



## **I-392 – MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS SOLÚVEIS E PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA BACIA DO GUANDU: AVALIAÇÃO COMPARATIVA COM DADOS DA DÉCADA DE 1980 E DADOS ATUAIS**

**Alexandro Pereira da Silva<sup>(1)</sup>**

Bacharel e Licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Técnico em Química da Estação de Tratamento de Água do Guandu – CEDAE-RJ.

**Marcos Antônio Ferreira Consoli**

Biólogo pela Fundação Técnica Educacional Souza Marques. Coordenador dos Laboratórios Físico-Químico e Microbiológico da Estação de Tratamento de Água do Guandu – CEDAE-RJ.

**Edes Fernandes de Oliveira**

Engenheiro Civil pela Fundação Técnica Educacional Souza Marques. Superintendente da Estação de Tratamento de Água do Guandu – CEDAE-RJ.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Camalaú, 459 – Apartamento 102 - Guadalupe – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21660-440 - Brasil - Tel: (21) 3107-3537 - e-mail: [alexusneo@click21.com.br](mailto:alexusneo@click21.com.br).

### **RESUMO**

O sistema fluvial formado pelos rios Paraíba do Sul e Guandu é de extrema importância, principalmente, para a população do Estado do Rio de Janeiro. Este sistema é a principal fonte de água disponível para abastecimento de aproximadamente 10 (dez) milhões de pessoas. Entre os anos de 1980 e 1990, estudos importantes e pioneiros como o de PFEIFFER, 1986, avaliaram as alterações nas concentrações de metais pesados neste sistema de rios devido à atividade industrial e a agricultura. Atualmente o cenário político e as mudanças nas leis ambientais tendem a minimizar as agressões promovidas no passado neste sistema fluvial, assim o objetivo maior deste trabalho foi avaliar a atual situação da concentração dos diversos metais estudados na década de 80, a fim de quantificar as possíveis e esperadas modificações nas concentrações destes. Além dos metais, alguns parâmetros físico-químicos constantes no CONAMA 357 também foram avaliados com o objetivo de enriquecer o que se conhece atualmente sobre o Rio Guandu, atual fonte de água da população carioca. Tendo em vista que para fins práticos a fração de interesse é a fração solúvel, somente esta foi levada a estudo, deste modo foi possível elaborar um trabalho mais econômico e sem muitas dificuldades técnicas, tanto na coleta de amostras como na análise destas. Isto é particularmente importante se considerarmos que o tratamento utilizado atualmente na ETA Guandu não prevê a retirada de metais pesados solúveis na água, embora alguns trabalhos ainda em andamento, sugerem que o processo de floculação e decantação removem parte desta fração e que a fração mais persistente, ainda pode ser adsorvida pelas diversas camadas dos filtros, principalmente com o incremento da matéria orgânica floculada que chega aos filtros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Melhoria da Qualidade, Metais Pesados Solúveis, Avaliação Comparativa, Rio Guandu.

### **INTRODUÇÃO**

Durante a década de 1980, a intensa atividade industrial promovida no distrito industrial de Queimados estava a plenos pulmões, na mesma época a atividade agrícola da região e nas proximidades se encontrava em evidente crescimento. O que gerava uma grande sobrecarga de efluentes em alguns rios que compõem a bacia do rio Guandu, principal fonte de água de abastecimento para a população do Rio de Janeiro.

Em parte esse problema ocorria devido à falta de leis rigorosas e dificuldades de fiscalização por parte dos órgãos ambientais, que muitas vezes sofriam com a falta de pessoal e principalmente de recursos materiais necessários para as atividades a que se dispunham.

Entre os anos de 1980 e 1990, estudos importantes e pioneiros como o de PFEIFFER, 1986, avaliaram as alterações nas concentrações de metais pesados neste sistema de rios gerando deste modo importantes registros da situação dos rios afetados.



Atualmente o cenário político e as mudanças nas leis ambientais tendem a minimizar as agressões promovidas no passado neste sistema fluvial, assim o objetivo maior deste trabalho é avaliar a atual situação da concentração dos diversos metais estudados na década de 80, a fim de quantificar as possíveis e esperadas modificações nas concentrações destes.

Além dos metais, alguns parâmetros físico-químicos constantes no CONAMA 357 também foram avaliados com o objetivo de enriquecer o que se conhece atualmente sobre o Rio Guandu.

Tendo em vista que para fins práticos a fração de interesse é a fração solúvel, somente esta foi levada a estudo, deste modo foi possível elaborar um trabalho mais econômico e sem muitas dificuldades técnicas, tanto na coleta de amostras como na análise destas.

Isto é particularmente importante se considerarmos que o tratamento utilizado atualmente na ETA Guandu não prevê a retirada de metais pesados solúveis na água, embora alguns trabalhos, ainda em andamento, sugiram que o processo de floculação e decantação removem parte desta fração e que a fração mais persistente, ainda pode ser adsorvida pelas diversas camadas dos filtros, principalmente com o incremento da matéria orgânica floculada depositada nos mesmos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Ao longo de toda a bacia do Guandu foram escolhidos 18 (dezoito) pontos de coleta. Estes pontos, estrategicamente selecionados, permitem a obtenção de amostras que representam a qualidade de diversos afluentes do rio Guandu, iniciando no ponto em que ocorre a transposição do rio Paraíba do Sul e terminando com o ponto onde a ETA Guandu realiza a tomada de água para tratamento.

As amostras são coletas com periodicidade mensal, sendo que no rio Guandu ocorrem outras coletas além destas estabelecidas para este estudo e que também foram utilizadas para endossar os resultados obtidos.

