

MONITORAMENTO DA ÁGUA NA CAPTAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO (ETA) DO RIO GUANDU (RJ)

Suzana Pimentel Soares¹; Alan Kardec da Silva²; Pedro Ivo Coelho Ortolano³; Elisamara Sabadini Santos⁴; Marcos Antônio Ferreira Consoli⁵

RESUMO - - - Aproximadamente 85% da água de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro e Baixada Fluminense origina-se do Rio Guandu, após tratamento físico-químico sob responsabilidade da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE). O Rio Guandu e seus afluentes sofrem impactos ambientais oriundos da supressão da mata ciliar, ocupação desordenada da sua bacia de drenagem e despejo de efluentes domésticos e industriais. Com isso, monitorar a água na captação, além de exigência legal, é fundamental para se compreender a interação dos múltiplos fatores físico-químicos e biológicos na qualidade da água. Nesse trabalho, objetivou-se realizar o monitoramento microbiológico na captação da ETA do Rio Guandu, relacionando-o com a turbidez, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, nitrogênio e fósforo totais. Foram coletadas amostras semanais de água nas Barragens Auxiliar e Principal e de água bruta da Estação após desarenador durante um ano. Existe diferença significativa entre as amostras de água das barragens e da estação de tratamento. Correlação significativa e positiva entre *E. coli* e turbidez também foram observadas. A qualidade da água na captação sofre forte influência da Lagoa do Guandu e seus afluentes, enfatizando a necessidade de obras de saneamento ao longo desses rios para recolher separadamente os efluentes.

ABSTRACT - - - About 85% of water supply of Rio de Janeiro city and Baixada Fluminense originate from Guandu River after physic-chemical treatment of Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) responsibility. Guandu River and its tributaries are submitted to many environmental impacts like suppression of riparian forest, disordered occupation of its drainage basin and input of domestic and industrial effluents. So monitoring the captured water more than a legal requirement is fundamental to understand the interactions of the multiply physic-chemical and biological factors of water quality. This work intend to present the microbiological monitoring at the catchment of water treatment station (WTS) of Guandu River and its relations with turbidity, pH, alkalinity, dissolved oxygen, total nitrogen and total phosphorus. Water were weekly sampled at principal dam (PD), adjunct dam (AD) and at treatment station after grating during one year. Significant differences between water samples from dams and from the station of treatment were observed. Significant correlation was observed between *E. coli* and turbidity. The quality of water at the catchment is strongly influenced by Guandu Lagoon and its tributaries, emphasizing the need of sanitary works along these rivers that separately collect effluents.

Palavras-chave: Rio Guandu, nutrientes, coliformes.

1)Estagiária da CEDAE e Graduanda em Ciências Biológicas pela UFF Outeiro São João Batista s/n, 24020-141 Niterói. E-mail: kxdepandora@gmail.com 2) Técnico da CEDAE, Rod. BR-465, km 19,5 26298-420 Nova Iguaçu. E-mail: alannovavida@hotmail.com 3) Analista de Qualidade da CEDAE, Rod. BR-465, km 19,5 26298-420 Nova Iguaçu. E-mail: pedro-ortolano@cedae.com.br 4) Professora adjunto da UFF, IQ, Outeiro São João Batista s/n, 24020-141 Niterói. E-mail: esabadini@geog.uff.br 5) Coordenador do Laboratório de Tratamento de Água do Guandu, Rod. BR-465, km 19,5 Nova Iguaçu. E-mail: mconsoli@cedae.com.br

INTRODUÇÃO

A Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) é a responsável pelo tratamento e distribuição da água para a cidade do Rio de Janeiro e Baixada Fluminense, usando o Rio Guandu como recurso hídrico para disponibilizar água para essas populações. Mediante essa atribuição, o Rio Guandu adquire uma importância ímpar no que diz respeito à questão do abastecimento do Estado do Rio de Janeiro, no entanto, ele e seus afluentes não estão imunes aos diversos impactos ambientais oriundos de casos como a supressão da mata ciliar, ocupação desordenada da sua bacia de drenagem e despejo de efluentes domésticos e industriais.

A degradação ambiental tem sido objeto de inúmeros estudos que associam tais danos à qualidade da água, seja essa de ambientes dulcícolas, marinhos ou estuarinos ou, até mesmo de áreas urbanas e industriais. O manancial é o componente de maior relevância ao abastecimento de água e os impactos que atingem tais ecossistemas, como o Rio Guandu, requerem diagnóstico e monitoramento rigorosos e eficazes, pois podem ocasionar perdas de quantidade e qualidade de suas águas, acarretando prejuízo nos usos múltiplos desses corpos d'água.

