

# Cargas Poluentes em Corpos Hídricos do Município de Maceió/AL

## *Pollutant loads in water bodies at the municipality of Maceió/AL*

• **Data de entrada:**  
11/03/2018




• **Data de aprovação:**  
19/07/2018

Eduardo Lucena Cavalcante de Amorim<sup>1\*</sup> | Lucas José Medeiros Bleinroth<sup>1</sup> | Carlos Roberto Moura Leal Junior<sup>1</sup> | Vladimir Caramori Borges de Souza<sup>1</sup> | Marllus Gustavo Ferreira Passos das Neves<sup>1</sup>

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2020.015>

### ORCID ID

Amorim, E. L. C.  <https://orcid.org/0000-0002-7349-9055>  
Bleinroth, L.J.M.  <https://orcid.org/0000-0002-7391-7827>

Leal Junior, C.R.M.  <https://orcid.org/0000-0003-2068-4350>  
Souza, V.C.B.  <https://orcid.org/0000-0003-2143-5081>  
Neves, M. G. F. P.  <https://orcid.org/0000-0003-0986-0528>

### Resumo

Este trabalho tem por objetivo a avaliação das cargas poluentes transportadas pelos principais corpos hídricos inseridos no município de Maceió/AL. Para tanto, delimitaram-se como áreas de estudo as bacias hidrográficas dos rios Meirim, Pratagy e Jacarecica e dos riachos do Silva e do Reginaldo. A metodologia consistiu na medição de variáveis de qualidade das águas e das vazões dos rios e riachos, obtendo-se assim as cargas poluentes. Os resultados alcançados indicaram que os corpos hídricos estudados apresentaram elevados valores médios de cargas poluentes com relação aos seguintes constituintes de qualidade da água: sólidos totais, DBO5, DQO, coliformes totais e *Escherichia coli*. Tais resultados permitiram concluir que o comprometimento da qualidade das águas superficiais dos corpos hídricos estudados se deve principalmente às características de uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas.

**Palavras-chave:** Qualidade da água. Bacias hidrográficas. Cargas poluentes.

### Abstract

*This work aims to evaluate the transportation of pollution at the main water bodies found at Maceió/AL. Therefore, the study area was delimited as the watersheds of the Meirim river, Jacarecica river, Silva stream, and also the Reginaldo stream. The methodology consisted in measuring the flow rate and water quality variables of the streams and rivers, obtaining, as result, the pollutant loads. The results achieved and the medium values of the pollutant loads pointed that the studied water bodies have significant magnitude values concerning the following variables: Total solids, BOD5, COD, total coliforms and *Escherichia coli*. These results led to the conclusion that the loss in surface water quality is a reaction mainly of land use and occupation at the watersheds.*

**Keywords:** Water quality. Watershed. Pollutant load.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alagoas. Maceió – AL – Brasil.

\* **Autor correspondente:** [eduardo.lucena@ctec.ufal.br](mailto:eduardo.lucena@ctec.ufal.br).

## 1 INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade da água é o esforço em obter informações quantitativas e qualitativas da água por meio de amostragem estatística. Segundo Naime e Fagundes (2005), o monitoramento ambiental é o procedimento mais adequado para a correta gestão dos corpos d'água, uma vez que é possível reconhecer o estado e as causas que atuam na sua qualidade. O tipo de informação procurada depende dos objetivos da rede de monitoramento, e esses variam desde a detecção de violações dos padrões de qualidade do corpo d'água até a determinação das tendências temporais da qualidade da água (SANDERS et al., 1983).

A caracterização e o controle da qualidade das águas superficiais são de grande importância em qualquer localidade, sobretudo em regiões urbanizadas, sendo condição indispensável para o desenvolvimento das populações, seja sob o aspecto socioeconômico ou para a obtenção e manutenção da qualidade de vida. Para Clausen & Fugl (2010), a gestão dos recursos hídricos deve ser um processo que promova o desenvolvimento coordenado, em relação à gestão das bacias hidrográficas e a outros recursos relacionados, para a sustentabilidade da vida e consequentemente o aumento do bem-estar socioeconômico.

Segundo Abessa (2003), a degradação dos recursos hídricos, devido ao lançamento crescente de efluentes domésticos e industriais nos rios e córregos, constitui grande problema, principalmente em regiões metropolitanas. A falta de planejamento e o crescimento elevado das áreas urbanizadas têm gerado significativa preocupação com a qualidade das águas superficiais urbanas.

O elevado crescimento populacional observado nas últimas décadas é a maior causa da poluição dos corpos d'água. Os impactos provocados pela ocupação urbana e pelas atividades industriais, agrícolas e pecuárias resumem-se na conse-

quência mais visível desse aspecto, isso aliado à maior geração de esgotos domésticos nos centros urbanos, fato que torna mais grave a poluição. O aumento da produção agrícola resulta em uso mais intensivo de agrotóxicos e fertilizantes que, de forma variada, alcança os corpos d'água, em uma das facetas da poluição difusa (LIBÂNIO, 2010). Além disso, o sistema de drenagem das águas pluviais em áreas urbanas é tido como uma das principais fontes de degradação da qualidade das águas superficiais dos corpos hídricos (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2000, apud HATT et al., 2004), uma vez que carregam para rios/riachos poluentes acumulados na superfície do solo.

A carga de determinado poluente é a sua quantificação expressa em termos de massa por unidade de tempo. Para Tucci (2005), a concentração isolada não possui representatividade temporal e espacial, visto que apresenta variações com a alteração de vazão.

O conhecimento das cargas poluentes é fundamental para compreender a deterioração da qualidade da água nos corpos hídricos. De acordo com Littlewood e Marsh (2005), a avaliação das cargas de constituintes na dinâmica da água também é necessária para a gestão de sua qualidade, pois auxilia na compreensão da dinâmica dos nutrientes e nos processos de mobilidade da bacia hidrográfica, além de contribuir com a avaliação dos recursos hídricos.

No município de Maceió, assim como em outros centros urbanos, é possível afirmar que o comprometimento da qualidade da água está associado principalmente à falta de infraestrutura básica de saneamento (inexistência ou precariedade do sistema de coleta e destinação final adequada dos sistemas de tratamento dos resíduos sólidos e líquidos) e aos processos erosivos e de assoreamento dos corpos hídricos. Desse modo, tem-se que os corpos d'água inseridos

nos limites territoriais do município são influenciados pelo aporte frequente de poluentes de fontes difusas, proveniente principalmente dos aglomerados urbanos.

Neste sentido, a fim de avaliar a situação ambiental dos principais corpos hídricos inseridos no município de Maceió, este trabalho teve como objetivo determinar as cargas poluentes para diferentes parâmetros de qualidade da água, a partir de resultados obtidos por meio de monitoramento mensal dos aspectos quantitativos e

qualitativos ocorridos no segundo semestre do ano de 2015.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

As áreas de estudo do presente trabalho compreendem as principais bacias hidrográficas inseridas parcialmente ou totalmente no município de Maceió/AL, identificadas na Fig. 1, seguida de um diagnóstico sucinto.

