

Avaliação de coliformes termotolerantes nas águas do Sistema Vigário-Campelo-Cataia na Baixada Campista, RJ

Evaluation of thermotolerant coliforms in the waters of Vigário-Campelo-Cataia System in Baixada Campista, RJ

Alana de Azeredo Coelho^{*}
Lucca Faria Sather^{**}
Vicente de Paulo Santos de Oliveira^{***}

Resumo

O estudo avalia a concentração de coliformes termotolerantes no Sistema Vigário-Campelo-Cataia, Baixada Campista (RJ), visando contribuir para a análise dos possíveis impactos ambientais que ocorrem no local. Foram monitorados sete pontos por meio de coletas de amostras de água entre novembro de 2013 e dezembro de 2014, reunindo seis amostragens para cada ponto. Os resultados apresentaram-se satisfatórios quando analisados sob a ótica da qualidade de água e comparados aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, concluindo que os valores atípicos pontuais apresentados podem decorrer do inadequado saneamento de bairros, como o Parque Prazeres, e do menor índice pluviométrico em determinadas épocas.

Palavras-chave: Coliformes Termotolerantes. Sistema Vigário-Campelo-Cataia. Contaminação.

Abstract

The study evaluates the concentration of thermotolerant coliforms in Vigário-Campelo-Cataia System, Baixada Campista, RJ, to contribute to the analysis of potential environmental impacts developed on this site. There were monitored seven points by collecting water samples between November 2013 and December 2014, bringing together six samples for each point. The results were satisfactory when analyzed according to the parameters set by CONAMA Resolution No. 357/2005, and it may be concluded that the atypical coliform levels presented may result from inadequate sanitation in neighborhoods like Parque Prazeres and lower rainfall at certain times.

Keywords: Thermotolerant coliforms. Vigário-Campelo-Cataia System. Contamination.

^{*} Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: alanadeazeredo@gmail.com.

^{**} Graduando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: lucca1403@hotmail.com.

^{***} Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense) *campus* Rio Paraíba do Sul, Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: vsantos@iff.edu.br.

1 Introdução

As águas doces continentais sempre foram essenciais para manter os ciclos de vida, a biodiversidade dos organismos e a sobrevivência dos homens (TUNDISI, 2006). Os recursos hídricos estão intrinsecamente interligados às atividades industriais, à produção de alimentos, à saúde pública, à geração de energia, dentre muitos outros usos. Assim, as preocupações relativas à qualidade e quantidade de água disponível para subsistência sempre foi inerente às sociedades humanas. No entanto, a demanda pela água nunca foi tão elevada (COSGROVE; COSGROVE, 2012).

As lagoas costeiras são ecossistemas que apresentam importância tanto ecológica quanto econômica. Suas características e processos comuns podem estar associados a sistemas marinhos, mas mostram também aspectos particulares dependentes de influências naturais e antrópicas em suas bacias hidrográficas (LASSARRE, 1979). Grande parte das lagoas costeiras da América do Sul encontra-se na costa brasileira e incluem lagos de água doce, ecossistemas de acentuada importância para as populações humanas em função dos recursos alimentares através da pesca e também por apresentarem excelentes áreas de lazer (ESTEVEES, 1998).

Deve-se destacar que um dos problemas que afetam ambientes lênticos é o processo de eutrofização, caracterizado pelo aumento excessivo de organismos aquáticos autotróficos, como fitoplâncton e macrófitas. Esse fenômeno ocorre naturalmente na maioria das lagoas, no entanto tem sido favorecido pelo crescimento populacional e industrial como também pela intensificação da agricultura, que elevam a quantidade de nutrientes que alcançam os corpos d'água e são necessários ao desenvolvimento da produtividade primária (VOLLENWEIDER, 1981).

Nesse sentido, as águas naturais de sistemas aquáticos como as lagoas costeiras estão submetidas a um conjunto de impactos resultantes das atividades humanas e dos usos múltiplos. Modificações nas características físicas, químicas e biológicas dos recursos hídricos são resultados, por exemplo, do despejo de efluentes nos rios e das drenagens urbanas e rurais. Como consequências disso, inúmeras alterações tornam as águas impróprias para o consumo humano e para os demais usos, como agricultura e preservação da vida aquática (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Dessa forma, diversos parâmetros caracterizam a qualidade das águas e representam os aspectos físicos, químicos e biológicos existente nesse recurso (ANA, 2005). Dentre os principais parâmetros biológicos estão os coliformes totais e coliformes termotolerantes, cuja detecção e enumeração baseiam-se em padrões bacteriológicos de qualidade da água em nível nacional, através do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (WHO, 2009). Dessa forma, as bactérias do grupo coliforme têm sido utilizadas há vários anos na avaliação da qualidade microbiológica de amostras ambientais (TALLON et al., 2005), e atendem vários dos requisitos de um bom indicador de contaminação fecal.

