

Monitoramento ambiental da qualidade da água no Rio Macaé associado ao lançamento de efluentes de termelétrica: um estudo de caso do lançamento de efluentes da UTE Mário Lago no rio Macaé, RJ

Water quality environmental monitoring associated to thermal power plants effluent discharge: study of effluent discharge from Mario Lago Thermal Power Plant on the Macae river

Adriana Sant'Ana Tenório de Matos*
Jader Lugon Júnior**
José Antônio Maciel Pereira***
Maria Inês Paes Ferreira****
Paulo Rogério Nogueira de Souza*****
Pedro Paulo Gomes Watts Rodrigues*****

Resumo

Este artigo foi elaborado a partir de dissertação de mestrado sobre o gerenciamento hídrico ambiental em termoeletricas brasileiras, envolvendo o caso dos efluentes da Termomacaé. Tem como objetivo analisar o monitoramento ambiental da qualidade da água na região de Macaé-RJ, sistematizando dados sobre principais parâmetros de efluentes lançados por uma térmica a gás natural, considerando que sua utilização funcionará como uma ferramenta de gestão ambiental. A análise dos efluentes da UTE Mário Lago possibilitou conclusão de conformidade com os limites legais aplicáveis para os parâmetros analisados.

Palavras-chave: Efluentes. Qualidade da Água. Térmica. Monitoramento.

Abstract

This article is based on a research carried at Termomacaé Ltd., aiming at analyzing water quality environmental monitoring in the area of Macaé,RJ. The study used as

* Química Industrial pela UFRRJ. Mestre em Engenharia Ambiental pelo IFF. Especialista em SMS em Empreendimentos Onshore e Offshore. Química Plena na Gerência de SMS da Termomacaé - UTE Mário Lago.

** Engenheiro Mecânico pela UFF. Doutor em Modelagem computacional pela UERJ. Professor do IF Fluminense campus Macaé e Especialista de Negócios em Meio Ambiente do Sistema FIRJAN.

*** Engenheiro Mecânico pela FTESM. Doutorando em Engenharia e Ciências de Materiais na UENF. Mestre em Gestão Empresarial pela FGV-RJ. Professor do Instituto Superior Mendes de Almeida (Rio das Ostras). Engenheiro de Termelétrica Sênior.

**** Doutora em Engenharia Química. Coordenadora do Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental – IFF.

***** Doutor em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela UFRJ. Professor do IF Fluminense campus Macaé.

***** Oceanógrafo. Ph. D. pela School of Marine Science and Technology pela University of Newcastle, Inglaterra. Mestre em Geoquímica Ambiental pela UFF. Professor Adjunto da UERJ.

basic parameters main pollutant effluents discharged by a natural gas thermoelectric power plant, maintaining the focus in the use of data of water quality monitoring as an environmental management tool. The analysis of the Mário Lago effluent concluded compliance with the applicable legal limits for the parameters analyzed.

Key words: Effluents. Water Quality. Thermal Power Plant. Monitoring.

Introdução

O gerenciamento hídrico em usinas termelétricas abrange questões estratégicas para a competitividade no mercado de energia elétrica, bem como para o saudável relacionamento com as partes envolvidas no negócio. Dentro das diversas questões existentes, podemos citar a legislação ambiental, a opinião pública, ocorrência dos acidentes ambientais, redução dos custos, a pressão política de ONGs (Organizações Não Governamentais). Como uma das ferramentas de gerenciamento ambiental, os dados de monitoramento dos padrões de água e efluentes lançados no corpo hídrico receptor da região avaliada fornecem subsídios valiosos para a identificação do comportamento de seus parâmetros, bem como o nível de impacto ambiental que pode ser causado. O artigo introduz o tema da qualidade da água e efluentes líquidos, sob a ótica dos requisitos legais aplicáveis à gestão de recursos hídricos e dos programas de monitoramento de efluentes.

Considera-se que a disseminação de informações relativas à qualidade de efluentes e da água contribui para melhor envolvimento dos vários atores sociais na promoção de melhores estratégias de gestão ambiental e de produção com minimização de impactos, visto que torna mais clara a interferência tanto de empreendimentos industriais, quanto da própria sociedade na bacia hidrográfica. Por isso, o objetivo deste artigo é apresentar resultados do monitoramento de principais parâmetros de efluentes da UTE – Usina Termelétrica Mario Lago - e mostrar resultados de qualidade da água no rio Macaé. Propõe-se que a utilização destes dados de monitoramento seja mais uma ferramenta de gestão ambiental que possibilite avaliar se os gestores atuam em conformidade com os limites legais aplicáveis para os parâmetros analisados.