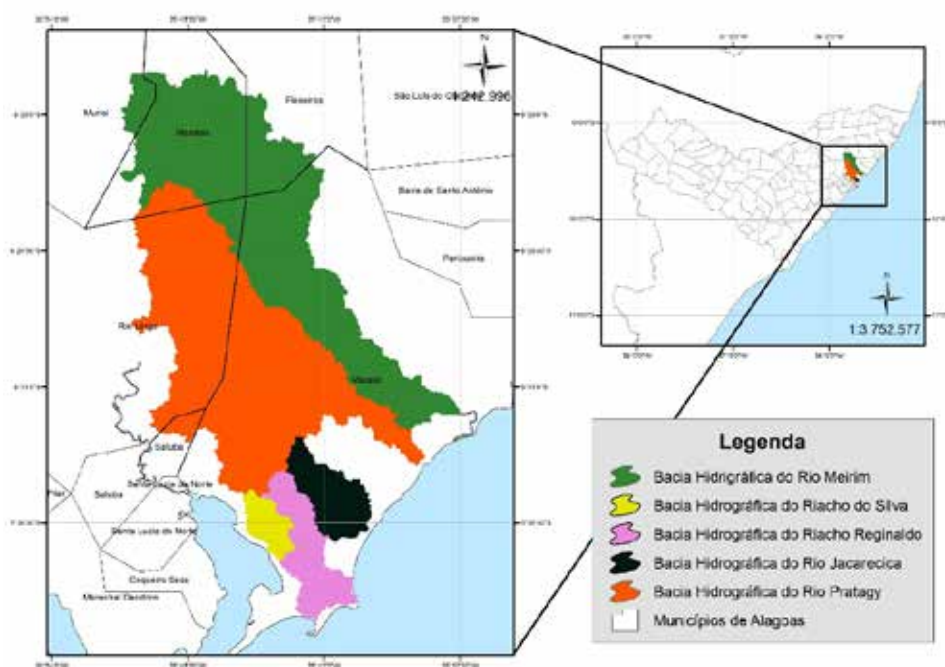


Figura 1 - Localização das bacias estudadas.

#### 2.1.1 Bacia hidrográfica do rio Meirim

A bacia hidrográfica do rio Meirim está inserida em parte dos municípios alagoanos de Maceió, Messias, Flexeiras e ainda em uma pequena parcela de Murici. Possui cerca de 45 km de extensão e seu escoamento ocorre no sentido sudeste até o seu deságue no Oceano Atlântico, entre os bairros de Pescaria e Ipioca, no município de Maceió. De acordo com Alagoas (2010), a bacia

possui uma área de drenagem de 264,7 km<sup>2</sup>, formada pelo rio Meirim e seus afluentes, dentre os quais se destaca o riacho Saúde.

O rio Meirim tem sua cabeceira a uma altitude de aproximadamente 180 metros no interior do município de Messias. Trata-se de um rio perene que banha região de intenso uso agrícola, na qual predomina o plantio da cana de açúcar.

### 2.1.2 *Bacia hidrográfica do riacho do Silva*

A bacia hidrográfica do riacho do Silva está inserida totalmente na zona urbana da cidade de Maceió, totalizando uma área de 10,13 km<sup>2</sup>, abrangendo totalmente os bairros Petrópolis, Santo Amaro e Chã da Jaqueira e parcialmente os bairros Tabuleiro do Martins, Santa Amélia, Bebedouro, Gruta de Lourdes, Pinheiro (SILVA, 2011).

De acordo com Silva (2011), essa bacia tem seu baixo curso desenvolvendo-se na planície lagunar, com baixa declividade e áreas alagadiças, o que proporciona cheias frequentes nessa porção nos períodos de chuvas intensas. Sua porção superior tem feições características dos tabuleiros costeiros.

Em decorrência do elevado crescimento demográfico apresentado nas duas últimas décadas no município de Maceió, a bacia hidrográfica do riacho do Silva passou por uma grande transformação em sua paisagem. Todavia, ainda é possível observar em sua área de drenagem trechos significativos com fragmentos de vegetação nativa. Isso ocorre em função da presença de duas unidades de conservação ambiental, a saber: Parque Municipal de Maceió e reserva do Ibama.

### 2.1.3 *Bacia hidrográfica do riacho Reginaldo*

A área que compreende a bacia hidrográfica do riacho Reginaldo está totalmente inserida no município de Maceió. Segundo Vidal (2012), a bacia drena uma área de 26,5 km<sup>2</sup>, abrangendo total ou parcialmente 18 bairros da capital alagoana.

O riacho Reginaldo, principal corpo hídrico da bacia, tem durante o período seco sua perenidade garantida pelo lançamento de esgotos domésticos. Seus principais efluentes são pequenos e alguns estão canalizados, como os riachos do Sapo e o Gulandim, na planície litorânea (NEVES et al., 2007).

O percurso do riacho Reginaldo possui cerca de 90% do seu trajeto percorrendo vales encravados entre tabuleiros, no qual predomina a ocupação por população de baixa renda, que também habita as encostas de tabuleiros, sem infraestrutura de saneamento básico (FERNANDES, 2006).

Segundo Holz (2010), a característica marcante dessa bacia quanto ao uso e ocupação do solo é a impermeabilização sem controle de todos os tipos de ocupação.

### 2.1.4 *Bacia hidrográfica do rio Jacarecica*

A bacia hidrográfica do rio Jacarecica encontra-se totalmente inserida no município de Maceió. De acordo com Peplau (2005), trata-se de uma bacia hidrográfica relativamente pequena, drenando uma área de aproximadamente 25,65 km<sup>2</sup>. Sua topografia apresenta elevadas declividades que favorecem o desenvolvimento de processos erosivos formadores de vales profundos.

O processo de ocupação urbana desenfreado tem desencadeado a substituição e a minimização da cobertura da vegetação natural responsável pela proteção do solo (LIMA; REIS, 2015). Apesar de bastante antropizada, ainda é possível encontrar áreas com remanescentes de vegetação nativa, principalmente na parte baixa da bacia.

Com processos de degradação desde a nascente até a sua foz, observa-se a ocorrência de ocupação não planejada, ocorrendo geralmente disposição inadequada de esgoto doméstico *in natura* e resíduos sólidos em toda sua extensão. A erosão dos talvegues ocorre pela concentração do escoamento, em regiões de alta declividade, e pela falta de proteção das superfícies, o que contribui para o assoreamento da foz (CABRAL, 2011).

### 2.1.5 Bacia hidrográfica do rio Pratygy

De acordo com a base cartográfica das Regiões Hidrográficas da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH-AL), a bacia hidrográfica do rio Pratygy possui uma área de drenagem de 194,5 km<sup>2</sup>, localizando-se nos municípios de Maceió, Rio Largo e Messias.

Seu curso d'água principal tem suas nascentes na Zona da Mata alagoana, nas proximidades da sede municipal de Messias e tem como principal afluente o rio Messias, conhecido também como rio do Meio (ALAGOAS, 2010). Trata-se de um corpo hídrico perene, que é atualmente o principal manancial superficial que abastece a capital do Estado. Apesar desse fato, grande parte de sua mata ciliar foi substituída pela de cana de açúcar e por áreas de pastagem para a prática de atividades pecuárias. Entretanto, ainda existem áreas preservadas de Mata Atlântica que podem ser encontradas nas bordas do tabuleiro.

Um fato considerado importante para a preservação ambiental da bacia hidrográfica foi a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) do Pratygy. A APA, com área de 133,69 km<sup>2</sup>, abrange terras nos municípios de Messias, Rio Largo e Maceió. Foi criada pelo Decreto nº 37.589/1998 com o objetivo de harmonização das atividades com o equilíbrio ambiental do ecossistema da bacia hidrográfica do rio Pratygy.

