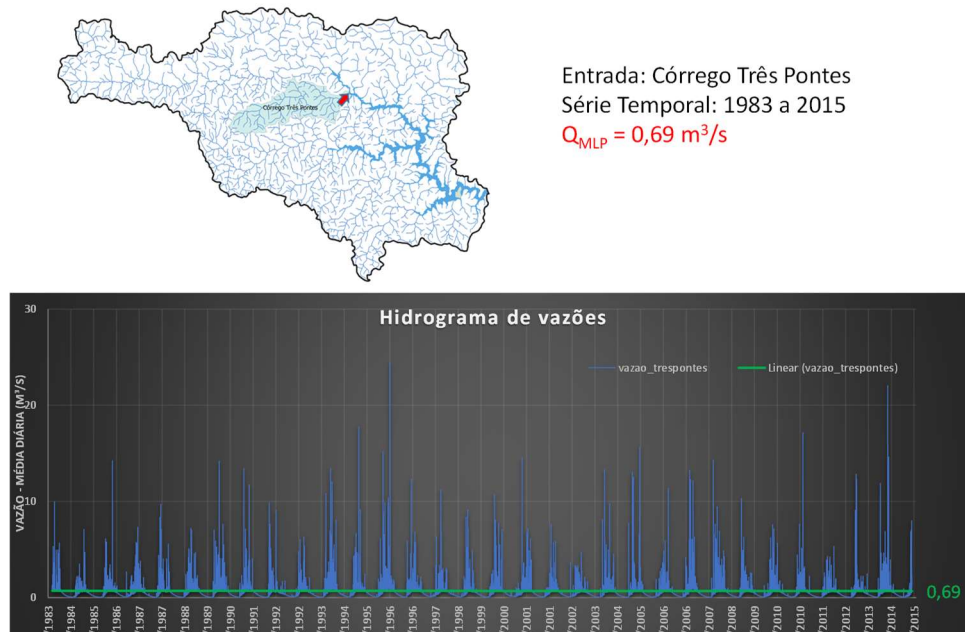


Figura 10 – Geração da vazão média de longo período ( $0,69 \text{ m}^3/\text{s}$ ), proveniente da bacia de contribuição do Córrego Três Pontes, para o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas, utilizando o modelo SWAT.

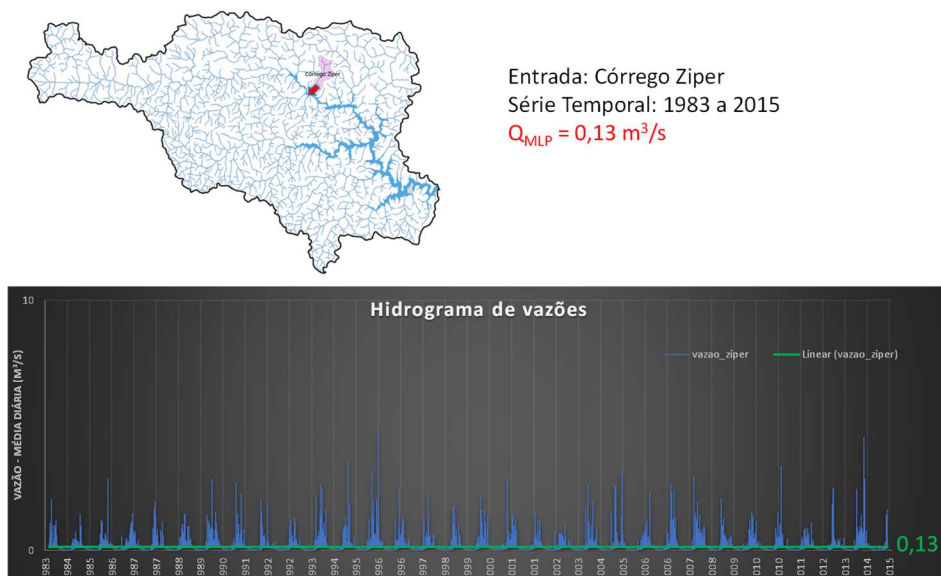


Figura 11 – Geração da vazão média de longo período ( $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ ), proveniente da bacia de contribuição do Córrego Ziper, para o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas, utilizando o modelo SWAT.



Campos dos Goytacazes/RJ

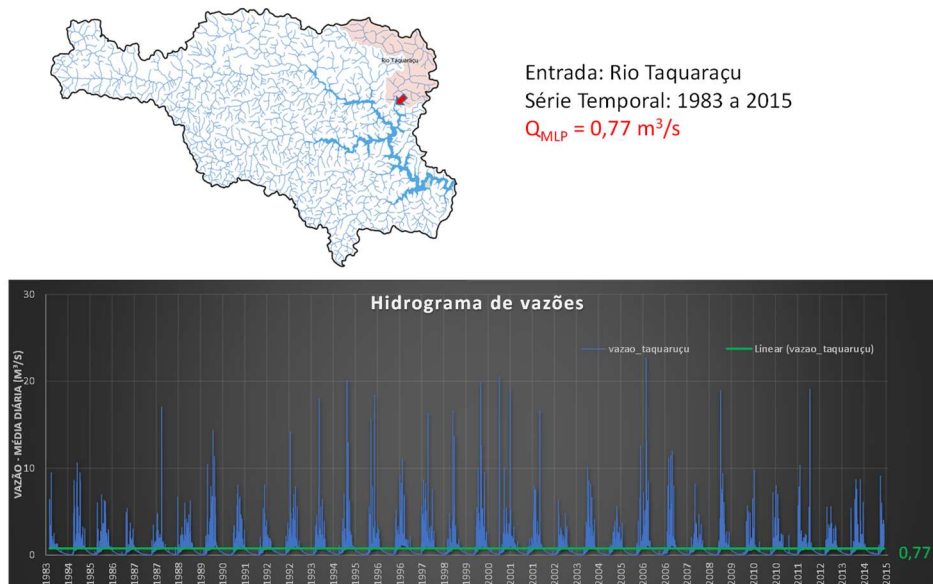


Figura 12 – Geração da vazão média de longo período ( $0,77 \text{ m}^3/\text{s}$ ), proveniente da bacia de contribuição do Rio Taquaraçu, para o reservatório da barragem de Chapéu d’Uvas, utilizando o modelo SWAT.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível estimar as vazões médias de longo período que contribuem para o reservatório de Chapéu d’Uvas a partir do modelo SWAT. A maior vazão média que contribui para o reservatório ( $4,51 \text{ m}^3/\text{s}$ ) é proveniente da sub-bacia do rio Paraibuna e a menor vazão média de longo período ( $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ ), que contribui para o reservatório provém da sub-bacia de contribuição do córrego do Ziper.

Por fim, entende-se este estudo tem potencial para contribuir para o gerenciamento adequado da bacia de Chapéu d’Uvas, que carece com informações de vazões por não possuir nenhuma estação fluviométrica..

#### REFERÊNCIAS

ANDRADE, MARCEL PEREIRA DE ; RIBEIRO, CELSO BANDEIRA DE MELO . *Impacts of land use and cover change on Paraíba do Sul watershed streamflow using the SWAT model*. REVISTA BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, v. 25, p. 1-13, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.252020190034>

ARNOLD, J.G.; SRINIVASAN, R.; MUTTIAH, R.S.; WILLIAMS, J.R. (1997). *Large area hydrologic modeling and assessment-Part1: Model Development*. Journal of the American Water Resources Association. 34(1), 73-89 pp