Nas águas contaminadas, as bactérias patogênicas são um dos principais agentes causadores de doença. Segundo os autores Hermes e Silva (2004), os coliformes fecais ou termotolerantes estão associados às bactérias do trato intestinal, como a *Escherichia coli*. Já os coliformes totais

correspondem às bactérias que, além do trato intestinal, podem ser encontradas em pastagens, solos e outros locais do organismo. À vista disso, a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que dispõe sobre a classificação de corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, utiliza os coliformes termotolerantes como padrão de qualidade microbiológica (ANA, 2005).

No entanto, Branco (1996) afirma que os seres patogênicos são destruídos em massa pelo processo de autodepuração. Portanto, uma carga poluidora de origem orgânica sofre um processo natural de depuração quando é lançada em um corpo d'água. Assim, tais microrganismos vão morrendo porque não conseguem alimentar-se e reproduzir-se na água, devido a vários fatores físicos, químicos e biológicos.

As lagoas costeiras do Norte Fluminense foram gravemente impactadas por ações antrópicas, por meio da construção de canais e diques criados pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS. Tal projeto consistiu em conter as cheias do rio Paraíba do Sul, defendendo que a natureza na região era um “desastre ecológico”. Ecologistas da área afirmaram, já em 1978, que a intenção desse departamento era favorecer a agroindústria açucareira, alcooleira e pecuária, uma vez que essas obras apresentaram como resultado a diminuição de áreas sujeitas a alagamento, ao passo que acabaram afetando a indústria pesqueira e o meio ambiente (SOFFIATI, 2013).

Como consequência dessas obras hidráulicas tem-se a destruição de nichos ecológicos e de *habitat*, o que afeta a fauna e flora locais, e a alteração da qualidade da água, utilizada para vários fins no referido sistema. Isso vem ocorrendo devido ao dessecamento da superfície das lagoas e brejos, à salinização dos solos, ao rebaixamento do lençol freático, ao aumento da velocidade do escoamento e aprofundamento do leito dos rios, à ressuspensão de sedimentos finos previamente depositados nestes leitos, ao aumento da turbidez das águas, à desfiguração das calhas e à criação de enseadas laterais (SOFFIATI NETO, 1985; FEEMA, 1993; BIDEGAIN, 2002).

À vista disso, o sistema Vigário-Campelo-Cataia, que faz parte do sistema de lagoas costeiras do Norte Fluminense, é fonte de renda e de recursos para as populações próximas a ele e também exerce papel fundamental na preservação da ictiofauna do rio Paraíba do Sul e da fauna e da flora adjacentes ao ecossistema. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros microbiológicos encontrados em amostras de águas coletadas no Sistema Vigário-Campelo-Cataia, conforme legislação estabelecida pela resolução CONAMA nº 357/2005, a fim de determinar o grau de contaminação da água do referido sistema. Além disso, objetivou-se identificar os possíveis fatores que causam a poluição dos pontos analisados e realizar um estudo das consequências geradas na qualidade da água pela atividade antrópica na região.

2 Área de estudo: o Sistema Vigário-Campelo-Cataia

O Sistema Vigário-Campelo-Cataia é constituído pela lagoa do Campelo, pelo canal do Vigário e pelo canal do Cataia. Está localizado na margem esquerda do curso inferior do rio Paraíba

do Sul, entre os municípios de Campos dos Goytacazes e São Francisco de Itabapoana (21°39'01"S e 41°11'W – coordenadas referentes à Lagoa do Campelo). Apresentando-se em região de clima tropical, a maior incidência de chuva ocorre entre os meses de novembro e janeiro, diminuindo em fevereiro e aumentando novamente em março e abril. Entre os meses de maio e agosto há uma redução das precipitações, o que caracteriza o período de seca na área. Essa região apresenta solo arenoso e pobre em nutrientes (ESTEVES; SUZUKI, 2010) e está submetida a processos de erosão e deposição sucessivos, intensificados devido à ocupação humana desordenada da planície e das terras a montante (BIDEGAIN, 2002).

