



09 a 11 de dezembro de 2015
Auditório da Universidade UNIT
Aracaju - SE

INSTRUÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE TRABALHOS COMPLETOS

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SIRIRI/SE: RESULTADOS PRELIMINARES

Amanda de Azevedo Gonçalves¹, Marcus Aurélio Soares Cruz², Julio Roberto Araujo de Amorim³, Ricardo de Aragão⁴, Paulo Vinícius Melo da Mota⁵

¹ Mestranda em Recursos Hídricos da UFS, São Cristóvão, Brasil, amanda_engambiental@hotmail.com

² Pesquisador Embrapa, Aracaju, Brasil, marcus.cruz@embrapa.br

³ Pesquisador Embrapa, Aracaju, Brasil, julio.amorim@embrapa.br

⁴ Professor Adjunto UFPB, Paraíba, Brasil, ricardoaragao@yahoo.com

⁵ Graduando em Geologia da UFS, São Cristóvão, Brasil, paulovm@live.com

Resumo

A sub-bacia hidrográfica do rio Siriri, afluente do rio Japarutuba no estado de Sergipe, destaca-se por sua diversidade no uso da terra e do solo, possuindo: atividades de exploração mineral, agropecuária, industrial e agroenergia. O monitoramento das variáveis da qualidade da água nos rios pode ser utilizado como indicador para mensurar a influência das atividades antrópicas desenvolvidas na qualidade do corpo hídrico. O presente trabalho avaliou a variação de temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes no rio Siriri, por meio de coletas de amostras de água entre os meses de outubro a julho e testes laboratoriais, buscando relações com as alterações de uso da terra na sub-bacia hidrográfica. A sub-bacia hidrográfica do rio Siriri está localizada entre as coordenadas geográficas 37°12'52"O, 10°24'20"S e 36°54'22"O, 10°45'44"S, apresenta cerca de 429 km². Assim, para caracterizar os aspectos ambientais das águas no rio Siriri, foram selecionados cinco pontos para a coleta de amostras de água, incluindo os dois onde há monitoramento de vazão pela ANA, estações Siriri (cod. 50046000, 140 km²) e Rosário do Catete (cod. 50047000, 300 km²). As amostras indicam uma queda da qualidade da água na sub-bacia no sentido de montante para jusante, resultado provável da presença de esgotos urbanos e da ausência de matas ciliares. A variação da temperatura e do pH condiz com os valores enquadrados na classe 1 da Resolução CONAMA 357/05. Na determinação do parâmetro turbidez os valores médios obtidos estão abaixo de 20 NTU, atendendo o limite estabelecido na norma supracitada. Os valores médios da variável do oxigênio dissolvido situaram-se ligeiramente abaixo dos limites para Classe 1, nos três pontos mais a jusante. As amostras apresentaram mais de 90% dos valores para a variável Coliformes Termotolerantes acima da Resolução vigente.

Palavras-chave: monitoramento da sub-bacia do rio Siriri, qualidade da água, aspectos ambientais.

1. INTRODUÇÃO

O planeta terra é constituído de setenta por cento de água. As águas salgada e doce equivalem a 97,5% e 2,5%, respectivamente. Do percentual da água doce, 68,9% encontram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e, apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos [10].

O Brasil se destaca por seus recursos hídricos, no entanto, algumas regiões do país sofrem com a má distribuição da água doce na superfície e a má qualidade da água, muitas vezes ocasionadas por ações antrópicas. Atividades agrícolas

podem carrear contaminantes (fertilizantes e pesticidas) que colaboram com a alteração dos parâmetros físico-químicos da água. Outra, impactante na qualidade do rio é o lançamento sem tratamento dos efluentes domésticos e industriais, comprometendo a saúde da população e o bom funcionamento dos organismos aquáticos. A qualidade das águas está diretamente relacionada ao manejo e uso das terras na bacia hidrográfica. A ocupação do solo e o tipo de uso determinam os contaminantes presentes, e a capacidade de assimilação das cargas poluentes é definida, sobretudo pelo tamanho e tipo do recurso hídrico de destino [3].