### 2.2 Localização dos Pontos Amostrais

Para o monitoramento realizado neste trabalho, foram escolhidos cinco pontos amostrais, identificados na Fig. 2, sendo cada uma das bacias hidrográficas contempladas com um único ponto de monitoramento. Os critérios adotados para as escolhas dos locais de monitoramento levaram em conta os padrões de ocupação (principalmente das áreas a montante), acessibilidade (existência de estradas ou caminhos facilitando o acesso às margens dos corpos d'água) e leitos com seções transversais bem definidas.

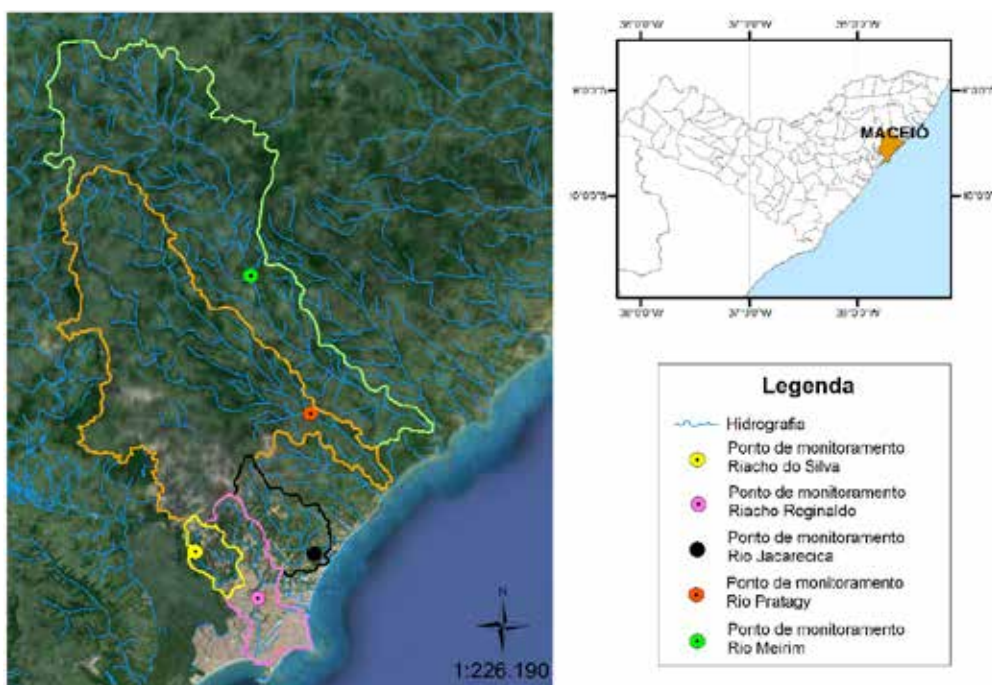


Figura 2 - Identificação dos pontos de monitoramento.

Os pontos amostrais estão situados nas seguintes coordenadas geográficas (sistema UTM, datum WGS84): riacho do Silva (8936862.03 m S; 196501.14 m E), riacho Reginaldo (8933729.85 m S; 200528.66 m E), rio Jacarecica (8936771.90 m S; 204614.27 m E), rio Pratygy (8946143.19 m S; 203362.06 m E) e rio Meirim (8954913.84 m S; 200003.59 m E).

### 2.3 Monitoramento quali-quantitativo

O monitoramento foi realizado mensalmente por meio da obtenção de informações quantitativas (vazão) e qualitativas (variáveis físicas, químicas e microbiológicas). Foram realizadas cinco campanhas de monitoramento, iniciadas em agosto e concluídas em dezembro de 2015. Estas ocorreram nas seguintes datas: 18/08/2015, 22/09/2015, 21/10/2015, 25/11/2015 e 15/12/2015.

É importante salientar que no rio Meirim foram realizadas apenas duas campanhas, tendo início no mês de novembro de 2015, ocorridas em 25/11/2015 e 15/12/2015.

O método utilizado para a determinação das vazões relacionou as velocidades instantâneas dos corpos hídricos com as áreas das seções transversais, obtidas a partir da batimetria dos trechos selecionados. Desse modo, fez-se necessária a determinação dessas duas grandezas.

As velocidades foram obtidas por meio do medidor de fluxo Modelo FP111 da Global Water,

equipamento fornecido pelo Laboratório de Hidráulica do Centro de Tecnologia da UFAL. Esse equipamento determina a velocidade de escoamento por meio da rotação da hélice acoplada a uma haste e a um leitor digital de LCD. Segundo o fabricante, é recomendado para estudos de medições de vazão de esgotos, rios e córregos. Apesar de o medidor de fluxo fornecer a velocidade média no canal, para uma melhor discretização das áreas, elas foram divididas em seções.

O método de cálculo da vazão total na seção transversal adotado foi o da Meia Seção, que consiste em dividir a seção transversal em uma série de verticais. Para corpos hídricos com larguras menores que 3,0 m, foram realizadas medições a cada 0,3 m, e para larguras superiores a 3,0 m, as medidas foram tomadas a cada 0,5 m.

Em cada vertical foram realizadas as medições de velocidade segundo o método Simplificado (tomando-se uma velocidade a 60% da superfície, para profundidades menores que 60,0 cm, e para profundidades que variavam de 61,0 cm a 200,0 cm, dois pontos, um a 20% e outro a 80% da superfície), obtendo-se uma velocidade média para a vertical. Essa velocidade é multiplicada pela área de influência da vertical correspondente, determinada como sendo o produto da profundidade da vertical pela soma das semidistâncias das verticais adjacentes, como mostra a Fig. 3. A vazão total é a soma das vazões parciais, e a velocidade média do rio na seção é o valor da vazão total dividido pela área da seção.

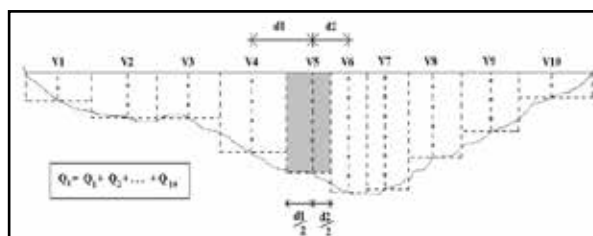


Figura 3 - Ilustração do método da Meia Seção (SEFIONE, 2002).

Com relação aos aspectos qualitativos, foram analisadas 10 (dez) variáveis com base nas características físico-químicas e microbiológicas das águas dos corpos hídricos estudados. Em cada uma das campanhas foram coletadas amostras das águas (uma para cada ponto de monitoramento), que em seguida foram armazenadas em recipientes de polietileno devidamente ambientados e encaminhados ao laboratório para obtenção das seguintes variáveis: demanda bioquímica de oxigênio ( $DBO_5$ ), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST), fósforo total (FT), nitrito, nitrato, nitrogênio total Kjeldahl (NTK), nitrogênio total (NT), coliformes totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*).

As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA), situado no Núcleo de Pesquisas Tecnológicas (NPT) do Centro de Tecnologia (CTEC) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Visando à conservação das características físico-químicas e bacteriológicas, as amostras coletadas foram mantidas devidamente refrigeradas até a chegada ao laboratório. Os métodos utilizados nos procedimentos estão indicados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Variáveis de qualidade da água com seus respectivos métodos/equipamentos utilizados para as determinações.

