



XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ESTIMATIVA DE CARGAS POLUENTES NA BACIA URBANA DO RIACHO DO SAPO

Agra, C. de C. ¹; Pimentel, I. M. C. ¹; Callado, N. H. ^{2}; Souza, V. C. B ²*

RESUMO – A qualidade ambiental das bacias hidrográficas urbanas apresenta uma realidade complexa devido ao crescimento populacional desordenado que resulta em ocupação de áreas de preservação, impermeabilização do solo e deficiência na infraestrutura dos serviços de saneamento. Visando minimizar os efeitos da degradação da qualidade da água nas bacias, é necessário estudo e estimativa de dados relativos à qualidade e quantidade de água ao longo do tempo. O presente trabalho está inserido neste contexto e teve o objetivo de obter cargas de poluentes na bacia do Riacho do Sapo, em Maceió/AL, em período seco e chuvoso nos anos de 2007 e 2012. Os resultados obtidos constataram o alto grau de degradação do riacho, com elevadas cargas de DQO (~92 t/mês), cloretos (~100 t/mês), nitrogênio amoniacal (~3 t/mês), fósforo (~0,9 t/mês) e sólidos (~200 t/mês). Os parâmetros microbiológicos apresentaram concentrações da ordem de 10⁷ NMP/100mL. Observou-se também o aumento das cargas com a ocorrência de precipitações, devido ao carreamento de poluentes para o canal.

ABSTRACT – The environmental quality of urban catchments presents a complex reality due to the population growth that results in occupation of preservation areas, soil sealing and deficient infrastructure of sanitation services. In order to minimize the effects of the degradation of water quality in these areas, it is necessary to study and estimation of data on the quality and quantity of water over time. This work aims to estimate pollutant loads in Sapo Creek catchment in Maceió / AL, in dry and rainy season in 2007 and 2012. The results show a high degradation of the stream, with high loads of COD (~ 92 t / month), chlorides (~ 100 t / month), ammonia (~ 3 t / month), phosphorus (~ 0.9 t / month) and solids (~ 200 t / month). Microbiological parameters showed concentrations around 10⁷ MPN / 100mL. Increasing loads of pollutants was observed during precipitation events due the entrainment of pollutants to the channel.

Palavras-Chave – Qualidade da água, Poluição Difusa, Polutograma.

1) Aluna Mestrado Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento do Centro de Tecnologia da UFAL

2) Professor do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento do Centro de Tecnologia da UFAL

*Centro de Tecnologia / Universidade Federal de Alagoas. Av. Lourival de Melo Mota, S/N – Cidade Universitária, Maceió, Alagoas. 57.900-000. Brasil. E-mail: ncallado@ctec.ufal.br

INTRODUÇÃO

A mudança do uso do solo proveniente da urbanização das cidades brasileiras tem provocado impactos negativos significativos, entre eles a redução da qualidade da água dos mananciais e aumento de materiais sólidos no escoamento pluvial. As redes de drenagem urbana contribuem para tal processo através do transporte de poluentes líquidos e sólidos, que tem sua origem dependente de diversos aspectos e pode ocorrer por fontes pontuais e difusas no corpo receptor (FERNANDES, 2011).

As fontes pontuais têm como característica a localização definida e são de estimativas mais simples em relação às fontes difusas, já que os poluentes acabam atingindo o curso d'água de maneira concentrada no espaço. Já as cargas difusas têm origem diversificada, sendo que as concentrações dos poluentes variam de acordo com a área, com o uso do solo (residencial, comercial, industrial, rural), com eventos de precipitação e ao longo de um mesmo evento.

De acordo com Porto (1995), as concentrações de poluentes variam em função do escoamento gerado ao longo do evento hidrológico, assim como variam as vazões. É de se esperar que tais valores formem um polutograma (distribuição temporal das concentrações de poluentes), com a mesma forma genérica do hidrograma correspondente. Destaca-se que cada parâmetro analisado deve apresentar um polutograma específico.

De Luca *et al.* (1991) através de uma análise da qualidade do escoamento pluvial urbano, na área metropolitana de Porto Alegre - RS, determinaram que a carga anual média de poluentes, transportada pela drenagem urbana, atingiu valores de 254 kg/ha.ano para DBO₅ e 11.120 kg/ha.ano para sólidos suspensos.

