

## Dinâmica de nutrientes na saída da bacia do Rio Paraíba do Sul

Letícia Maria Evangelista de Souza<sup>1\*</sup>, Edson Soares Stellet Mariano<sup>1</sup>, Marina Satika Suzuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense

\*leticiaevangelistaueenf@gmail.com

### Resumo

O Rio Paraíba do Sul (RPS) se localiza no sudeste brasileiro, possuindo grande importância para a região. O objetivo deste trabalho é caracterizar a dinâmica do transporte de nutriente e os parâmetros físico-químicos a partir do ano de 2017 até o atual momento. A vazão tem apresentado valores cada vez menores, influenciando diretamente nos menores valores de MPS enquanto observa-se um ligeiro incremento na condutividade elétrica e concentração de nutriente (C e N), possivelmente em decorrência de uma menor diluição. Outras variáveis não tem apresentado alterações significativas, como oxigênio dissolvido, alcalinidade e pH. A vazão mostra-se como o principal fator controlador da dinâmica de nutrientes e dos valores dos parâmetros físico-químicos.

**Palavras-chave:** Estiagem, Atividade antrópica, MPS.

### 1. Introdução

Por estarem diretamente relacionados ao desenvolvimento econômico, os rios estão suscetíveis às externalidades negativas ao longo de seu curso, atingindo-os de várias formas, como alterações em seu curso, desmatamento das matas adjacentes, até a descarga de metais pesados, herbicidas, pesticidas e inúmeras substâncias orgânicas. A forma como os rios interagem com as bacias de drenagem mostra uma contribuição contínua de material aloctone principalmente de origem orgânica (TUNDISI; MATSUMURA, 2011)<sup>[1]</sup>. A composição de suas águas é fortemente influenciada pela precipitação atmosférica. A chuva promove a lavagem dos terrenos da bacia, incrementando a composição de suas águas, e por outro lado, diluição dos elementos presentes na calha fluvial. A composição química é de extrema importância na determinação de fatores ambientais, e esta pode ser classificada com base nos elementos dissolvidos encontrados (BERNER; BERNER, 1996)<sup>[2]</sup>.

Dentre os nutrientes considerados limitantes estão os nitrogenados, fosfatados e carbono, pois afetam as atividades bióticas, e estas apresentam alterações temporais relacionadas à uma maior entrada alóctone no período chuvoso e maior concentração de nutrientes, especialmente totais nos períodos mais secos, em decorrência da atividade autóctone e uma menor diluição desses compostos (SECCO; SUZUKI, 2010)<sup>[3]</sup>

O desenvolvimento econômico e social de uma população está diretamente associada com os recursos. Assim, o Rio Paraíba do Sul (RPS), que atravessa os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, está fortemente ligado à economia desses estados. Apesar de toda a sua importância para o desenvolvimento econômico e social, o RPS sofre influência de inúmeras atividades antrópicas, afetando diretamente as características de suas águas. Desde 2013 o RPS vem sofrendo com um período atípico em relação à escassez de chuvas, com diminuição na vazão e transporte de material particulado em suspensão (MPS), e influenciando o fluxo de nutrientes.

O objetivo deste trabalho é caracterizar a dinâmica de nutrientes (C, N, P e Si) e do MPS e dos parâmetros físico-químicos (pH, temperatura, condutividade elétrica, vazão, alcalinidade e oxigênio dissolvido) na calha fluvial da bacia inferior do RPS a partir do ano de 2017 até o atual momento identificando seus principais fatores controladores, contribuindo para o banco

de dados do Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense que existe desde 1994.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Materiais**

A bacia do RPS se localiza na região sudeste brasileira, possui uma área de drenagem de 61.307 km<sup>2</sup>, dividindo a sua contribuição entre os estados de São Minas Gerais e Rio de Janeiro. O RPS é considerado um rio de domínio da União por abranger mais de um estado. Seus principais são para abastecimento de água, diluição de esgotos, irrigação, geração de energia elétrica e, em menor escala, há a pesca, aquicultura, recreação e navegação e de seus solos para atividade agrícola e pastagens. As áreas de pastagem ocupam cerca de 40% do uso dos solos da bacia e a atividade agrícola ocupa 10%, sendo principalmente por pequenos agricultores. A bacia é marcada pela presença de usinas hidrelétricas e reservatório ao longo de seu curso (AGEVAP, 2018)<sup>[4]</sup>.

A bacia pode ser dividida em três macrorregiões, Alto, Médio e Baixo Paraíba. O RPS corta o município de Campos dos Goytacazes, maior município do interior do estado do Rio de Janeiro, já próximo a sua foz. Localizada na região do Baixo Paraíba, a baixada campista é caracterizada pelas suas áreas inundáveis e também pela sua atividade econômica baseada na agricultura extensiva e no cultivo de cana-de-açúcar.