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece que, para manter as condições e padrões de qualidade de um corpo hídrico visando atender uma proposta de enquadramento, deve-se monitorar periodicamente com um conjunto de parâmetros de qualidade da água. Parâmetros físicos, químicos e biológicos são necessários para a caracterização da qualidade da água. Assim, é realizado monitoramento por meio de coleta de amostras e análises laboratorial, ou seja, a caracterização espacial e temporal do corpo d'água amostrado [12].

A sub-bacia hidrográfica do Rio Siriri destaca-se por sua diversidade de uso e ocupação do solo, citando: cultivo de cana-de-açúcar, de capim de corte, pastagem, atividades agrícolas, centros urbanos e atividades de exploração mineral. A água é utilizada principalmente para a lavagem de roupas, banho e dessedentação de animais, abastecimento humano e irrigação. Essas atividades geram impactos negativos na qualidade da água e da população. Proliferando a presença de nutrientes no corpo hídrico, diminuição de oxigênio, formação de algas, formação de bancos de sedimentos no leito, redução da vazão, proliferação de doenças, impacto visual, odor no período seco e elevação no custo do processo de tratamento da água para abastecimento humano.

2. OBJETIVO

Este estudo visou avaliar as concentrações de temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes no rio Siriri, por meio de coletas de amostras de água e testes laboratoriais, buscando fornecer subsídios para a avaliação da qualidade ambiental na bacia hidrográfica e a determinação de relações com as atividades antrópicas relativas aos diferentes uso da terra presentes na sub-bacia hidrográfica.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Japarutuba - terceira menor bacia hidrográfica do estado de Sergipe – nasce na Serra da Boa Vista, entre Feira Nova e Graccho Cardoso e deságua no oceano Atlântico, no município de Pirambu. A sub-bacia hidrográfica do rio Siriri está localizada entre as coordenadas geográficas 37° 12' 52" O, 10° 24' 20" S e 36° 54' 22" O, 10° 45' 44" S, com cerca de 429 km², sendo juntamente com o rio Japarutuba-Mirim, os principais afluentes do rio Japarutuba (figura 1) [6].

A sub-bacia hidrográfica do rio Siriri tem apresentado sinais de queda de sua qualidade ambiental, principalmente relacionados aos impactos sobre os recursos hídricos da bacia, como alterações de regimes hidrológicos e da qualidade das águas. Principalmente, por apresentar atividades agrícolas e de extração mineral presentes na bacia [6]. Abrange dez municípios: Divina Pastora, Capela, Maruim, General Maynard, Santo Amaro das Brotas, Carmópolis, Pirambu, Nossa Senhora das Dores, Siriri e Rosário do Catete. Destacando os três últimos como centros urbanos (figura 1).

