



VI-245 - AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DA BACIA DO RIACHO REGINALDO EM MACEIÓ/AL

Irene Maria Chaves Pimentel⁽¹⁾

Engenheira Civil formada pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Mestranda em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas.

Vladimir Caramori Borges de Souza

Engenheiro Civil formado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Doutor em Recursos Hídricos pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) / Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Professor Adjunto do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas – CTEC/UFAL.

Nélia Henriques Callado

Engenheira Civil formada pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) / Universidade de São Paulo (USP), Professora Adjunta do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas – CTEC/UFAL.

Endereço⁽¹⁾: Rua Cristiano Maia de Omena Calheiros, Qd G, nº 02 – Gruta de Lourdes – Maceió – AL – CEP: 57052-609 – Brasil – Tel: (82) 9303-8903 - e-mail: irenemcp@yahoo.com.br

RESUMO

A bacia do riacho Reginaldo está completamente inserida na área urbana do município de Maceió (AL) e vem sofrendo com problemas relacionados à qualidade ambiental, devido, principalmente, ao crescimento da população ocorrido sem infra-estrutura adequada. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma avaliação quali-quantitativa da bacia do riacho Reginaldo. As amostras foram coletadas em 7 campanhas no período de fevereiro de 2007 a fevereiro de 2008, em 11 diferentes pontos distribuídos sobre a bacia. E, foi coletada também amostra de água com medição simultânea de vazão para determinação da carga poluente de contribuição do riacho Pau d'Arco, importante afluente do riacho Reginaldo, no ponto de confluência com o riacho Reginaldo. Os dados dos exames microbiológicos nas amostras indicaram a presença de esgoto doméstico. Assim como a qualidade microbiológica, os dados indicam que a qualidade físico-química da bacia do riacho Reginaldo está ambientalmente comprometida. Portanto, em decorrência da precariedade do esgotamento sanitário na região da bacia, o riacho Reginaldo e seus afluentes transformaram-se em canais de depósito de esgoto sanitário e resíduos sólidos, comprometendo a qualidade de vida da população da bacia e de seu entorno. A determinação da vazão do riacho Pau d'Arco permitiu a avaliação da contribuição mássica de contaminantes deste afluente, onde se observou uma expressiva carga de nutrientes, sólidos, microrganismos indicadores e outros poluentes.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia do riacho Reginaldo, Gestão ambiental, avaliação quanti-qualitativa.

INTRODUÇÃO

A bacia do riacho Reginaldo é a principal bacia urbana da cidade de Maceió, capital do estado de Alagoas, estando completamente inserida na área urbana, predominando, assim, a geração de escoamento superficial. Portanto, a bacia do riacho Reginaldo, assim como as bacias hidrográficas de médio e grande porte, vem sofrendo vários problemas que dizem respeito à drenagem urbana, essa situação se agrava quando suas áreas abrangem as periferias, onde o crescimento da população é mais acelerado e em sua maioria sem a infra-estrutura adequada.

Assim, ocasionando problemas nos sistemas urbanos, sendo o sistema de drenagem o mais transparente em virtude do transporte de elevadas cargas de poluentes, constituindo uma das principais fontes de degradação dos corpos de água. Sendo a poluição gerada pelo escoamento superficial em áreas urbanas, proveniente da deposição de poluentes, de maneira esparsa, sobre a área contribuinte da bacia hidrográfica.

A deficiência dos serviços de saneamento básico, sobretudo a coleta e tratamento de esgoto sanitário, expõe um grande número de pessoas às doenças de veiculação hídrica. Estas respondem por boa parte das estatísticas de morbidade e mortalidade infantil por doenças diarreicas agudas em países em desenvolvimento (GONÇALVES et al., 2003).



A demonstração da relação de causa entre as condições de saneamento e do meio ambiente e o quadro epidemiológico das populações tem sido alvo de vários estudos apresentados na literatura. Estes estudos indicam que a disponibilidade hídrica é importante, mas não suficiente para garantir qualidade de vida à população. Neste sentido, a cobertura de serviços de saneamento é decisiva para a manutenção da saúde pública, destacando-se a importância da qualidade da água na gestão dos recursos hídricos (LIBÂNIO et al, 2005). Entretanto, vale ressaltar também a importância de estudar a qualidade da água do sistema de coleta de águas pluviais, que embora em alguns locais seja considerado separador absoluto, muitas vezes sofre a interferência de ligações clandestinas de esgoto sanitário.