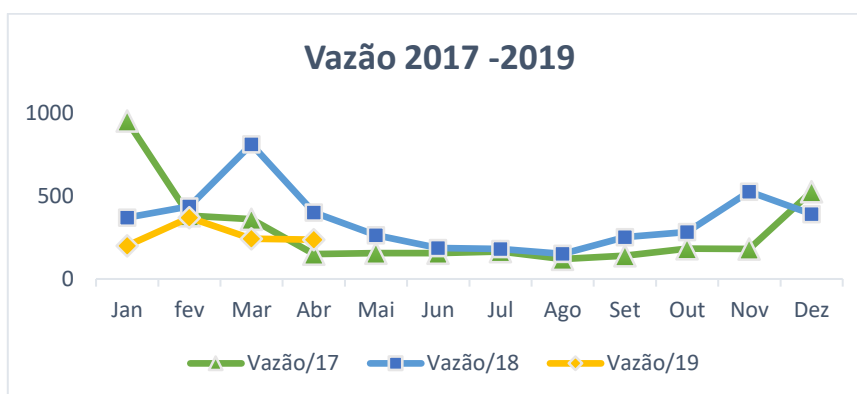
### **2.2. Metodologia**

A metodologia aplicada consiste em coletas quinzenais de amostras de água fluvial da saída da bacia de drenagem do RPS em Campos dos Goytacazes em um ponto fixo na ponte Barcelos Martins. A estimativa de vazão é realizada em três pontos onde medimos a profundidade e a velocidade de corrente, a soma das medidas em cada subseção fornece a vazão instantânea no momento da coleta.

A coleta de água é realizada na sessão central do rio, onde é utilizado um amostrador de metal acoplado em uma de garrafa de vidro âmbar, que permite amostra integrais da coluna d'água. Posteriormente essa amostra será utilizada para medição da alcalinidade total e mediante filtração sub-amostras serão utilizadas para determinação de clorofila a (filtradas através de membranas GF/F) e estocadas em freezer para posterior determinação de compostos de nitrogênio, fósforo e silicato. O MPS é medido por gravimetria após filtração (Millipore, 0,45µm de poro). No campo ocorre a mensuração da temperatura, condutividade elétrica e pH da amostra de água com equipamentos portáteis (Digimed e WTW). O oxigênio dissolvido é determinado por três alíquotas de água através do método Winkler. As concentrações dos íons NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> são determinadas através da cromatografia de íons Metrohm 861 e 844 seguindo a metodologia específica.

### 3. Resultados e Discussão

Desde 2013 a região sudeste vem sofrendo com períodos atípicos de escassez no volume de chuvas, o que consequentemente contribuiu para menores valores de vazão fluvial, que apresentam valores muito abaixo de sua média histórica (~1000 m<sup>3</sup>/s). De acordo com MARIANO, 2018<sup>[5]</sup> estudos mostram que os baixos valores de vazão estão sendo influenciados não só pela menor precipitação pluviométrica na região sudeste, mas também pela falta de controle em relação ao usos antrópicos, como no gerenciamento de represas e desvios irregulares.



**Figura 1.** Valores de vazão de 2017 - 2019

A vazão aparece, apesar dos valores baixos, como fator controlador da dinâmica de nutrientes no RPS. O MPS, temperatura, carbono orgânico dissolvido (COD), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, silicato reativo e Ca se correlacionaram positiva e significativamente com a vazão. As maiores precipitações estão relacionadas ao período de verão. O aumento no volume da calha fluvial leva a uma lavagem das áreas marginais, resultando no incremento do material particulado na calha fluvial, e o incremento nas concentrações de nutrientes mais facilmente lixiviáveis da bacia de drenagem. O incremento do COD relacionado à vazão indica sua origem predominantemente alóctone, proveniente da decomposição de plantas e animais, assim como o NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. O silicato reativo e o Ca estão relacionados ao intemperismo das rochas presentes na área da bacia e lixiviação dos solos. O pH e a condutividade elétrica se correlacionaram negativamente com a vazão. Segundo DE ARAÚJO et al., 2007<sup>[6]</sup> a condutividade elétrica reflete a concentração de íons dissolvidos na água, e as maiores vazões levam à diluição desses íons. O pH reflete o maior aporte de materiais através de escoamento superficial e lixiviação de compostos ácidos acumulados do processo de decomposição terrestre, além de relacionar-se ao incremento de ácido carbônico vindo das chuvas (ESTEVEZ, 1998)<sup>[7]</sup> ..