A Lagoa do Campelo, considerada umas das três maiores lagoas da região Norte Fluminense (SEMADS, 2002), recebia o aporte de água do rio Paraíba do Sul durante as cheias através do canal da Cataia, um canal natural, pois não apresentava afluentes e efluentes principais originalmente. Também era abastecida pelas águas provenientes de vários brejos em seu entorno, como o brejo do Campelo. Sua bacia de drenagem é aproveitada especialmente para monocultura de cana-de-açúcar e pastagem. Depois de realizadas as obras hidráulicas entre as décadas de 30 e 70 pelo DNOS, foi destinada para a lagoa do Campelo a construção de canais e diques que serviriam como pretexto de torná-la estabilizadora de águas pela margem esquerda do rio Paraíba do Sul. Dessa forma, a lagoa seria responsável por absorver o excedente hídrico através de um canal artificial, o canal do Vigário. Além disso, outro canal construído pelo mesmo órgão é responsável pelo escoamento da água da lagoa para o mar, sendo conhecido como canal Engenheiro Antônio Resende (SOFFIATI, 2013).

Segundo o mesmo autor, o DNOS alterou as comunicações da lagoa do Campelo com o rio Paraíba do Sul. Com as obras realizadas por esse departamento, o previsto era que durante a estiagem o *deficit* hídrico seria contrabalanceado com o fornecimento de água por esse rio. Construiu-se um dique-estrada na margem esquerda do rio Paraíba do Sul e instalaram-se três comportas automáticas na ligação do canal do Cataia com esse curso d'água, o que impediu o fluxo no sentido rio-lagoa, no entanto. Não obstante, uma usina obstruiu o canal do Vigário para aproveitá-lo para irrigação e o vertedouro na confluência da lagoa com o canal Engenheiro Antônio Resende acabou ficando em cota inferior à prometida. A consequência desses fatos foi um balanço hídrico negativo da lagoa por escoar mais água do que recebe, prejudicando todo o seu equilíbrio ecológico (SOFFIATI, 1985; BIDEGAIN, 2002). Ademais, diminuiu o pescado devido à interrupção da livre entrada de água do rio Paraíba do Sul, afetando diretamente a piracema durante os períodos de cheia (BERNARDES; BARROSO, 1995).

Estudos realizados na mesma região também demonstraram que períodos seco e chuvoso relacionam-se com a concentração da comunidade fitoplânctônica, que são um dos componentes da base da cadeia alimentar e têm efeito sobre a qualidade da água (GOLTERMAN, 1995). Tais organismos são indicadores do nível de eutrofização em ambientes aquáticos.

Por outro lado, suspeita-se que o desenvolvimento de macrófitas aquáticas possa suprimir o crescimento do fitoplâncton por meio da excreção de substâncias químicas que inibem o metabolismo desses seres. A produção e excreção de aleloquímicos por macrófitas pode ser uma defesa estratégica contra outros organismos fotossintéticos que competem por luz e nutrientes, como a comunidade fitoplânctônica (GROSS et al., 2007 apud FERREIRA, 2009). Segundo

Esteves e Suzuki (2010), a manutenção de intenso desenvolvimento de macrófitas aquáticas submersas encontradas na Lagoa do Campelo durante todo o ano sugere que essa lagoa está no estágio intermediário de estados estáveis alternativos, mostrando equilíbrio entre macrófitas submersas e comunidade fitoplanctônica.

3 Metodologia

3.1 Pontos de coleta

A escolha dos pontos foi elaborada em conjunto com o Comitê de Bacia do Baixo Paraíba do Sul e do Itabapoana, estabelecendo como os locais de coleta canais de entrada e de saída de água no sistema, além de um ponto na Lagoa do Campelo. Dessa forma, totalizaram-se sete pontos de amostragem, conforme é possível verificar na Figura 1.