No caso da bacia do riacho Reginaldo, a compreensão dos processos qualitativos e quantitativos de forma integrada é fundamental para a correta gestão dessa bacia.

OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo realizar uma avaliação quali-quantitativa da bacia do riacho Reginaldo, esta inserida totalmente na área urbana da cidade de Maceió/Alagoas.

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado através de visitas na bacia do riacho Reginaldo para obtenção de dados e registro das condições locais por documentação fotográfica, além de coleta de amostras de água do riacho e de seus afluentes para avaliação da qualidade físico-química e bacteriológica e de medição de vazão para estudo das relações de concentração-vazão-diluição.

PERÍODO E PONTOS DE AMOSTRAGEM

Foram efetuadas 7 campanhas de amostragem no período de fevereiro de 2007 a fevereiro de 2008. Para a caracterização das águas da bacia, em cada campanha foram coletadas amostras em 7 pontos, desde sua foz, próxima à região portuária de Maceió, até o bairro da Gruta. Além desses pontos foram incluídos mais 3 pontos de amostragem correspondentes aos afluentes conhecidos como Riacho Gulandim, Riacho do Sapo e Riacho Pau d'Arco. Também foi caracterizado um ponto de lançamento de esgotos que contribui com significativa vazão para o rio Reginaldo, conforme indicado na Tabela 1, assim, fazendo um total de 11 pontos de coleta.

Tabela 1. Coordenadas e características dos pontos de amostragem.

Ponto	Características	UTM Norte	UTM Leste
P01	Foz do Riacho Salgadinho	0200339	8929954
P02	Riacho Gulandim	0200515	8930334
P03	Ponte no Salgadinho próximo ao Gulandim	0200492	8930272
P04	Riacho do Sapo	0200589	8930746
P05	Salgadinho próximo ao Riacho do Sapo	0200574	8930764
P06	Riacho Pau d'Arco. Abaixo da ponte da rodoviária	0200681	8932302
P07	Rio Reginaldo abaixo da ponte da rodoviária	0200677	8932290
P08	Moenda	0200370	8933006
P09	Rotary	0200727	8934986
P10	Gruta - Esgoto com grande vazão de contribuição	0200165	8935982
P11	Reginaldo Gruta	0200157	8935980

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DA BACIA

Para avaliar a qualidade das águas da bacia em estudo foram realizadas análises de alguns parâmetros físico-químicos (oxigênio dissolvido, pH, nitrogênio amoniacal, DBO5 e DQO), e microbiológicos (coliformes totais



e E. coli). As análises físico-químicas foram realizadas segundo APHA (1998). A quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli* foi realizada por meio da técnica de filtração em membrana, utilizando como meio de cultura o Chromocult Coliform® Agar da Merck (cat. 1.10426), com substrato cromogênico, cujo princípio está descrito em USEPA (2002). Todas as amostras foram analisadas no Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA) do Centro de Tecnologia da UFAL. As medições de OD foram feitas no próprio ponto de coleta, por meio de equipamento de medição portátil.

ESTUDO CONCENTRAÇÃO-AZÃO-DILUIÇÃO

Para o estudo da relação concentração-azão-diluição foram utilizados os dados de campo de qualidade da água e medição de vazão. Este será realizado no ponto de confluência do riacho Pau D'Arco. O estudo foi realizado em época estiagem, em virtude do período.

Os dados de vazões foram correlacionados com a concentração dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos avaliados nos pontos de confluência, utilizando-se a Equação 01.

$$C_1V_1 = C_2V_2 \quad \text{Eq. 01}$$

Onde,

C_1 = Concentração do parâmetro avaliado afluente ao riacho;

V_1 = Vazão de lançamento do afluente;

C_2 = Concentração atual do parâmetro avaliado no riacho;

V_2 = Vazão do riacho no ponto do lançamento.

Os resultados obtidos foram tabelados e trabalhados em termos de média e desvio padrão e posteriormente analisados para a compreensão da relação qualidade da água e escoamento superficial de acordo com as características da bacia (lavagem de telhados, ruas, carregamento de resíduos sólidos, sólidos suspensos, patogênicos, entre outros).