Referencial Teórico

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), em vigor desde 1997, prevê a existência de uma gestão integrada, implantada por meio dos seguintes instrumentos: os planos de bacias; o enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes; a outorga de direito de uso; a cobrança pelo uso da água; a existência de uma Agência Nacional de Águas (ANA) e a criação do sistema de informações. A água é um bem de domínio público, dotado de valor econômico, tendo usos prioritários para o

abastecimento humano e para a dessedentação de animais, devendo ser gerida por bacia hidrográfica (BRASIL. Lei nº 9.433/97).

A Lei Brasileira das Águas coloca o país entre as nações de legislação mais avançadas do mundo e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/05 enquadra os corpos hídricos, sob uma classificação especial, dando as diretrizes ambientais, bem como estabelecendo os padrões restritivos para lançamento de efluentes. As águas doces, salobras e salinas são classificadas segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. As águas doces classificam-se em: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. As águas salinas e as águas salobras enquadram-se apenas em: classe especial, classe 1, classe 2 e classe 3.

O rio Macaé, corpo hídrico receptor dos efluentes da UTE Mário Lago, está classificado de acordo com esta resolução como sendo de classe 2. Nesta classe, enquadram-se águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

Em 03/04/2008, a Resolução 397 alterou parte do artigo 34 da Resolução CONAMA 357/05 no que diz respeito ao parâmetro temperatura de efluentes, com o objetivo de não comprometer os usos previstos para o corpo d'água e revisou a tabela de padrões de lançamento de efluentes.

O artigo. 46 da CONAMA 357/05 exige apresentação ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, de declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

Em esfera estadual, a FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, denominada INEA – Instituto Estadual do Ambiente a partir de 2009), tendo sido unificada à SERLA (Secretaria Estadual de Rios e Lagoas) e ao IEF (Instituto Estadual de Florestas), estabelece, por meio da DZ942R7, as diretrizes do PROCON ÁGUA (Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos), na qual os responsáveis por atividades poluidoras informam regularmente a este órgão ambiental, por meio do RAE (Relatório de Acompanhamento de Efluentes), as características qualitativas e quantitativas de seus efluentes líquidos, como parte integrante do SLAP (Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras).

A NT-213R-4 estabelece os critérios e padrões para controle da toxicidade em efluentes líquidos industriais, no estado do Rio de Janeiro.

A NT-202R-10 estabelece os critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos, no estado do Rio de Janeiro, como parte integrante do Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras - SLAP.

Os critérios para lançamento de carga orgânica expressa em demanda bioquímica de oxigênio (DBO) são estabelecidos pela FEEMA por meio de Diretrizes Específicas.

Metodologia

Este trabalho se fundamentou em dados de monitoramento de qualidade de água e efluentes disponíveis na UTE Mário Lago, na busca de informações disponíveis em publicações e na revisão de literatura.

O monitoramento das águas do rio Macaé e dos efluentes realizado entre os anos de 2002 a 2008 consistiu na realização de inspeções e medições no campo e ensaios físico-químicos em laboratórios externos credenciados. A análise gráfica de evolução de medições foi a forma metodológica utilizada para facilitar a análise, considerando a vasta gama de dados, como parâmetros, frequências, limites, valores, diversidade de pontos de coleta de efluentes, e principalmente devido ao vasto período de tempo monitorado, compreendendo toda a etapa operacional da UTE Mário Lago em seus primeiros anos. Parâmetros mais relevantes de efluentes e qualidade de água foram selecionados para serem apresentados neste artigo, a saber: vazão, óleos e graxas minerais, pH – Potencial Hidrogeniônico, Cloro Residual. A escolha dos parâmetros baseou-se em critérios, como requisito legal, experiência profissional e demandas típicas do órgão ambiental observadas ao longo dos anos, na indústria de Petróleo, Gás e Energia.

A análise dos resultados realizou-se por meio de comparações com limites de regulamentações aplicáveis nas esferas estadual e nacional brasileiras.