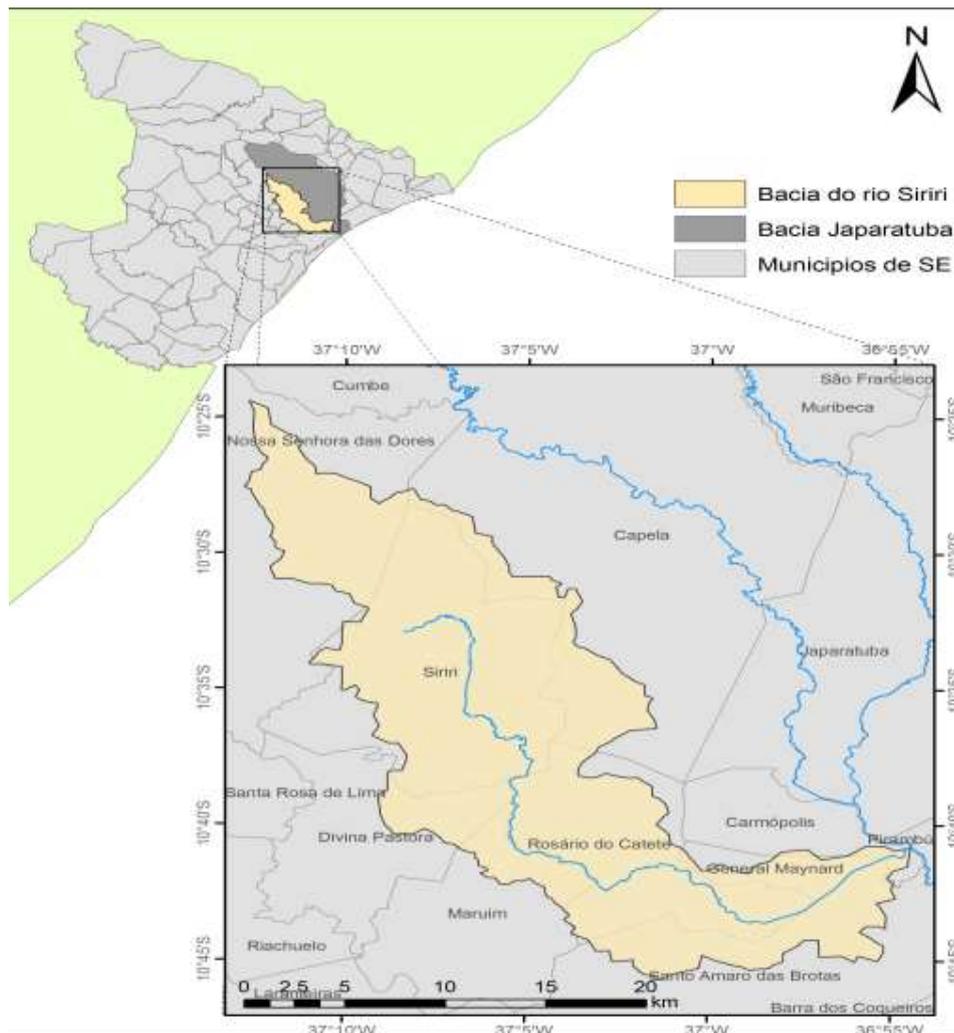


Figura 1. Localização da sub-bacia do Rio Siriri no estado de Sergipe.
Fonte: EMBRAPA, 2012.

A precipitação na bacia apresenta valores anuais médios de 1.500 mm próximo à sua foz no rio Japarutuba e cerca de 700 mm/ano na sua porção extrema noroeste, com período chuvoso concentrado nos meses de maio a agosto [7]. O clima na bacia hidrográfica varia de sub-úmido úmido, na região da foz do rio Japarutuba, sub-úmido seco, na região do médio Japarutuba e semiárido na região do alto Japarutuba. Da área total da bacia: 9,63 % pertencem à região semiárida; 30,18 % a porção litoral úmido e 60,17 % estão localizadas no agreste [2]. Os solos predominantes na sub-bacia hidrográfica do Rio Siriri são os Argissolos principalmente em sua porção alta, com ocorrência de Latossolos, Vertissolos, Neossolos e Gleissolos. O uso do solo é caracterizado pela existência de áreas urbanas e rurais, polos industriais e intensa exploração de petróleo do Estado e da exploração de potássio [8].

3.2. Monitoramento da qualidade da água no rio Siriri

Para analisar a qualidade das águas no rio Siriri, foram selecionados cinco pontos para a coleta de amostras de água, incluindo dois onde há monitoramento de vazão pela Agência Nacional de Águas, estações Siriri (cod. 50046000, 140 km²) e Rosário do Catete (cod. 50047000, 300 km²). Na Figura 2 está apresentada a localização dos pontos de coleta na bacia do rio Siriri e na tabela 1, suas características principais. As coletas mensais foram iniciadas em outubro/2014, sendo realizadas dez campanhas até o presente momento.