RESULTADOS

A bacia hidrográfica do Reginaldo localiza-se na região urbana do município de Maceió, capital do estado de Alagoas. A bacia possui aproximadamente 30 km² e é uma das principais do município, tem sua nascente situada no bairro de Santa Lúcia e sua foz na praia da Avenida (Oceano Atlântico). Devido a sua intensa urbanização, vem sofrendo constantemente com problemas causados pelas enchentes.

Uma das principais características da bacia em estudo é a intensa ocupação urbana próxima a sua foz, esta ocupação aumenta a impermeabilização do solo, diminuindo assim a infiltração e ocasionando o aumento do escoamento superficial. Destaca-se ainda a ocupação da calha do Riacho Reginaldo pela população de baixa renda, aumentando ainda mais os riscos de inundação transmissão de doenças de veiculação hídrica e deslizamentos de encostas durante os eventos de maior magnitude. Na região mais alta da bacia ainda resta parte da vegetação nativa, entretanto alguns impactos já podem ser observados, como por exemplo, a erosão causada pelo fluxo nos períodos chuvosos e o acúmulo de lixo na calha do riacho Reginaldo (Figura 1).

Com relação ao estudo de concentração-azão-diluição este foi realizado no riacho Pau D'Arco.

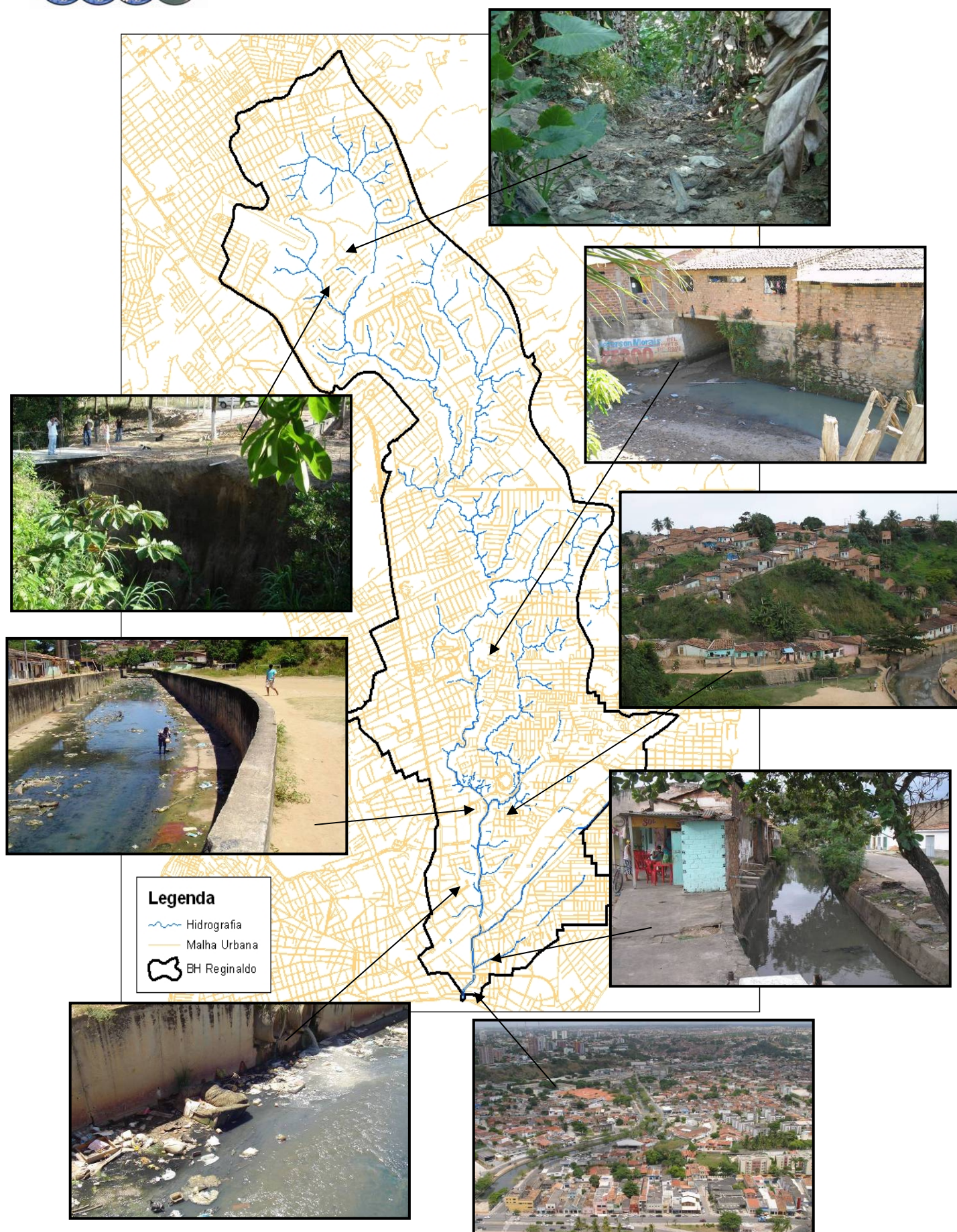


Figura 1. Principais características da bacia do riacho Reginaldo