Line *et al.* (2002) realizaram um estudo na bacia do rio Neuse, na Carolina do Norte (EUA), encontrando valores de cargas poluentes de sedimentos para áreas em construção de 22.600 kg/ha.ano, dez vezes maiores que em áreas residenciais, industriais, arborizadas, campo de golf e pastagem. Outros parâmetros analisados também apresentaram influência relacionada ao tipo de área contribuinte.

Na cidade de Maceió, existem diversos exemplos de bacias urbanas com notória poluição difusa. Entre elas, está a bacia do Riacho do Sapo, que se encontra completamente inserida na área urbana e localizada na parte baixa da bacia do Riacho Reginaldo, uma das principais bacias hidrográficas da região. O Riacho do Sapo tem suas águas em canal aberto, em sua maioria, o que causa impactos na população, visto que o riacho passa por locais de grande circulação na cidade, e ao longo de seu curso, existem o lançamento direto de efluentes e a presença de resíduos sólidos em grandes quantidades.

No contexto apresentado, este trabalho tem como objetivo estimar as cargas produzidas para diferentes parâmetros de qualidade da água na bacia do Riacho do Sapo, em Maceió/AL, nos anos de 2007 e 2012, avaliando tempo seco e chuvoso.

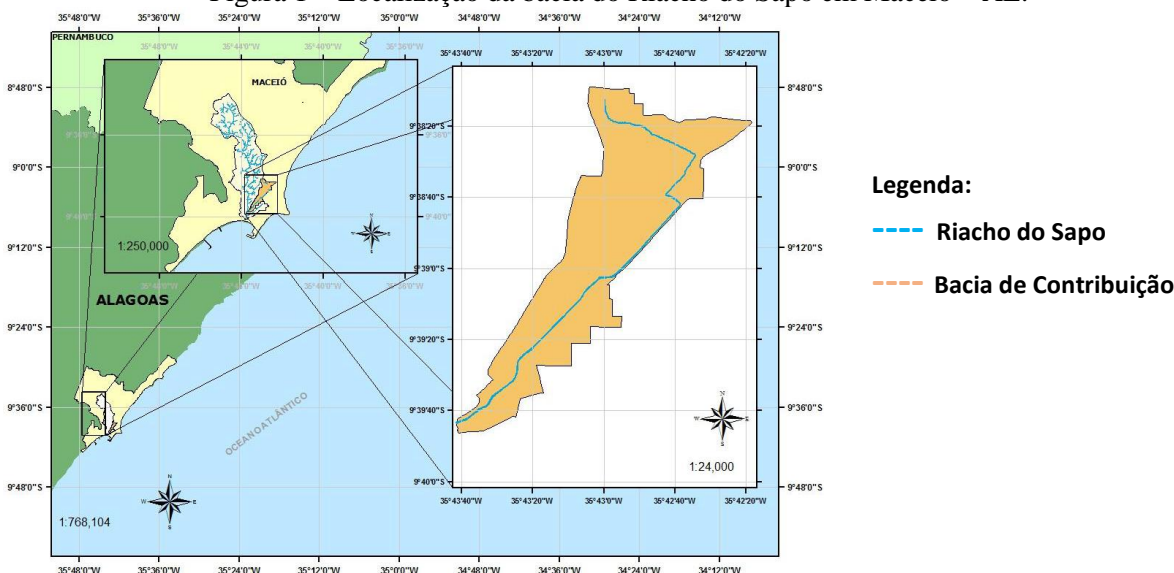
METODOLOGIA

Área de Estudo

A área de estudo compreende a bacia do Riacho do Sapo, localizada na cidade de Maceió/AL. É uma sub-bacia do Riacho Reginaldo, uma das principais bacias hidrográficas da região, sendo situada em sua parte baixa e completamente dentro do perímetro urbano. A bacia tem como principal curso d'água o Riacho do Sapo com 4,4 km de extensão, tendo sua nascente no bairro do Jacintinho, percorrendo Mangabeiras e Jatiúca para desaguar no Riacho Reginaldo, próximo ao mar, no bairro do Poço.