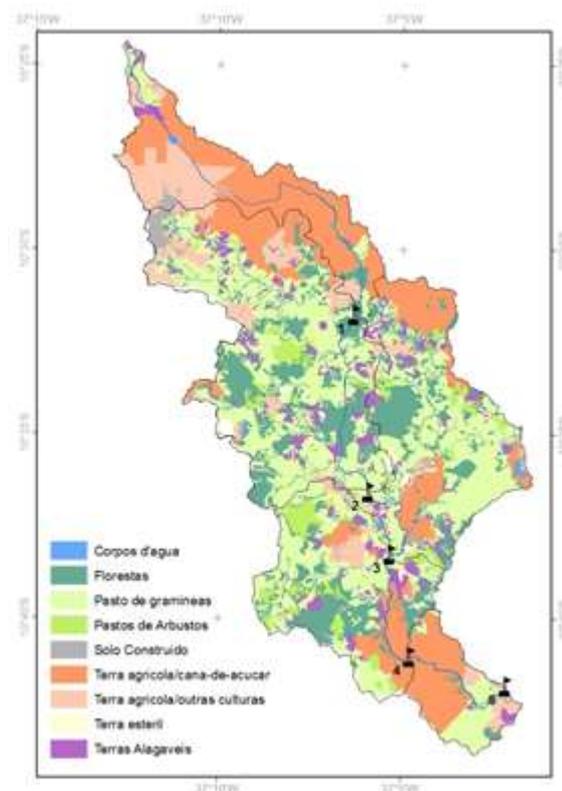


Figura 2. Localização dos pontos de coleta na bacia hidrográfica do rio Siriri
Fonte: Embrapa (2014).

Pontos	Descrição	Município	Latitude	Longitude	Área (km ²)
1	Riacho Sangradouro	Siriri	10° 31' 46.4" S	37° 6' 18.9" W	46.65
2	Rio Siriri	Siriri	10° 36' 34.2" S	37° 5' 54.6" W	156.13
3	Rio Siriri	Siriri	10° 38' 15.4" S	37° 5' 18.5" W	228.08
4	Rio Siriri	Rosário do Catete	10° 41' 2.2" S	37° 4' 45.6" W	286.1
5	Rio Siriri	Rosário do Catete	10° 41' 49.0" S	37° 2' 8.7" W	307.77

Tabela 1. Pontos de Coleta e suas respectivas coordenadas.

Durante as coletas de outubro/2014 a julho/2015 avaliou-se os parâmetros de temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido e Coliformes termotolerantes. Tais variáveis foram analisadas em laboratório segundo metodologias recomendadas pelo *Standard Methods* [4]. As amostras coletadas foram analisadas no Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) nos Laboratórios de Química de Água e de Microbiologia. O ITPS possui um laboratório atuante no Estado a mais de 30 anos validando análises de água e efluentes. Desde 2010, é acreditado pelo INMETRO com base na norma NBR ISSO/IEC 17025:2005, com a finalidade de atuação na avaliação da qualidade da água para diversos fins, assim como análise e monitoramento de despejos industriais [9].

A Resolução CONAMA 357/2005 foi utilizada como dispositivo de avaliação ambiental da qualidade dos recursos hídricos para a caracterização do estado das águas ao longo do ano. No momento da coleta dentre as medidas realizadas obteve-se a temperatura da água, pH, Turbidez e Oxigênio Dissolvido por meio de uma sonda multiparâmetro modelo Aquaread AP 2000 (figura 3).



Figura 3. Sonda multiparâmetro aquaread AP 2000.
Fonte: www.agsolve.com.br (2014).

3.3. Análises estatísticas

Para a realização das análises exploratórias estatísticas utilizou-se o software Microsoft Office Excel. Os dados foram analisados através da estatística descritiva apresentando valores médios, mínimo, máximo e desvio padrão. Buscando correlacionar os valores estatísticos com as alterações de uso da terra dos pontos monitorados na sub-bacia hidrográfica em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentados os valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão das variáveis analisadas que permitiram verificar a qualidade da água nas cinco estações da região estudada durante dez campanhas. Observa-se que, considerando os valores finais totais, as variáveis Temperatura, pH e Turbidez estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA/357 considerando a Classe 1. Situação divergente nas variáveis Oxigênio Dissolvido (OD) e Coliformes Termotolerantes (CT).