Com relação à qualidade da água, ensaios realizados entre fevereiro de 2007 e fevereiro de 2008, totalizando 07 campanhas, mostraram que as concentrações de matéria orgânica, medida como DQO, possuem valores máximo e mínimo bastante afastados, característica esta de esgoto doméstico. Na Tabela 2 tem-se os resultados das campanhas.

Tabela 2. Resultados das análises de OD, DQO e DBO₅

Ponto	OD		DQO		DBO ₅	
	Mín - Máx	Média	Mín - Máx	Média	Mín - Máx	Média
P1	0,4 - 5,2	2,1	184 - 908	532,87	-	123,30
P2	0,6 - 6,2	2,7	145 - 792	337,20	53 - 80	66,10
P3	0,2 - 4,7	1,8	285 - 586	360,42	51 - 64	57,67
P4	0,3 - 7,5	2,3	119 - 396	188,73	72 - 92	84,00
P5	0,3 - 4,9	1,8	123 - 679	259,46	-	90,00
P6	0,3 - 5,8	2,0	160 - 504	277,01	42 - 141	85,65
P7	0,9 - 8,0	5,0	120 - 166	139,36	26 - 75	50,60
P8	0,8 - 5,7	2,5	86 - 159	119,94	22 - 77	50,00
P9	0,3 - 2,9	1,1	92 - 811	329,80	97 - 114	75,70
P10	2,4 - 4,2	3,1	310 - 577	484,04	130 - 260	203,33
P11	0,3 - 0,6	0,4	201 - 220	210,80	71 - 132	102,10

As concentrações de oxigênio dissolvido, foram bastante variadas, situaram-se entre 0,2 e 8,0 mg O₂/L, sendo a média igual a $2,33 \pm 2,10$ (mg O₂/L), pode-se observar essa variação na Tabela 2 e Figura 2a. As maiores concentrações foram verificadas na coleta do dia 18.04.2007, com destaque para o ponto P7, que apresentava uma pequena lâmina d'água, facilitando a aeração natural da água. Vale ressaltar, a ocorrência de chuvas dentro das 24 horas que antecederam a coleta e no dia da coleta, o que pode ter contribuído para a turbulência e incorporação de oxigênio nas águas do riacho.