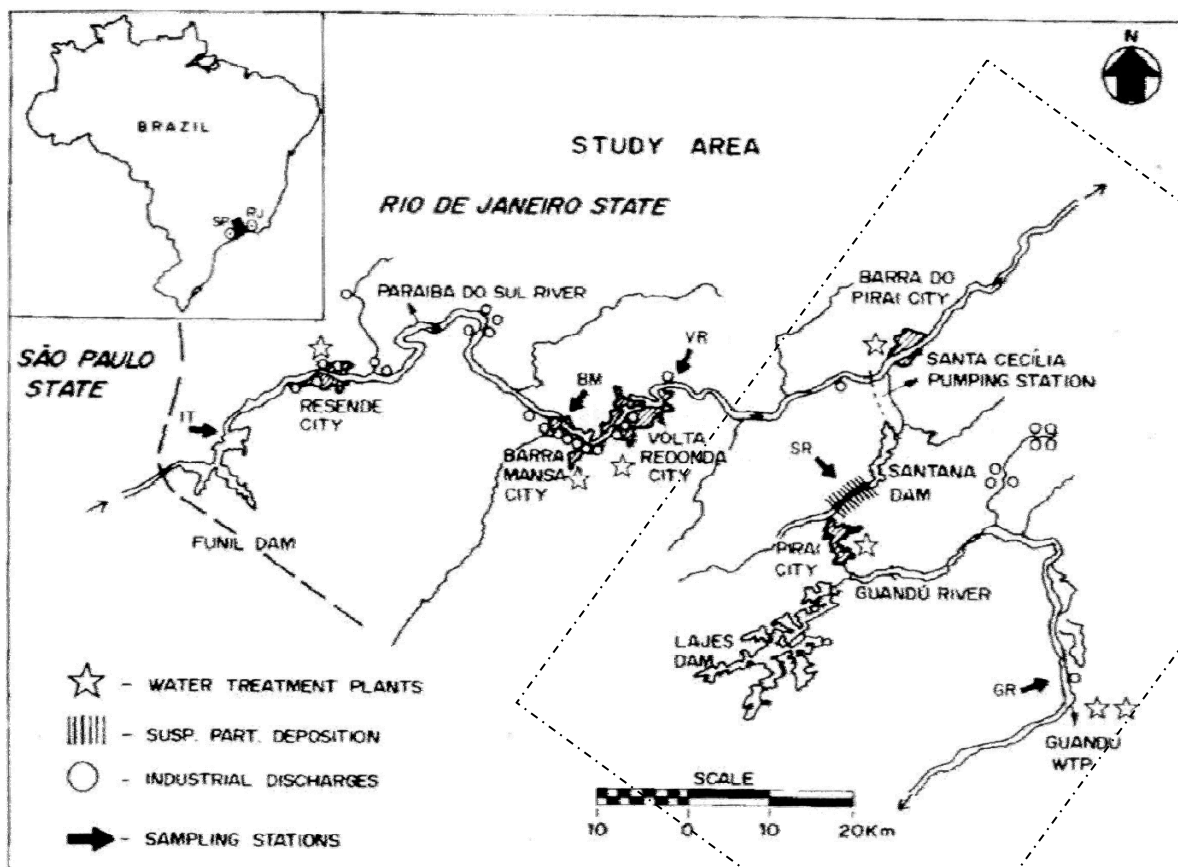
Os metais foram avaliados por espectrometria de absorção atômica utilizando um vaporizador eletrotérmico (forno de grafite) e padrões rastreados ao NIST. Os parâmetros físico-químicos gerais foram avaliados de acordo com a rotina dos laboratórios da ETA Guandu sendo todos os procedimentos de análises especificados nos Standard Methods Os ensaios de coliformes termotolerantes e totais foram realizados com periodicidade diária na tomada de água da ETA Guandu e mensalmente nos afluentes do rio Guandu.

O período de avaliação dos metais (para um total de sete metais) foi de 8 (oito) meses e o período de avaliação dos demais parâmetros foi de 45 (quarenta e cinco) meses, sendo estes: pH, turbidez, cloreto, fósforo, nitrato, amônia, carbono orgânico total, as várias frações de resíduos e os teores de coliformes totais e termotolerantes



Tabela 1: Identificação dos pontos de coleta da Bacia do Rio Guandu.

Localização dos Pontos de Coleta - Monitoramento Atual do Sistema Guandu			MUNICÍPIO	LOCALIZAÇÃO GPS	
CÓDIGO	CORPO HÍDRICO	TRECHO		Latitude	Longitude
RPS-01	RIO PARAIBA DO SUL	MONTANTE DA BARRAGEM STª CECÍLIA	BARRA DO PIRAI	22°28'56.16" S	43°50'22.09" O
RPI-02	RIO PIRAI	ORIGEM TÓCOS	PIRAÍ	22°37'41.56" S	43°53'44.27" O
LLJ-03	LAGO DE LAJES	CALHA DE FONTES	PIRAÍ	22°41'31.59" S	43°51'45.63" O
RRL-04	RIBEIRÃO DAS LAGES	JUS, DA USINA PEREIRA PASSOS	PIRAI	22°40'56.50" S	43°49'0.30" O
RMC-05	RIO MACACO	FOZ DO RIO	PARACAMBI	22°38'5.84" S	43°42'17.93" O
RSA-06	RIO SANTANA	FOZ DO RIO	JAPERI	22°38'39.97" S	43°40'10.82" O
RSP-07	RIO SÃO PEDRO	FOZ DO RIO	JAPERI	22°38'33.42" S	43°37'22.85" O
RGN-08	RIO GUANDU	TRECHO MÉDIO - JUS. RIO S. PEDRO	JAPERI	22°43'41.11" S	43°38'26.08" O
RPÇ-09	RIO POÇOS	JUSANTE CODIN	QUEIMADOS	22°45'36.17" S	43°36'57.34" O
RQM-10	RIO QUEIMADOS	MONTANTE CODIN	QUEIMADOS	22°44'27.07" S	43°36'31.81" O
RQM-11	RIO QUEIMADOS	JUSANTE CODIN	QUEIMADOS	22°45'3.56" S	43°36'54.65" O
RIG-12	RIO IPIRANGA	FOZ DO RIO	NOVA IGUAÇU	22°48'10.13" S	43°37'24.16" O
LGA-13	LAGOA	FINAL	NOVA IGUAÇU	22°47'8.43" S	43°37'48.04" O
LGA-14	LAGOA	MEIO	NOVA IGUAÇU	22°48'10.13" S	43°37'24.16" O
LGA-15	LAGOA	FOZ	NOVA IGUAÇU	22°48'21.37" S	43°37'38.48" O
RGN-16	RIO GUANDU	BARRAGEM AUXILIAR	NOVA IGUAÇU	22°48'15.15" S	43°37'50.43" O
RGN-17	RIO GUANDU	BARRAGEM PRINCIPAL	NOVA IGUAÇU	22°48'31.28" S	43°37'50.43" O



Esquema 1: Área de estudo total refere-se aos estudos da década de 1980. Área tracejada refere-se a atual área de Estudo.

## RESULTADOS

A área de estudo abrangida neste trabalho é inferior aquela estudada na década de 1980 por O. Malm, et al. No entanto refere-se a região de maior importância para o controle da água que é tratada pela ETA Guandu.