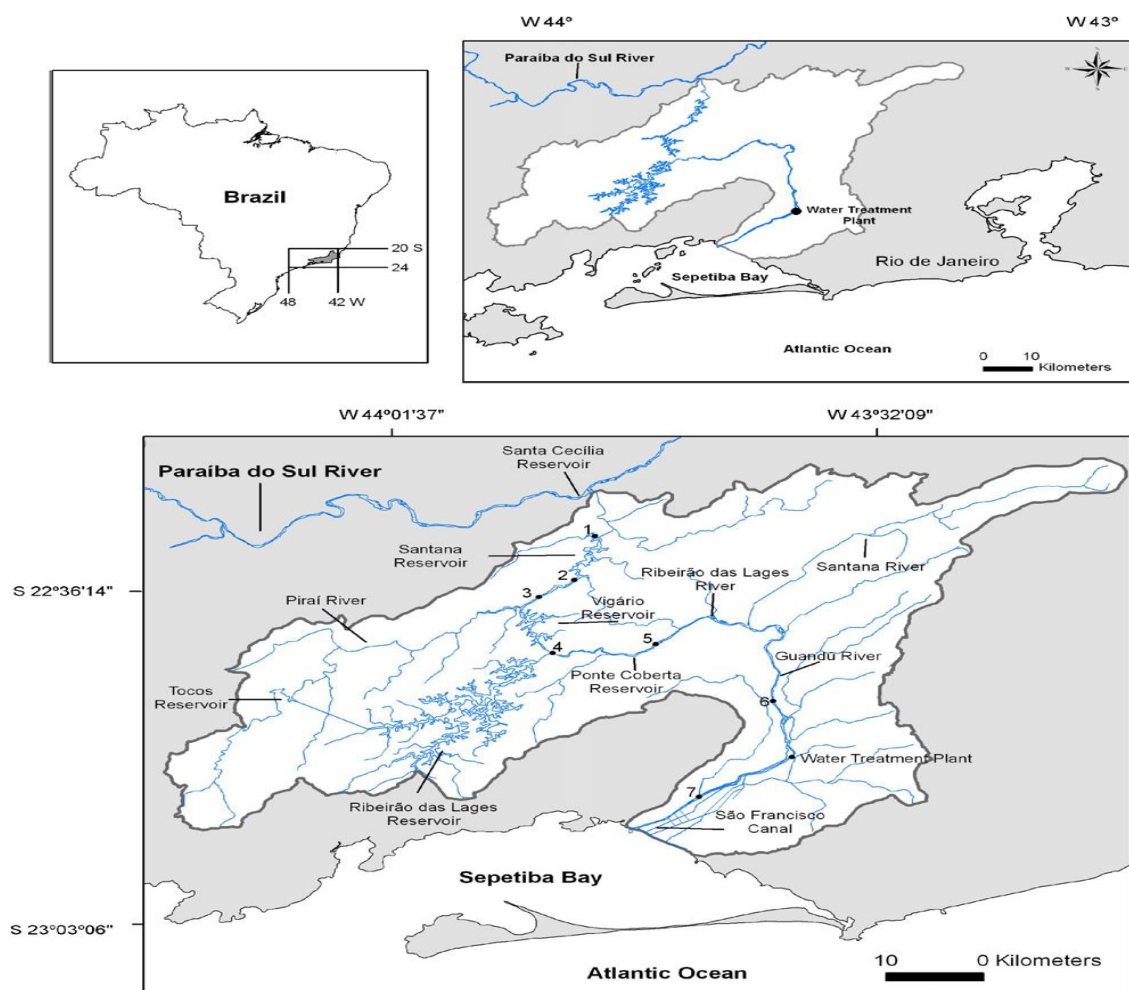
Além disso, o monitoramento da água bruta na captação, além de requisito legal, é de fundamental importância na rotina operacional de uma ETA, visto que a qualidade da água é dinâmica no tempo e no espaço (Carmo, 2008) e influencia diretamente os processos de tratamento da água (Di Bernardo e Paz, 2008). Nesse sentido, esse trabalho visa ressaltar a importância da preservação dos mananciais a partir das interações entre fatores físico-químicos e microbiológicos, ressaltando o Rio Guandu, devido a sua grande utilidade para o Estado do Rio de Janeiro.