Com uma área de 2,1 km², a bacia do riacho do Sapo (Figura 1) abrange quatro bairros, com uso do solo diversificado, uma cabeceira de ocupação densa (Grota do Cigano), uma zona comercial bastante consolidada com um dos maiores shoppings centers da cidade, supermercados, concessionárias, templos e residências distribuídas ao longo da bacia.

Figura 1 – Localização da bacia do Riacho do Sapo em Maceió – AL.



Etapas do Trabalho

O trabalho abrangeu o monitoramento da qualidade da água do riacho do Sapo, e a estimativa da contribuição de carga poluidora do mesmo no rio principal (riacho Reginaldo) durante eventos chuvosos e em tempo seco.

Para o monitoramento da qualidade da água foram realizadas coletas no período de 2007 a 2008 (7 campanhas) e 2012 (10 campanhas). As coletas foram feitas em frasco de polietileno de 2 L,

preservados em gelo. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram analisados no Laboratório de Saneamento Ambiental do Centro de Tecnologia da UFAL segundo APHA (2005).

Foram levantados também dados de precipitação por meio de pluviômetros instalados na bacia do riacho Reginaldo, no qual a sub-bacia do riacho do Sapo está inserida, além de serem obtidos dados do pluviômetro monitorado pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Departamento de Meteorologia – SEMARH/DMET. Estas informações foram adquiridas com o intuito de avaliar a interferência da precipitação na qualidade da água.

Para estimativa da contribuição da carga poluidora do riacho do Sapo no riacho Reginaldo (rio principal), foram feitas coletas de água e medições de vazões concomitantemente, sendo uma coleta de evento chuvoso em fevereiro de 2009, estimando-se os polutogramas do evento, além de 10 medições em 2012, para calcular as cargas e o polutograma anual. A coleta de evento chuvoso ocorreu a cada 30 minutos nas primeiras duas horas de precipitação, e após duas e cinco horas da primeira coleta, totalizando assim 7 amostras no dia 22/02/2009.

As cargas para o ano de 2012 foram estimadas por meio de campanhas de tempo seco (sem ocorrência de precipitação no dia da coleta), sendo consideradas constantes para cada mês e relacionadas com o período seco antecedente. Para os períodos em que não havia dados de concentração, estes foram estimados levando em consideração o período de análise, observando os meses secos ou chuvosos.

A medição de vazão do riacho do Sapo foi realizada, na foz, pela altura da lâmina líquida no vertedor existente na seção, determinada através de uma régua de nível e por análise de fotografias retiradas durante o evento chuvoso. Posteriormente, a estimativa da vazão foi efetuada pela expressão da profundidade crítica do escoamento em seção retangular (Equação 1), onde Q é a vazão (m^3/s), Y_c é a altura da lâmina d'água, B é a base (m) e g é a gravidade (m/s^2).

$$Q = \sqrt{Y_c^3 \times B^2 \times g} \quad (1)$$

Além disso, com os dados coletados por um pluviômetro localizado no 59° BIMtz, foi simulada a geração do hidrograma do evento chuvoso de 2009, através do modelo IPHS1 (TUCCI *et al.*, 1989) na foz do riacho do Sapo, utilizando os parâmetros (Tabela) levantados por Pedrosa (2008).

Tabela 1 - Dados utilizados para geração do escoamento com o IPHS1

Riacho	CN	Área (km ²)	Declividade (m/km)	Tc (min)
Sapo	83,85	1,723	24,08	36,34

Fonte: Adaptado de PEDROSA, 2008.

Os valores de vazão, foram correlacionados com as concentrações dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, estimando as cargas poluentes através da Equação 2, sendo C a concentração do parâmetro avaliado e Q a vazão de lançamento do afluente. O polutograma para o evento chuvoso de 2009 foi elaborado com as vazões estimadas pelo IPHS1, e o polutograma do ano de 2012 pelas vazões medidas na foz.

$$Carga = C \times Q \quad (2)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 38, o enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, e deve ser definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos. Em seu artigo 42, esta Resolução cita que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, como é o caso do riacho do Sapo. No entanto, os valores médios dos parâmetros de qualidade de água analisados ao longo do tempo, apresentados na Tabela 3, constataam o estado de degradação do riacho, e mostram que a sua qualidade está em desacordo com a sua classificação.