VARIÁVEIS	MÉTODOS/EQUIPAMENTOS UTILIZADOS
$DBO_5$ (mg/L)	Manométrico – Aparelho BOD Oxidirect (Aqualytic)
DQO (mg/L)	Digestão por dicromato em bloco digestor a 150oC – (APHA, 1999)
Sólidos Totais – ST (mg/L)	Gravimétrico
Fósforo Total – FT (mg P- $PO_4^{3-}$ /L)	Método do Ácido ascórbico após digestão com persulfato – (APHA, 1999)
Nitrito (mg N- $NO_2^-$ /L)	Colorimétrico da Diazotização – (APHA, 1999)
Nitrato (mg N- $NO_3^-$ /L)	Determinação segundo MACKERETH et al. (1978)
NTK (mg N- $NH_4^+$ /L)	Destilação e Titulação – (APHA, 1999)
Nitrogênio Total – NT (mg/L)	NT = NTK + Nitrito + Nitrato (VON SPERLING, 2014)
Coliformes Totais – CT (UFC/100 mL)	Membrana filtrante - Chromocult® - Meio de cultura desidratado em pad de celulose em placas de petri estéril
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	

Com os dados de concentração e vazão de cada coleta, foi possível calcular as cargas instantâneas de cada variável de qualidade analisada. As cargas poluentes foram quantificadas a partir do produto entre concentrações dos poluentes e vazões dos cursos d'água nos instantes considerados.

## 2.4 Análise estatística

As dispersões em torno dos valores observados das variáveis de qualidade da água foram determinadas por meio dos erros padrão das médias amostrais de cada corpo hídrico estudado, e em seguida expostos na forma de tabelas.

O erro padrão é uma medida da precisão da média amostral calculada. É obtido dividindo-se o desvio padrão pela raiz quadrada do tamanho da amostra, conforme Eq. 1:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

Onde:

$S_{\bar{x}}$ : Erro padrão das médias amostrais;

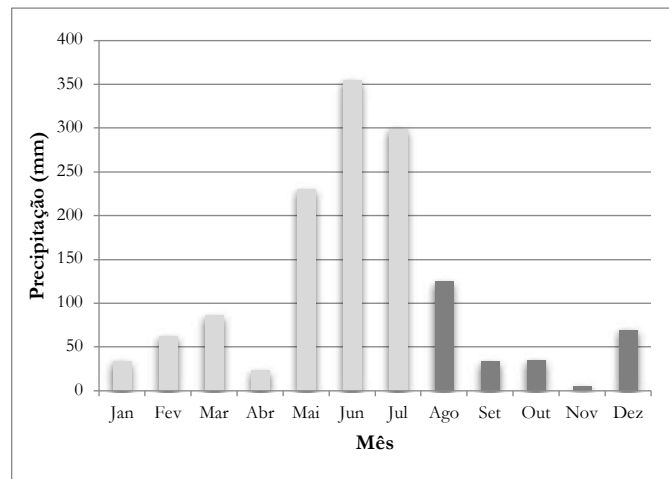
S: Desvio padrão das amostras;

n: Tamanho da amostra.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Vazão

A identificação das estações secas e chuvosas faz-se necessária para a avaliação dos resultados obtidos de vazão instantânea. Dessa forma, a fim de conhecer a sazonalidade da precipitação ocorrida durante o período de monitoramento, foram compilados dados de precipitação diária ocorrida no município de Maceió no ano de 2015, fornecidos pelo INPE/CPTEC pelo Programa de Monitoramento Climático da Região Nordeste (Proclima).



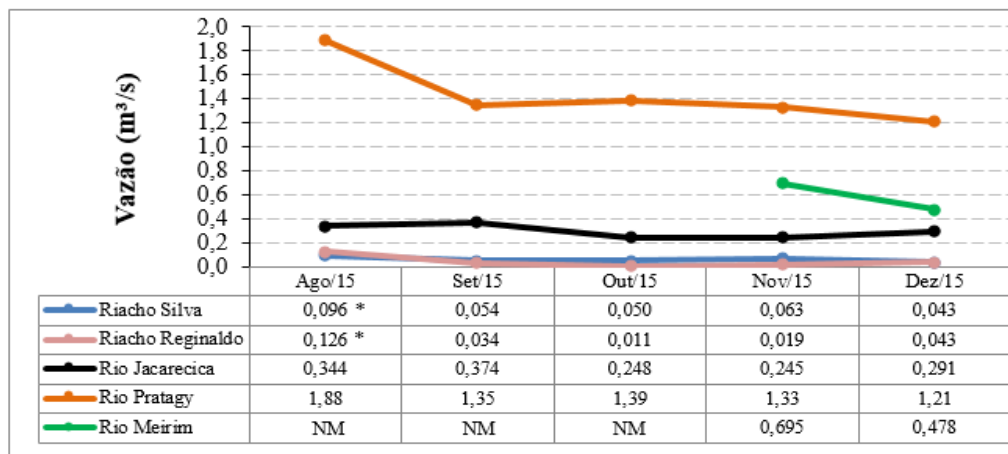
**Figura 4** - Precipitação mensal ocorrida em 2015 no município de Maceió/AL (Proclima, 2016).



Em destaque na Fig. 4 estão os meses em que foram realizadas as campanhas (de agosto a dezembro). Avaliando-se a precipitação ocorrida no ano de 2015 no município, observa-se que as campanhas de monitoramento foram realizadas

em um período caracterizado por um baixo índice de precipitação.

Na Fig. 5 estão representados os comportamentos das vazões mensuradas ao longo do período de monitoramento.



\* Medida através de flutuador, devido à falha no equipamento; NM – Não medida.

**Figura 5** - Perfis das vazões instantâneas dos pontos monitorados.

De modo geral, observou-se que as maiores vazões registradas em todos os corpos d'água ocorreram no mês de agosto, coincidindo com o mês de ocorrência dos maiores valores de precipitações no município de Maceió durante o período de estudo.

### 3.2 Variáveis de qualidade da água

As características qualitativas dos corpos d'água estudados no presente trabalho estão apresentadas na Tabela 2, assim como os valores médios e os erros padrão de cada variável analisada.

Tabela 2 - Variáveis de qualidade da água obtidas entre os meses de agosto e dezembro de 2015.