O objetivo do atual trabalho foi a realização de um monitoramento da água na captação da Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA-Guandu), que compreendeu a análise dos parâmetros coliformes totais, *Escherichia coli*, turbidez, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, nitrogênio e fósforo totais e a determinação do Índice de Estado Trófico (IET). Para tanto, foram coletadas amostras semanais de água bruta nas Barragens Auxiliar e Principal e da Estação após os desarenadores, tendo como objeto de estudo os dados referentes a um período de um ano, datando de maio de 2010 a maio de 2011. Os resultados das análises foram aplicados ao teste estatístico (ANOVA) para entendimento das correlações entre os parâmetros escolhidos.

ÁREA DE ESTUDO

O Rio Guandu é originado a partir da transposição das águas do Rio Paraíba do Sul para atender a demanda de geração de energia do complexo da Light em Piraí. O Paraíba do Sul forma a maior bacia hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro, ocupando uma área de 57.000 km², da qual 22.600 km² pertencem ao Estado do Rio de Janeiro, o correspondente a 39,6% da bacia (SEMADS, 2001). No território fluminense, as águas do Paraíba do Sul apresentam sucessivas barragens para atender a questão da geração de energia, como a Barragem de Santa Cecília e os Reservatórios do Rio Piraí (Santana e Vigário) e da usina de Ponte Coberta, então transpostas para o Ribeirão das Lajes, que flui para o Rio Guandu e este desemboca na Baía de Sepetiba. A Figura 1 ilustra a localização da área de estudo.

Figura 1 – Localização do Rio Guandu (Molisani, 2007)

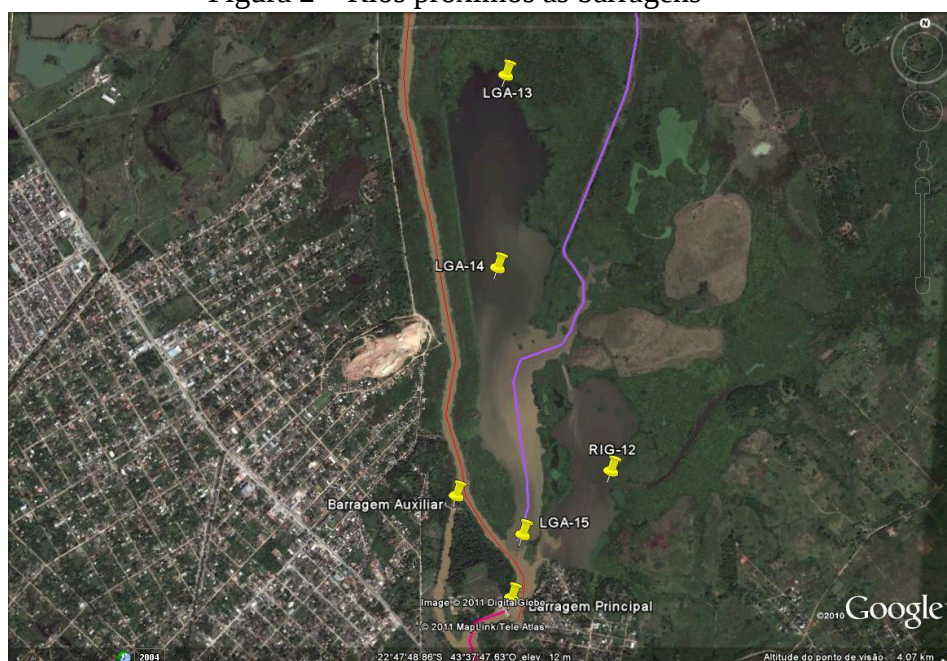


As águas do Rio Guandu, em determinados trechos, apresentam um afunilamento natural de sua calha, causado por um morro na margem esquerda (SEMADS, 2001), que favorece a exploração de areia ao longo do rio, atividade já reconhecidamente condenada por causar degradação e descaracterização desse corpo d'água. O Guandu margeia áreas agrícolas e urbanas, supostamente cooperadoras da deposição de parte dos efluentes que contaminam o rio, além de um depósito de lixo e de um complexo industrial nas áreas adjacentes.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) do Guandu está localizada no município de Nova Iguaçu, trata cerca de $42\text{m}^3/\text{s}$ de água e opera com tecnologia de ciclo completo, onde o processo de tratamento da água se realiza através das etapas: captação, coagulação-floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, correção de pH e adução. A captação é feita à margem esquerda do rio, proporcionando a vazão ideal para a entrada de água na Estação através de duas barragens, sendo uma delas nomeada como Barragem Auxiliar, com três comportas e, a outra de Barragem Principal, com sete comportas.