Na tabela abaixo, estão relacionados os dados médios obtidos para alguns metais e parâmetros físico-químicos. Estes dados referem-se às médias obtidas das análises em todo o sistema estudado de acordo com o mapa anterior.

Tabela 2: Alguns Parâmetros Físico-Químicos Avaliados na Década de 1980 no Sistema RPS-RG.

Avaliado	pH	Coli. Fecal	Coli. Total	P. Total	N. Total
Mínimo	5.6	100	2.000	0.04	1.0
Médio	6.6	*	*	*	*
Máximo	7.2	210.000	460.000	0.25	2.5

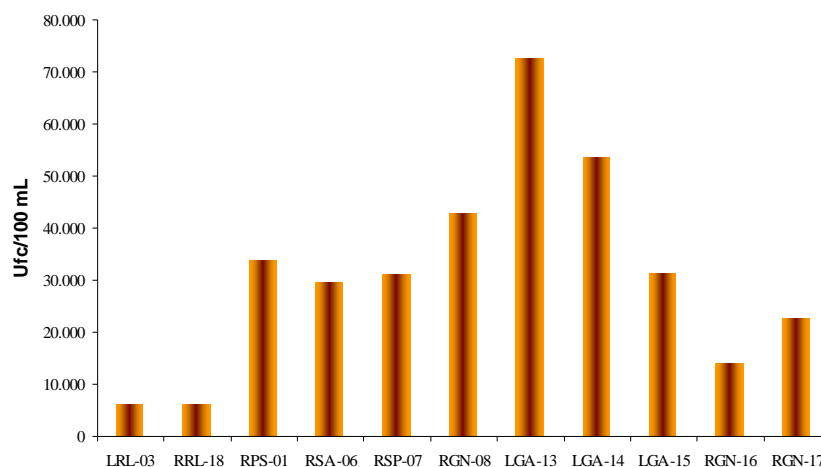
Tabela 3: Metais Avaliados na Década de 1980 no Sistema RPS-RG (Valores em ppb).

Metais	Fe	Mn	Zn	Cu	Cr	Pb	Ni	Cd
Média	190	15	13	3.6	1.9	1.7	0.95	0.35

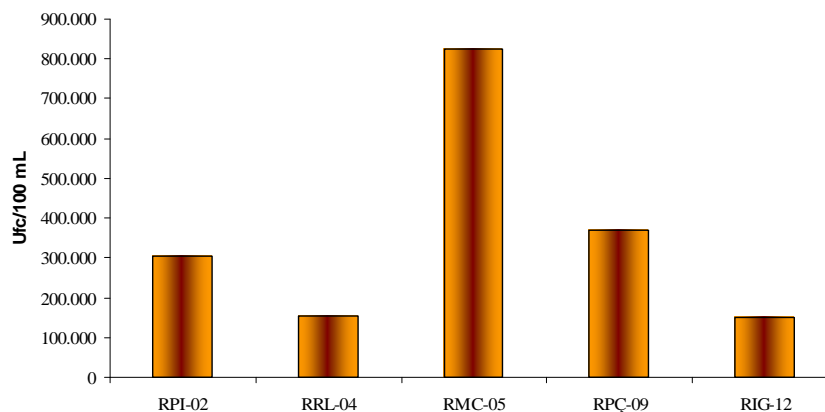
No estudo atual, foi utilizada a média obtida em cada ponto no período de coleta. Os resultados estão expressos nos gráficos a seguir:



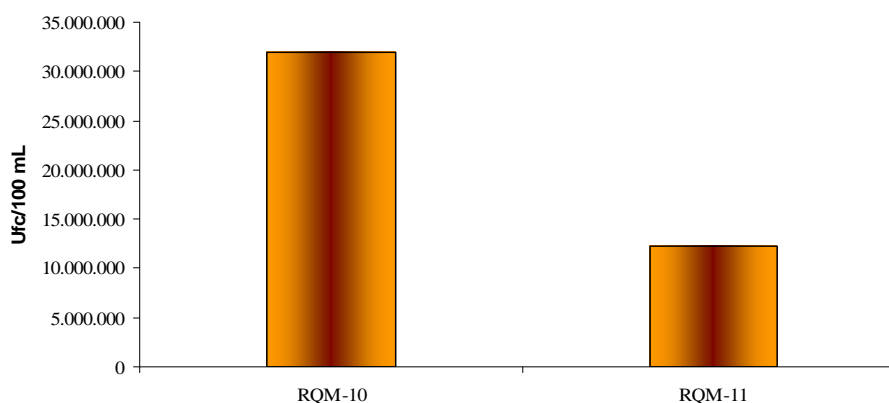
**Figura 1: Valores Médios Para a Concentração de Coliformes Totais ao Longo de Onze Pontos de Coleta (Média de 45 meses).**



**Figura 2 Valores Médios Para a Concentração de Coliformes Totais ao Longo de Cinco Pontos de Coleta Apresentando Grande Contaminação Sanitária (Média de 45 meses).**

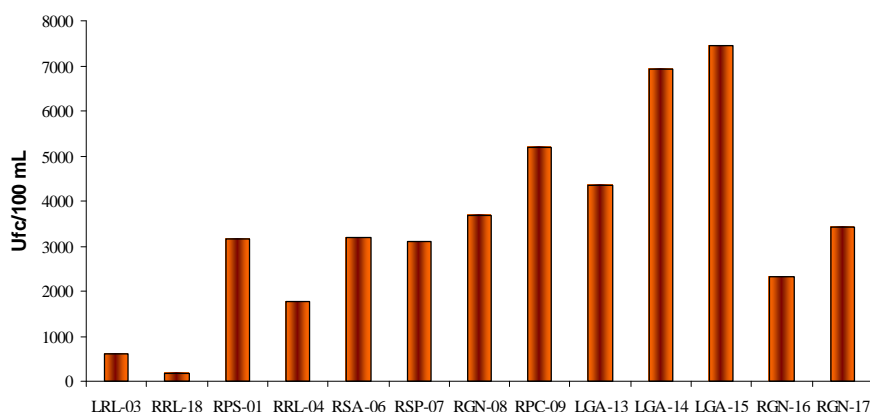


**Figura 3: Valores Médios Para a Concentração de Coliformes Totais ao Longo de Dois Pontos de Coleta Apresentando Extrema Contaminação Sanitária (Média de 45 meses).**