	PARÂMETRO	DBO5	DQO	ST	FT	Nitrito	Nitrato	NTK	NT	CT	E. coli
	UNIDADE	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	UFC/100 mL	UFC/100 mL
Riacho do Silva	18/08/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00x10 <sup>5</sup>	7,00x10 <sup>5</sup>
	22/09/2015	164,0	216,1	426,0	0,240	0,5698	1,59	-	-	1,53x10 <sup>7</sup>	1,30x10 <sup>4</sup>
	21/10/2015	214,0	271,6	480,0	0,190	0,6349	1,43	4,45	6,52	8,30x10 <sup>4</sup>	5,00x10 <sup>3</sup>
	25/11/2015	96,0	248,7	322,0	0,362	0,3504	1,66	3,82	5,84	6,20x10 <sup>4</sup>	6,00x10 <sup>3</sup>
	15/12/2015	110,0	188,4	398,0	0,468	0,5326	1,36	5,08	6,97	3,50x10 <sup>4</sup>	3,00x10 <sup>3</sup>
	MÉDIA	146,0	231,2	406,5	0,315	0,5219	1,51	4,45	6,44	8,66x10 <sup>4</sup>	1,45x10 <sup>5</sup>
	ERRO PADRÃO	26,99	18,26	32,9	0,05	0,07	0,061	0,3637	0,3284	1,98x10 <sup>4</sup>	1,39x10 <sup>5</sup>
Riacho Reginaldo	18/08/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22/09/2015	230,0	281,9	620,0	4,08	0,0309	0,2102	-	-	4,80x10 <sup>7</sup>	6,00x10 <sup>6</sup>
	21/10/2015	112,0	238,0	598,0	5,03	0,0834	0,1915	6,36	6,63	3,00x10 <sup>7</sup>	6,00x10 <sup>6</sup>
	25/11/2015	181,0	237,4	624,0	4,11	0,0335	0,3487	7,63	8,00	2,40x10 <sup>7</sup>	9,00x10 <sup>6</sup>
	15/12/2015	175,0	252,4	592,0	5,64	0,023	0,2238	4,50	4,70	1,60x10 <sup>7</sup>	8,00x10 <sup>6</sup>
	MÉDIA	174,5	252,4	608,5	4,71	0,0427	0,2436	6,16	6,44	2,95x10 <sup>7</sup>	7,25x10 <sup>6</sup>
	ERRO PADRÃO	24,2	10,42	7,9	0,37	0,04	0,014	0,9242	0,9542	6,80x10 <sup>6</sup>	7,50x10 <sup>5</sup>
Rio Jacarecica	18/08/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22/09/2015	32,0	121,0	294,0	0,212	0,1781	0,1725	-	-	1,00x10 <sup>5</sup>	2,00x10 <sup>3</sup>
	21/10/2015	37,0	160,5	240,0	0,241	0,2972	0,3658	3,18	3,84	3,00x10 <sup>5</sup>	9,00x10 <sup>3</sup>
	25/11/2015	27,0	152,0	276,0	0,566	0,145	0,1659	5,08	5,40	7,00x10 <sup>5</sup>	1,00x10 <sup>4</sup>
	15/12/2015	40,0	111,8	288,0	0,453	0,1269	0,1486	3,81	4,09	7,90x10 <sup>4</sup>	6,00x10 <sup>3</sup>
	MÉDIA	34,0	136,3	274,5	0,368	0,1868	0,2182	4,02	4,44	2,95x10 <sup>5</sup>	6,75x10 <sup>3</sup>
	ERRO PADRÃO	2,86	11,78	12,1	0,09	0,05	0,038	0,5588	0,4837	1,44x10 <sup>5</sup>	1,88x10 <sup>3</sup>
Rio Pratygy	18/08/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00x10 <sup>4</sup>	3,00x10 <sup>4</sup>
	22/09/2015	32,0	96,2	180,0	0,138	0,0026	0,1505	-	-	1,20x10 <sup>4</sup>	(*) <sup>1</sup>
	21/10/2015	28,0	87,4	138,0	0,110	0,0025	0,1720	0,636	0,81	9,00x10 <sup>3</sup>	(*) <sup>1</sup>
	25/11/2015	33,0	187,1	184,0	0,080	0,0021	0,1185	0,636	0,76	1,30x10 <sup>4</sup>	2,00x10 <sup>3</sup>
	15/12/2015	27,0	85,5	172,0	0,115	0,0038	0,1184	0,636	0,76	2,40x10 <sup>4</sup>	1,00x10 <sup>3</sup>
	MÉDIA	30,0	114,0	168,5	0,11	0,0028	0,1399	0,636	0,78	1,56x10 <sup>4</sup>	1,10x10 <sup>4</sup>
	ERRO PADRÃO	1,47	24,48	10,5	0,01	0,01	0,0004	0,0	0,0167	2,77x10 <sup>3</sup>	9,50x10 <sup>3</sup>
Rio Meirim	18/08/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22/09/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21/10/2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25/11/2015	90,0	213,5	246,0	0,221	0,0067	0,1738	0,636	0,816	1,63x10 <sup>4</sup>	6,00x10 <sup>2</sup>
	15/12/2015	110,0	208,4	154,0	0,298	0,0076	0,1817	1,910	2,090	1,30x10 <sup>5</sup>	1,00x10 <sup>3</sup>
	MÉDIA	100,0	211,0	200,0	0,2595	0,0072	0,1778	1,27	1,45	7,32x10 <sup>4</sup>	8,00x10 <sup>2</sup>
	ERRO PADRÃO	10,0	2,55	46,0	0,04	0,0005	0,0004	0,63	0,637	5,69x10 <sup>4</sup>	2,00x10 <sup>2</sup>

(\*)<sup>1</sup> Nas campanhas realizadas no rio Pratygy nos dias 22/09/2015 e 21/10/2015 não foram detectadas UFC da bactéria *E. coli*, entretanto em função das condições já descritas do corpo d'água, assim como a partir da análise dos resultados obtidos nas demais campanhas, optou-se por desconsiderar tais resultados. Dessa forma, para o rio em questão, foram considerados os resultados da variável *E. coli* obtidos em apenas três campanhas.

De acordo com Metcalf & Eddy (2003), os valores típicos encontrados de DBO<sub>5</sub> em um esgoto forte se aproximam de 300 mg/L, um esgoto médio de 200 mg/L e em um esgoto fraco de 100 mg/L. No que se refere à DQO, os valores tipicamente encontrados em esgotos variam entre 250 mg/L (esgoto fraco) e 1000 mg/L (esgoto forte). Já para esgoto médio, geralmente se identificam concentrações próximas a 500 mg/L.

Analisando os valores de DBO<sub>5</sub>, observa-se que o riacho Reginaldo e o riacho do Silva apresentaram as maiores concentrações médias do período, 174,5 mg/L e 146 mg/L, nessa ordem. É possível notar ainda que esses corpos d'água apresentaram os maiores valores de erros padrão dos dados amostrais. As concentrações observadas em ambos os corpos d'água indicam grande quantidade de matéria orgânica em suas águas, que são pro-

venientes de atividades antrópicas presentes nos entornos dessas bacias hidrográficas.

Considerando as disposições constantes na Resolução Conama nº 357/05, que estabelece que corpos hídricos de água doce pertencentes à classe 2 devem possuir uma concentração máxima de 5 mg/L de  $DBO_5$ , as amostras coletadas nos rios Jacarecica e Pratagy indicaram as menores concentrações médias do parâmetro, 34 mg/L e 30 mg/L, respectivamente. Essas concentrações são indicadoras de quantidades acentuadas de matéria orgânica nas águas, sendo oriundas principalmente de fontes difusas de lançamento de esgotos domésticos.

O rio Meirim, por sua vez, possuiu no período monitorado uma concentração intermediária de  $DBO_5$  (quando comparado aos demais corpos d'água), apresentando um valor de 100 mg/L. Apesar de estar inserido em uma área rural, que supostamente estaria menos suscetível a lançamentos de esgotos domésticos, o ponto de monitoramento encontra-se nas proximidades de uma usina de processamento de cana de açúcar. Fato esse que pode possuir alguma relação com as concentrações observadas do parâmetro, uma vez que os efluentes gerados nesse tipo de indústria são caracterizados por altas cargas orgânicas.

Analogamente, a quantidade de matéria orgânica encontrada nos corpos hídricos estudados em termos de  $DBO_5$ , os riachos Reginaldo e Silva, assim como o rio Meirim, apresentam as maiores concentrações de matéria orgânica em função da DQO, exibindo respectivamente os seguintes valores: 252,4 mg/L, 231,2 mg/L e 211,0 mg/L.