Monitoramento de efluentes na UTE Mário Lago e da qualidade da água em Macaé (RJ)

O monitoramento da qualidade da água na área de influência da UTE Mário Lago teve início em 2001. Os resultados obtidos, a partir desse monitoramento, não só permitem um acompanhamento sistemático da qualidade da água na área monitorada, como também se constituem em elementos básicos para elaboração de diagnósticos da qualidade da água.

Os dados relativos ao monitoramento de efluentes e qualidade da água do corpo hídrico receptor, compreendendo os anos entre 2002 e 2005, foram migrados de banco de dados para o Sistema SIA 3 Atmos versão 3.0.32.601 o qual será denominado mais adiante simplesmente “Atmos”, que é um *software* de gerenciamento ambiental utilizado

pela UTE Mário Lago e também pelo órgão ambiental fiscalizador do estado do Rio de Janeiro, a FEEMA, para avaliação de qualidade atmosférica.

A UTE Mário Lago utiliza em seu processo água com diversas finalidades, entre elas o suprimento de água de resfriamento, reservas para combate a incêndio, água potável e água desmineralizada para o controle de emissões de NOx.

O abastecimento da água utilizada com fim industrial é feito a partir da captação no rio Macaé a uma vazão média de 800 gpm – galões por minuto, ou seja, 50,46 litros por segundo e processada no sistema de tratamento de água da usina. A outorga limita a captação em 86 litros de água por segundo e limita o lançamento em 12 litros de efluente por segundo. Posteriormente, a água captada passa pela ETA – Estação de Tratamento de Água, onde é submetida aos processos de clarificação e filtração por gravidade, sendo então bombeada para armazenamento para suprir a Usina em sua operação, para suprir o sistema de incêndio, a reposição de água da torre de refrigeração de ar de entrada das turbinas e no processo de desmineralização.

O tratamento de água consiste em clarificação, filtração, produção de água potável e desmineralização. A água tratada é estocada em dois tanques de água de serviço com capacidade para aproximadamente 4.730.125 litros cada e dois tanques de estocagem de água desmineralizada de 1.513.640 litros cada.

A água de serviço é utilizada para reposição de água das torres de resfriamento, compensando as perdas obtidas durante a evaporação no próprio sistema, e para a reposição da água perdida durante o descarte necessário para o T-212 – Tanque final de Efluentes – por ocasião da concentração elevada de sais na água de circulação do sistema da torre. Esta água também exerce a função de suprimento do sistema de incêndio da planta.

A água potável é utilizada no suprimento do prédio administrativo, lavadores de olhos e chuveiros de emergência, e a água desmineralizada é utilizada para o controle de emissões de NOx nas turbinas da usina. A UTE Mário Lago possui como afluente a água captada no rio Macaé e como efluente o fluxo proveniente do T-212 e, em separado, os sistemas de drenagem pluvial. O T-212 tem como função ser o receptor das correntes de efluentes de processo de dentro da usina e possibilitar o controle de vazão e de parâmetros de lançamento no rio Macaé.

Os efluentes líquidos podem ser caracterizados em 6 grandes grupos:

- a) Proveniente do sistema de tratamento de esgoto sanitário;
- b) Proveniente dos quatro sistemas separadores de água e óleo;
- c) Proveniente do sistema de neutralização da ETA;
- d) Proveniente do sistema de *blow down* das torres de refrigeração
- e) Proveniente do sistema de descarte final (saída geral de efluentes) T-212;
- f) Proveniente do sistema de drenagem pluvial.

O T-212 possui capacidade de 7568,2 litros e descarta o efluente final da planta para o rio Macaé, em conformidade com os limites definidos para a UTE Mário Lago, tendo por base os padrões definidos pela FEEMA e pela Resolução CONAMA 357/05.

Resultados Obtidos

A FIG. 1 mostra o gráfico com as medições de vazão realizadas na saída geral dos efluentes da usina realizadas, por meio de operação em batelada.