O Oxigênio Dissolvido médio presente na bacia hidrográfica em estudo ($5,97 \text{ mg.L}^{-1}$), está abaixo do limite estabelecido na Resolução para a referida Classe (não inferior a 6 mg.L^{-1}). Tal comportamento indica que as águas do rio Siriri encontram-se em estado de alerta para usos nobres. Em uma análise pontual observa-se que nos pontos P3, P4 e P5 o OD não está enquadrado na norma supracitada ver gráfico C (figura 4). Tal fato pode estar associado à decomposição da matéria orgânica proveniente do cultivo da cana-de-açúcar, pastagem e florestas, bem como pelo aumento da temperatura. A baixa presença de OD no meio hídrico pode estar relacionada à proliferação das algas.

Para [1] o oxigênio é utilizado como principal parâmetro de qualidade da água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre os corpos da água. Segundo [1] o oxigênio dissolvido pode ser utilizado como indicador de qualidade das águas superficiais, pois a proliferação bacteriológica depende diretamente de suas concentrações, constituindo de metodologia de rápida análise, passível de realização no campo.

Todos os valores médios dos cinco pontos amostrais da variável Coliformes Termotolerantes (CT) estão impróprias para o consumo humano, segundo a Resolução Conama 357/05. Seu consumo pode representar riscos e agravos à saúde, constituindo como uma das ações de saúde pública de maior impacto na prevenção de doenças e dos índices de mortalidade [13]. Observando no gráfico E (figura 4) que o ponto P5 apresenta valor médio mais elevado que os demais, provavelmente por ser localizado em zona urbana ocorrendo um aumento significativo do lançamento de carga orgânica doméstica.

Baseado na tabela 2 a temperatura da água apresentou pequena variação de 25 a 28°C, com aumento da montante para a jusante, no entanto, deve-se atribuir esta característica ao horário da realização das coletas, sempre iniciadas no começo da manhã e concluídas à tarde, de P1 até P5 no gráfico A (figura 4).

A variável pH mostrou-se com baixa variabilidade ao longo do trecho em estudo, apenas com valor inferior em P1, no entanto, situa-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução vigente. Tal fato pode estar relacionado à presença maior de compostos nitrogenados neste local, o que podem gerar ácidos orgânicos e diminuir o valor do pH da água, ilustrado no gráfico B (figura 4). Para [13], rios brasileiros são caracterizados como neutro e ácido. Normalmente, o pH é refletido pelo tipo de solo.