No entorno das barragens, ocorre a formação de uma lagoa (pontos LGA-13, LGA-14 e LGA-15), que assume um papel fundamental na caracterização da água na Barragem Principal, pois sofre influência de dois rios em potencial, o Rio Poços e o Rio Queimados. A Barragem Principal ainda recebe o aporte de água do Rio Ipiranga (ponto RIG-12), que alcança a foz da Lagoa, como ilustra a Figura 2, que também aponta o fluxo do Rio Guandu com o traçado vermelho e, com o traçado roxo a junção dos Rios Poços e Queimados. A água que é tratada na ETA Guandu é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 85% da cidade do Rio de Janeiro e Baixada Fluminense.

Figura 2 – Rios próximos às barragens



MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e preservação de amostras

As coletas das amostras de água foram realizadas semanalmente nas Barragens Auxiliar e Principal e na água bruta após os desarenadores da Estação de Tratamento de Água do Guandu (Figuras 1 e 2).

A lavagem e preparo dos materiais utilizados na coleta, a preservação e prazos para análise de cada parâmetro seguiram a metodologia descrita no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998) e na norma 9898/1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997).

Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados neste trabalho foram: pH, turbidez, alcalinidade, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, coliformes totais e *Escherichia coli*. e são apresentados na Tabela 1.

Tratamento de dados

Os resultados das análises para todos os parâmetros considerados foram introduzidos em uma planilha de Excel para gerar possíveis gráficos indicativos do comportamento dos mesmos ao longo do período considerado, assim como o cálculo de mediana e desvio padrão dos dados nas análises. Posteriormente, os mesmos resultados foram empregados em um programa de estatística para que as correlações existentes fossem compreendidas de acordo com o teste escolhido, ANOVA.

Índice de Estado Trófico (IET)

A avaliação da qualidade da água em ambientes aquáticos é muito recente. Em geral, os modelos em uso são baseados em concentrações de nutrientes (na coluna d'água e nos sedimentos), clorofila-a e saturação de oxigênio, que são os principais parâmetros para avaliar as condições tróficas (Newton *et al.* 2003; Håkanson, Bryhn 2008, Toledo Jr *et al.*, 1983).

Para determinar o Índice de Estado Trófico (IET) do ambiente aquático nas Barragens Auxiliar e Principal foi empregada a metodologia de Toledo Jr *et al.* (1983) a partir das concentrações de Fósforo total. Esse IET classifica os corpos d'água em oligotrófico, mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico.

Tabela 1 - Parâmetros analisados e métodos empregados

Parâmetro	Método	Equipamento
pH	Leitura direta (APHA, 1998)	Phametro Orion modelo 420 A+
Turbidez	Leitura direta (APHA, 1998)	Turbidímetro HACH modelo 2100 AN
Alcalinidade Total	Titulométrico - 2320 B (APHA, 1998)	-
Oxigênio Dissolvido	Winkler – 4500-O (APHA, 1998)	-
Nitrogênio Total	Digestão com persulfato (HACH 10071)	Espectrofotômetro de luz visível/ UV marca HACH modelo DR/4000.
Fósforo Total	Digestão ácida com persulfato (HACH 8190)	Espectrofotômetro de luz visível/ UV marca HACH modelo DR/4000.
Colimetria (Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>)	Membrana Filtrante – Substrato cromogênico (bioMérieux®), modificado de APHA (1998)	-

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados de turbidez nas Barragens Auxiliar e Principal foram relativamente homogêneos (medianas 23,7 e 23,3 NTU, respectivamente), enquanto que as amostras de água bruta da Estação apresentaram valores superiores, cuja mediana foi 29,1NTU e o máximo, 90,3 NTU (Tabela 2). Entretanto, a distribuição da turbidez foi o único parâmetro que apresentou padrão sazonal, onde os maiores valores ocorreram durante os meses de novembro a março, período

chuvoso que acompanha a transição primavera/verão e, caracteriza, principalmente, o verão (Figura 3).