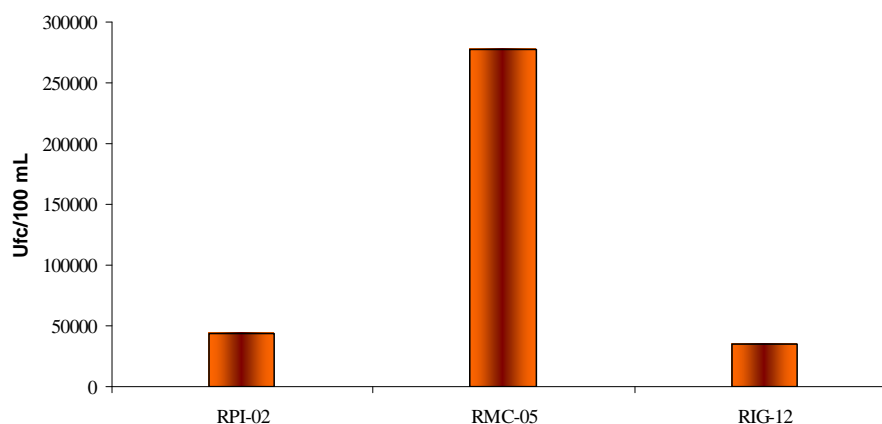




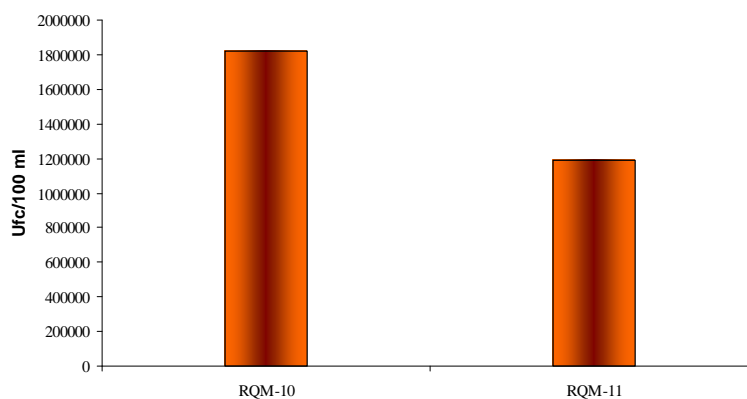
**Figura 4: Valores Médios Para a Concentração de Coliformes Termotolerantes ao Longo de Treze Pontos de Coleta (Média de 45 meses).**



**Figura 5: Valores Médios Para a Concentração de Coliformes Termotolerantes ao Longo de Três Pontos de Coleta Apresentando Grande Contaminação (Média de 45 meses).**

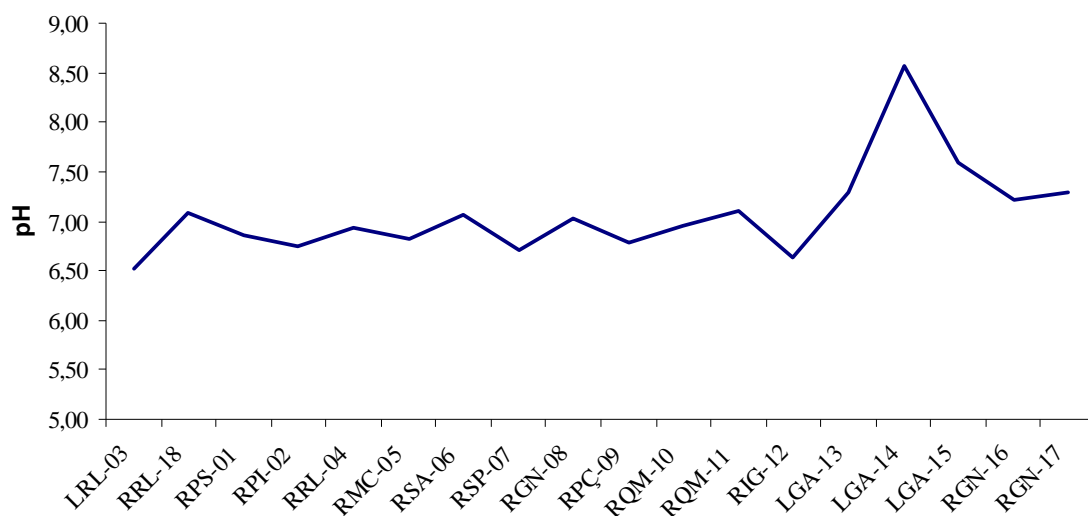


**Figura 6: Valores Médios Para a Concentração de Coliformes Termotolerantes ao Longo de Três Pontos de Coleta Apresentando Extrema Contaminação (Média de 45 meses).**