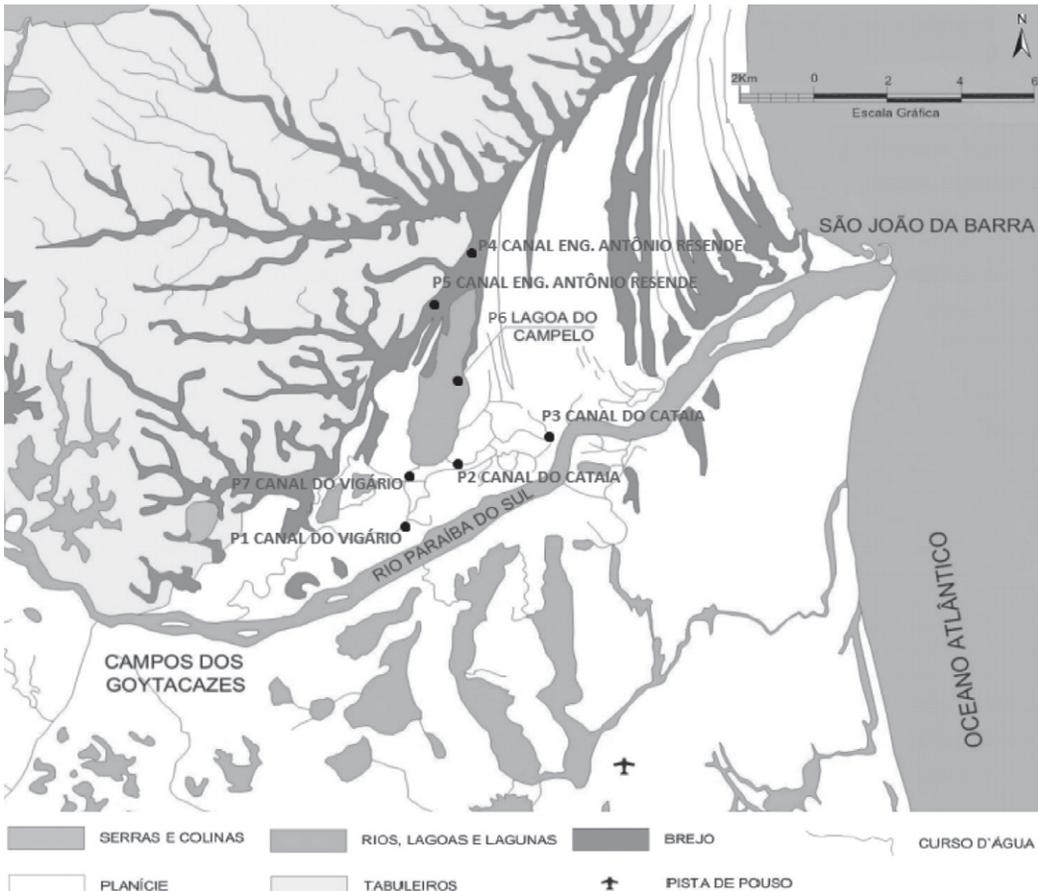


Figura 1 - Mapa dos pontos do Sistema Vigário-Campelo-Cataia.

Fonte: Adaptado a partir de: Alberto Lamego. Geologia das Quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexê. Boletim DNPM nº 154, 1955.

O ponto 1 e o ponto 7 estão localizados mais precisamente no Canal do Vigário, próximo à Usina São João. Ambos locais de coleta se encontram com ausência de mata ciliar. O primeiro apresenta descarga significativa de esgoto doméstico proveniente do bairro Parque Prazeres em Campos dos Goytacazes. Esse fato pode contribuir para diversos impactos na qualidade da água e no ecossistema da região. O segundo aparenta ter sido dragado.

Tanto o ponto 2 quanto o ponto 3 fazem parte do Canal do Cataia. Os pontos 4 e 5, por sua vez, localizam-se no Canal Engenheiro Antônio Resende e têm como objetivo manter uma cota mínima de água na Lagoa do Campelo. No entanto, o ponto 4 encontra-se com um nível de água muito abaixo da crista do vertedouro, enquanto que o ponto 5 apresenta pouca quantidade de água.

Por fim, na Lagoa do Campelo situa-se o ponto 6, ambiente caracterizado como lântico devido ao baixo fluxo hídrico que possui. É importante ressaltar que esse sistema está sujeito a assoreamento ao longo do tempo, devido à ausência parcial ou total de mata ciliar. Assim, a falta de cobertura vegetal ao longo desses cursos hídricos facilita o carreamento de partículas do solo para o corpo d'água, o que pode prejudicar a qualidade da água do sistema. O Quadro 1 apresenta as coordenadas dos pontos amostrados.