Quanto aos rios Jacarecica e Pratagy, estes apresentaram concentrações de DQO médias de 114,0 mg/L e 136,3 mg/L, nessa ordem. Entretanto, foi no rio Pratagy que se observou o maior erro padrão em torno dos dados obtidos.

Os valores médios obtidos da única variável física de qualidade da água analisada, sólidos totais, indicaram elevadas concentrações nas águas do riacho Reginaldo (608,5 mg/L), concentrações intermediárias no riacho do Silva (406,5 mg/L) e no rio Jacarecica (274,5 mg/L) e pequenas concentrações nas águas dos rios Pratagy (168,5 mg/L) e Meirim (200,0 mg/L). Os valores de ST encontrados em águas superficiais podem ser influenciados de forma positiva ou negativa por aspectos naturais e antrópicos. Essa assertiva pode ser exemplificada a partir dos resultados observados no riacho Reginaldo nos rios Pratagy e Meirim, onde foi constatado os valores máximo e mínimos mais extremos dos corpos d'água estudados.

Conhecendo-se as características das bacias hidrográficas, pode-se inferir que os elevados valores observados nas águas do riacho Reginaldo são ocasionados a partir das atividades antrópicas que ocorrem na área de drenagem desse corpo d'água, influenciando negativamente a qualidade de sua água.

Já nos rios Pratagy e Meirim, em função de os pontos amostrais estarem inseridos em áreas rurais com cobertura de solo caracterizado por cultivo de cana de açúcar, pastagem ou ainda trechos com vegetação nativa preservada, responsáveis por evitar a exposição e lixiviação dos solos, a variável é influenciada de forma positiva. Fernandes et al. (2011) observaram que uma pastagem bem manejada oferece benefícios de proteção ao solo e não aumenta a quantidade de sólidos totais na água, situação evidenciada no entorno de ambos os pontos de monitoramento. Essa afirmação também pode ser estendida para a prática da monocultura, sendo necessário salientar que o período de coleta das amostras não coincidiu com colheita da cana de açúcar, fase em que se observa o desnudamento do solo.

O nitrogênio e o fósforo, chamados de macronutrientes, constituem-se como os principais

nutrientes para os processos biológicos. Quando descarregados em excesso em águas naturais, podem conduzir um enriquecimento no meio aquático, tornando-o mais fértil, a ponto de desenvolver a eutrofização do corpo hídrico. As concentrações mais significativas com relação aos valores médios de nitrogênio total foram observadas nos riachos do Silva e Reginaldo (ambos com 6,44 mg/L) e no rio Jacarecica (4,44 mg/L).

Buscando subsídios para uma análise acerca do estágio da poluição, foram analisadas nesses corpos hídricos as formas predominantes do nitrogênio, e observou-se uma predominância nas concentrações de NTK (nitrogênio orgânico + amônia), condição encontrada em corpos d'água que sofreram uma poluição recente, ou seja, o poluente foi introduzido nas proximidades dos pontos amostrais e possivelmente ocasionada por esgotos domésticos de origem fisiológica.

Os três corpos hídricos mencionados anteriormente também apresentaram as maiores concentrações médias da variável fósforo total, e corroboram a análise sobre a influência das atividades humanas nas referidas bacias hidrográficas, especialmente no entorno dos pontos amostrais. Deve ser destacado que a concentração média observada no riacho Reginaldo (4,71 mg/L) foi consideravelmente superior aos demais corpos hídricos analisados. Resultado condizente com a péssima situação sanitária observada nas ocupações presentes nas margens do riacho.

Com relação aos valores obtidos para as variáveis microbiológicas monitoradas (coliformes totais e *Escherichia coli*), observou-se a presença desses microrganismos em todos os rios/riachos. Os coliformes totais agregam espécies de origem não exclusivamente fecal, podendo ocorrer natural-

mente em matrizes ambientais como solo, água e plantas (BRASIL, 2005). Já as bactérias do gênero *E. coli* são encontradas exclusivamente no trato intestinal do homem e dos animais homeotérmicos (OKURA; SIQUEIRA, 2005).

Os valores obtidos por meio do indicador *Escherichia coli* apontam que nenhum corpo hídrico estudado encontra-se livre de contaminação fecal, seja de origem humana ou animal. As maiores concentrações das bactérias pertencentes ao grupo foram encontradas nas amostras coletadas nos corpos hídricos cujos pontos amostrais estão situados em área urbana, a saber: riacho do Silva, riacho Reginaldo e rio Jacarecica. Esses resultados condizem com o trabalho desenvolvido por Souza e Gastaldini (2014), onde foi observado que os pontos amostrais sob influência da urbanização apresentam maiores concentrações desses microrganismos em suas águas superficiais. Por outro lado, as amostras coletadas na bacia hidrográfica do rio Pratygy (inserida em uma zona predominantemente rural) também indicaram valores consideráveis nessas variáveis, e podem ter sofrido influência das atividades pecuárias desenvolvidas na região.

### 3.3 Cargas poluentes

Na Tabela 3 constam os valores das cargas de DBO5, DQO, sólidos totais (ST), fósforo total (FT), nitrito, nitrato, NTK, nitrogênio total (NT), coliformes totais (CT) e *Escherichia coli*, calculadas para as cinco campanhas de monitoramento em cada um dos corpos d'água analisados. Ressalta-se que, devido à ausência de informações, de concentração ou de vazão, não foi possível a obtenção da carga poluente de alguns parâmetros em determinadas campanhas.