**Figura 6: Variação da Média Para o Parâmetro pH ao Longo dos Pontos de Coleta (Média de 45 meses).**

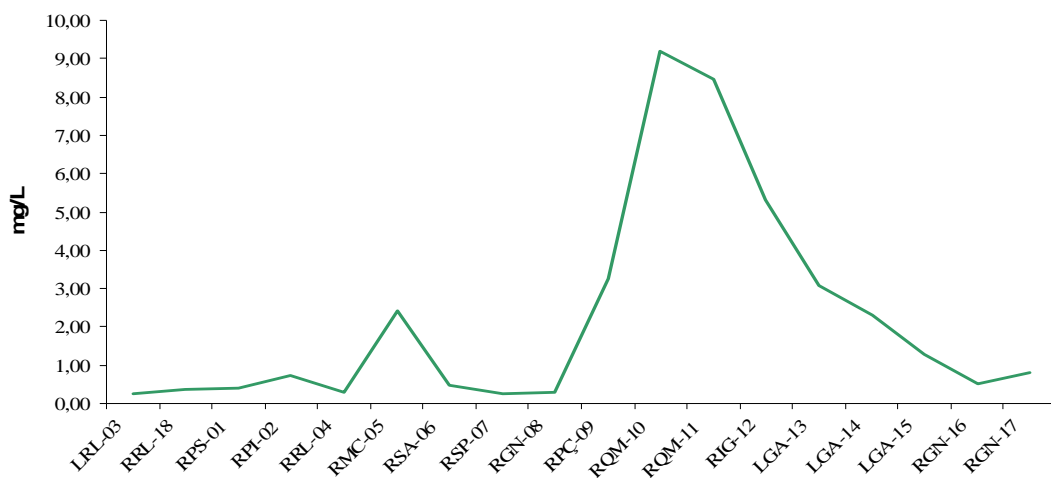


**Figura 7: Variação da Média Para o Parâmetro Nitrato ao Longo dos Pontos de Coleta (Média de 45 meses).**

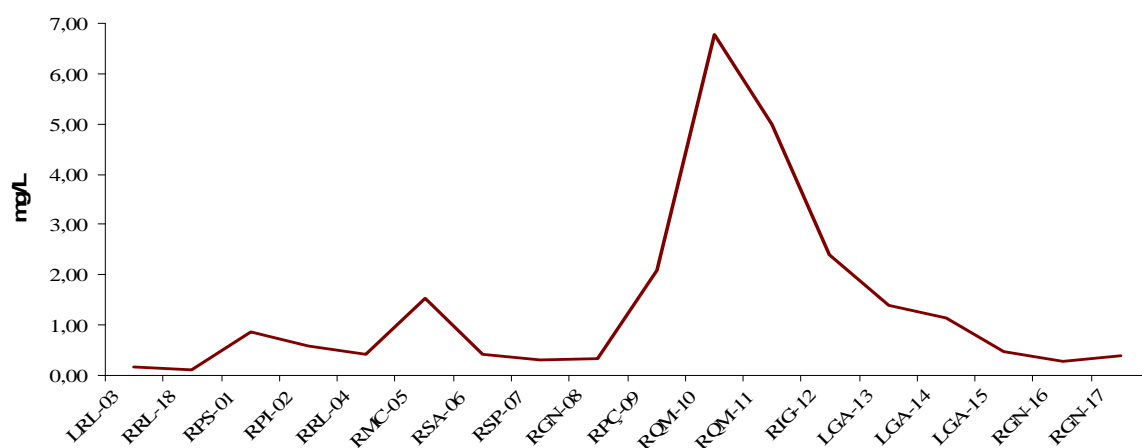




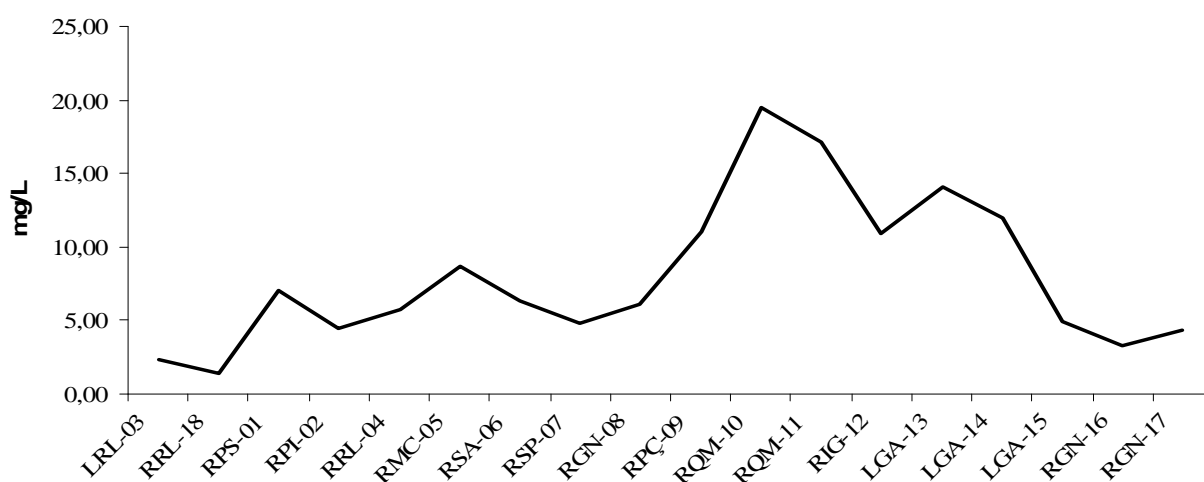
**Figura 8: Variação da Média Para o Parâmetro Amônia ao Longo dos Pontos de Coleta (Média de 45 meses).**



**Figura 9: Variação da Média Para o Parâmetro Fósforo ao Longo dos Pontos de Coleta (Média de 45 meses).**



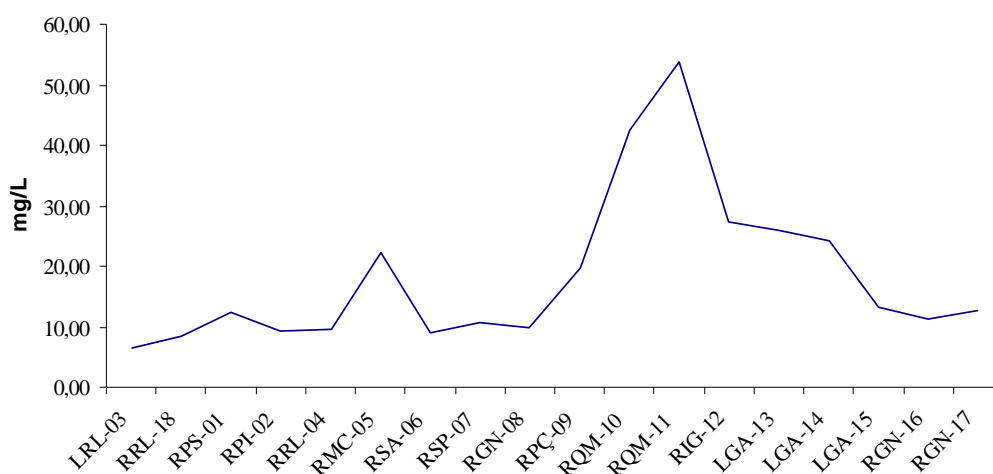
**Figura 10: Variação da Média Para o Parâmetro Carbono Orgânico Total ao Longo dos Pontos de Coleta (média de 45 meses).**