A DQO, parâmetro utilizado para avaliar a presença de matéria orgânica, apresentou valores entre 120 mg.L^{-1} e 496 mg.L^{-1} com valor médio de $236 \pm 119 \text{ mg.L}^{-1}$, semelhante ao observado em esgotos sanitários de baixa concentração (Metcalf e Eddy, 1991), indicando que existe na região fontes de poluição pontuais e difusas, fato constatado por Pimentel (2009), Tauber (2013) e Agra (2014). As autoras observaram que no trecho inicial existem lançamentos de esgotos residenciais feitos diretamente no riacho sem nenhum tratamento prévio. As lavagens, pelas águas pluviais, da atmosfera poluída e drenagem dessas águas, associadas às deficiências do sistema de limpeza pública constituem-se fontes difusas em áreas urbanas (PIVELI, KATO; 2005).

Os nutrientes, nitrogênio e fosforo, também estão presentes com concentrações típicas de esgotos sanitários de fraco a médio (Metcalf e Eddy, 1991). A concentração média de nitrogênio na forma amoniacal no período de estudo foi $15,8 \pm 4,3 \text{ mgN.L}^{-1}$, e a de fósforo total foi de $2,3 \pm 1,7 \text{ mgP.L}^{-1}$. Para rios classe 2 com $\text{pH} \leq 7,5$, a CONAMA 357/2005 cita que o nitrogênio na forma amoniacal deve ser no máximo de $3,7 \text{ mgN.L}^{-1}$. O fósforo total em ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários, como é o caso do riacho do Sapo, o valor máximo é de $0,1 \text{ mgP.L}^{-1}$. São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais, mas os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal. A presença do fosforo total pode ser de origem natural devido a dissolução de compostos do solo ou devido a presença de esgotos sanitários, cujos detergentes superfosfatados, empregados

em larga escala nas residências, constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas.

Os sólidos sedimentáveis apresentaram valores de $0,4 \pm 0,3 \text{ mL.L}^{-1}$, e interfere no aumento de turbidez e cor da água. Para rios classe 2, a CONAMA 357/2005 cita que os valores de turbidez devem ser inferiores 100 UNT, e os valores observados foram de $69 \pm 36 \text{ UNT}$ atendendo a sua classificação neste parâmetro.

A cor e a turbidez foram mais elevadas nas coletas de abril a junho, provavelmente devido a ocorrência das chuvas no dia da coleta ou dia anterior (Tabela 2), o que pode ter contribuído para carreamento e suspensão de sedimentos nas águas do riacho. Nos demais dias não houve chuva no dia de coleta e nem no dia anterior, assim, os valores dos parâmetros observados devem-se principalmente as cargas difusas diárias do riacho.

Atenção especial deve ser dada as características bacteriológicas da água, que foram elevadas, da ordem de 10^7 NMP/100mL , valores típicos de esgotos sanitários, e acima dos limites de balneabilidade descritos pela CONAMA 274/2000.

Tabela 2 - Precipitação ocorrida nas proximidades dos dias de coleta.

Período	Chuva (mm)				
	dia	dia anterior	5 dias	10 dias	15 dias
07/02/2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18/04/2007	1,2	0,2	37,2	76,8	76,8
13/06/2007	0,0	0,0	11,4	15,2	98,0
28/08/2007	0,0	0,0	9,6	32,2	59,2
06/11/2007	0,0	0,0	0,0	2,0	5,6
05/12/2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21/01/2008	0,0	0,0	0,2	13,0	13,0
23/05/2012	6,1	0,3	4,2	4,4	4,4
05/06/2012	0,0	0,0	18,9	32,1	59,4
20/06/2012	0,1	0,0	11,9	81,0	93,6
19/07/2012	0,0	0,4	41,6	57,6	79,6
01/08/2012	1,2	5,0	21,3	45,3	67,0
15/08/2012	7,8	5,8	7,5	19,0	31,7
29/08/2012	0,0	0,0	3,0	23,8	59,0
12/09/2012	0,0	0,0	1,3	3,8	3,8
04/10/2012	0,0	7,2	19,0	20,7	23,1
07/11/2012	0,2	0,0	0,0	0,0	10,0