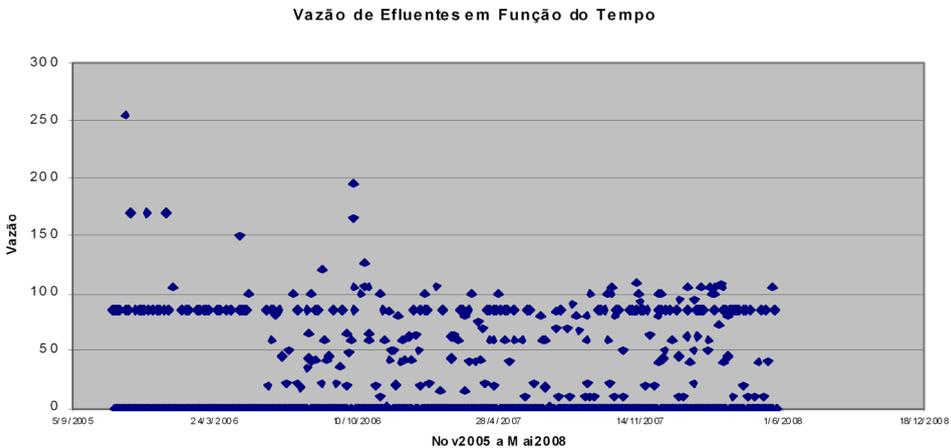


Figura 1: Monitoramento de Vazão por meio de operação em batelada.

Fonte: O Autor, 2008.

A análise gráfica de evolução de medições para a vazão de saída dos efluentes no T-212 realizada no período entre 01/11/2005 e 31/05/2008 mostra plena conformidade com o limite da outorga de 12 l/s, ou seja, 1036,8 m³/dia. Medições de vazão igual a zero na saída dos efluentes do T-212 indicam longos períodos sem descarte de efluentes em consequência da baixa demanda de operação da UTE Mário Lago até o ano de 2007. A partir de fevereiro de 2008, voltou a operar praticamente, em plena capacidade, em função da demanda solicitada pelo Operador Nacional do Sistema - ONS.

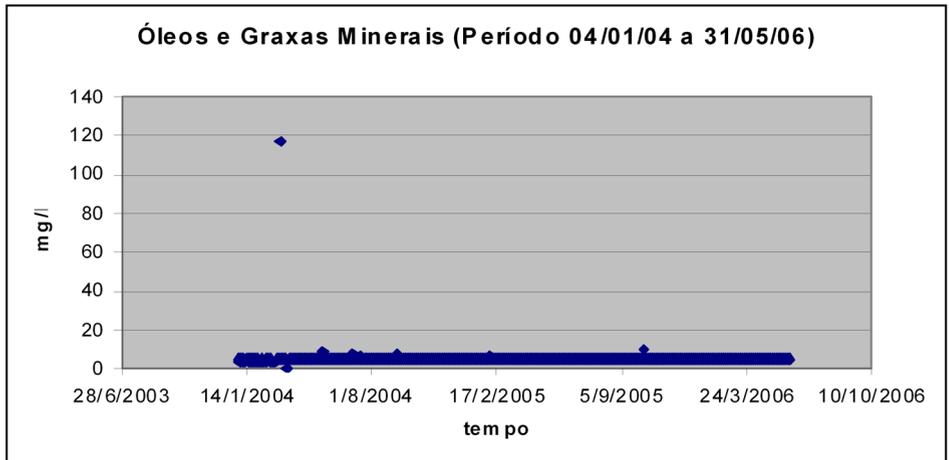


Figura 2: Monitoramento para o parâmetro Óleos e Graxas Minerais no T-212 - Efluente Final. Fonte: O Autor, 2008.

A análise gráfica da evolução de medições para o parâmetro Óleos e Graxas Minerais no período entre dezembro de 2003 e janeiro de 2006, no tanque de saída geral dos efluentes da usina, mostra que o parâmetro apresentou-se em conformidade com os limites da NT- 202 R10 da FEEMA e da Resolução CONAMA 357/05, exceto em uma única ocorrência no dia 08/03/04, quando o OG (Óleos e Graxas) ultrapassou o limite de 20,0 mg/L.

A partir de junho de 2006 até 2010 não foram realizadas análises de OG, pois houve uma redução de parâmetros negociada com a FEEMA, que passou a não mais exigir este parâmetro no monitoramento da saída geral de efluentes, mantendo-o monitorado apenas nos efluentes intermediários dos quatro separadores água e óleo existentes na usina

Os resultados das análises de OG no tanque de saída geral de efluentes reforçam indícios de eficiência dos sistemas separadores de água e óleo a montante do T-212 da UTE Mário Lago.