Figura 3 – Distribuição da turbidez na Barragem Principal (BP), Barragem Auxiliar (BA) e água bruta da Estação (Bruta) monitoradas entre maio de 2010 e maio de 2011

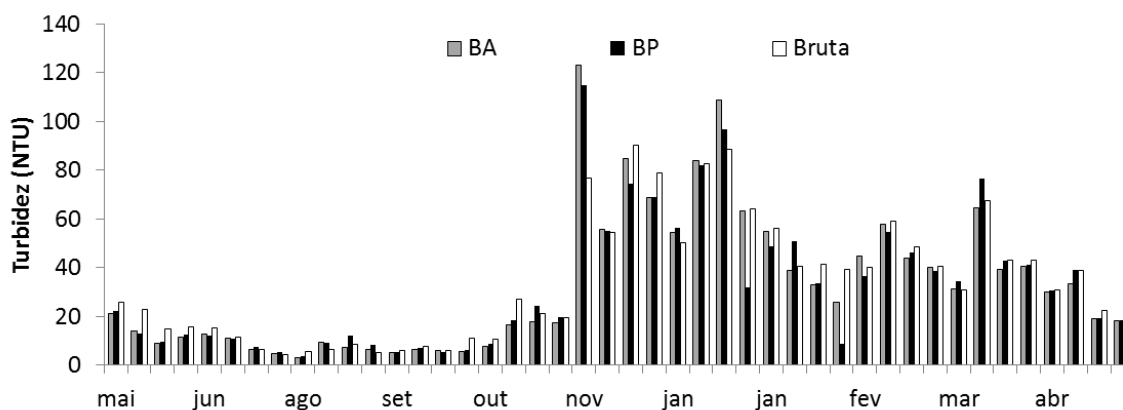


Tabela 2 – Medianas, mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos monitorados entre maio de 2010 e maio de 2011 na Barragem Principal (BP), Barragem Auxiliar (BA) e água bruta da Estação (Bruta).

	Barragem Auxiliar			Barragem Principal			Água Bruta		
	mediana	mín.	máx.	mediana	mín.	máx.	mediana	mín.	máx.
Turbidez (NTU)	23,7	3,2	123,0	23,3	3,9	115,0	29,1	4,4	90,3
pH	7,10	6,48	7,74	7,01	5,90	7,46	6,92	5,58	7,72
Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	17	13	34	18	5	36	17	12	35
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,0	4,1	8,8	6,8	3,2	9,0	-	-	-
Coliformes totais (UFC/100mL)	8600	1000	20000	11850	1200	20000	-	-	-
<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	1150	100	9300	1600	200	16900	700	100	5600
N total (mg/L)*	1,4	0,11	2,2	1,2	0,3	3,9	-	-	-
P total (mg/L)*	0,160	0,100	0,400	0,188	0,100	0,500	-	-	-

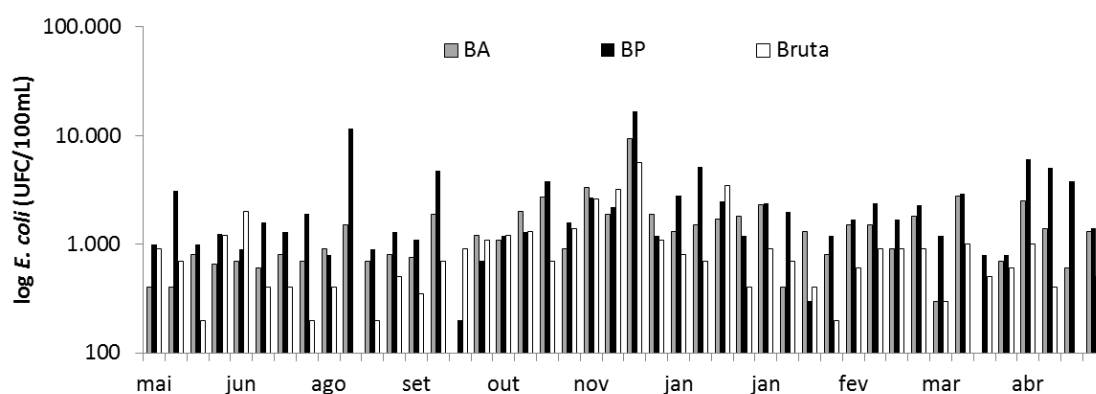
* Dados de 05/2010 a 12/2010

Os menores valores para o parâmetro pH foram indicados para as amostras de água bruta da Estação, com mediana de 6,92, enquanto que nas Barragens Auxiliar e Principal as medianas foram 7,10 e 6,92, respectivamente. A alcalinidade se mostrou homogênea entre os três pontos ao longo de todo o período amostral. Da mesma forma, os resultados de oxigênio dissolvido pouco variaram entre os pontos ao longo do período amostral. As medianas, mínimos e máximos do pH, alcalinidade e oxigênio dissolvido ao longo de todo o período amostral são apresentados na Tabela 2, para cada um dos pontos de coleta.