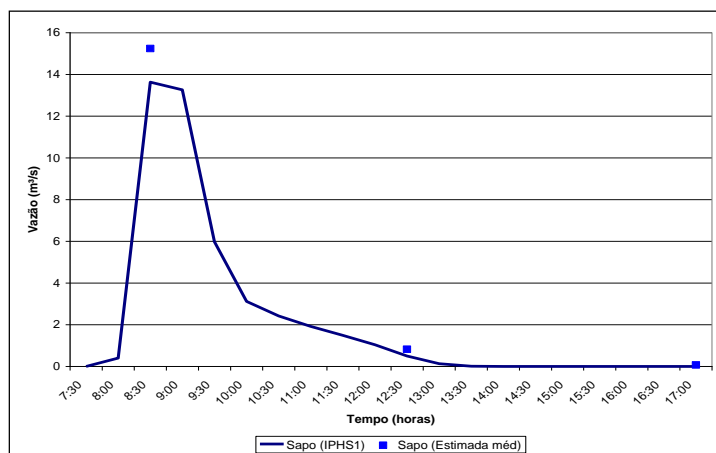
Fonte: SEMARH/DMET

As vazões medidas na soleira existente no riacho e as estimadas pelo modelo IPHS1, em 22/02/2009, estão apresentadas na Figura 2, e mostram que a vazão do riacho do Sapo durante o evento chuvoso estimada pelo IPHS1 apresentou o pico da ordem de $14 \text{ m}^3/\text{s}$, semelhante com a medida no vertedor que foi de $14,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabela 3 - Parâmetros de qualidade da água do riacho do Sapo no período de 2007, 2008 e 2012.