O resultado da avaliação para o parâmetro pH na saída geral de efluentes é apresentado a seguir, na FIG. 3.

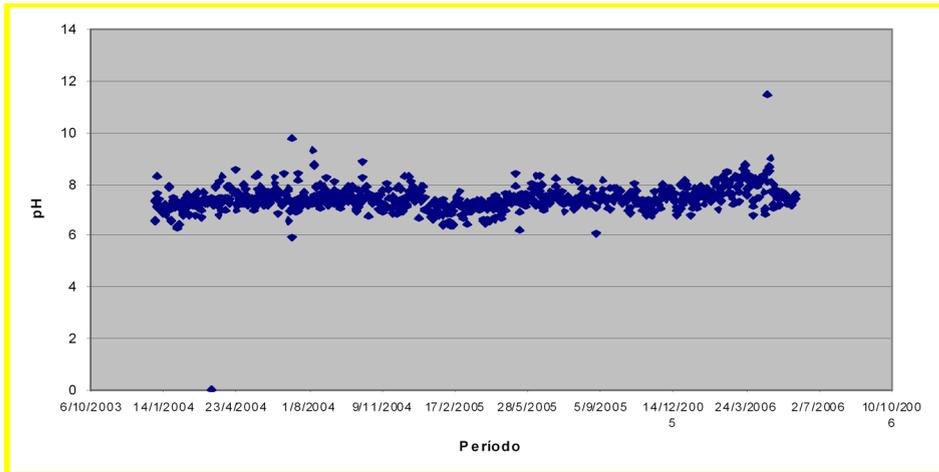


Figura 3: Monitoramento para o parâmetro pH na Saída Geral de Efluentes T-212, no período entre os anos de 2003 e 2006.

Fonte: O Autor, 2008.

A análise gráfica de evolução de medições para o parâmetro pH na saída geral de efluentes, no período entre 2003 e 2006, mostra que o parâmetro apresentou-se em conformidade com os limites da NT202R10 da FEEMA e da Resolução CONAMA 357/05, exceto algumas ocorrências, como, por exemplo, no dia 07/10/2002. O pH atingiu um valor máximo de 11,85 em 2006 e um valor mínimo de 1,0 em 2004. As ocorrências fora da faixa aceitável supõem falta de controle operacional de forma pontual. Elas foram neutralizados manualmente, por meio da adição de neutralizantes, para garantir a conformidade dos efluentes da UTE Mário Lago.

O resultado da avaliação para o parâmetro cloro residual na saída geral de efluentes é apresentado a seguir, na FIG. 4.

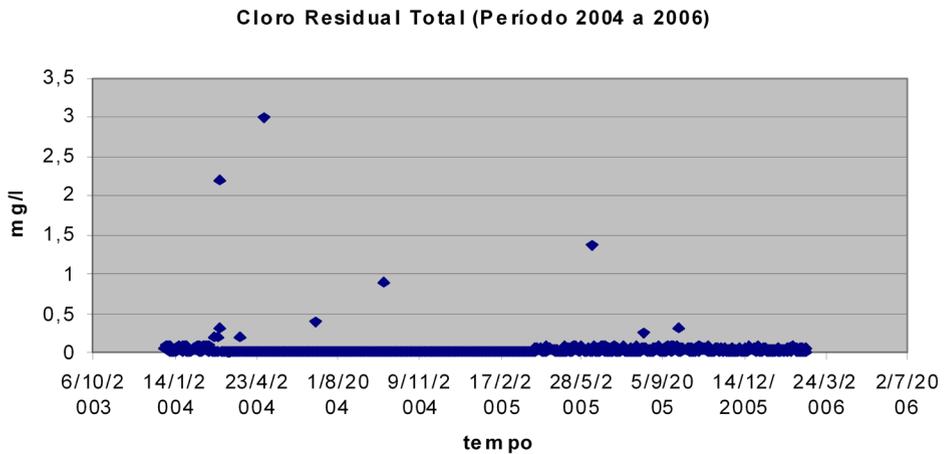


Figura 4: Monitoramento para o Parâmetro Cloro Residual Total na Saída Geral de Efluentes T-212, no período entre os anos de 2004 e 2006.

Fonte: O Autor, 2008.