Quadro 1 - Coordenadas dos pontos de coleta do Sistema Vigário-Campelo-Cataia

| Pontos | Coordenadas Geográficas |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| P1: Canal do Vigário | S 21°44'27.9" / W 41°17'10.4" |
| P2: Canal do Cataia | S 21°41'19.5" / W 41°10'35.8" |
| P3: Canal do Cataia | S 21°40'18.3" / W 41°08'26.2" |
| P4: Canal Engenheiro Antônio Resende | S 21°33'41.4" / W 41°09'45.3" |
| P5: Canal Engenheiro Antônio Resende | S 21°35'32.1" / W 41°11'37.7" |
| P6: Lagoa do Campelo | S 21°39'58.3" / W 41°12'01.1" |
| P7: Canal do Vigário | S 21°41'37.6" / W 41°14'56.8" |

3.2 Coletas de amostras

Foram realizadas saídas de campo para coleta de água em sete pontos localizados no Sistema Vigário-Campelo-Cataia: dois no Canal do Vigário, dois no Canal do Cataia, dois no Canal Engenheiro Antônio Resende e um na Lagoa do Campelo. As coordenadas geográficas para localização dos pontos de amostragem foram determinadas com o uso de um receptor de GPS (*Global Positioning System*) da marca *Garmim* e modelo *GPSmap 76Cx*. A coleta de amostras ocorreu no mês de novembro de 2013 e nos meses de fevereiro, abril, agosto, outubro e dezembro de 2014. Totalizaram-se seis amostras de água para cada ponto.

No momento da coleta, as amostras foram recolhidas em recipientes de vidro devidamente esterilizados e identificados para a análise bacteriológica, acondicionadas em caixa de material isotérmico contendo gelo com o propósito de preservar as condições iniciais das amostras para análise em laboratório. Nessa etapa, tomaram-se os devidos cuidados a fim de evitar a contaminação das mesmas e, dessa forma, fez-se assepsia das mãos com álcool 70°GL e utilizaram-se luvas de borracha. Posteriormente, as análises foram levadas ao laboratório LabFoz (Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul) na Unidade de Pesquisa e Extensão Agroambiental do Instituto Federal Fluminense (UPEA/IFF) para que o parâmetro microbiológico coliformes termotolerantes fosse determinado.

3.3 Análises microbiológicas

Os ensaios laboratoriais seguiram as normas-padrão aprovadas pelo livro *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (EATON, 2005). Coletaram-se 100 ml de água em cada ponto para a análise quanto à presença de bactérias dos grupos coliformes fecais. O reagente *Colilert* da marca *IDEXX Laboratories* foi adicionado ao frasco de água e agitou-se o conjunto para solubilizar. Em seguida, a solução foi depositada em uma cartela composta de cinquenta e uma cúpulas, que foi colocada em uma seladora (*Quanti-Tray® Sealer model 2x*) e a solução distribuída igualmente. Logo, a solução foi incubada a 35 °C em estufa por 24 horas.

A leitura foi feita com o auxílio de uma lâmpada ultravioleta (*Boitton BOIT-GAB01*) para coliforme fecal. Se as análises apresentassem coloração azul, o teste era positivo para coliformes fecais, ao passo que o teste era negativo com ausência de coloração. Os resultados foram expressos de acordo com a tabela NMP (número mais provável em 100 ml de água). Ao final, as cartelas foram autoclavadas e descartadas.

4 Resultados e discussão

Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (CONAMA, 2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais

para seu enquadramento. Tal resolução classifica os corpos d'água em três grupos de acordo com sua salinidade: inferior a 0,5‰ como doce, entre 0,5‰ e 30‰ como salobra e acima de 30‰ como salina. Subdividem-se ainda os grupos anteriormente citados conforme a finalidade de uso das águas, determinando diferentes classes para o enquadramento dos corpos hídricos.

Nesse contexto, o curso d'água do rio Paraíba do Sul da cidade de Campos dos Goytacazes até sua foz é classificado como água doce classe 3, seguindo o enquadramento previsto pelo Ministério do Interior na Portaria nº 86, de 4 de junho de 1981, baseados em estudos realizados pelo Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - CEIVAP. Dessa forma, classifica-se o Sistema Vigário-Campelo-Cataia como água doce classe 3 de acordo com seus usos preponderantes, localizado nesse trecho do rio (COPPETEC, 2002). As águas do sistema são, portanto, destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais (CONAMA, 2005).

Em relação à análise microbiológica realizada nas águas do presente sistema, o CONAMA determina que não deva ser excedido o limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano para dessedentação de animais. Para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2.500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o mesmo período e para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes. O monitoramento microbiológico é de grande importância por permitir medir o grau de poluição fecal, pois os coliformes são constituintes normais da microbiota intestinal de animais de sangue quente. A Figura 2 apresenta os resultados obtidos na análise do presente trabalho.