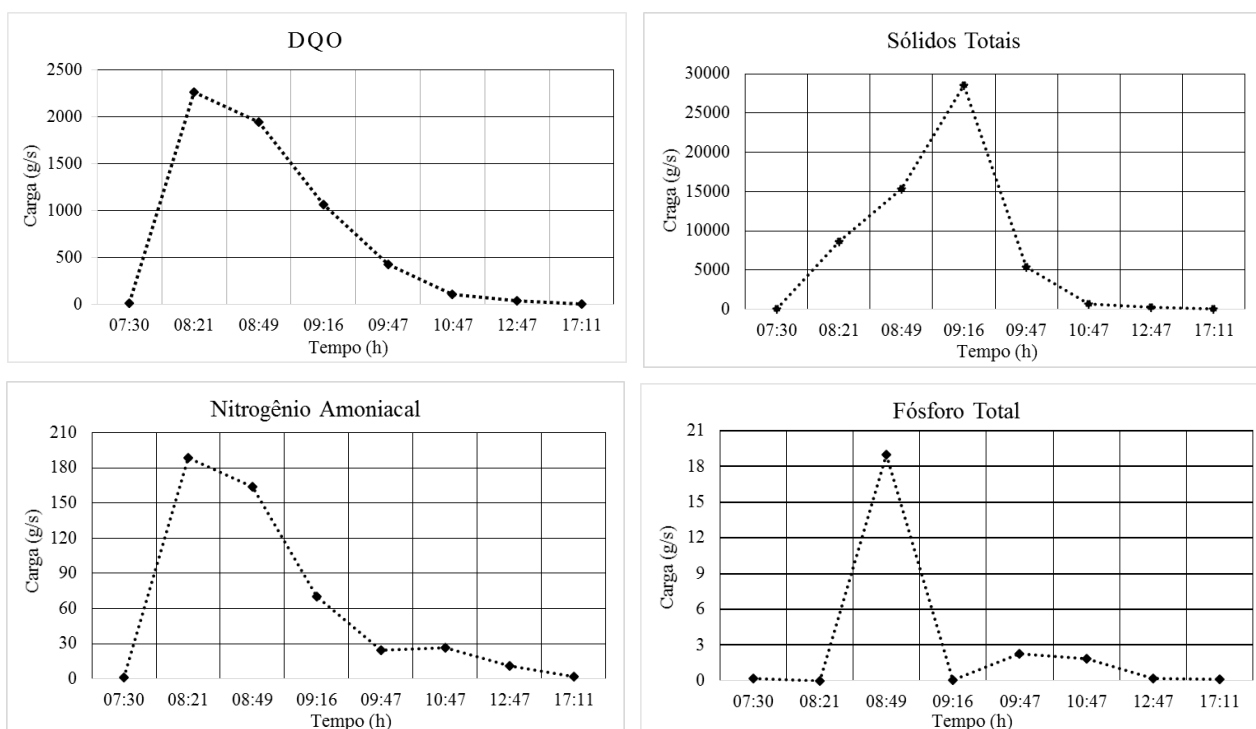
PARÂMETRO	DATA																	Media	DP
	07.02.07	18.04.07	13.06.07	28.08.07	06.11.07	05.12.07	21.01.08	23.05.12	05.06.12	20.06.12	19.07.12	01.08.12	15.08.12	29.08.12	12.09.12	04.10.12	07.11.12		
Temperatura (°C)	33,0	31,6	28,0	28,3	28,4	27,5	29,5	29,1	28,4	29,4	26,8	26,0	29,0	29,3	27,9	25,8	-	28,3	1,8
Cor aparente (uC)	74,0	425,0	48,6	37,0	68,0	26,0	171,7	120,8	33,3	146,7	138,1	130,4	143,9	171,8	226,4	38,3	68,5	152,0	129,9
Turbidez (uT)	16,0	111,0	30,0	40,0	41,0	32,0	45,5	106,0	39,0	50,0	67,0	48,0	92,0	84,0	136,0	113,0	-	69,0	36,3
SSed (mL.L ⁻¹)	0,0	1,2	1,1	0,8	0,4	0,3	0,6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	-	0,0	0,4	0,3
OD (mg.L ⁻¹)	2,0	4,5	7,5	0,7	0,3	0,8	2,3	5,2	3,0	2,8	3,9	2,0	1,7	1,6	1,7	2,8	-	2,7	1,9
pH	7,5	6,3	7,5	7,5	7,3	6,9	7,1	7,4	7,1	7,1	6,3	6,1	-	7,6	7,5	9,0	-	7,2	0,7
DQO (mg.L ⁻¹)	168,0	395,7	152,3	118,7	155,4	142,3	188,7	495,8	-	-	127,7	320,3	268,9	-	-	-	233,6	236,3	118,9
Cloretos (mg.L ⁻¹)	198,7	173	279,7	99,37	134,9	95,8	160,0	557,5	481,4	354,1	345,6	483,8	-	173,5	77,8	-	122,6	252,8	158,5
N. Amoniacal (mgN.L ⁻¹)	12,5	20,3	18,4	19,3	16,5	24,0	18,9	15,0	15,0	13,6	8,4	12,1	8,0	-	-	14,7	16,7	15,8	4,3
N-Nitrito (mgN.L ⁻¹)	-	-	-	0,009	0,005	0,003	0,000	0,001	0,001	0,014	-	-	0,025	0,013	0,013	0,002	0,006	0,008	0,007
Fósforo (mgP.L ⁻¹)	-	-	1,6	4,6	3,9	2,7	4,0	0,2	0,2	0,2	1,2	2,5	1,0	2,1	-	3,6	5,0	2,3	1,7
Colif. totais (UFC/100 mL)	4,2x10 ⁶	1,5x10 ⁷	2,1x10 ⁷	2,7x10 ⁷	7,0x10 ⁷	2,0x10 ⁷	2,7x10 ⁷	3,0x10 ⁶	-	1,0x10 ⁵	-	3,6x10 ⁷	-	4,0x10 ⁶	-	-	4,4x10 ⁵	2,0x10 ⁷	2,0x10 ⁷
E. coli (UFC/100mL)	3,0x10 ⁵	2,3x10 ⁶	5,0x10 ⁶	1,0x10 ⁷	3,0x10 ⁶	2,0x10 ⁶	3,7x10 ⁶	-	-	1,0x10 ⁴	-	7,0x10 ⁶	-	2,1x10 ⁶	-	-	1,5x10 ⁵	3,5x10 ⁶	3,1x10 ⁶
Bact. Heterot. (UFC/100mL)	2,7x10 ⁷	1,0x10 ⁶	3,1x10 ⁷	4,1x10 ⁷	2,6x10 ⁷	2,6x10 ⁷	2,7x10 ⁷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5x10 ⁷	1,2x10 ⁷
Clost.Perfringens (NMP/100 mL)	-	1,7x10 ⁵	5,0x10 ⁴	7,0x10 ⁴	8,0x10 ⁴	7,0x10 ⁴	1,3x10 ⁵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5x10 ⁴	4,6x10 ⁴
Colifagos (UFP/100 mL)	-	-	3,6x10 ³	1,5x10 ⁴	2,2x10 ⁴	2,2x10 ⁴	1,3x10 ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5x10 ⁴	7,6x10 ³