**Tabela 1.** Tabela de correlação dos parâmetros analisados

	Vazao	Temp	pH	Conduct	OD	HCO3	MPS	Clorof	COD	NO2	NO3	NH4	NTD	Silica	SO4	Na	Ca	K	Mg
	m³/s	oC	µS.cm	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l	µM	µM	µM	µM	µM	µM	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Vazao	1,000	0,514	-0,300	-0,330	0,255	-0,253	-0,700	-0,259	0,461	0,105	-0,194	0,313	0,099	0,482	-0,174	-0,193	0,328	0,142	0,264
Temp	1,000	1,000	-0,234	-0,429	-0,084	-0,371	0,483	-0,295	0,189	0,048	-0,059	0,310	-0,051	0,180	-0,192	-0,395	0,004	-0,154	-0,055
pH			1,000	0,063	0,160	-0,010	-0,346	0,212	-0,069	-0,065	0,261	-0,173	0,051	-0,319	0,284	0,291	-0,145	0,071	0,088
Conduct				1,000	0,022	0,258	-0,489	0,186	0,325	0,272	0,008	0,091	0,098	-0,144	0,349	0,513	0,324	0,611	0,385
OD					1,000	-0,121	0,004	-0,115	0,401	0,408	-0,203	-0,088	0,336	0,474	0,223	0,021	0,064	0,180	0,135
HCO3						1,000	-0,324	0,073	0,051	-0,104	-0,044	0,027	0,040	-0,140	-0,238	0,170	0,280	0,185	0,100
MPS							1,000	-0,180	0,035	0,088	-0,210	0,240	-0,113	0,307	-0,263	-0,375	0,118	-0,173	0,018
Clorof								1,000	-0,272	-0,022	0,142	-0,007	-0,132	-0,241	0,097	0,051	0,078	0,040	0,158
COD									1,000	0,085	-0,102	0,341	0,128	0,308	-0,047	0,133	0,501	0,511	0,346
NO2										1,000	-0,255	-0,206	-0,020	0,378	0,347	0,050	-0,195	0,337	0,086
NO3											1,000	-0,247	-0,028	-0,151	0,159	0,018	-0,051	0,040	-0,106
NH4												1,000	0,523	-0,124	0,086	0,116	0,195	0,013	0,515
NTD													1,000	0,023	0,210	0,138	0,198	-0,034	0,123
Silica														1,000	-0,049	-0,254	0,119	0,301	0,047
SO4															1,000	0,314	-0,368	0,039	0,009
Na																1,000	0,252	0,406	0,694
Ca																	1,000	0,611	0,630
K																		1,000	0,616
Mg																			1,000

#### 4. Conclusões

Durante o período avaliado os valores de vazão se mostraram muito abaixo da média histórica (~1000 m³.s⁻¹), tendo como causas a insuficiência de precipitação pluviométrica e ações antrópicas como represamento e barragens ao longo do seu curso. A vazão se correlaciona positivamente com a temperatura, MPS, COD, silicato reativo, NH₄⁺ e Ca (os cinco últimos reforçam a contribuição terrestre à calha fluvial). A condutividade elétrica correlacionou-se negativamente com vazão, indicando a diluição. Apesar de não significativa, a correlação negativa entre vazão e clorofila *a* evidencia o crescimento fitoplanctônico nos períodos de menor vazão e maior transparência da água (menos MPS) e resulta em valores mais elevados de pH na calha fluvial.

#### Agradecimentos

UENF, CNPq, FAPERJ.

#### Referências

- [1] TUNDISI, G.; MATSUMURA, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina das Letras, 2011. 870p
- [2] BERNER, E. K.; BERNER, A. R. **Global Environment - Water, Air, and Geochemical Cycles**. New York: Prentice Hall, 1996. 376p. Relatório de Situação: Bacia do Rio Paraíba do Sul 2018. p. 163, 2018.
- [3] SECCO, H.; SUZUKI, M. S. Sazonalidade hidroquímica e transporte de materiais dissolvidos no delta da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil (2008 – 2009). n. February 2014, 2010.B
- [4] AGEVAP. Relatório de Situação: Bacia do Rio Paraíba do Sul 2018. p. 163, 2018.
- [5] MARIANO, E. S. S. **HIDROQUÍMICA DA PORÇÃO INFERIOR DO RIO PARAÍBA DO SUL NO PERÍODO ATÍPICO DE ESCASSEZ DE CHUVAS ENTRE 2014 E 2017**. UENF, 2018.
- [6] DE ARAÚJO, L. M. N. et al. Estudo dos principais parâmetros indicadores da qualidade da água na bacia do rio Paraíba do Sul. 2007.
- [7] ESTEVES, F. DE A. Fundamentos de limnologia. In: **Fundamentos de limnologia**. 2º ed. Rio de Janeiro: Interciência/Finep, 1998.