A análise gráfica de evolução de medições para o parâmetro Cloro Residual Total na saída geral de efluentes, no período entre 2004 e 2006, mostra que o parâmetro apresentou-se em conformidade com os limites da NT202R10 da FEEMA.

Em relação ao período entre os anos de 2006 e 2008, o parâmetro apresentou-se também em conformidade com todas as medições realizadas na saída geral de efluentes de acordo com a análise dos resultados da base de dados não importada para o Atmos, e disponibilizada pela empresa contratada para o monitoramento dos efluentes da UTE Mário Lago, sem nenhuma ocorrência de não conformidade.

O resultado da avaliação para o parâmetro pH no rio Macaé é apresentado a seguir, na FIG. 5.

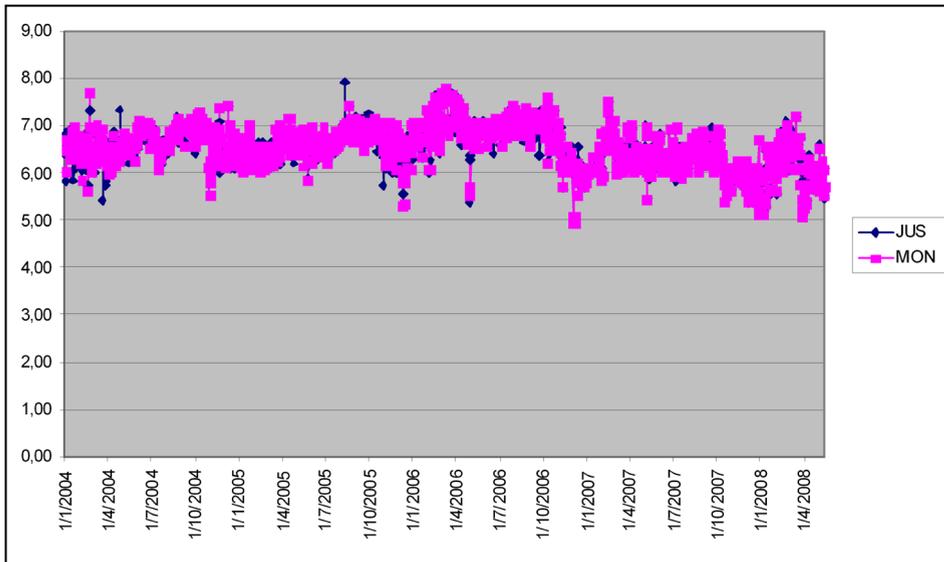


Figura 5: Monitoramento da Qualidade da Água no rio Macaé para o parâmetro pH.

Fonte: O Autor, 2008.

A análise gráfica de evolução de medições para o parâmetro pH no Rio Macaé, no período entre 2004 e 2008, mostra que o parâmetro apresentou-se em conformidade, ou seja, dentro dos limites da Resolução CONAMA 357/05 artigo 15, exceto algumas ocorrências a montante (antes) do lançamento de efluentes da UTE, permitindo a interpretação de fontes pontuais de poluição de origem diferente da UTE Mário Lago.

De modo geral, o parâmetro pH monitorado no rio Macaé, referente ao período entre 2004 e 2008, apresentou similaridade entre as seções de montante e jusante do ponto de lançamento do efluente da UTE Mário Lago. Considerando que o monitoramento na seção a montante do ponto de lançamento serve para caracterizar a qualidade do rio Macaé, pode-se concluir que não houve registro de impactos negativos nas águas do rio Macaé, por influência da UTE Mário Lago; salvo raríssimas exceções, como, por exemplo, a ocorrência de não conformidade em relação ao parâmetro no dia 28/08/2003, quando o pH atingiu 5,75 a montante e 5,44 a jusante. Entretanto a grande maioria dos dados estiveram em conformidade ao prescrito pelo CONAMA no 20/86, vigente na época e, a partir de março de 2005, conforme a atual Resolução CONAMA 357/05.

Conclusão

A análise da saída dos efluentes da UTE Mário Lago mostrou conformidade com os limites aplicáveis referentes à vazão de saída de efluentes. A UTE Mário Lago atende aos limites da outorga de 12 L/s, ou seja, 1036,8 m³/dia para lançamento de efluentes no Rio Macaé.