Figura 2 - Vazão calculada (modelo IPHS1) e vazão observada no riacho do Sapo



A Figura 3 ilustra os polutogramas dos parâmetros de qualidade durante o evento chuvoso ocorrido na foz do riacho do Sapo, tomando como base a vazão estimada pelo IPHS1.

Figura 3 – Polutogramas dos parâmetros de qualidade da água em evento de chuva, 2009.



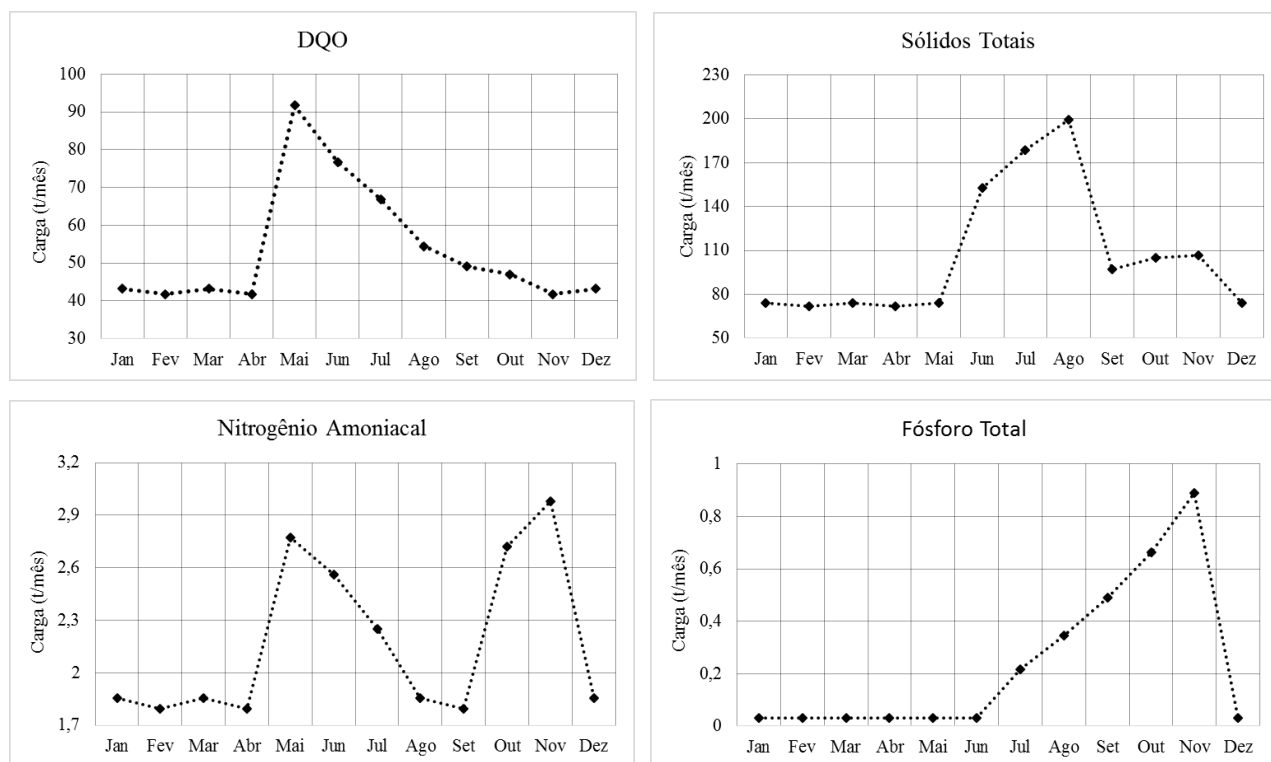
Os sólidos se apresentam de forma expressiva, com pico de aproximadamente 28,5 kg/s, assim, aumentando a turbidez e a cor. Com relação a matéria orgânica, medida como DQO, apresentou o pico de 2,3 kgO₂/s, o nitrogênio na forma amôniaal, que também contribui para a demanda de oxigênio, chega a cerca de 0,2 kg.N/s, e o fósforo 0,02 kg.P/s.