As concentrações medianas de Nitrogênio total apresentaram-se muito semelhantes entre os pontos de coleta (Tabela 2), sendo que o maior intervalo de concentração foi observado na Barragem Principal, apesar de sua mediana ter sido um pouco menor (1,2 mg/L) do que a Barragem Auxiliar (1,4 mg/L). A mesma tendência de homogeneidade foi observada para Fósforo total, cuja concentração máxima de 0,5 m/L foi observada na Barragem Principal (Tabela 2).

As maiores concentrações de coliformes totais e *E. coli* foram observados na Barragem Principal, cujos valores medianos foram 11.850 e 1.600 UFC/100 mL, respectivamente. Entretanto, em ambas as barragens foram observados esporadicamente valores superiores a 20.000 UFC/ 100mL para coliformes totais. A distribuição de *E.coli* ao longo de todo o período amostral está representada na Figura 4.

Figura 4 - Distribuição de *E. coli* na Barragem Principal (BP), Barragem Auxiliar (BA) e água bruta da Estação (Bruta) entre maio de 2010 e maio de 2011.



Correlações de *Spearman* foram significativas e positivas entre *E. coli* e coliformes totais ($r = 0,61$; $p < 0,01$; $n = 88$), turbidez e coliformes totais ($r = 0,38$; $p < 0,01$; $n = 88$), turbidez e *E. coli* ($r = 0,39$; $p < 0,01$; $n = 132$) e turbidez e fósforo total ($r = 0,33$; $p < 0,05$; $n = 46$), indicando que quanto maior a turbidez, maior a concentração de coliformes totais, *E.coli* e fósforo total nas águas das barragens e da estação de tratamento. Correlações significativas e negativas foram observadas entre turbidez e pH ($r = -0,20$; $p < 0,05$; $n = 132$), turbidez e oxigênio dissolvido ($r = -0,36$; $p < 0,01$; $n = 88$), oxigênio dissolvido e *E. coli* ($r = -0,29$; $p < 0,01$; $n = 88$) e entre oxigênio dissolvido e coliformes totais ($r = -0,34$; $p < 0,01$; $n = 88$), indicando que quanto maior a turbidez menor o pH e a concentração de oxigênio dissolvido. Da mesma forma, quanto maior a concentração de coliformes totais e *E. coli*, menor a concentração de oxigênio dissolvido.

A turbidez foi o parâmetro que apresentou uma tendência sazonal muito bem definida e fortes correlações significativas ($p < 0,01$) e positivas com outros parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Desta forma, pode-se dizer que no período chuvoso, quando é maior a lavagem da bacia de drenagem (*run off*), não só mais partículas em suspensão são drenadas para os rios aumentando a turbidez, mas também nutrientes (principalmente fósforo total) e coliformes totais e termotolerantes. Pode-se dizer que esse aumento de carga orgânica consequentemente acarreta a diminuição do pH e do oxigênio dissolvido, hipótese corroborada pelas correlações significativas e negativas observadas.

Diferenças significativas (Kruskal-Wallis ANOVA; $p < 0,01$) entre as estações de coleta foram observadas apenas para coliformes totais e *E.coli* (Figura 5). A Barragem Principal apresenta maiores concentrações de coliformes totais e *E.coli* do que a Barragem Auxiliar e a água bruta da Estação. A melhor qualidade da água da Barragem Auxiliar em relação à Barragem Principal é devida a diferença de origem. As águas que integram todo o sistema da Barragem Principal têm origem não apenas do Rio Guandu, mas também da Lagoa e dos Rios Poços, Queimados e Ipiranga (Figura 1 e 2), que apresentam elevados valores de turbidez, alcalinidade, coliformes totais e *E. coli* (Tabela 3).