ANÁLISES COLIFORMES TERMOTOLERANTES/NMP

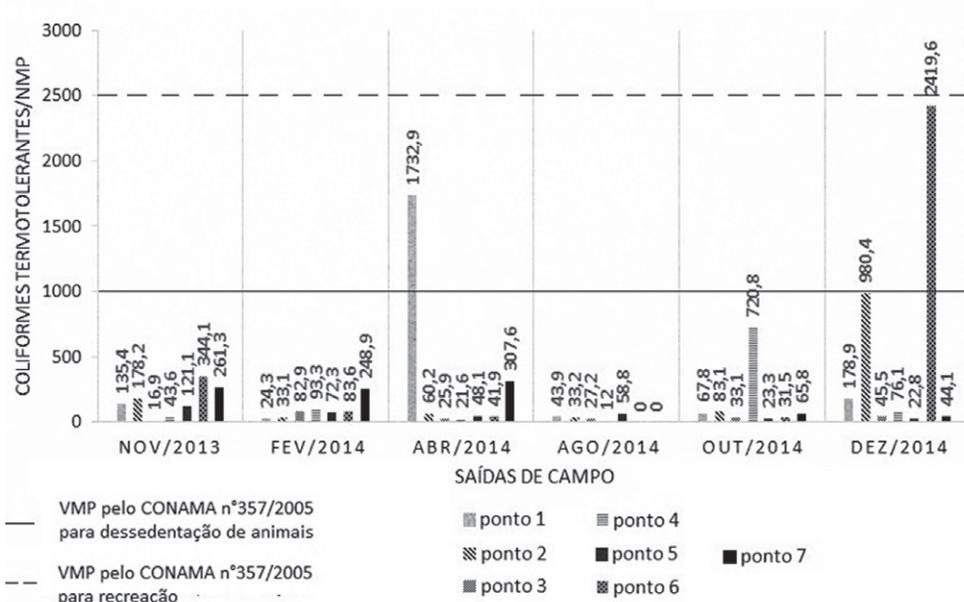


Figura 2 - Análises Coliformes Termotolerantes do Sistema Vigário-Campelo-Cataia

Deve-se destacar que na saída de agosto de 2014 não foi possível realizar a coleta dos pontos 6 e 7 devido à interdição da ponte de acesso ao local.

Em relação aos valores máximos determinados pela resolução para o uso da água de recreação de contato secundário, todas as amostras coletadas apresentaram-se dentro dos limites previstos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005).

No que se refere ao uso da água para dessedentação de animais, o ponto 1 e o ponto 6 das saídas de abril e dezembro de 2014, respectivamente, apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (CONAMA, 2005). Isto é, em um total de 6 amostras para cada ponto, aproximadamente 16,7% destas estão contaminadas, o que representa uma porcentagem muito baixa se comparada aos valores determinados pela mesma resolução. Tais valores atípicos, demonstrados na Figura 2, podem estar relacionados a contaminações eventuais causadas por episódios específicos ou variações sazonais na qualidade da água.

O despejo de esgoto *in natura* ou inadequadamente tratado nos pontos de coleta de amostras, águas de arraste das chuvas em regiões urbanas ou rurais, dejetos de animais domésticos ou silvestres e, possivelmente, por meio dos próprios indivíduos que utilizam essas águas são algumas das suas possíveis fontes de contaminação (PAUL et al., 1995). Esses fatores podem ter relação direta com a elevada quantidade de coliformes fecais no ponto 1, que recebe aporte de água de bairros como o Parque Prazeres, onde há despejo inadequado de esgoto.

A diminuição da vazão do rio Paraíba do Sul também pode acarretar perda de qualidade de água em alguns pontos. Variáveis químico-físicas e microbiológicas, que são capazes de discriminar a qualidade da água de corpos hídricos, sofrem influência direta das estações do ano. Além da variação mensal da chuva, seu ciclo diurno também varia espacialmente e isso pode afetar os gradientes ambientais (ANGELIS et al., 2004).

A região Norte Fluminense, onde se localiza o Sistema Vigário-Campelo-Cataia, é uma das áreas de menor média pluviométrica no estado do Rio de Janeiro, devendo ser enquadrada em clima semiárido (CBH BPSI, 2014). Esse fato agrava a situação dessa região, pois é dependente das chuvas para a recomposição de suas numerosas lagoas. A Baixada Campista detém Normal Climatológica (média de precipitação calculada para os anos entre 1976 e 2005) de aproximadamente 900 mm. Em contrapartida, o ano de 2014 registrou uma soma total de 558,4 mm de chuva, que está abaixo da média anual supracitada, mostrando um caráter atípico desse período se comparado aos demais anos. Tais dados foram obtidos no Posto Climatológico do *campus* Dr. Leonel Miranda em Campos dos Goytacazes e disponibilizados no *site* da UFRRJ (2014).