Em 2012 também foram analisadas cargas mensais dos poluentes estudados, por meio da construção de polutogramas (Figura 4). Para esta estimativa, a carga da coleta na foz do riacho foi

considerada como constante para todo o mês e nos meses em que foi realizada mais de uma coleta, foi feita uma média dos valores.

Observando os valores nos polutogramas, nota-se que as cargas dos parâmetros de qualidade de água foram mais elevadas nos meses que apresentaram maiores precipitações, como já era esperado, provavelmente por conta do carreamento dos poluentes acumulados na superfície. Por ano, a foz do riacho do sapo recebe altas cargas de poluentes, com maiores valores mensais de DQO de 92 t/mês, sólidos totais de 200 t/mês, nitrogênio de 3,0 t/mês e fósforo de 0,9 t/mês.

Figura 4 – Polutogramas dos parâmetros de qualidade da água em tempo seco, 2012.



Assim, as análises de qualidade da água no período estudado mostram que as águas da bacia do riacho do sapo assemelham-se a esgoto doméstico de média concentração podendo essas águas somente se enquadrar pela resolução do CONAMA n° 357/05 em classe 4.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram o alto grau de degradação da qualidade da água do riacho do Sapo, que traz consequências para a população de entorno, como o mau cheiro e veiculação de doenças hídricas. A qualidade de suas águas não se classifica aos padrões classe 2 para qual o mesmo é enquadrado, suas características são de esgoto sanitário de fraca a média concentração, atendendo apenas aos padrões de classe 4 da CONAMA 357/2005.

A bacia do Sapo recebe elevadas cargas de DQO, fósforo total, nitrogênio amoniacal e sólidos. Em eventos chuvosos essas cargas atingem o pico, respectivamente, de 2,3 kgO₂/s, 0,2 kg.N/s, 0,03 kg.P/s e 28,5 kg/s. As cargas mensais dos poluentes são mais elevadas nos meses que apresentaram maiores precipitações, atingindo DQO de 92 t/mês, sólidos totais de 200 t/mês, nitrogênio de 3,0 t/mês e fosforo de 0,9 t/mês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGRA, C. C. **Estimativa de cargas anuais produzidas na bacia do riacho do sapo para diferentes parâmetros de qualidade de água.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Alagoas, 2014.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water.** 21. ed. Washington DC, 2005.

CONAMA – **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.** Trata da balneabilidade, dá definições e revoga artigos da resolução 020/86. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

CONAMA – **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

FERNANDES, A.M.F. **Diagnóstico da qualidade da água subterrânea em propriedade rural no município de Planalto, RS.** Monografia apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI. Ijuí/RS 2011.

DE LUCA, S.J.; MILANO, L.B.; IDE, C.N. 1991. **Rain and urban stormwater quality.** Water Science Technology Kyoto, v.23, pp.133-140, 1991.

LINE, D.E.; WHITE, N.M.; OSMOND, D.L.; JENNINGS, G.D.; MOJONNIER, C.B. 2002. **Pollutant Export from Various Land Uses in the Upper Neuse River Basin.** Water Environment Research, v. 74, n. 1, p. 100-108, 2002.

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

PIMENTEL, I.M.C. **Avaliação quali-quantitativa das águas do Riacho Reginaldo e seus afluentes.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, 2009.

TAUBER, R.C. **Impactos das ações antrópicas na qualidade da água do Riacho do Sapo em Maceió/AL.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Alagoas, 2013.

PORTO, M. F. A. **Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas.** In: TUCCI, C.E.M; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. (Org.) Drenagem Urbana, Porto Alegre, ABRH: Editora da Universidade/UFRGS, 1995, p. 387-426.