Figura 5 – Diferenças significativas (Kruskal-Wallis ANOVA; $p < 0,01$) de coliformes totais e *E. coli* (UFC/100 mL) entre Barragem Principal (BP), Barragem Auxiliar (BA) e água bruta da Estação (Bruta)

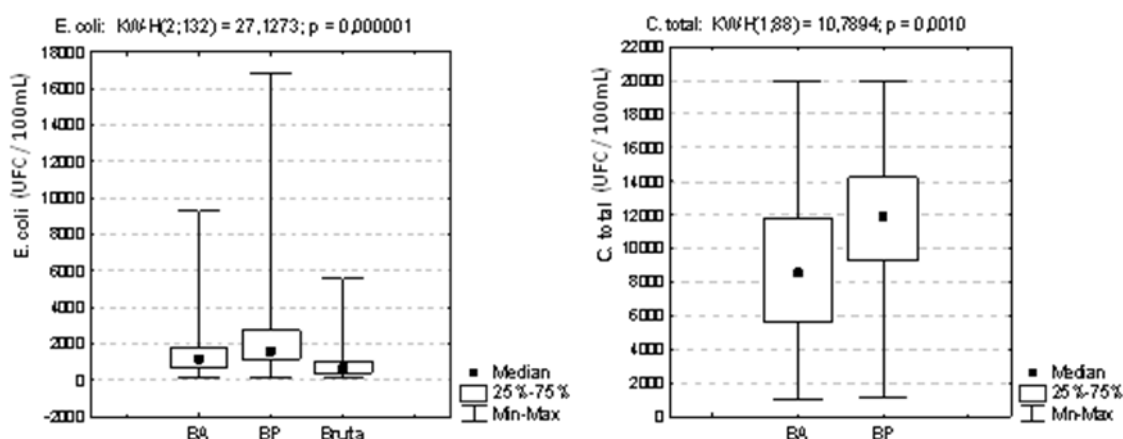


Tabela 3 – Mínimos e máximos de parâmetros físico-químicos e microbiológicos monitorados entre Janeiro e Maio de 2011 na Lagoa e nos Rios Poços, Queimados e Ipiranga

	Rio Poços		Rio Queimado		Rio Ipiranga		Lagoa	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Turbidez (NTU)	18,6	45,1	21,2	64,8	19	26,1	29,3	30,2
pH	6,77	7,06	7,11	7,25	6,91	7,05	7,14	7,34
Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	26	54	18	155	41	44	26	38
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2	3,72	0	-	2,6	4,84	3,7	6,7
<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	200	1.800	-	>20.000	11.000	>20.000	1.600	1.600
Coliformes Totais (UFC/100 mL)	7.500	>20.000		>20.000	3900	>20.000	8.400	>20.000

No trecho da captação da Estação de Tratamento de Água da CEDAE, o Rio Guandu, considerando os usos pretendidos, é enquadrado na classe 2 do CONAMA 357 de 2005. Os resultados deste trabalho mostram que o parâmetro fósforo total excede os níveis estabelecidos para a classe 2 (0,05 mg/L) em 100% das coletas nas Barragens Principal e Auxiliar. O parâmetro Coliformes termotolerantes (*E. coli*), excede os níveis estabelecidos por essa resolução (1000 coliformes termotolerantes/100 mL) em 54% das coletas na Barragem Auxiliar e, em 77% das coletas na Barragem Principal. Ambos parâmetros estão diretamente associados ao lançamento de efluentes domésticos e industriais e estão de acordo com os resultados apresentados no Plano Estratégico da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (2006), em que esses já eram os dois parâmetros que apresentavam as maiores violações de classe 2.

Quanto ao estado trófico, a classificação de ecossistemas aquáticos utilizando Índices de Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar ambientes aquáticos em diferentes níveis de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, e suas implicações no potencial crescimento excessivo das algas. A Barragem Principal apresentou, no período de maio a dezembro de 2010, o IET médio de 72,27, enquanto a Barragem Auxiliar, IET médio igual a 69,94, valores que as classificam como Eutróficas ($54 < \text{IET} < 74$). Considerando a variação semanal do IET no período monitorado, observa-se que a Barragem Principal classifica-se como Hipereutrófica ($\text{IET} > 74$) durante 8 semanas, enquanto na Barragem Auxiliar esses eventos de hipertrofia se repetem menos (5 vezes). A elevada carga de fósforo total na água das barragens é oriunda do despejo de efluentes domésticos e industriais sem tratamento ou sem tratamento terciário e pelo uso excessivo de fertilizantes nas áreas rurais ao longo da Bacia do Guandu. O resultante acúmulo de nutrientes nesses recursos hídricos tem alterado a condição trófica

natural dos mananciais em estudo, o que pode levar a florescimentos de cianobactérias e ao comprometimento dos usos múltiplos desses corpos d'água.