**Tabela 3** - Cargas poluentes encontradas nos corpos hídricos estudados.

	CARGA POLUENTE	DBO <sub>5</sub>	DQO	ST	FT	Nitrito	Nitrato	NTK	NT	CT	E. coli
	UNIDADE	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	UFC/h	UFC/h
Riocho do Silva	18/08/2015	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	3,46x10 <sup>11</sup>	2,42x10 <sup>12</sup>
	22/09/2015	31,88	42,0	82,81	0,047	0,111	0,309	NM	NM	2,97x10 <sup>11</sup>	2,53x10 <sup>10</sup>
	21/10/2015	38,52	48,89	86,40	0,034	0,114	0,257	0,801	1,17	1,49x10 <sup>11</sup>	9,00x10 <sup>9</sup>
	25/11/2015	21,77	56,41	73,03	0,082	0,079	0,376	0,866	1,32	1,41x10 <sup>11</sup>	1,36x10 <sup>10</sup>
	15/12/2015	17,03	29,16	61,61	0,072	0,082	0,211	0,786	1,08	5,42x10 <sup>10</sup>	4,64x10 <sup>9</sup>
	MÉDIA	27,30	44,12	75,96	0,059	0,097	0,288	0,818	1,19	1,97x10 <sup>11</sup>	1,94x10 <sup>11</sup>
Riocho Reginaldo	18/08/2015	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
	22/09/2015	28,15	34,5	75,89	0,499	0,004	0,026	NM	NM	5,88x10 <sup>13</sup>	7,34x10 <sup>12</sup>
	21/10/2015	4,44	9,42	23,68	0,199	0,003	0,008	0,252	0,263	1,19x10 <sup>13</sup>	2,38x10 <sup>12</sup>
	25/11/2015	12,38	16,24	42,68	0,28	0,002	0,024	0,522	0,547	1,64x10 <sup>13</sup>	6,16x10 <sup>12</sup>
	15/12/2015	27,09	39,07	91,64	0,867	0,004	0,035	0,697	0,728	2,48x10 <sup>13</sup>	1,24x10 <sup>12</sup>
	MÉDIA	18,01	24,81	58,47	0,461	0,002	0,023	0,49	0,512	2,80x10 <sup>13</sup>	7,07x10 <sup>12</sup>
Rio Jacareica	18/08/2015	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
	22/09/2015	43,08	162,91	395,84	0,285	0,24	0,232	NM	NM	1,35x10 <sup>12</sup>	2,69x10 <sup>10</sup>
	21/10/2015	33,03	143,29	214,27	0,215	0,265	0,327	2,839	3,428	2,68x10 <sup>12</sup>	8,04x10 <sup>10</sup>
	25/11/2015	23,81	134,06	243,43	0,499	0,128	0,146	4,481	4,763	6,17x10 <sup>12</sup>	8,82x10 <sup>10</sup>
	15/12/2015	41,90	117,12	301,71	0,476	0,291	0,156	3,991	4,285	8,28x10 <sup>12</sup>	6,29x10 <sup>10</sup>
	MÉDIA	35,46	139,35	288,81	0,369	0,231	0,215	3,770	4,159	2,76x10 <sup>12</sup>	6,46x10 <sup>10</sup>
Rio Pratagy	18/08/2015	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	1,35x10 <sup>12</sup>	2,03x10 <sup>12</sup>
	22/09/2015	154,37	463,97	868,32	0,666	0,013	0,726	NM	NM	5,79x10 <sup>11</sup>	ND
	21/10/2015	140,11	437,35	690,55	0,550	0,013	0,861	3,183	4,053	4,50x10 <sup>11</sup>	ND
	25/11/2015	158,00	896,03	880,99	0,383	0,01	0,567	3,045	3,625	6,22x10 <sup>11</sup>	9,58x10 <sup>10</sup>
	15/12/2015	117,61	372,31	749,23	0,501	0,017	0,516	2,77	3,302	1,05x10 <sup>12</sup>	4,36x10 <sup>10</sup>
	MÉDIA	142,52	542,41	797,27	0,525	0,013	0,667	2,999	3,660	8,10x10 <sup>11</sup>	4,34x10 <sup>11</sup>
Rio Meirim	18/08/2015	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
	22/09/2015	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
	21/10/2015	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
	25/11/2015	225,18	534,18	615,49	0,553	0,017	0,435	1,591	2,042	4,08x10 <sup>11</sup>	1,50x10 <sup>10</sup>
	15/12/2015	189,29	358,61	265,00	0,513	0,013	0,313	3,287	3,596	2,24x10 <sup>12</sup>	1,72x10 <sup>10</sup>
	MÉDIA	207,23	446,4	440,25	0,533	0,015	0,374	2,439	2,819	1,32x10 <sup>12</sup>	1,61x10 <sup>10</sup>

ND – Não detectado; NM – Não medido (concentração ou vazão).

Foram encontradas nas águas do riacho do Silva elevados valores de cargas de coliformes totais e de *Escherichia coli*, resultando nos valores médios de 1,97x10<sup>11</sup> UFC/h e 1,94x10<sup>11</sup> UFC/h, respectivamente. Destacam-se ainda os altos teores encontrados de matéria orgânica, retratados indiretamente em termos de DBO<sub>5</sub> e DQO, chegando a cerca de 27,30 kg/h e 44,12 kg/h, nessa ordem. As cargas encontradas nessas variáveis são indicadoras de atividades antrópicas no entorno dessa bacia hidrográfica.

Com relação aos valores encontrados das cargas de sólidos totais, estes podem ser decorrentes da combinação de processos antrópicos e naturais (carreamento de sedimentos de suas margens),

conforme evidenciado por Silva (2011). O valor médio da carga obtido para essa variável no período monitorado foi de 75,96 kg/h.

Os nutrientes fósforo e nitrogênio (esse último avaliado nas formas de nitrito, nitrato, NTK e nitrogênio total) apresentaram baixos valores de cargas quando comparadas às demais variáveis analisadas. Os pequenos valores das cargas encontradas de fósforo podem ser justificados pela ausência de fontes de lançamento situadas imediatamente a montante do local de coleta, bem como pelas possíveis diluições ocasionadas por nascentes ou contribuição do escoamento subterrâneo, visto que o local de monitoramento situa-se em um Parque Municipal. Tal explanação

pode ser corroborada em função das cargas encontradas de nitrato, que remete a uma poluição mais antiga.

No riacho Reginaldo, observa-se que apesar de esse corpo hídrico ter apresentado o menor valor médio de vazão instantânea obtido no horizonte temporal do estudo, nele foram identificados os maiores valores de carga poluente de coliformes totais e *E. coli*, cerca de  $2,80 \times 10^{13}$  UFC/h e  $7,07 \times 10^{12}$  UFC/h, respectivamente. Esses resultados são reflexos da péssima condição sanitária presente, principalmente nas áreas próximas ao seu curso d'água.

A carga orgânica avaliada em termos da  $DBO_5$  foi de 18,01 kg/h; já a medida em função da DQO, foi de 24,81 kg/h. Quanto aos demais nutrientes, eles apresentaram as seguintes cargas médias: 0,002 kg/h (nitrito), 0,023 kg/h (nitrato), 0,490 kg/h (NTK), 0,512 kg/h (nitrogênio total) e 0,461 kg/h (fósforo total). Por fim, o valor médio obtido para sólidos totais foi de 58,47 kg/h.

No rio Jacarecica, nota-se que assim como nos corpos hídricos supracitados, também foram identificadas em suas águas elevadas cargas das variáveis microbiológicas coliformes totais e *Escherichia coli*, de modo a resultarem respectivamente nos valores médios de  $2,76 \times 10^{12}$  UFC/h e  $6,46 \times 10^{10}$  UFC/h.

A matéria orgânica carbonácea média encontrada em termos de DQO foi próxima de 140,0 kg/h; já a  $DBO_5$  chegou à ordem de 35,0 kg/h. Os demais nutrientes (nitrito, nitrato, NTK, nitrogênio total e fósforo total) apresentaram respectivamente os seguintes valores médios de cargas: 0,231 kg/h, 0,215 kg/h, 3,770 kg/h, 4,159 kg/h e 0,369 kg/h.

O rio Pratagy apresentou as maiores vazões em todo o período de estudo, e os valores das cargas

obtidas de algumas variáveis apresentaram ordens de grandeza ligeiramente superiores às dos demais rios/riachos estudados, observados de forma mais acentuada nas variáveis  $DBO_5$ , DQO e sólidos totais.

Com relação à carga dos sólidos totais, essa apresentou um valor médio bem superior aos demais corpos d'água estudados, cerca de 800,0 kg/h. A carga de  $DBO_5$  chegou à ordem de 140,0 kg/h, e a carga de matéria orgânica em termos de DQO foi de 542,41 kg/h. Os nutrientes fósforo e nitrogênio (avaliado nas formas de nitrito, nitrato, NTK e nitrogênio total) apresentaram baixos valores de cargas, cerca de 0,50 kg/h de fósforo total, 0,013 kg/h de nitrito, 0,667 kg/h de nitrato, 2,999 kg/h de NTK e 3,66 kg/h de NT.

Por fim, as cargas de coliformes totais e *E. coli* encontradas no rio Pratagy foram respectivamente,  $8,10 \times 10^{11}$  UFC/h e  $4,34 \times 10^{11}$  UFC/h.