Nesse sentido, a maior concentração de coliformes termotolerantes no ponto 6 da coleta realizada em dezembro de 2014 pode estar diretamente associada à estiagem que ocorreu nesse período. Com uma menor quantidade de água e o fornecimento de esgoto e dejetos de animais permanecendo constante, aumenta-se a possibilidade de contaminação do ecossistema aquático em questão, a Lagoa do Campelo. Como observado por Cristina-Silva (2007) na Lagoa de Imboassica, Macaé-RJ, os níveis dos coliformes termotolerantes também foram diferenciados nos períodos de

seca e chuva ao longo do tempo de estudo, indicando uma heterogeneidade espacial no local.

No que diz respeito aos demais usos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, não foram encontradas amostras fora do limite estabelecido (CONAMA, 2005).

5 Considerações finais

Os impactos ambientais, sociais e econômicos da degradação da qualidade das águas se traduzem na perda da diversidade, no aumento de doenças de veiculação hídrica, no aumento do custo de tratamento das águas, dentre outros. As alterações em ecossistemas aquáticos, caso não sejam acompanhadas de estudo prévio das condições naturais do meio ambiente, podem ocasionar efeitos prejudiciais à qualidade de água e aos seres vivos. Além disso, a ausência de saneamento básico é responsável por inúmeros problemas tanto para a saúde pública quanto para o meio ambiente.

Em relação aos resultados obtidos no presente trabalho, nota-se que apenas dois pontos ultrapassaram os valores estabelecidos pela legislação para dessedentação de animais. Portanto, é satisfatório quando analisado segundos parâmetros coliformes termotolerantes se comparado aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (CONAMA, 2005). Todavia, em um contexto atual da escassez de águas doces não poluídas, surge a necessidade de desenvolver e programar planos de prevenção e recuperação ambiental, além de estabelecer metodologias eficazes ao acompanhamento dessas atividades. Fiscalização e monitoramento qualitativo são também necessários a fim de subsidiar medidas de mitigação e controle dos impactos negativos aos corpos d'água causados por fontes de poluição pontuais e difusas.

Ressalta-se que a Lagoa do Campelo passou a apresentar balanço hídrico negativo por escoar mais água do que recebe depois de realizadas as obras do DNOS. A pouca profundidade desse corpo hídrico favoreceu o desenvolvimento de plantas hidrófitas e sua eutrofização (SOFFIATI NETO, 1985; FEEMA, 1993; BIDEGAIN, 2002), o que pode alterar a ecologia do ecossistema aquático.

Desse modo, há a necessidade de um estudo sobre os organismos dependentes do Sistema Vigário-Campelo-Cataia e a forma como eles se relacionam com a atual estrutura em que se encontra o mesmo, após as intervenções humanas. Apesar de a água ter apresentado bons resultados nas análises obtidas neste estudo, as obras realizadas pelo DNOS influenciaram a comunicação da Lagoa do Campelo com o rio Paraíba do Sul, como o aporte de água desse rio através do Canal do Cataia, onde foram construídas comportas que passaram a impedir o fluxo rio-lagoa. As consequências disso foram os impactos negativos na ictiofauna e na fauna e flora ao redor do local. Assim, providências são importantes para manutenção adequada do funcionamento de tais comportas, que constituem o sistema em questão.

Referências

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil / Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. - Brasília: ANA, SPR, 2005.

ANGELIS, C.F.; MCGREGOR, G.R.; KIDD, C. A 3 year climatology of rainfall characteristics over tropical and subtropical South America based on Tropical Rainfall Measuring Mission Precipitation Radar data. *International Journal of Climatology*, p. 385-399. 2004.

BERNARDES, M. C.; BARROSO, L. V. Efeitos da Ação Humana Sobre as Lagoas. *Revista Ecologia e Desenvolvimento*, n. 58, 1995.

BIDEGAIN, P. Lagoa do Norte Fluminense - Perfil Ambiental. Fundação Superintendência de Rios e Lagoas (SERLA). Rio de Janeiro, p. 148. 2002. Disponível em < HYPERLINK "http://www.sifloresta.ufv.br/handle/123456789/10805" http://www.sifloresta.ufv.br/handle/123456789/10805 >. Acesso: abril de 2015.

BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária. 3. ed. São Paulo: CETESB/ACETESB, 1996.