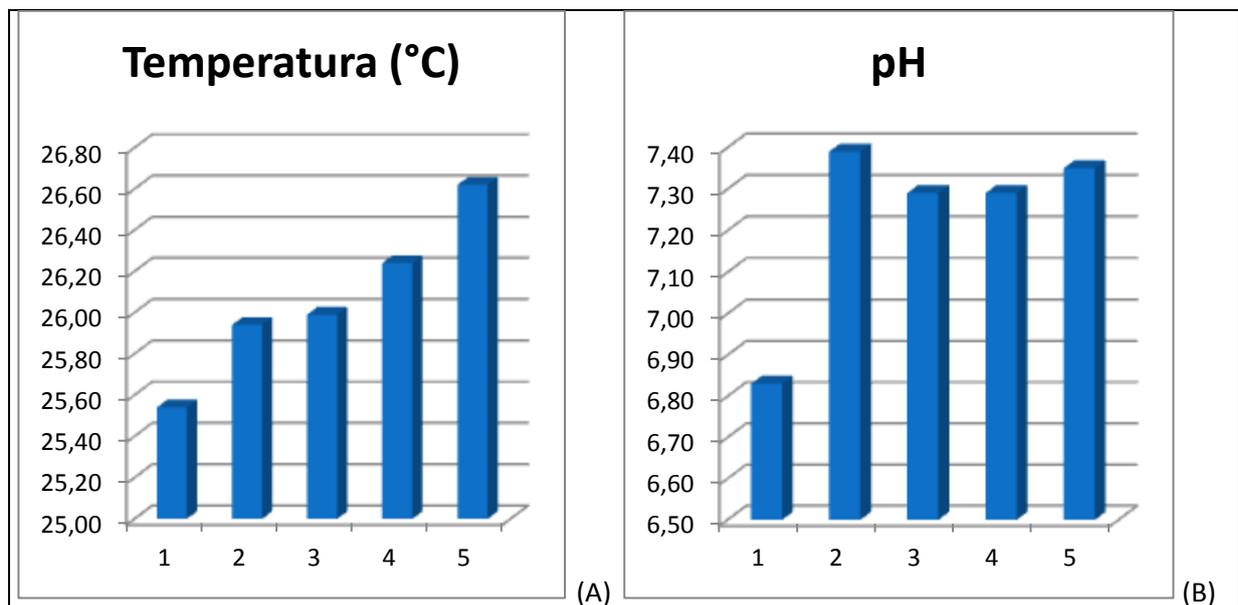
Observa-se que, os valores de turbidez (gráfico D na figura 4) não ultrapassaram os limites da Resolução (até 40 UNT), se mostrando crescente no sentido de P1 a P3, com um pequeno decréscimo no P4 (19.62 UNT). Assim, percebe-se que os trechos do rio que apresentam maiores valores mostram-se mais desprotegidos atualmente no que se refere à presença de matas ciliares, além disso, os tipos de solos predominantes na porção centro-jusante da sub-bacia (P3, P4 e P5) apresentam maior vulnerabilidade à erosão, como os Neossolos Flúvicos, enquanto que à montante predominam os Argissolos.

À medida que se avança no sentido das cabeceiras ao exutório da bacia, as concentrações de pH e Turbidez vão aumentando e há o decaimento na presença de oxigênio dissolvido na água. Certamente isto está relacionado à presença de

nutrientes nos esgotos domésticos despejados e nos sedimentos do rio neste trecho da sub-bacia hidrográfica, onde estão localizados os centros urbanos dos municípios de Siriri e Rosário do Catete.

Variáveis	Valores	P1	P2	P3	P4	P5	Total
T (°C)	Média	25.54	25.94	25.99	26.24	26.62	26.07
	Mínimo	25.1	24.9	25.1	24.9	25	25.00
	Máximo	26.4	27	26.9	27.3	28	27.12
	Desvio padrão	0.43	0.82	0.61	0.79	0.97	0.72
pH	Média	6.83	7.39	7.29	7.29	7.35	7.23
	Mínimo	6.6	7.16	7.02	7	7.03	6.96
	Máximo	7.14	7.77	7.65	7.71	7.76	7.61
	Desvio padrão	0.21	0.20	0.20	0.21	0.22	0.21
OD (mg.L ⁻¹)	Média	6.99	6.80	5.95	5.18	4.94	5.97
	Mínimo	5.88	5.94	4.37	4.35	3.64	4.84
	Máximo	9.43	8.01	7.33	6.32	6.63	7.54
	Desvio padrão	1.16	0.68	0.95	0.61	1.04	0.89
Turbidez (UNT)	Média	4.08	11.51	20.09	19.62	23.44	15.75
	Mínimo	1.3	1.1	2.1	1.4	2.4	1.66
	Máximo	6.2	34.1	52.3	74.8	70.8	47.64
	Desvio padrão	2.05	10.17	15.00	21.45	19.02	13.54
Coli.T (NMP. 100mL ⁻¹)	Média	7723.00	37393.00	8992.70	4418.00	339100.00	79525.34
	Mínimo	280	33	17	40	4000	874.00
	Máximo	33000	240000	54000	35000	1600000	392400.00
	Desvio padrão	11387.94	76591.06	16966.91	10940.74	522516.87	127680.70

Tabela 2. Médias, valores mínimos e máximos e desvio padrão das variáveis analisadas nos cinco pontos de monitoramento da sub-bacia hidrográfica do rio Siriri/SE.