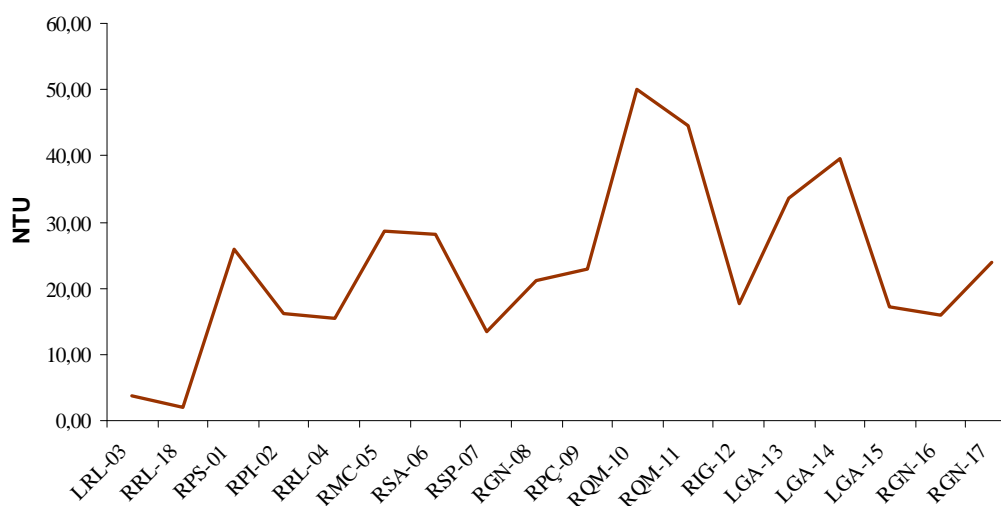




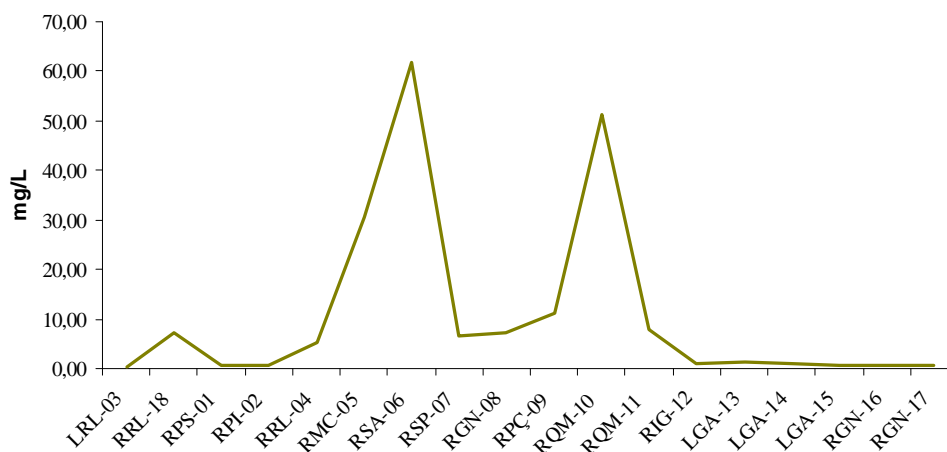
**Figura 11: Variação da Média Para o Parâmetro Cloretos ao Longo dos Pontos de Coleta (média de 45 meses).**



**Figura 12: Variação da Média Para o Parâmetro Turbidez ao Longo dos Pontos de Coleta (média de 45 meses).**

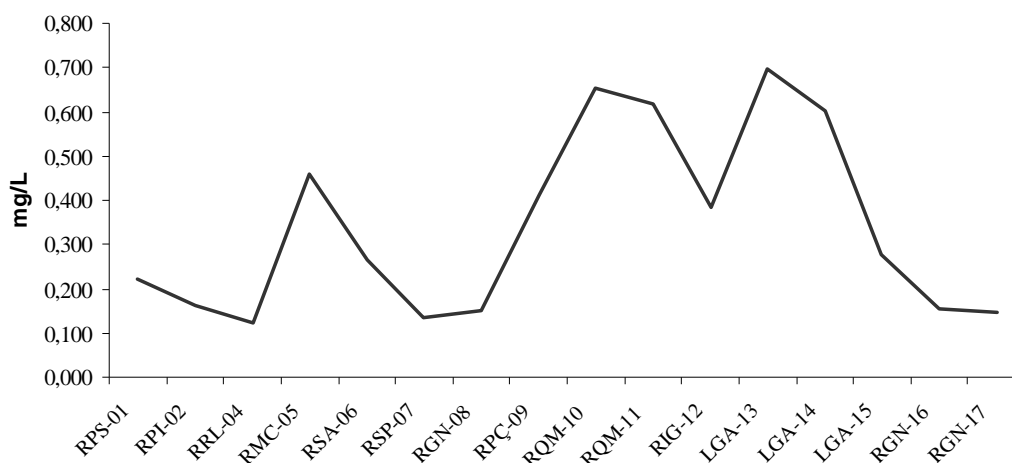


**Figura 13: Variação da Média Para o Parâmetro Ferro Longo dos Pontos de Coleta (média de 8 meses).**

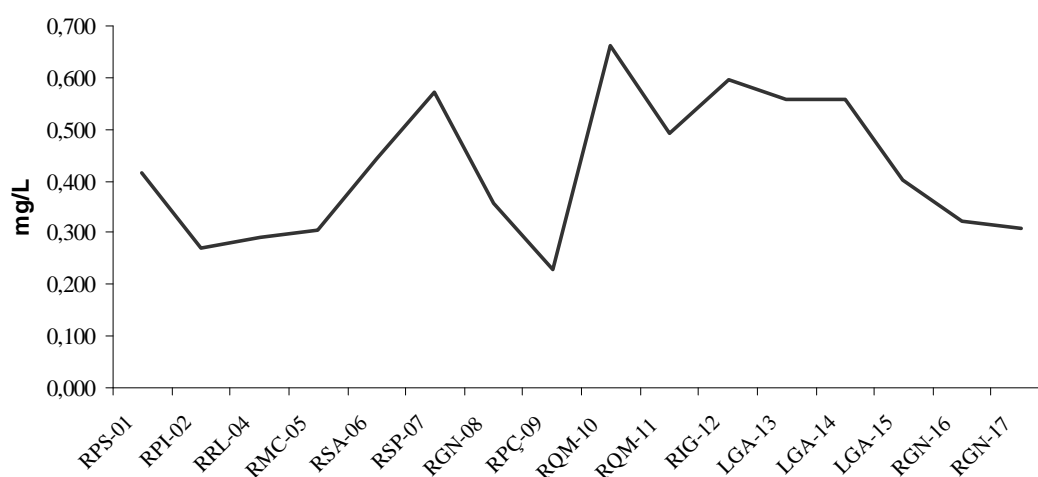




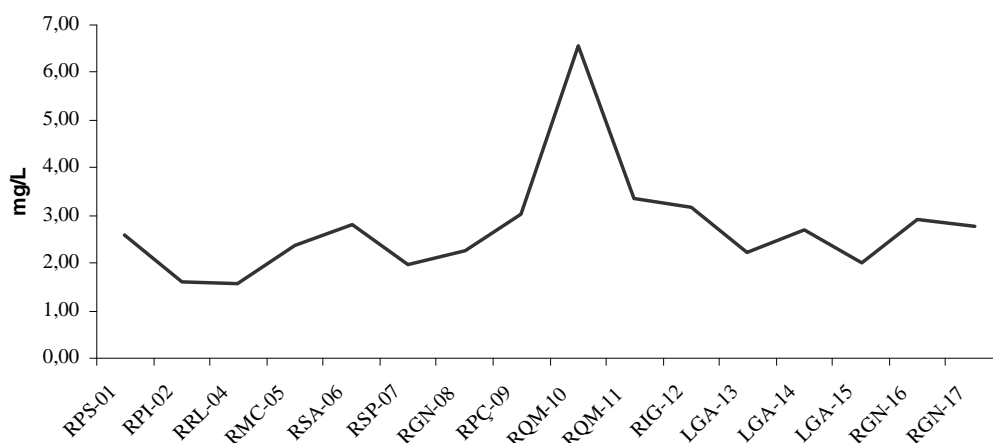
**Figura 14: Variação da Média Para o Parâmetro Alumínio ao Longo dos Pontos de Coleta (média de 8 meses).**