CBH BPSI - Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba de Sul e Itabapoana. Nota Técnica CBH BPSI: Decisão do Comitê do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana acerca da redução de vazões de chegada na transposição de Santa Cecília. CBH BPSI, AGEVAP UDS. Campos dos Goytacazes, p. 30. 2014. Disponível em: < http://cbhbaixoparaiba.org.br/conteudo/nota-tecnica-transposicao.pdf >. Acesso: setembro de 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357/05. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, SEMA, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso: outubro de 2015.

COPPETEC - Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos. Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul - Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos. Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ. [S.l.], p. 243. 2002. Disponível em: < http://www.hidro.ufrj.br/pgmh/layout.html >. Acesso: outubro de 2015.

COSGROVE, C. E.; COSGROVE, W. J. The dynamics of global water futures driving forces 2011-2050. UNESCO. Paris. 2012. Disponível em: < HYPERLINK "http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/The%20Dynamics%20of%20Global%20Water%20Futures.pdf" http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/The%20Dynamics%20of%20Global%20Water%20Futures.pdf >. Acesso: abril de 2015.

CRISTINA-SILVA, E. et al. Heterogeneidade intralagunar da degradação sanitária em uma lagoa

costeira tropical (Lagoa Imboassica, Macaé, RJ). Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; RICE, E. W. . G. A. E. Standard Methods for the Examination of water & wastewater. 21. ed. [S.l.]: APHA, 2005.

ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Limnological variables and nutritional content of submerged aquatic macrophytes in a tropical lagoon. *Acta Limnologica Brasiliensia*, Rio Claro, v. 22, n. 2, p. 187-198, 2010.

ESTEVES, F. A. *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé* (RJ). NUPEM, Macaé, p. 442, 1998.

FEEMA. Perfil ambiental do município de Campos. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Rio de Janeiro, p. 146. 1993.

FERREIRA, T. F. *O papel da macrófitas submersas sobre a qualidade da água, restauração e conservação lagos rasos subtropicais: estudo de caso, a Lagoa Mangueira, RS.* 152 p. Julho de 2009. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

GOLTERMAN, H. L. The labyrinth of nutrient cycles and buffers in wetlands: results based on research in the Camargue (Southern France). *Hydrobiologia*, p. 39-58, 1995.

GROSS, E. M. et al. Searching for allelopathic effects of submerged macrophytes on phytoplankton - state of the art and open questions. *Hydrobiologia*, p. 584, 2007.

HERMES, L. C.; SILVA, A. S. *Avaliação da qualidade das águas: manual prático.* EMBRAPA. Brasília. 2004.

HOSOI, C. Comunidades isoladas exigem um saneamento sobmedida. *Revista DAE*, n. 187, p. 4-12, Setembro 2011.

LAMEGO, A R. Geologia das quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé. Boletim nº 154. Rio de Janeiro: Departamento Nacional da Produção Mineral/Divisão de Geologia e Mineralogia, 1955.

LASSARRE, P. Coastal lagoons: sanctuary ecosystems, cradles for culture, targets for economic growth. *Nature and Resources (UNESCO)*, v. 15, n. 4, p. 2-21, 1979.

PAUL, J. H. et al. Occurrence of fecal indicator bacteria in surface waters and the subsurface aquifer in Key Largo, Florida. *Appl. Environm. Microbiol.*, v. 61, p. 2235-2241, 1995.

SEMADS. *Atlas das Unidades de Conservação da Natureza do Estado do Rio de Janeiro.* Metalivros. São Paulo. 2002.

SOFFIATI, A. A. A Agonia da Lagoas do Norte Fluminense. *Ciência e Cultura*, v. 37, n. 10, p. 1627-

1638, Outubro 1985.

SOFFIATI, A. A. *As lagoas do Norte Fluminense: contribuição à história de uma luta*. Campos dos Goytacazes: Essentia Editora, 2013.

TALLON, P. et al. Microbial indicators of fecal contamination in water: a current perspective. *Water, Air, and Soil Pollution*, p. 139-166. 2005.

TUNDISI, J. G. Novas Perspectivas para a Gestão de Recursos Hídricos. *Revista USP*, São Paulo, n. 70, p. 24-35, junho/agosto 2006.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO - UFRRJ. Precipitação Pluviométrica, 2014. Disponível em: <<http://www.campuscg.ufrrj.br/>>. Acesso em: setembro 2015.

VOLLENWEIDER, R. A. Eutrophication - A global problem. *Water Quality Bulletin*, v. 6, p. 59-62, 1981.

WHO. World Health Organization. Disponível em: <<http://www.who.int/en>>. Acesso: maio 2015.