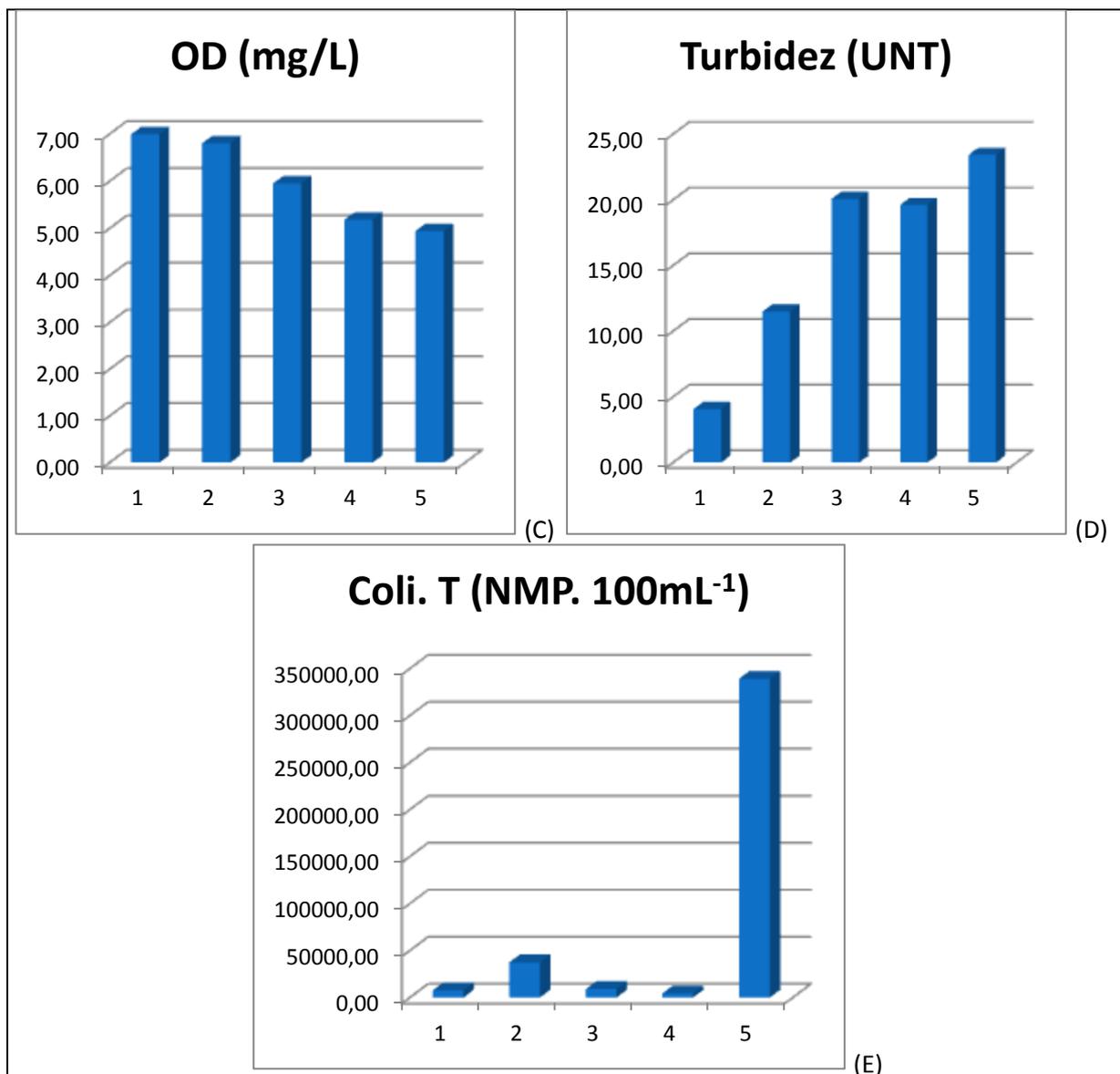


Figura 4. Concentrações médias das variáveis de qualidade da água nos cinco pontos amostrais da sub-bacia hidrográfica do rio Siriri/SE

5. CONCLUSÃO

A variável OD está abaixo do limite para o enquadramento Classe 1 da Resolução CONAMA/357. O ponto de coleta P5 apresentou maiores valores para turbidez, e consequentemente, menores valores de OD. Tal resultado atribui-se à presença de esgotos domésticos dos centros urbanos neste trecho da bacia e à baixa presença de mata ciliar com elevação da carga de sedimentos na água.