Quanto ao rio Meirim, assim como os demais corpos d'água analisados, as cargas de nutrientes nesses corpos hídricos não apresentaram valores elevados. Em termos de nitrito, nitrato, nitrogênio total Kjeldahl e nitrogênio total, as cargas médias obtidas foram: 0,015 kg/h, 0,374 kg/h, 2,439 kg/h e 2,819 kg/h, respectivamente. O fósforo, por sua vez, apresentou um valor médio de 0,533 kg/h. Os valores médios aproximados obtidos da matéria orgânica carbonácea em termos de  $DBO_5$  e DQO foram, respectivamente, de 207,0 kg/h e 446,0 kg/h.

Com relação à carga média de sólidos totais (cerca de 440,0 kg/h), essa apresentou um valor elevado quando comparada à média dos demais corpos hídricos. As cargas médias obtidas em função das variáveis microbiológicas resultaram nos seguintes valores:  $1,32 \times 10^{12}$  UFC/h (coliformes totais) e  $1,61 \times 10^{10}$  UFC/h (*Escherichia coli*).

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados das cargas poluidoras obtidos nos cinco corpos hídricos estudados indicaram elevados valores de sólidos totais, coliformes totais, *Escherichia coli*, DBO<sub>5</sub> e DQO. Com relação às cargas de nutrientes, avaliadas nas formas de nitrato, nitrato, NTK, nitrogênio total e fósforo total, foram observados pequenos valores em função das concentrações tipicamente encontradas dessas variáveis em corpos hídricos não submetidos a atividades antrópicas de forma significativa, a exemplo dos rios Jacarecica, Pratygy e Meirim, que possuem grande parte de suas áreas de drenagem em regiões não urbanizadas, ou ainda devido às pequenas vazões instantâneas registradas nos riachos do Silva e do Reginaldo durante o período de acompanhamento.

Em especial, nos riachos Reginaldo e do Silva, apesar de apresentarem as menores vazões durante o período de análise, foram identificadas elevadas cargas de variáveis indicadoras de atividades antrópicas, a exemplo da *E. coli*, coliformes totais e fósforo. Os resultados são reflexos das péssimas condições sanitárias presentes em suas bacias hidrográficas.

É importante destacar que as informações obtidas no presente trabalho ocorreram na estação seca. Possivelmente os valores das cargas observadas sofrem um incremento significativo no período chuvoso em decorrência da conversão da precipitação pluviométrica em vazão e, ainda, em função do carreamento de poluentes para os leitos dos corpos d'água.

Tais resultados evidenciam que o comprometimento da qualidade das águas superficiais dos corpos hídricos estudados está sendo influenciado negativamente pelas atividades antrópicas identificadas nas bacias hidrográficas, principalmente pelo descarte inadequado de resíduos sólidos, lançamento de efluentes domésticos e industriais (não tratados ou tratados

de forma ineficiente), bem como a partir do lançamento de efluentes de atividades agropecuárias. Esses fatores contribuem para a degradação e a redução da qualidade de suas águas. Ao ponto que, nos riachos do Silva e Reginaldo, algumas concentrações médias das variáveis estudadas apresentaram valores similares aos encontrados em esgotos *in natura*, como é o caso das concentrações de DBO<sub>5</sub>, DQO, coliformes totais e *E.coli*, condizentes com o grau elevado de ocupação desordenada.

#### 5 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram de forma igualitária.

#### 6 REFERÊNCIAS

- ABESSA, D. M. S. Avaliação ecotoxicológica da água do rio Pirajussara (SP, Brasil). **O Mundo da Saúde**, n. 4, p. 543-550. 2003.
- ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Estado de Alagoas**. Relatório RT-02 - Consolidação da Base Técnica do PERH, v. 2, Fortaleza, p. 467. 2010.
- APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water**. 20. ed. Washington DC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Comentários sobre a Portaria MS nº 518/2004: subsídios para implementação**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental, Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 92 p.: il.- (Série E. Legislação em Saúde).
- CABRAL, S. L. **Avaliação dos Processos Sedimentológicos na Bacia do Rio Jacarecica, em Maceió - AL**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.
- CLAUSEN, T. J.; FUGL, F. Firming up the Conceptual Basis of Integrated Water Resources Management. **International Journal of Water Resources Development**. p. 502. 2010.
- FERNANDES, M. M. et al. Influência do uso do solo na qualidade de água na microbacia Glória, Macaé, Rio de Janeiro. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 2, Espírito Santo do Pinhal, p. 105-116. 2011.
- FERNANDES, N. B. **Coleta de resíduos sólidos em comunidades de difícil acesso: O caso da Grota do Aterro, na bacia do Reginaldo em Maceió/AL**. Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos). Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

HATT, B. E. et al. The Influence of Urban Density and Drainage Infrastructure on the Concentrations and Loads of Pollutants in Small Streams. In: **Environmental Management**. v.34, n.1, p. 112-124. 2004.

HOLZ, J. **Levantamento e mapeamento do índice de risco de alagamento da bacia do riacho Reginaldo**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento). Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3 ed. Campinas, SP. Ed. Átomo. p. 494. 2010.

LIMA, C. S.; REIS, R. S. Análise temporal da bacia do rio Jacarecica com ênfase nas mudanças no uso do solo da região e na influência da macrodrenagem da bacia do Tabuleiro do Martins. In: **XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, 2015.

LITTLEWOOD, I. G.; MARSH, T. J. Annual freshwater river mass loads from Great Britain, 1975-1994: estimation algorithm, database and monitoring network issues. **Journal of Hydrology**, v. 304, p. 221-237. 2005.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis: Some revised methods for limnologists**. p. 117. 1978.

METCALF; EDDY, INC. 2003. **Wastewater engineering treatment disposal reuse**. 3 ed. New York, MacGraw-Hill Book, p. 1334. 2003.

NAIME, P.; FAGUNDES, S. Controle da Qualidade da água do Arroio Portão, Portão, RS. **Revista Pesquisa em Geociências**. v. 32, n. 1, p. 27-35. 2005.

NEVES, M. G. F. P. et al. Características da bacia do Riacho do Reginaldo em Maceió/AL e suas implicações no escoamento superficial. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo, 2007.

OKURA, M. H.; SIQUEIRA, K. B. Enumeração de coliformes totais e coliformes termotolerantes em água de abastecimento e de

minas. **Revista de Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 135, p. 86-91, 2005.

PEPLAU, G. R. **Influência da variação da urbanização nas vazões de drenagem na bacia do Rio Jacarecica em Maceió-AL**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Pernambuco. CGT. Engenharia Civil. Recife, 2005.

PROCLIMA. **Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste**. Disponível em: <<http://proclima.ptec.inpe.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

SANDERS, T. G. et al. **Design of network for monitoring water quality**. Water Resources Publication, Littleton, Colorado, 1983.

SILVA, V. M. **Efeitos das ações antrópicas na qualidade da água da bacia do Riacho do Silva, em Maceió - AL**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

SOUZA, M. M. S.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 263-274. 2014.

TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, p. 678. 2005.

VARGAS, M. C. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos. **Ambiente & Sociedade**, v. 2, n. 5, São Paulo, 1999.

VIDAL, D. H. F. **Modelagem hidrodinâmica como suporte ao diagnóstico e avaliação de alternativas compensatórias para mitigação dos problemas de cheias urbanas na bacia do riacho do Reginaldo em Maceió/AL**. Dissertação (Mestrado) - UFRJ/COPPE. Rio de Janeiro, 2012.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rio**. v. 7, 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 592. 2014.