CONCLUSÃO

A qualidade da água de captação para a Estação de Tratamento do Rio Guandu varia conforme a sazonalidade, sendo pior no período chuvoso (verão). Os parâmetros físico-químicos não identificaram diferenças significativas entre as águas das Barragens Auxiliar e Principal. No entanto, no âmbito microbiológico, é possível identificar que as diferenças são significativas. As águas da Barragem Principal apresentam a maior concentração de coliformes totais e *E. coli*, o que é justificado pela baixa qualidade da água da Lagoa e dos Rios Poços, Queimados, Ipiranga, que influenciam a água captada para essa barragem.

Em linhas gerais, entende-se a importância de obras de saneamento para o local, de modo que essa medida promova a diminuição do impacto ocasionado ao aporte de material particulado, nutrientes e coliformes para o local de estudo. Outras medidas, como a transposição das águas dos rios Poços, Queimados e Ipiranga para jusante da captação da ETA Guandu, tem sido estudadas para que seja garantida uma diminuição da interferência destes rios, ocasionando melhoria da qualidade de água captada para posterior abastecimento.

AGRADECIMENTOS

À Gerência Guandu-Lameirão da CEDAE, sob administração do Eng. Edes Fernandes de Oliveira, a todos os integrantes do Laboratório de Tratamento de Água do Guandu – CEDAE, pela atenção e orientação dispensados no decorrer da elaboração desse trabalho e, ao Grupo de Pesquisas em Microbiologia Marinha sob coordenação da professora Mirian Crapez - Universidade Federal Fluminense, pela receptividade e coordenação do mesmo.

BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2006). *Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim*.

APHA; AWWA; WPC – American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control (1998). “*Standard methods for the examination of water and wastewater*”. 20 th Ed.

BOLLMANN, H. A.; EDWIGES, T. (2008). “*Avaliação da Qualidade das Águas do Rio Belém, Curitiba – PR, com o emprego de indicadores quantitativos e perceptivos.*” Engenharia Sanitária e Ambiental 13(4), pp. 443-452.

CARMO, R. F. et al. (2008). “*Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano: Abordagem Qualitativa da Identificação de Perigos*”. Engenharia Sanitária e Ambiental 13(4), pp. 426-434.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA (2005) Resolução nº 357, 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Brasil.

DI BERNARDO, L.; PAZ, L. P. (2008) “*Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água*”. São Carlos: Ed. LDIBE LTDA.

HÅKANSON L, BRYHN AC (2008). “*Tools and criteria for sustainable coastal ecosystem management. examples from the Baltic Sea and other aquatic systems*”. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, pp. 261.

MARQUES JR., A. N. et al. (2006). “*Impacto of the Icarai Sewage Outfall in Guanabara Bay, Brazil*”. Brazilian Archives of Biology and Technology 49(4), pp. 643-650.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2007). *GEO Brasil: Recursos Hídricos – Componente da série de relatórios sobre o estado e as perspectivas do meio ambiente no Brasil*.

MOLISANI, M. M. et al. (2007). “*Land –sea mercury transport through a modified watershed, SE Brazil*”. Water Research 41, pp. 1929-1938.

NEWTON, A.; MUDGE, S. M. (2005). “*Lagoon-sea exchanges, nutrient dynamics and water quality management of the Ria Formosa (Portugal)*”. Estuarine, Coastal and Shelf Science 62, pp. 405-414.

NEWTON, A. et al. (2003). “*Evaluation of eutrophication in the Ria Formosa coastal lagoon, Portugal*”. Continental Shelf Research 23, pp. 1945-1961.

SEMADS, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2001). “*Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses – Síntese Informativa por Macrorregião Ambiental*”. PLANÁGUA SEMADS/GTZ Rio de Janeiro-RJ, 73p.

SEMADS, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2001). “*Bacia da Baía de Sepetiba*”. PLANÁGUA SEMADS/GTZ Rio de Janeiro, 79p.

TOLEDO Jr., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E.G. (1983). “*A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais*” in Anais do 12º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Camboriú, 1983.