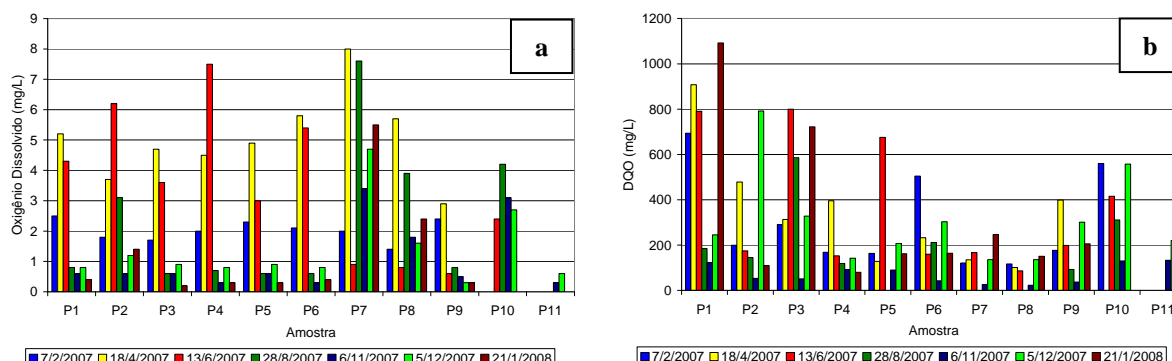


Figura 2. a. Variação de OD e b. Variação de DQO

A concentração de matéria orgânica presente nas águas da bacia do riacho Reginaldo foi avaliada a partir de dados de DQO e DBO₅, cujos valores estão indicados na Tabela 2. Observa-se uma grande variação de DQO (ver Figura 2b), que foi de 86 mg/L a 908 mg/L. Os maiores valores foram registrados no ponto P1. É importante ressaltar, entretanto, que este ponto de coleta corresponde à foz, e, portanto sofre influência da maré. Logo, provavelmente, os cloretos interferiram na determinação desse parâmetro, elevando seu valor. De qualquer forma, a DQO foi bastante elevada na maioria das coletas, sendo o valor médio da ordem de 310 mg/L.

Quanto à DBO₅, foi determinada apenas nas coletas de agosto, novembro e dezembro/2007. A análise dos resultados revela que a concentração média foi de 87,6 mg/L. Os maiores valores de DBO₅ foram encontrados no ponto P10, cuja concentração média foi de $203,3 \pm 66,6$ mg O₂/L, isto se explica pois, através das visitas foi observado que o P10 é um ponto de lançamento pontual de esgoto doméstico de um núcleo residencial. A elevada concentração de matéria orgânica deve-se, como comentado anteriormente, à falta de saneamento na região estudada, em que o lançamento de esgotos ocorre em vários pontos da bacia hidrográfica. Indica



também que a capacidade de diluição das águas avaliadas é altamente limitada ou nula, dificultando sua autodepuração.

Com relação aos exames microbiológicos os dados indicaram que a concentração de coliformes totais situou-se entre $1,5 \times 10^6$ e $4,8 \times 10^8$ UFC/100 mL, enquanto que a densidade de *E. coli*, variou de 1×10^5 a 8×10^7 UFC/100 mL. Estes índices estão compatíveis com o esgoto doméstico in natura, cuja concentração típica de coliformes totais e *E. coli* em esgoto doméstico não tratado como sendo de 10^7 – 10^9 organismos/100 mL e 10^6 – 10^8 organismos/100 mL, respectivamente.

AValiação DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE CARGA POLUIDORA DO RIACHO PAU D'ARCO PARA O RIACHO REGINALDO

Em 20/02/2008 foi realizada a medição da vazão de um dos contribuintes do riacho Reginaldo, o riacho Pau d'Arco, que corresponde ao ponto de coleta P6. Essa medição teve como objetivo possibilitar estimar a carga de poluentes e contaminantes desse afluente para o riacho Reginaldo, haja vista que, concomitantemente à medição de vazão, foram determinados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos neste ponto. A Tabela 3 apresenta a estimativa da contribuição mássica do riacho Pau d'Arco para o riacho principal da bacia, tomando-se como base a vazão medida nesta seção (P6) que foi de 750 L/s ou 27x105 L/h.

O critério adotado para a escolha desse ponto de amostragem, nesse período, deveu-se à significativa vazão observada durante as visitas de campo.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade de água no riacho Pau d'Arco (P6) e respectivas contribuições mássicas em coleta realizada em 20/02/2008.