Em relação aos parâmetros de efluentes avaliados, o T-212 apresentou-se em conformidade com os limites da NT- 202 R10 da FEEMA e da Resolução CONAMA 357/05.

Estes resultados reforçam a conclusão a acerca da eficiência dos sistemas separadores de água e óleo a montante do T-212 da UTE Mário Lago, bem como conformidade, de um modo geral, com relação ao tratamento de água da usina e sistemas de efluentes.

Quanto à qualidade da água no rio Macaé, considerando que o monitoramento na seção a montante do ponto de lançamento serve para caracterizar sua qualidade, pode-se concluir que não houve registro de impactos negativos em suas águas, por influência da UTE Mário Lago, salvo raríssimas exceções.

De um modo geral, os parâmetros monitorados apresentaram similaridade entre as seções de montante e jusante do ponto de lançamento do efluente da UTE Mário Lago.

Alguns resultados em não conformidade foram observados a montante do lançamento da usina, o que caracteriza certo impacto no rio Macaé, porém oriundo de fontes distintas da UTE Mário Lago, vindo de seções anteriores do ponto de lançamento de efluentes da usina.

A análise de dados de medição de qualidade da água promove uma melhor compreensão do comportamento dinâmico dos efluentes lançados no corpo hídrico receptor, e da sua interdependência não somente de fatores climáticos naturais, mas também da própria dinâmica de comportamento da sociedade. Assim, é necessário, cada vez mais, que dados técnicos sobre empreendimentos potencialmente poluidores possam ser publicados, de forma a estarem facilmente acessíveis ao público em geral, a organizações não governamentais, à sociedade civil, a conselhos de meio ambiente, ao poder público, entre outros.

Portanto a instalação e a manutenção de estações de monitoramento de qualidade da água e o agrupamento dessas informações tendem a promover análises mais detalhadas das causas e efeitos dos impactos de efluentes na qualidade da água de cada região. Essa integração ainda não é uma realidade. Por isso, uma oportunidade de melhoria seria a criação de sistemas interligados que promovam uma administração desse tipo de dado mais eficientemente do que o que se consegue por meio de análises pontuais.

Referências

BRASIL. Lei Federal 9433/1997. Política Nacional de Recursos Hídricos e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

_____. CONAMA. Resolução n° 357, de 17 mar. 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.

FERREIRA, M. I. P. *et al.* Desafios da integração entre os usos múltiplos e a qualidade da água para a bacia hidrográfica do rio Macaé. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v.1, n.2, Edição Especial, p.99-114, 2007.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em <<http://www.feema.rj.gov.br/>>. Acesso em: 28 maio 2009.

MATOS, A.S.T. Gerenciamento hídrico ambiental em usinas termoelétricas: estudo de caso dos efluentes da UTE Mário Lago associado à qualidade da água no rio Macaé. 2008. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal Fluminense, Macaé, RJ, 2008.

REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Acad. Bras. Cien./IEA-USP, 1999. 717 p.

RIO DE JANEIRO (Estado). NT-202R10, de 4 dez. 1986. Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos. 1986.

_____. DZ-205R-5, de 25 set. 2007. Diretriz de controle de carga orgânica em efluentes de origem industrial. 2007a.

_____. DZ-215R-4, de 5 out. 2007. Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária. 2007b.

_____. DZ-942R-7, de 8 nov. 2007. Diretriz do programa de autocontrole de efluentes líquidos PROCON ÁGUA. 2007c.

_____. NT-213R-4, de 4 set. 1990. Critérios e padrões para controle da toxicidade em efluentes líquidos industriais. 1990.

RODRIGUES, P. P. G. W. *et al.* Importância de modelos matemáticos em estudos ambientais - estudo de caso: o rio Macaé. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v.1, n.2, Edição Especial, p. 117-127, 2007.

RODRIGUES, P.P.G.W.; LUGON, J. J.; MATOS, A.S.T. Simulação numérica de transporte bidimensional de contaminantes em meio fluvial. Experimento de campo na UTE Mário Lago e rio Macaé. Macaé, 2008.

WORLD Bank Group. General Environmental Guidelines: pollution prevention and abatement handbook. Effective July 1998a.

_____. Thermal Power: Guidelines for New Plants: pollution prevention and abatement handbook. Effective July 1998b.