**Figura 15: Variação da Média Para o Parâmetro Cádmio (ppb) ao Longo dos Pontos de Coleta (média de 8 meses).**

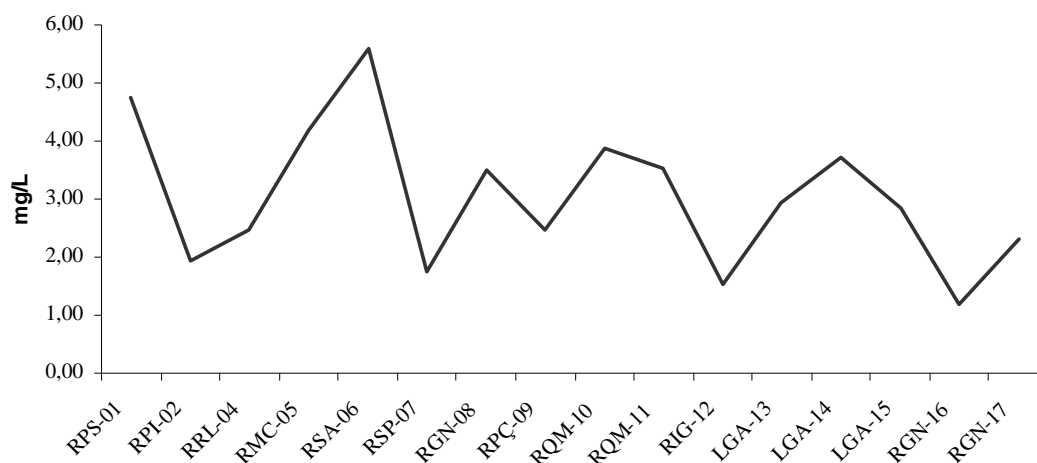


**Figura 16: Variação da Média Para o Parâmetro Cromo (ppb) ao Longo dos Pontos de Coleta (média de 8 meses).**

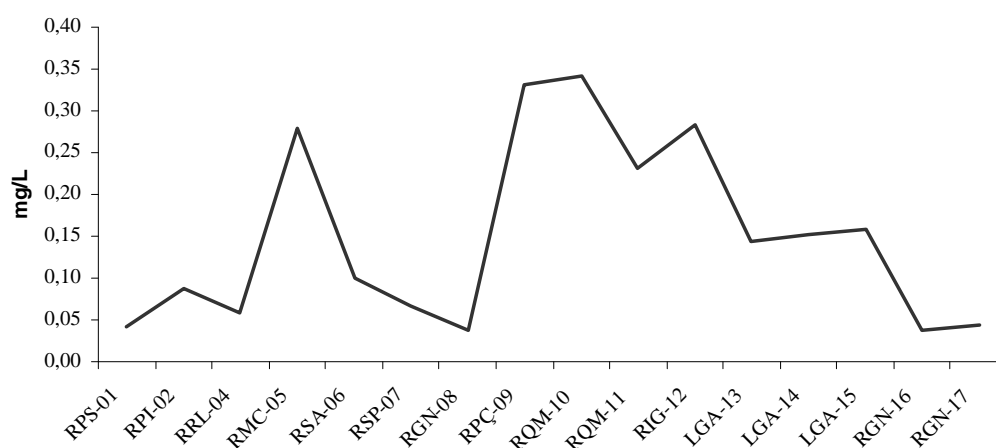




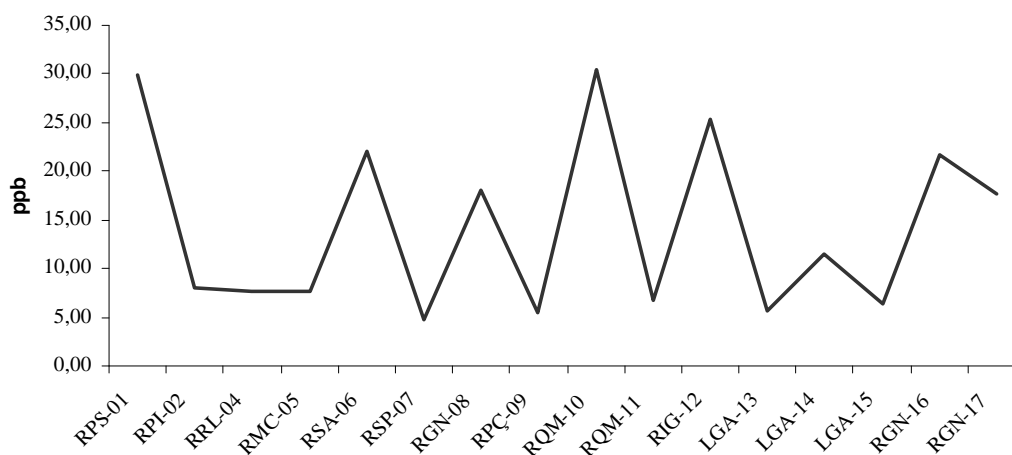
**Figura 17: Variação da Média Para o Parâmetro Cobre (ppb) ao Longo dos Pontos de Coleta (média de 8 meses).**