Parâmetros físico-químicos	Concentração (mg/L)	Carga (kg/h)
OD	0,6	1,62
Cor verdadeira	42	113,4
Turbidez	85,3	230,31
SST	49	132,3
SSF	22	59,4
SSV	27	72,9
SDT	472	1274,4
DBO ₅	70	189
DQO	329	888,3
Cloretos	43	116,1
Nitrogênio amoniacal	19	51,3
Nitrogênio (Nitrito)	0,004	0,011
Fósforo total	7	19
Parâmetros microbiológicos	Concentração	Carga
Coliformes totais	$5,8 \times 10^7$ UFC/100 mL	$156,6 \times 10^{13}$ UFC/h
<i>E. coli</i>	$1,8 \times 10^7$ UFC/100 mL	$48,6 \times 10^{13}$ UFC/h
Bact. heterotróficas	$6,4 \times 10^7$ UFC/100 mL	$172,8 \times 10^{13}$ UFC/h
Colifagos	$4,65 \times 10^4$ UFP/100 mL	$125,55 \times 10^{10}$ UFP/h
<i>C. perfringens</i>	$1,3 \times 10^5$ NMP/100 mL	$35,1 \times 10^{11}$ NMP/h

Como pode ser observado, a contribuição de sólidos é expressiva, com destaque para os SDT com 1.274,4 kg/h.

A matéria orgânica carbonácea foi da ordem de 189 e 889 kg/h em termos de DBO₅ e DQO, respectivamente. Também contribuem para a demanda de oxigênio a carga de N-amoniacal, com 51,84 kg/h, e em menor escala a de N-nitrito com 0,011 kg/h. Neste caso o oxigênio do meio, quando presente, é consumido no processo de nitrificação. O balanço de oxigênio dissolvido é negativo uma vez que a contribuição de OD do riacho Pau d'Arco para o riacho Reginaldo, 1,62 kg.O₂/h, pode ser considerada desprezível face às demandas carbonácea e nitrogenada.



Além do nitrogênio, o fósforo contribui com carga de nutriente, cerca de 20 kg.P/h, o que pode desencadear o processo de eutrofização, situação que favorece ainda mais a deterioração da qualidade da água.

Quanto aos microrganismos indicadores de contaminação, a contribuição para o riacho Reginaldo foi da ordem de 10^{11} a 10^{13} organismos/h.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O riacho Reginaldo e seus afluentes transformaram-se, em decorrência da precariedade do saneamento básico na região da bacia, em canais de depósito de esgoto sanitário e resíduos sólidos. Essa situação, de degradação ambiental, onde há a proliferação de vetores transmissores de doenças compromete, assim, a qualidade de vida da população da bacia e seu entorno.

De acordo com os dados apresentados, a qualidade microbiológica e físico-química do riacho Reginaldo e de seus afluentes durante o período seco, encontra-se bastante comprometida em função das condições de saneamento e do meio ambiente, o que expõe a população às doenças de veiculação hídrica.

A determinação da vazão de um dos contribuintes do riacho Reginaldo, o riacho Pau d'Arco, permitiu a avaliação da contribuição mássica de contaminantes deste afluente, onde se observou uma expressiva carga de matéria orgânica carbonácea (DBO_5 e DQO), nutrientes (nitrogênio e fósforo), sólidos, microrganismos indicadores e outros poluentes.

A elevada carga de esgotos domésticos e baixa capacidade de diluição contribuem para que o riacho Reginaldo, ao longo de seu percurso, não realize o processo de autodepuração de suas águas.

Assim sendo, várias ações de saneamento ambiental devem ser implementadas para o restabelecimento da qualidade sanitária da bacia do riacho Reginaldo. Tais ações devem ser focadas na coleta e tratamento de esgotos domésticos, drenagem urbana, coleta e transporte de resíduos sólidos e educação ambiental, uma vez que atualmente sua qualidade é compatível com o esgoto sanitário *in natura*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GONÇALVES, R. F. (Coordenador) (2003). Desinfecção de efluentes sanitários. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 438p.
2. LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. (2005). A dimensão da qualidade da água: avaliação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.10, n.3, 219-228 p. Jul/Set.
3. NEVES, M. G. F. P.; SOUZA, V. C. B.; PEPLAU, G. R.; SILVA JÚNIOR, R. I.; PEDROSA, H. T. S.; CAVALCANTE, R. B. L. (2007). Características da bacia do Riacho Reginaldo em Maceió/AL e suas implicações no escoamento superficial. In XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídrico, São Paulo-SP; 2007, CD-ROM, ABRH.
4. UNITED States Environmental Protection Agency – USEPA (2002). Federal Register: Proposed Rules, v.67, n.45, p.1057-58. Mar. Disponível em: <http://www.epa.gov/Ogwdw000/standard/ucmr/aliomonas030702.pdf>.