A temperatura e o pH mostraram com baixa variação. Contudo, o Coliforme Termotolerante apresentou maiores concentrações em todos os pontos de amostragem, estando acima dos limites da legislação, podendo ser atribuído à poluição hídrica por lançamento de esgoto doméstico sem tratamento adequado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARAÚJO, S. C. de S.; SALLES, P. S. B. de A.; SAITO, C. H. Modelos qualitativos, baseados na dinâmica do oxigênio dissolvido, para avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas. Desenvolvimento tecnológico e metodológico para medição entre usuários e comitês de bacia hidrográfica. Brasília: Departamento de Ecologia. Editora da UNB, 2004, p. 9-24.
- [2] ARAGÃO, R. de; ALMEIDA, J. A. P. de. Avaliação Espaço Temporal do Uso do Solo na Área da Bacia do Rio Japarutuba – Sergipe Através de Imagens LANDSAT. Universidade Federal de Sergipe- XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais. 25-30 abril 2009, INPE, p. 1231-1238.
- [3] BOLLMANN, H. A.; MARQUES, D. M. L. da M. Influência da densidade populacional nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados em áreas com baixa cobertura sanitária. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 11 n. 4, p. 1413-4152, 2006.

- [4] CLESCERI, L. & GREENBERG, A. (2005). Standard Methods for the examination of water and wastewater. 21th Edition. Editora Pharmabooks. 300p.
- [5] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – 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. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 22 jan. 2015.
- [6] CRUZ, M. A. S.; ARAGÃO, R. de; AMORIM, J. R. A. de; PANTALEÃO, S. de M.; MENDONÇA, L. C.; FIGUEIREDO, E. E. de. Avaliação da Influência do Uso do Solo sobre a Qualidade da Água do Rio Siriri-Sergipe. XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 6 p., 2014.
- [7] CRUZ, M.A.S., AMORIM, J.R.A., ARAGÃO, R., GOMES, L.J., MARQUES, M.N., SANTOS, R.C., VIANA, R. D., SOUZA, R.A., SOUZA, A.M.B., SILVA, R.R.S., MOTA, P.V.M. Base de dados do Projeto Japarutuba. 2012. Brasília-DF: Embrapa. 1 DVD.
- [8] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. 2. Ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2012. 306p.
- [9] INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISA DO ESTADO DE SERGIPE – ITPS. Secretaria do estado do Desenvolvimento Econômico e da Ciência e Tecnologia. Disponível em: <<http://www.itps.se.gov.br/modules/tinvd1/index.php?id=4>>. Acesso em: 20 nov. 2014.
- [10] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Água: Um recurso cada vez mais ameaçado. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/publicacao/> Acesso em: 22 jan. 2015.
- [11] MAIER, M.H. (1987) Ecologia da bacia do Rio Jacaré-Pepira (47° 55' - 48° 55' W; 22° 30' - 21° 55' S - Brasil). Qualidade da água do Rio Principal. Ciência & Cultura, 39 (2): 164- 185.
- [12] ROLIM, H. de O.; LEITA JÚNIOR, J. B.; GOMES FILHO, R. R.. Qualidade da Água. In: GOMES FILHO, R. R. (Org., 1ª Ed). Gestão de Recursos Hídricos. Goiânia: Gráfica e Editora América, e co-edição com a Editora da UEG, 2013. 312p.
- [13] SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). Ciência & Saúde Coletiva, 2003, p. 1019-1028.