**Figura 18: Variação da Média Para o Parâmetro Manganês (ppm) ao Longo dos Pontos de Coleta (média de 8 meses).**



**Figura 19: Variação da Média Para o Parâmetro Chumbo (ppb) ao Longo dos Pontos de Coleta (média de 8 meses).**



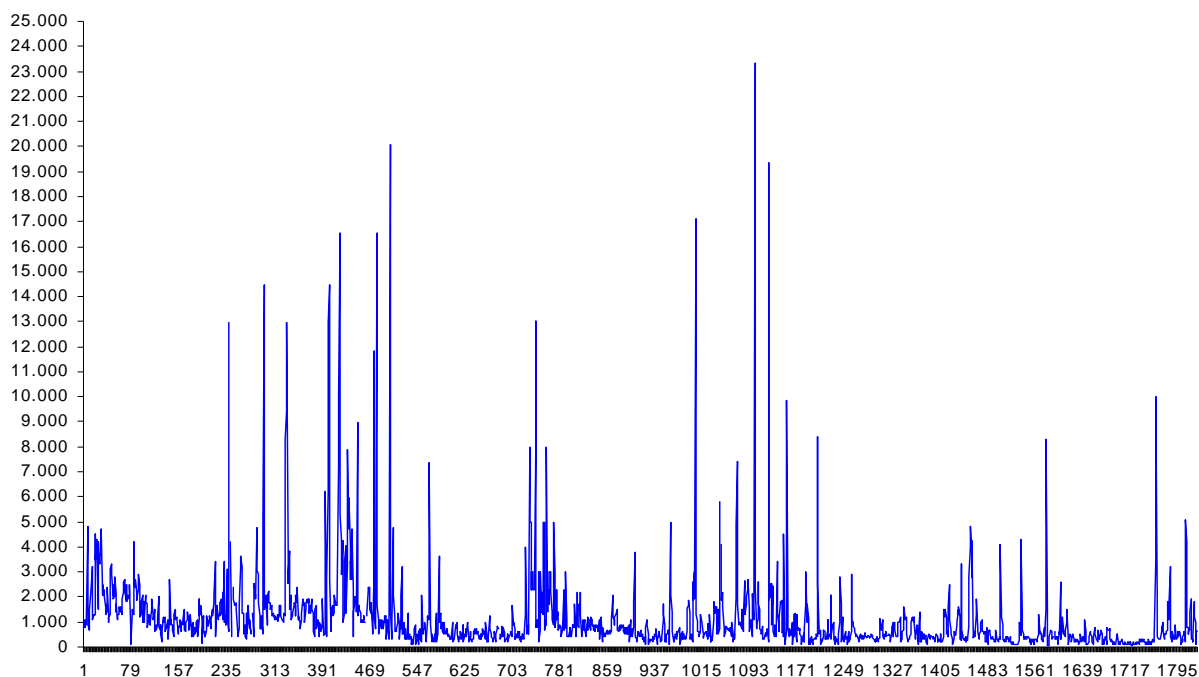


Os resultados obtidos atestam que ocorreu uma significativa melhoria na qualidade da água destes corpos hídricos, principalmente se destacarmos os teores de metais pesados encontrados na forma solúvel. Dentre as frações de elementos metálicos que podem ser encontrados na água, a fração solúvel é a mais importante quando o objetivo é o de fornecer água potável à população, visto que a fração de insolúveis é completamente removida durante o processo de tratamento de água na ETA-Guandu.

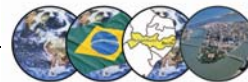
A cor e a turbidez variam naturalmente devido às mudanças no ambiente, independente da atividade humana, no entanto, os crescentes despejos de esgotos domésticos na região, devido ao crescimento demográfico não planejado, tem promovido alterações significativas nestes parâmetros. Contudo, a situação da água no ponto de captação apresenta excelente qualidade visto que as barragens, principal e auxiliar, encontram-se em pleno funcionamento, permitindo desse modo que a lagoa formada na cabeceira do rio à montante da captação sirva como pré-tratamento e, ainda, favorece as manobras de descarga das águas poluídas do Rio Ypiranga que, de outra forma, se misturariam com as águas do Rio Guandu, próximo do ponto de captação.

Este controle se mostrou muito eficiente principalmente quando avaliamos as variações nas concentrações de coliformes termo tolerantes nos últimos 5 (cinco) anos, com periodicidade diária., conforme especifica o gráfico abaixo.

**Figura 20: Monitoramento de Coliformes Termotolerantes na Captação de Água do Rio Guandu para a ETA Guandu no Período de 2003 a 2007.**



Atualmente, a região de Queimados apresenta elevada poluição sanitária,, reflexo da falta de saneamento adequado da região e adjacências e, devido a desativação da maior parte das indústrias do pólo industrial, podemos observar pelos resultados expostos que a contaminação de metais por esta região não representa um problema para o tratamento de água realizado na ETA Guandu, visto que a fração solúvel de metais é muito pequena.



## CONCLUSÕES

Tendo por base os dados armazenados desde a década de 80 podemos inferir que a qualidade das águas do sistema de rios da bacia do Guandu passou por grandes modificações e, essas modificações ocorreram de modo favorável. Parte dessa melhoria pode ser diretamente atribuída ao sistema implementado pela CSN (Companhia Siderurgia Nacional) que agora recircula seus efluentes e diminuiu grandemente a carga de poluentes metálicos que outrora lançava no rio Paraíba do Sul.

A atuação governamental com a imposição de leis mais rígidas e conscientes, além da fiscalização associada a estas, favoreceram positivamente para a melhora da qualidade do sistema. Essas medidas, no entanto devem ser constantes e o mais rigorosas possíveis, visto que no passado muitas indústrias não levaram em consideração a necessidade de preservar os recursos hídricos da região.

Um fator importante para minimizar a carga de poluição do sistema é o estabelecimento de saneamento básico na região da baixada fluminense, esta região é a principal contribuinte para a carga de poluentes da bacia do Guandu e, politicamente é a que mais sofre com o descaso governamental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CLESCARI, L.S; GREENBERG, A.E; EATON, A.D. Standart methods – Examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> Edition. 1992.
2. Tranport and availability of heavy metals in the Paraíba do Sul – Guandu river system, Rio de Janeiro State, Brasil; O. Malm, W.C.Pfeiffer, M. FISZMAN, J.M. AZCUE. The Science of the Total Environment, 75 (1988) 201-209. 1988.
3. Heavy metal pollution in the Paraíba do Sul river, Brasil – WOLFGANG C. PFEIFFER, MARLENE FISZMAN, OLAF MALM, AZCUE J.M; The Science of the Total Environment, 58 (1986) 73-79.
4. C.E.V. CARVALHO, M.S.M.B SALOMÃO, M.M MOLISALINI, C.E. REZENDE, L.D. LACERDA. Contribution of a MediumSized Tropical River to the Particulate Heavy-Metal Load of the South Atlantic Ocean. The Science of the Total Environment, 284 (2002) 85-93.